

## O ENSINO DE FÍSICA INTEGRADO A PLATAFORMA ARDUINO, UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

**Ms. Antônio de Lisboa Coutinho Júnior**  0000-0001-7270-7759

**Dr. Jeirla Alves Monteiro**  0000-0002-9329-5930

**Darkson Fernandes da Costa**  0000-0002-8304-0723

**Dr. Gilvandenys Leite Sales**  0000-0002-6060-2535

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará

**RESUMO:** O presente artigo é o resultado de uma Revisão Sistemática de Literatura, sobre a tema ensino de Física integrado a plataforma de programação Arduino, no período compreendido entre 2010 e 2019. Utilizou-se a abordagem PICO para mapear e delimitar os resultados. Foram desenvolvidos: um protocolo de estudo (PE), um conjunto de critérios para inclusão, exclusão, seleção,

extração e indexação, bem como uma tabela para priorização da literatura dos estudos encontrados. Para auxiliar na metodologia foi utilizada a ferramenta *Start (State of the Art through Systematic Review)*, que proporcionou a geração e gráficos e uma ampla planilha de dados sumarizados.

**Palavras-chave:** Revisão Sistemática de Literatura, Ensino de Física, Arduino.

## PHYSICS TEACHING INTEGRATED TO THE ARDUINO PLATFORM, A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** This paper is the result of a Systematic Review of Literature, on the subject of Physics teaching integrated to the Arduino programming platform, between 2010 and 2019. The PICO approach was used to map and delimit the results. The following were developed: a study protocol (PE), a set of criteria for

inclusion, exclusion, selection, extraction and indexing, as well as a table for prioritizing the literature of the studies found. To aid in the methodology, the State of the Art through Systematic Review (START) tool was used, which provided the generation and graphics and a large summarized datasheet.

**Keywords:** Performing Systematic Reviews, Physics Teaching, Arduino.



## 1 INTRODUÇÃO

Realizar uma Revisão Sistemática Literatura (RSL) é uma tarefa indicada para todo e qualquer estudioso que deseja encontrar o **Estado da Arte** sobre um tema pesquisado. Constituída por três fases: Planejamento, Execução e Análise dos resultados, e dividida em 7 etapas, que sejam: a) definição de uma pergunta de pesquisa; b) pesquisa literária; c) seleção dos estudos; d) extração dos dados relevantes; e) verificação metodológica quanto a qualidade; f) sintetização dos dados (metanálise); g) diagnóstico da qualidade dos artigos; e h) sumarização, escrita e publicação dos resultados.

Uma revisão conforme [1] defini: “Trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis.”, e de capital importância na constituição de uma fundamentação teórica, assim como para detecção de lacunas de estudo e *insights* metodológicos.

Integrada a **RSL**, em sua fase de planejamento e inserida no denominado Protocolo de Estudo (**PE**), encontra-se a abordagem **PICO**, traduzida por [1] como sendo: “população, intervenção (ou exposição), comparação, e desfecho (O, outcome, do inglês)”. Neste estudo foram definidos os seguintes critérios na abordagem **PICO**, como indicada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Critérios PICO

População	Estudos no ensino de Física que apresentem a utilização do Arduino
Intervenção	Utilização do Arduino
Controle	Artigos publicados em periódicos da área de ensino de Ciências, Ciências Exatas, Ciências e Matemática.
Resultados	Apresentação e discussão de estudo que utilizam a plataforma Arduino para o ensino de Física
Contexto	Pesquisadores que conduzem revisão sistemática

**Fonte:** próprios autores



No apoio ao tratamento dos dados coletados utilizou-se a aplicação *Start (State of the Art through Systematic Review)*, desenvolvida pelo **LaPES** (Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software) da UFSCar (Universidade de São Carlos), que contempla todas as etapas da **RSL**, bem como o **PE** e a abordagem **PICO**. Segundo [2], a ferramenta foi desenvolvida com o objeto:

*[...][de] ajudar o pesquisador, dando suporte para a utilização e aplicação de RSLs. A ferramenta StArt é bastante robusta, armazena as revisões de forma bastante organizada, baseia-se na qualidade dos artigos e trabalhos os quais reúne, salvando suas referências, atribuindo pontuação a estes e fazendo um filtro dos trabalhos que atingiram uma boa qualidade para serem selecionados e utilizados na revisão sistemática. [2, p. 23]*

Diante do apresentado uma **RSL** foi executada contemplando o **Ensino de Física**, em seus vários conteúdos, associado a plataforma de programação e prototipagem **Arduino**, no transcorrer de aproximadamente uma década. Uma busca em *sites* de revistas científicas foi executada, resultando em um total inicial de 81 estudos; onde critérios de inclusão, exclusão, seleção, extração e qualidade foram aplicados, culminando em um conjunto de 37 artigos que abrangeram uma boa parte do conteúdo de Física curricular e laboratorial.

