



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIA EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

VINICIOS DA VINCI FERREIRA DA SILVA

EFEITO JOULE E SEUS ÂMBITOS DE ENSINO: REVISÃO SISTEMÁTICA

PAU DOS FERROS

2022

VINICIOS DA VINCI FERREIRA DA SILVA

EFEITO JOULE E SEUS ÂMBITOS DE ENSINO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em C&T.

Orientador: Glaydson Francisco Barros
de Oliveira, Prof. Dr.

Pau dos Ferros

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

S581e SILVA, VINÍCIOS DA VINCI .
EFEITO JOULE E SEUS ÂMBITOS DE ENSINO: REVISÃO
SISTEMATICA / VINÍCIOS DA VINCI SILVA. - 2022.
75 f. : il.

Orientador: Gláydson Francisco Barros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. efeito joule. 2. física termica . 3.
ensino. I. Barros, Gláydson Francisco , orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VINICIOS DA VINCI FERREIRA DA SILVA

EFEITO JOULE E SEUS ÂMBITOS DE ENSINO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em C&T.

Defendida em: 31 / 05 / 2022

BANCA EXAMINADORA

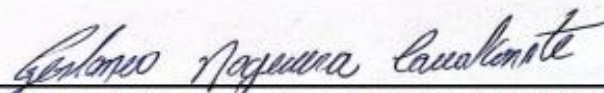
Glaidson
Francisco Barros
de Oliveira

Assinado de forma digital
por Glaidson Francisco
Barros de Oliveira
Data: 2022.05.08 22:58:51
+03'00'

Glaidson Francisco Barros de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Ajineldo Ferreira da Silva, Prof. (EXTERNO)
Membro Examinador



Gerlânio Nogueira Cavalcante, Prof. (EXTERNO)
Membro Examinador

Dedico esse trabalho aos meus avós Luiza e Francisco (in memorian), com muito amor e saudade.

*Dedico esta pesquisa aos meus pais, meus maiores e melhores orientadores na vida.
(in presentes)*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças suficientes durante a minha trajetória na graduação. Em seguida, agradeço aos meus pais, Andreia e Hermes, pelo incentivo aos estudos e à leitura, ao meu irmão e a minha namorada, João e Anna, pelo carinho e suporte durante esta jornada.

Agradeço também ao meu orientador, professor Glaydson, pela parceria e ter sido minha luz durante toda essa caminhada. Por fim, e não menos importante gostaria de agradecer a Universidade Federal Rural do Semi-Arido e ao seu corpo docente, por todas as oportunidades de conhecimento que me foram disponibilizadas e pelas experiências únicas que vivi.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!”

Mario Sergio Cortella

RESUMO

O presente trabalho visa investigar, por meio de uma revisão sistemática de literatura, como se dar o ensino da física, em especial o Efeito Joule, em seus diversos âmbitos de ensino. Para o delineamento da revisão, foram necessárias etapas propostas pelo método PRISMA, no qual, foram utilizadas algumas bases de dados para realização da busca: Google Acadêmico, Scielo e Scopus. As pesquisas foram realizadas na sua totalidade em português, a fim de exaltar pesquisas nacionais.

Os achados indicam escassez de pesquisas sobre o tema no período de 2000 a 2022, totalizando 30 trabalhos que foram passados em todo o processo de triagem proposto pela RSL, sendo assim, a carência de novas práticas metodológicas no que se diz a respeito do ensino da física em seus diversos âmbitos de ensino, fica a desejar, como também, falta de locais adequados que estimule a imersão do aluno no âmbito de aprendizagem do referido tema.

Palavras-chave: efeito joule, física térmica, ensino.

SUMMARY

Through a systematic review of the literature, the present work focuses on investigating how to teach Physics, especially the Joule Effect, in its various teaching areas. For the design of the review, it was necessary to carry out careful steps proposed by the PRISMA method, which was used to search through these databases: Google Scholar, Scielo, and Scopus. Furthermore, the surveys were carried out in their entirety in Portuguese in order to exalt national surveys.

The findings indicate a lack of research on the subject from 2000 to 2022, totaling 30 works passed throughout the screening process proposed by the RSL. Therefore, new methodological practices regarding the teaching of physics and its different teaching areas and the creation of adequate classrooms to stimulate students' immersion and to learn the mentioned topic are necessary.