## 2. PROTOCOLO

O Protocolo de Estudo (**PE**) apresentado no artigo possui como principal objetivo definir a estrutura, critérios e etapas da revisão, bem como a técnica PICO. Sua constituição possui como referência o *guidelines* [3] é o artigo [4].



## 2.1 Situação problema

Um professor deseja realizar experimentos para o ensino dos conceitos e conteúdos em Física no Laboratório de Física (as chamadas: práticas experimentais), contudo o mesmo não possui equipamentos ou instrumentos suficientes para a coleta de dados, e posterior análise dos alunos. Como solução foi introduzida uma plataforma eletrônica/programável para que: alunos e professor possam executar as ações sugeridas.

## 2.2 Objetivos da pesquisa

- Levantar artigos em ensino de Física utilizando a plataforma Arduino;
- Identificar quais segmentos educacionais (Ensino Fundamental, Ensino Médio, Graduação e Pós-Graduação) utilizam a plataforma no ensino.
- Relacionar as áreas da Física com maior incidência do ambiente Arduino.

## 2.3 String de busca

Conforme o procedimento protocolado no texto de [3], os termos de busca, isto é, a *string* de pesquisa foi circunscrita pela palavra ‘Arduino’ integrada a frase ‘ensino de física’. Levou-se em consideração um período de aproximadamente uma década (entre 2010 a 2019). A revisão foi limitada somente a artigos científicos publicados em sites de domínio público, sendo excluídos: Relatórios Técnicos Científicos (RTC), TCC ou



monografias, Dissertações, Teses, Pré-publicações (*Preprints*), Artigos curtos (*Short Paper*) e Resumos.

Importante destacada os três modelos de sites identificados durante e pesquisa, bem como seus respectivos formatos de busca:

- O repositório de **Periódicos da CAPES** possui um bom número de filtros, a opção de exportação dos metadados (**★ Meu Espaço**) é limitada a somente 30 arquivos por vez, o número de revistas cadastradas possui uma abrangência limitada, entretanto é o maior repositório nacional;
- Portal **SciELO** possui também um bom número de filtros, seu sistema de exportação é limitado a 2000 arquivos por vez, possui uma boa abrangência de revistas, contudo é importante indicar o site: **<https://www.scielo.org/>**, como fonte principal de pesquisa;
- O demais *sites* possuem sua infraestrutura baseada na aplicação **OJS – Open Journal Systems**, solução de código aberto (*opensource*), traduzida para o português pelo IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), e adotado por quase a total das instituições de ensino e pesquisa.

Na Tabela 2 são apresentados os formatos de busca aplicados nos modelos de *sites* indicados:

**Tabela 2** : Modelagem da busca

Base	Modelagem da busca
Portal CAPES	Qualquer → Contém → Arduino AND Qualquer → Contém → "ensino de física" Data de publicação: últimos 10 anos Tipo de material: Artigo Idioma: Português
Portal SciELO	(arduino) AND ("ensino de física") AND in:("scl")



	AND journal_title:("Revista Brasileira de Ensino de Física") AND la:("pt") AND year_cluster:("2019" OR "2018" OR "2017" OR "2016" OR "2015" OR "2014" OR "2013" OR "2012" OR "2011" OR "2010") AND type:("research-article")
Portais OJS – Open Journal Systems	Arduino AND "ensino de fisica" Filtro: Data: 01 – janeiro – 2010

**Fonte:** próprios autores

## 2.5 Bases de pesquisa

Foram selecionadas 33 locais de busca, totalizando: 26 revistas científicas na área de Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia; 4 revistas de Informática na Educação e 1 repositório de artigos governamental. A seleção abrangeu boa parte do espectro que compreende o índice de qualificação QUALIS-Sucupira. Na Tabela 3 é apresentada a lista de revistas e seus QUALIS em Educação e Ensino.

**Tabela 3:** Índice QUALIS-Sucupira

Nome da base/revista	Qualis Edu.	Qualis Ens.
RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física	B1	A1
CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física	<b>B2</b>	<b>A2</b>
RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	B2	A2
UFGRS - IF - Texto de Apoio para Professor de Física	n/c	n/c
DECT – Debates em Educação Científica e Tecnológica	B5	B1
InFor - Inovação e Formação	C	B5
HOLOS	B2	B5
IENCI – Investigações em Ensino de Ciências	A2	A2
Alexandria	B2	A2
ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologias Educacionais	B5	B1



Ciência e Natura	n/c	n/c
RENTE – Revista Tecnologias na Educação	B2	B1
Ensaio - Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	n/c	n/c
REnCiMa	B5	A2
RBECEM - Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	n/c	n/c
Amazônia	C	A2
RECEM - Revista de Educação, Ciências e Matemática	B2	A2
C&I - REVISTA CIÊNCIAS & IDEIAS	C	B1
ACTA SCIENTIAE	B2	A2
ReBECEM - Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática	n/c	n/c
REAMEC – Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática	C	B3
TEAR – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	B5	B1
Revista Conhecimento Online	C	B2
TECNIA – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	B4	B2
RPI – Revista de Pesquisa Interdisciplinar	n/c	n/c
Revista THEMA	B4	B2

**Fonte:** próprios autores

No conjunto de bases (revistas e portal) foram aplicados os seguintes termos de pesquisa: **A** – somente a palavra Arduino, **B** – a frase Ensino de Física, **C** – Arduino e Ensino de Física, obtendo-se assim o quadro resumo conforme a Tabela 4, onde os valores foram filtrados/classificados pela coluna **C**.