Keywords: joule effect, thermal thysics, teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do calorímetro utilizado por Joule	26
Figura 2 - Aparato para determinar os calores específicos.....	27
Figura 3 - Cimento que conduz eletricidade.....	39
Figura 4 - Amperômetro.....	40
Figura 5 - Demonstração de Medidor de Intensidade da Corrente.....	41
Figura 6 - Demonstração do Efeito Joule no Forno.....	42
Figura 7 - Aquecedor elétrico.....	43
Figura 8 - Definição de como acontece o funcionamento de uma lâmpada.....	44
Figura 9 - Demonstração do circuito com resistores.....	45
Figura 10 - Demonstração do Efeito Joule no Ferro de passar.....	46
Figura 11 - Demonstração Chuveiro Elétrico.....	47
Figura 12 - Triagem da escolha dos trabalhos selecionados.....	56
Figura 13 - Linha de Tendencia dos Trabalhos Selecionados por Ano de Publicação.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados sobre a determinação do equivalente mecânico do calor.....	23
Tabela 2 - Etapas a serem seguidas.....	52
Tabela 3- Resultados Retornados da Pesquisa.....	55
Tabela 4 - Trabalhos Seleccionados (Dispostos em Ordem Cronológica)	57
Tabela 5 - Trabalhos Seleccionados com Objetivo Geral.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bel	Bacharel
Dr	Doutor
Esp	Especialista
GE	Gestão do Conhecimento
GI	Gestão da Informação
IES	Instituição de Ensino Superior
Me	Mestre
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PG&C	Perspectivas em Gestão & Conhecimento
SBGC	Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento
UI	Unidade de Informação
RSL	Revisão sistemática da Literatura
EJA	Ensino de Jovens e Adultos

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização	14
1.2 Formulação do problema.....	15
1.3 Objetivo Geral.....	16
1.4 Objetivos Específicos.....	17
1.5 Justificativa.....	17
2 REFERENCIAL TEORICO	19
2.1 Física Térmica	19
2.1.1 Raízes Termológicas	19
2.1.2 Princípio da Equivalência	22
2.1.3 Os experimentos de Joule	24
2.2 RSL	28
2.2.1 Processo de Desenvolvimento Histórico da RSL.....	28
2.2.2 Conceituação	29
2.3 Produção.....	32
2.3.1 Delimitação da Questão.....	32
2.3.2 Base de Dados.....	33
2.3.3 Estratégia de Busca	34
2.3.4 Seleção	35
2.3.5 Publicação	37
2.4 Efeito Joule.....	38
2.4.1 Aplicações do Efeito Joule.....	39
3 METODOLOGIA	48
3.1 Tipo e descrição Geral da Pesquisa.....	48
3.2 Caracterização do Instrumento de Pesquisa.....	49
3.3 Procedimento e Coleta de Dados	49
3.3.1 Análise Estatística dos Documentos encontrados.....	54
4 RESULTADOS E DISCUÇÃO	55
4.1 Análise do Conteúdo levantado na RSL.....	68
5 CONCLUSÃO	69
6 REFERENCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com o passar dos anos, o avanço da globalização tem nos beneficiados de diversas formas. Um dos benefícios no qual podemos salientar, é a forma de se obter inúmeras informações de específicos e variados assuntos.

Porém, mesmo com toda a variedade e formas de se obter, quando nos referimos à um específico tema, nos deparamos com uma ampla gama de literaturas espessas, desatualizadas e por muita das vezes fazendo consonância com outro tema que não seja do interesse de sua busca.

Sendo assim, surgiu um novo delineamento de pesquisa: a revisão sistemática da literatura. A mesma é considerada como um tipo de “investigação científica”. (GALVÃO; PEREIRA, 2014)

As revisões são consideradas estudos observacionais retrospectivos ou estudos experimentais de recuperação e análise crítica da literatura. As mesmas testam hipóteses e têm como objetivo levantar, reunir, avaliar criticamente a metodologia da pesquisa e sintetizar os resultados de diversos estudos primários. (MATOS, 2015)

O tipo de estudo sistemático utilizado serve para nortear o desenvolvimento de projetos, indicando novos rumos para futuras investigações e identificando quais métodos de pesquisa foram utilizados em uma área. Contudo, requer uma pergunta clara, uma estratégia de busca bem definida, sempre partindo de alguns critérios no qual será explicitado mais à frente. Acima de tudo, um controle qualitativo da literatura selecionada.

E partindo disso, a aplicação desta revisão sistemática traz consigo a caracterização do ensino do “efeito joule” em seus respectivos âmbitos de ensino. Para muitos autores, a termodinâmica, por sua vez, é o assunto mais importante da física, (PASSOS, 2009).

Sendo assim, em específico, o efeito joule, está bastante presente no nosso dia-dia. Este efeito é aproveitado em ferros de passar, aquecedores, soldadores elétricos, secador de mãos, fogões, fornos, iluminação, e etc.

Para o desenvolvimento do “Efeito Joule”, o físico “James Prescott Joule” se apoiou, em até então, alguns métodos empregados: como o do calorímetro desenvolvido por Lavoisier e Laplace, o de dois corpos com massas conhecidas a temperaturas diferentes colocados em contato, e um terceiro que se referia em comparar as taxas de resfriamento de diferentes materiais submetidos as mesmas condições de resfriamento.(PASSOS, 2009)

Joule usou dois pedaços de platina com a mesma resistência para observar o efeito, ambos com os mesmos comprimentos e diâmetros, o primeiro imerso em água e o segundo em outro líquido, cuja temperatura específica deveria ser determinada, ambos ligados em série e fazendo parte do mesmo circuito elétrico. Após um intervalo de 5 a 10 minutos e medindo as variações de temperatura do líquido e da água, é possível chegar a uma temperatura específica. Uma das dificuldades era a necessidade de medir com precisão a corrente elétrica, o que exigia o uso de galvanômetros precisos, tarefa difícil em 1845. O método também exigia a determinação experimental da capacidade térmica dos vasos utilizados, cuja espessura de parede era suficientemente pequena atingir uma capacidade térmica muito inferior à do material neles contido, podendo ser utilizado para calcular o calor específico de sólidos e gases.(PASSOS,2009)

Partindo deste princípio, com ao passar do tempo a teoria de joule foi amadurecendo, outros pesquisadores também tiveram suas colaborações para com o avanço da mesma. Chegando até o nível que está hoje, onde podemos usufruir da mesma de diversas maneiras.

1.2 Formulação do Problema

A Física contribui para o desenvolvimento científico e tecnológico de forma significativa, com consequências de longo alcance. econômicos, sociais e políticos. É muito triste escutar "eu odeio física", e é ainda mais doloroso lembrar que essa disciplina tem todos os pré-requisitos para estar entre as mais dinâmicas por ser uma ciência experimental e cotidiana. No entanto, apenas alguns alunos aproveitam esse conhecimento. Isso é apoiado por altos níveis de crítica, indicando um baixo nível de exploração.(ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017)

Ao falarmos da termodinâmica, em especial o assunto: efeito joule, pouco se encontra quando nos referimos a pesquisas qualitativas referente ao tema. As mesmas são encontradas de forma espessa e na maioria das vezes trazendo em consonância uma outra temática.

E mais preocupante ainda se formos um pouco mais além e fizemos uma leve busca a respeito de como é tratado o ensino do referente tema em seus diversos âmbitos de ensino. Compreender e reunir a importância do efeito joule para física térmica também não é tarefa nada fácil, que por sua vez, também é de difícil acesso.

Sendo assim, será possível, com este método de pesquisa, explicar, evidenciar e de certa forma atualizar e juntar uma boa gama da literatura referente ao assunto.

Acerca dessa questão, evidenciando e adotando esse método de pesquisa, para (MEDINA; PAILAQUILÉN, 2010, p. 7) os pesquisadores precisam das Revisão Sistemática para resumir os dados existentes, refinar hipóteses, estimar tamanhos de amostra e ajudar a definir agendas de trabalho futuro considerados como seus sujeitos. Trazendo consigo o caráter qualitativo na obtenção das pesquisas.

Vale ressaltar que, o presente estudo se classifica como pesquisa de caráter qualitativo, que segundo Goldenberg (1997, p. 34) “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social”.

1.3 Objetivo Geral

Segundo Luna (1998), ou os objetivos são congruentes com o problema, ou os objetivos são usados para chamar a atenção para a importância da pesquisa, por isso é fundamental expressar o que se espera alcançar por meio da pesquisa.

Segundo Lakatos e Marconi (2001), o objetivo geral “está vinculado a uma visão global e ampla do tema” e está indissociavelmente ligado ao conceito central da pesquisa.