**Tabela 4:** Resultado das bases

Nº	Nome da base/revista	A	B	C
1	Portal Periódicos CAPES	208	159 7	34
2	RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física	23	747	23
3	CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física	17	310	16
4	RBECEM – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	4	133	4



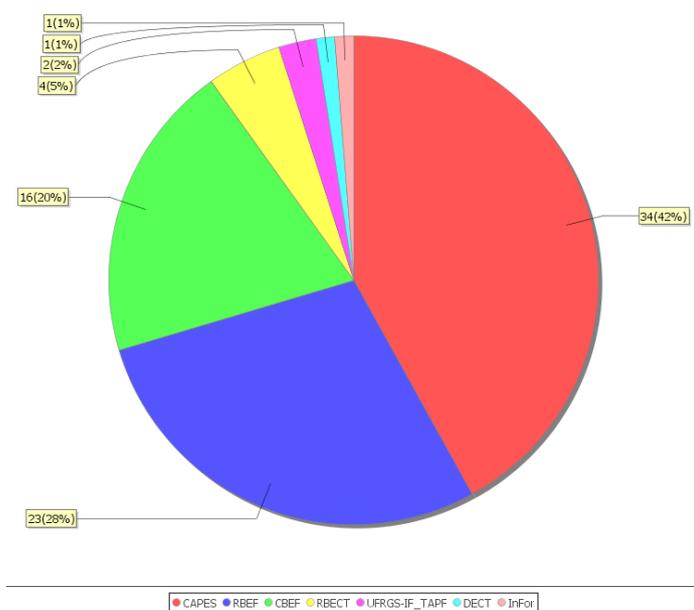
5	UFGRS - IF - Texto de Apoio para Professor de Física	2	2	2
6	DECT – Debates em Educação Científica e Tecnológica	1	9	1
7	InFor - Inovação e Formação	1	3	1
8	HOLOS	6	22	0
9	IENCI – Investigações em Ensino de Ciências	0	73	0
10	Alexandria	0	55	0
11	ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologias Educacionais	0	14	0
12	Ciência e Natura	5	10	0
13	RENTE – Revista Tecnologias na Educação	5	22	0
14	Ensaio - Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	0	100	0
15	REnCiMa	0	16	0
16	RBECM - Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	0	1	0
17	Amazônia	0	6	0
18	RECM - Revista de Educação, Ciências e Matemática	0	10	0
19	C&I - REVISTA CIÊNCIAS & IDEIAS	0	14	0
20	ACTA SCIENTIAE	0	47	0
21	ReBECM - Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática	0	4	0
22	REAMEC – Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática	0	2	0
23	TEAR – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	0	6	0
24	Revista Conhecimento Online	0	1	0
25	TECNIA – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	0	1	0
26	RPI – Revista de Pesquisa Interdisciplinar	0	1	0
27	RBIE - Revista Brasileira de Informática na Educação	1	4	0
28	SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação	7	2	0
29	WIE - Workshop de Informática na Escola	9	3	0
32	WCBIE - Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação	9	3	0
33	Revista THEMA	1	19	0
<b>Total</b>		<b>299</b>	<b>323</b> <b>7</b>	<b>81</b>

**Fonte:** próprios autores



Com os dados obtidos foram coletados os metadados no formato **RIS** (*Research Information Systems*), de cada artigo identificado nas 7 primeiras bases, totalizando **81 arquivos**. Cada estudo foi inserido/importado na ferramenta *Start 3.0.3 Beta* manualmente, na Figura 1 é apresentado o resultado percentual por cada base.

**Figura 1:** Identificação por porcentagem das bases



**Fonte:** próprios autores

## 2.6 Critério de Inclusão, Exclusão e Pontuação (Score)

Na primeira etapa da revisão que consiste na **SELEÇÃO**. Foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão conforme estabelecidos do **PE**, na Tabela 5, são expostos suas definições.



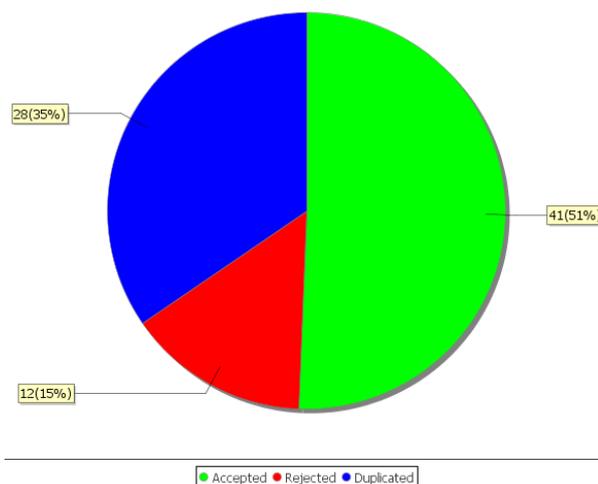
**Tabela 5:** Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de seleção dos estudos (inclusão e exclusão)	
Difundir o Arduino	Inclusão
Abordar Arduino aplicado no ensino de Física	Inclusão
Não está relacionado ao ensino de Física	Exclusão
Aborda Arduino não aplicado no ensino de Física	Exclusão
O artigo é uma RSL, Revisão bibliográfica	Exclusão
Não aborda o uso do Arduino	Exclusão
Artigo duplicado	Exclusão

**Fonte:** próprios autores

Através da ferramenta de revisão sistemática foi estabelecido um ajuste de pontuação para as palavras-chave detectadas nos estudos: Título (*Title*) – **5 pontos**, Resumo (*Abstract*) – **3 pontos** e Palavras-chaves (*Keywords*) – **2 pontos**. Ademais foram elencados os artigos com melhor pontuação, desses foram filtrados/separados aqueles identificados com duplicados, e posteriormente foram rejeitados os que obtiveram escores 0 (zero), resultando em **41 aceitos**, **28 duplicados** e **12 rejeitados** conforme a Figura 2.

**Figura 2:** Critério de Inclusão, Exclusão e Duplicados



Fonte: próprios autores

## 2.7 Critério de Prioridade para Leitura (*Reading Priority*)

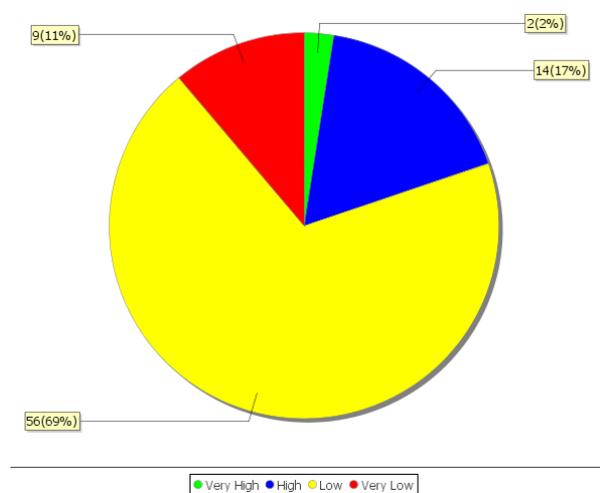
Ainda na etapa de **SELEÇÃO**, a pontuação obtida por cada estudo corroborou como indicador na categorização da ordem e/ou prioridade de leitura. Os artigos, portanto foram devidamente enquadrados conforme a pontuação da Tabela 6. O resultado final é demonstrado na Figura 3.

**Tabela 6:** Prioridade de Leitura

Intervalo pela Pontuação (Score)	Prioridade para Leitura ( <i>Reading Priority</i> )
0 até 5	Very Low (Muito Baixo)
6 até 10	Low (Baixo)
11 até 20	High (Alto)
21 até 30	Very High (Muito Alto)

Fonte: próprios autores

**Figura 3 - Prioridade de Leitura**



Fonte: próprios autores



### 2.8 Extração dos dados

A segunda etapa da revisão consiste na **EXTRAÇÃO**. Nesta fase é efetuada/realizada a leitura na íntegra dos **41 artigos selecionados**, assinalando em formulário interno da ferramenta *Start 3.0.3 Beta* os elementos/campos de Extração e Qualidade, conforme indicado na Tabela 7 e Tabela 8.

**Tabela 7:** Formulário de qualidade

<b>Campos do formulário de qualidade</b>
<b>Conteúdo de Física</b> (Mecânica, Termologia, Calorimetria, Óptica, Ondulatória, Eletricidade, Eletromagnetismo)
<b>Segmento educacional</b> (Fundamental, Ensino Médio, Graduação, Pós-graduação)
<b>Área da Física</b> (FCT <sup>1</sup> , FMC <sup>2</sup> )

**Fonte:** próprios autores

**Tabela 8:** Formulário de extração

<b>Campos do formulário de extração de dados</b>
<b>Foi aplicado em turmas de alunos</b> (Sim, Não)
<b>Coleta dados</b> (Sim, Não)
<b>Utiliza PC/Notebook</b> (Sim, Não)
<b>Utiliza Dispositivo Móvel</b> (Sim, Não)
<b>Utiliza alguma metodologia de ensino</b> (Sim, Não)