Assim, o objetivo geral é a categoria, localizada no início do projeto, que estabelece o objetivo da pesquisa, ou responde à pergunta "por que pesquisar?"; concomitantemente, o objetivo geral indica o que o autor espera alcançar com o trabalho ao mesmo tempo em que responde ao problema de pesquisa.

Sendo assim, levando em consideração tudo que foi exposto até aqui, o objetivo geral deste presente trabalho é: Identificar de forma sistemática todos os trabalhos referentes a Termologia, em especial, o efeito joule. Em consonância disto, analisar como o mesmo é abordado em seus diversos âmbitos de ensino.

1.4 Objetivos Específicos

Para Lakatos e Marconi (2001), os objetivos específicos possuem atributos mais concretos, pois permitem atingir o objetivo geral e também aplicá-lo a situações específicas. De acordo com os autores anteriores, Rudio (1995) defende que os objetivos específicos são definidos como a aplicação do objetivo geral a situações específicas.

E como falado anteriormente, juntando a escassez de materiais referente ao tema e a grande dificuldade de encontrá-los, os objetivos específicos nos traz uma facilidade a mais de conseguir encontrar trabalhos, tendo em vista que o tema está sempre correlacionado com outros assuntos da terminologia.

Para a presente pesquisa foram escolhidos os seguintes objetivos específicos:

- Divulgar as pesquisas brasileiras sobre os estudos do efeito joule no contexto da educação;
- Compreender como o conceito de efeito joule é trabalhado nos seus âmbitos de ensino;
- Evidenciar a importância do efeito joule no estudo de Física térmica.

1.5 Justificativa

Este trabalho visa preencher uma lacuna nas pesquisas sobre o ensino do efeito joule em seus diversos contextos educacionais, pois há poucos estudos, que se debruçam sobre a exploração desses dois tópicos concomitantemente.

Por exemplo, em uma busca rápida na base de dados Scopus, realizada em março de 2022, utilizando como construtos "Ensino do Efeito Joule" e com influência apenas no título, apenas oito trabalhos foram devolvidos. Como resultado de ambos os artigos de pesquisa, este trabalho atual é classificado como um trabalho de revisão. Ressalta-se que há literatura disponível sobre esses temas; no entanto, eles são tratados separadamente.

Na verdade, há uma grande necessidade de completar os estudos existentes. Como resultado, algumas falhas serão minimizadas e a maioria dos trabalhos qualitativamente

bastante antigos serão atualizados. Juntamente com o esforço pela relevância, tornar o acesso à informação mais fácil e garantir a qualidade é fundamental.

Esses estudos, que continuaremos a desenvolver, auxiliam na síntese das evidências disponíveis na literatura sobre uma determinada intervenção, podendo auxiliar profissionais, estudantes e pesquisadores.

Proporcionando um embasamento significativo para pesquisas futuras e, conseqüentemente, uma economia de tempo por não ter que remontar a literatura sobre o tema. Como vimos, um estudo dessa natureza é muito importante para os autores anteriores terem seus estudos revisados e explicados, e principalmente para o tema em si.

2. REFERENCIAL TEORICO

Neste capítulo, será apresentado o referencial teórico, o mesmo irá apresentar com maior profundidade os temas abordados neste trabalho, dividido em três partes: Toda Evolução da Física Térmica, embasamento completo para o desenvolvimento da RSL e por último e não menos importante, algumas aplicações que está presente o efeito joule.

Na parte histórica da física térmica, será discutida as raízes e histórico do tema, todo amadurecimento e principais influenciadores. Já sobre a RSL também será mostrado de forma ampla toda parte histórica de como foi desenvolvida, todos os pilares e tipos de pesquisa. Junto disso também todas as etapas da estrutura citada acima na qual será de bastante importância no nosso tipo de pesquisa.

2.1 Física Térmica

2.1.1 Raízes Termológicas

Esta subseção irá discorrer sobre as raízes e os eventos ocorridos que auxiliaram no desenvolvimento da termologia, traçando uma linha do tempo e mostrando alguns dos principais colaboradores para todo fundamento do assunto.