**Fonte:** próprios autores

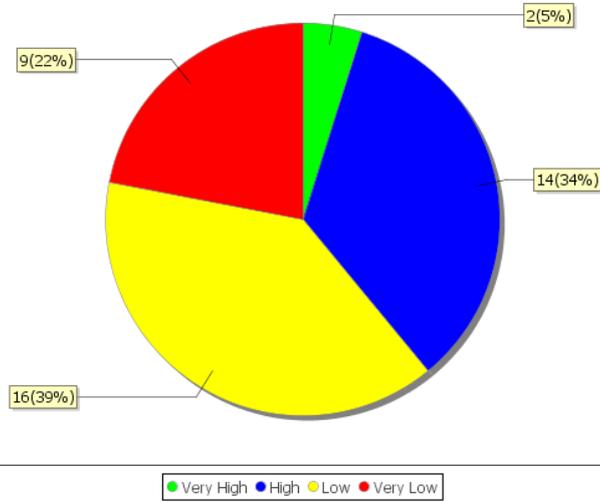
Os artigos ao final são rotulados novamente, ocorrendo uma última classificação por **Prioridade de Leitura**, bem como por: **Aceitação**, **Rejeição** e **Duplicação**. A culminância da etapa é exibida na Figura 4 e Figura 5, respectivamente.

<sup>1</sup> FCT – Física Clássica e/ou Tradicional

<sup>2</sup> FMC – Física Moderna de Contemporânea

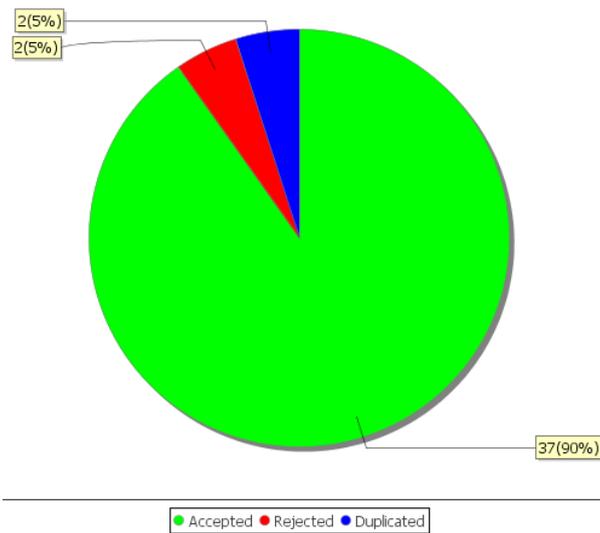


**Figura 4:** Prioridade de Leitura



**Fonte:** próprios autores

**Figura 5:** Critério de Inclusão, Exclusão e Duplicados



**Fonte:** próprios autores



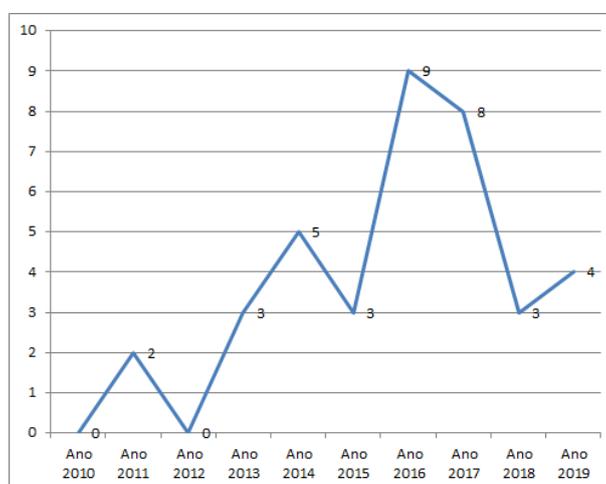
## 3 RESULTADOS

Na terceira última etapa da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) denomina **SUMARIZAÇÃO**, são apresentados os resultados da coleta de dados levantada nos dois formulários: Extração e Qualidade. Nas seguintes subseções são apresentadas informações e pareceres, referentes ao tratamento das informações dos estudos científicos.

### 3.1 Publicações anuais

Entre os anos de 2010 e 2019 (até o primeiro semestre), ocorreu uma evolução gradativa na aplicação da plataforma Arduino no ensino de Física, contudo ocorreram alguns decaimentos das publicações em 2012, 2015 e 2018. É possível sugerir, analisando a evolução do Gráfico 1, que nos próximos anos ocorra novamente uma aumento na divulgação dos estudos.

**Gráfico 1:** Publicações anuais



**Fonte:** próprios autores



Na Tabela 9 são apresentados os artigos coletados e analisados em cada ano de publicação.

**Tabela 9:** Relação de estudos

<b>Ano: 2011</b>	
1 -	Física com Arduino para iniciantes
2 -	A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC
<b>Ano: 2013</b>	
3 -	Controle Remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2)
4 -	Ilustração de incertezas em medidas utilizando experimentos de queda livre
5 -	Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras
<b>Ano: 2014</b>	
6 -	Controle Remoto: observando códigos com o Arduino (parte 2 de 2)
7 -	Observando as marés atmosféricas: Uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura
8 -	Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real
9 -	Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real
10 -	Arduino para físicos - Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos
<b>Ano: 2015</b>	
11 -	Ensino de Óptica na escola de nível médio: utilizando a plataforma Arduino como ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos no laboratório didático
12 -	Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica
13 -	Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais
<b>Ano: 2016</b>	
14 -	Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre
15 -	Visualização da forma de onda e conteúdo harmônico da corrente elétrica alternada em eletrodomésticos
16 -	Aquecimento e resfriamento da água, aproximados a forma real
17 -	Aparato educacional para estudo da queda livre com análise do movimento
18 -	Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino
19 -	Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sitio oficial de meteorologia
20 -	Avaliação do modulo da aceleração da gravidade com Arduino
21 -	Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real
22 -	Estatística de contagem com a plataforma Arduino
<b>Ano: 2017</b>	
23 -	Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio



24 - Sistema photogate de seis canais analógicos para laboratórios didáticos de física
25 - Espectroscopia para o ensino médio utilizando a placa arduino
26 - Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados
27 - Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física
28 - Audiotermometro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual
29 - Desenvolvimento de um obturador de feixe óptico utilizando um disco rígido de computador
30 - Uma proposta inclusiva: o uso do Arduino no Ensino de Física para alunos com necessidades especiais
<b>Ano: 2018</b>
31 - Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio
32 - Ciclo de Modelagem associado a automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores
33 - Descrição temporal de forças de colisão: um modelo didático para laboratório de física assistido por sistema embarcado
<b>Ano: 2019</b>
34 - Um medidor de luminosidade com modulo sensor integrado e aquisição automática de dados com aplicações didáticas
35 - Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino
36 - Venturino: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão
37 - Práticas experimentais de Física à distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente

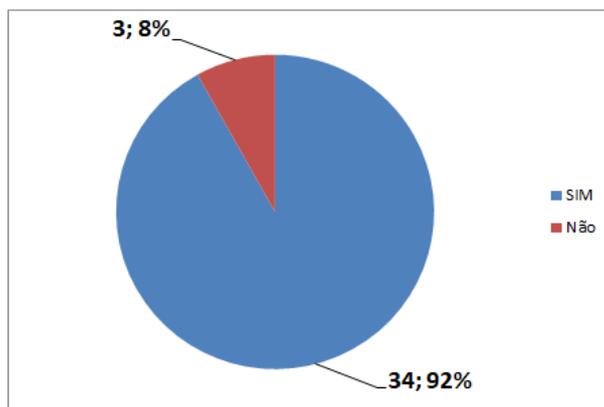
**Fonte:** próprios autores

### 3.2 Resultados quanto a coleta de dados

No levantamento quanto à coleta de dados dos experimentos, como é ilustrado na Figura 6, quase a totalidade dos autores indicaram a necessidade da aquisição e tratamento das informações, revelando uma preocupação quanto à qualidade, quantidade e equidade entre exemplos existentes em matérias didáticos, comparados ao detectados pelos instrumentos e simuladores propostos.



**Figura 6:** Coleta de dados



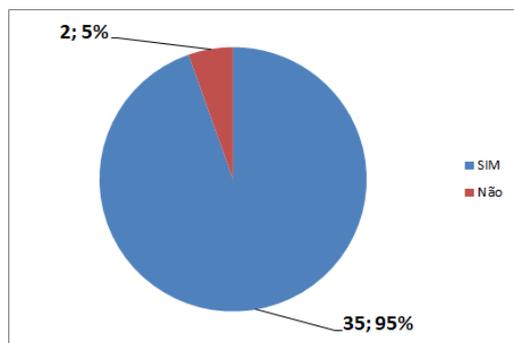
**Fonte:** próprios autores

### 3.3 Utilização em PC/Notebook e dispositivos móveis

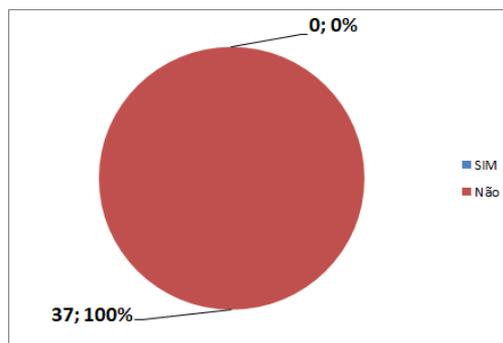
Na revisão é possível constatar a total carência quanto à utilização de dispositivos móvel, sugerindo um amplo campo de pesquisa e desenvolvimento de soluções aplicadas na aquisição, armazenamento e compartilhamento dos resultados obtidos em experimentações laboratórios. O Computador Pessoal (PC) e/ou *Notebook*, conforme é exposto na Figura 7, constituem praticamente os únicos equipamentos de TI disponíveis nos experimentos. Contudo é possível em nossa atualidade, como ilustra a Figura 8, agregar tanto *tablets*, quanto *smarphones* nas atividades, demonstrando assim o desconhecimento por pesquisadores e docentes de *APPs* para o ensino e aprendizagem em Física.



**Figura 7:** Utilização de PC/Notebook



**Figura 8:** Utilização de dispositivo móvel



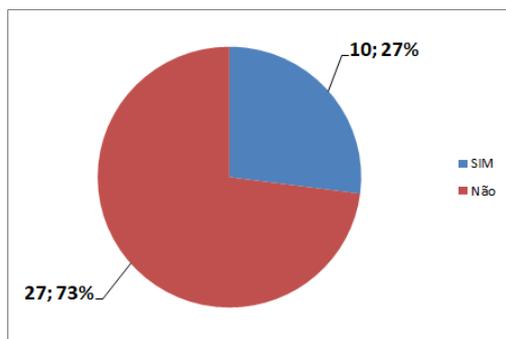
**Fonte:** próprios autores

### 3.4 Aplicações em turma de alunos e metodologia de ensino

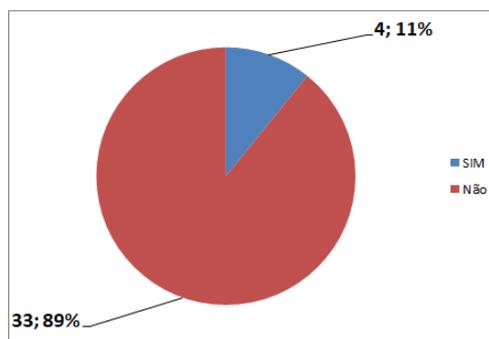
Dos estudos levantados, pouco acima de um 1/4, como indicado na Figura 9, foram aplicados em alunos ou turma regulares, significando que em sua maior são trabalhos ainda com forte componente teórico. Com base no exposto vislumbra-se: **a)** necessidade de aplicação dos aparatos e análise dos resultados, **b)** maior divulgação dos instrumentos e produções científicas, **c)** atualização das propostas e **d)** reaplicação dos projetos sugeridos. Em consonância aos resultados indicados quanto à aplicação em alunos, à utilização de metodologias ou abordagens didáticas, assinalado na Figura 10, indicam o desprovimento de ações didáticas na execução dos experimentos laboratoriais, comprometendo os instrumentos já sugeridos em quase uma década de pesquisa e estudos.



**Figura 9:** Aplicação em turma de alunos



**Figura 10:** Utilização de metodologia



**Fonte:** próprios autores

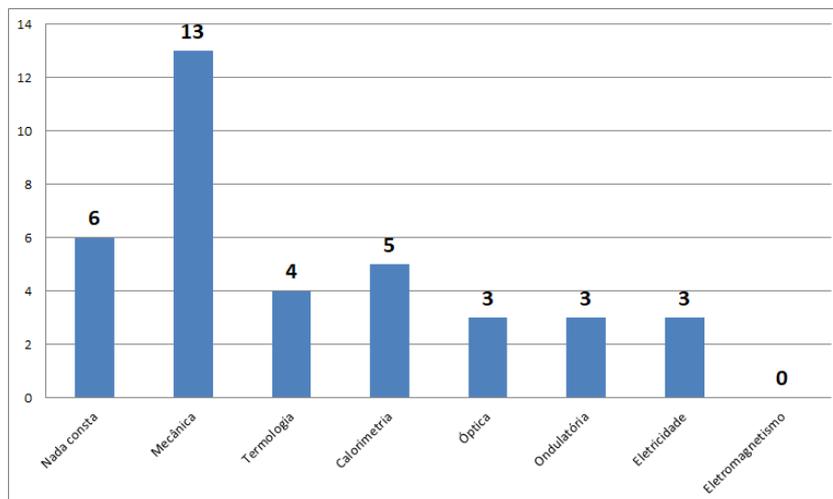
### 3.5. Conteúdos de Física

Na revisão sistemática com relação aos conteúdos curriculares abordados, os autores em sua maioria abordaram o ensino de Mecânica, seguindo em menor escala, conforme o Gráfico 2, outros conteúdos, sejam interdisciplinares, tal como uma estação meteorológica, ou assuntos voltados a Física Moderna e Contemporânea (**FMC**), como visto na Figura 12. Contudo em uma área não foi detectado nenhum estudo, o eletromagnetismo, sendo, portanto um conteúdo ainda não explorado pelos docentes, bem com pelos pesquisados.

Importante assinalar que a plataforma Arduino possui um amplo conjunto de soluções e sensores no campo eletromagnético, permitindo um suporte de *hardware* e *software* aplicado.



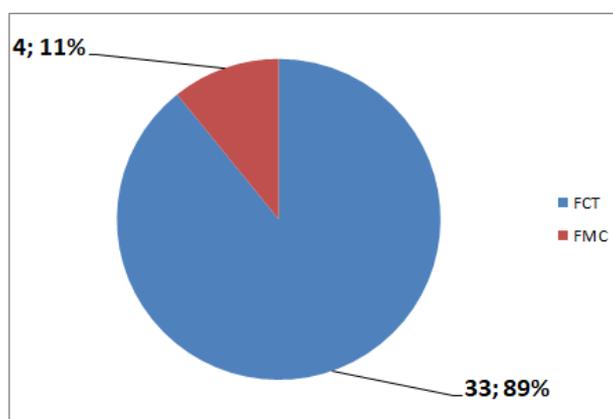
**Gráfico 2:** Conteúdos de Física



**Fonte:** próprios autores

Ainda sobre os conteúdos de estudo, foram identificadas simuladores, emuladores e/ou projetos de autores em Física Moderna e Contemporânea, mostrando o potencial do ambiente de prototipagem Arduino. Tais pesquisadores, na busca de introduzir conceitos mais contemporâneos aos alunos, expandiram as opções curriculares e abriram caminho para novos aparatos, culminado com soluções experimentais remotas.

**Figura 11:** FCT e FMC



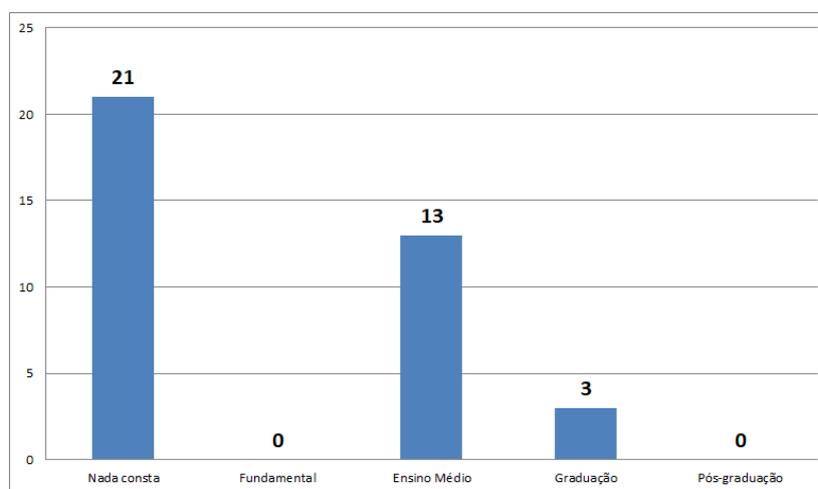
**Fonte:** próprios autores



## 3.6. Segmento educacional

O ultimo aspecto levantado na pesquisa, foram os seguimentos educacionais contemplados nos textos estudados. No Gráfico 3 identificamos o Ensino Médio como sendo o de maior demanda, em contraponto temos o Ensino de Fundamental, segmento desprovido de pesquisas, projetos, instrumentos ou propostas. Entretanto uma diversidade relevante de estudos não indicaram, com clareza, qual área ou segmento os experimentos poderiam ser aplicados. Pontuamos que tal constatação não torna os estudos, bem como as pesquisas desmerecedoras do seu papel acadêmico e científico. Ademais destacamos, que o segmento do Fundamental, assim como da Graduação, guardadas as suas respectivas esferas didáticas, são um celeiro para projetos e aplicações científicas.

**Gráfico 3:** Segmentos educacionais



**Fonte:** próprios autores



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática permitiu verificar o panorama do ensino de Física, utilizando uma ferramenta de baixo custo para coleta e armazenamento de dados nos diversos segmentos educacionais. Obtendo-se um levantamento detalhado do **Estado da Arte** no decorrer de uma década.

Através do estudo realizado foram identificadas lacunas em segmentos educacionais, áreas curriculares pouco exploradas pelos educadores e pesquisadores, equipamentos e aplicações negligenciadas. Os dados também alertam para a necessidade de uma melhoria na formação acadêmica vinculada as novas tecnologias, integrando Computação, Física, Robótica e programação. Entretanto foram comprovados avanços em propostas para o ensino de **Física Moderna e Contemporânea**. Iniciativas pioneiras que extrapolam o currículo, adicionado elementos de relevância da atual Sociedade da Informação.

Concluimos propondo como trabalho futuro, a realização de uma RSL em Dissertações e Teses que englobam o ensino de Física e o ambiente Arduino.

## REFERÊNCIAS

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, p. 183-185, jan-mar 2014.

FERNANDES, W. A. **SISTEMA DE APOIO À INTERATIVIDADE EM REVISÕES SISTEMÁTICAS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE**. Natal: Dissertação de Mestrado, 2013.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. **Joint Technical Report - Keele University Technical Report** , Australia, p. 33, July



2004.

BITTENCOURT , I. I.; SANTOS, W. O. D. TECNOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. **Rede IEB - Rede de Inovação para Educação Brasileira**, p. 27, Outubro 2018.

Recebido em 24-01-2021

Aceito em 04-11-2021