É possível que no início de um curso de termodinâmica, alunos mais curiosos ou assertivos perguntem: "O que é entropia?" E, muito mais raramente, perguntam: "O que é energia?" Uma ou mais dessas questões é, sem dúvida, fonte de consternação para quase todos os professores, apesar de muitos autores definirem termodinâmica como a ciência da energia e da entropia ou, simplesmente, a ciência da energia e suas transformações. Apesar de ambas as palavras serem usadas com frequência no cotidiano de jornalistas, economistas e pessoas

comuns, seus respectivos conceitos na dinâmica não são óbvios e, em geral, acabam relatando o papel que cada uma dessas propriedades desempenha no desenvolvimento da disciplina. fórmula matemática.(PASSOS, 2017)

Em meados do século XIX, o princípio de preservação da energia que domina a física moderna havia sido estabelecido. (G. BRUHAT, 1968, p. 344) Anteriormente, era comum os inventores tentarem registrar patentes para máquinas que pretendiam produzir trabalho do nada, uma prática conhecida como modo perpétuo, como (Kuhn, 1996, p. 91) e (Hogben, 1952, p. 3) fizeram.

“A produção moderna de energia começa com o emprego do vapor em meados do século XVII” (Hogben, 1952, p. 3-90)

As máquinas térmicas, que foram desenvolvidas na época e inicialmente utilizadas para detonar água das minas de carvão, foram gradualmente substituídas por hastes de água, rotores eólicos em diversas atividades industriais. No entanto, a invenção da máquina de vapor e a subsequente revolução tecnológica que deu origem à revolução industrial beneficiou-se do desenvolvimento de mecanismos ocorrido nas três épocas anteriores em que o vento e a água, além da força animal, reinavam como fontes absolutas de energia. segundo (Hogben, 1952, p. 3-90). Era preciso preparar o terreno para o crescimento de novas ideias e a cristalização do princípio da conservação da energia como lei geral e variável da natureza.

(Kuhn, 1996, p. 91) demonstra que já existia um conjunto de diferentes processos de comunicação em funcionamento devido à proliferação de fenômenos desconhecidos descobertos ao longo do século XIX, como a volta pilha, que permitia a geração de eletricidade por meio de reações químicas.

Seebeck descobriu o efeito que leva seu nome em 1822, que liga o efeito térmico a um sinal elétrico (tensão) quando as extremidades de dois materiais diferentes entram em contato com meios a diferentes temperaturas (Callen, 1985).

Em 1834, Peltier descobriu um efeito, também conhecido como efeito Seebeck, que permite que o calor seja transferido de um ponto frio para um ponto quente, como um refrigerador, usando uma tensão elétrica (Callen, 1985). Entre outras coisas, descobriu-se a relação entre magnetismo e eletricidade.

Em meados da metade do século XIX, Lavoisier e Laplace divulgaram os resultados de seus estudos sobre a fisiologia da respiração em um tratado sobre o calor ("Memoire sur la Chaleur"), no qual relacionavam o oxigênio ao calor perdido pelo corpo, segundo para Kuhn (Kuhn, 1996, p. 91), permitindo que as primeiras ideias sobre balanço de energia sejam consideradas. As ideias de Lavoisier sobre bioquímica e oxidação do sangue foram revividas pelo médico alemão Julius Robert Mayer (1814-1878).

No ano de 1840, Mayer trabalhava para uma marinha holandesa na ilha indonésia de Java (Rousseau, 1945, p. 587) quando notou que o sangue de seus pacientes era mais escuro no clima mais quente do que no clima mais frio da Europa, e vinculou essa diferença de cor a um nível mais alto de oxigênio no sangue nas condições tropicais da ilha, causado pelo menor consumo de calorias para manter o corpo aquecido (Mason, 2001).

Mayer deduziu dessas observações que a energia mecânica dos músculos é derivada da energia química dos alimentos, com energia mecânica, calor e energia química sendo intercambiáveis.

Segundo (Kuhn, 1996, p. 91), Mayer acreditava que a oxidação interna deveria ser equilibrada tanto no que diz respeito à perda calórica pelo organismo quanto à atividade física que o corpo realiza. O princípio da conservação de energia e a equivalência dos processos de conversão de energia.

Uma história fascinante sobre o pioneirismo da engenharia de vapor, contada por Hogben [6, p. 59], e como "Boulton e Watt superaram seu ceticismo sobre a engenharia de vapor graças a uma curiosa cláusula de venda de seu produto, que consistia, entre 1769 e 1800, em uma concordância". O que isso significava era que os lucros dos dois acionistas seriam baseados no custo de produção de energia (Hogben, 1952).

A necessidade de determinar o custo da energia produzida obrigou a determinação de fatores de conversão, como o equivalente mecânico de calor, a se tornar uma exigência dos novos tempos, em que a máquina a vapor desempenhava um papel preponderante na economia. No entanto, medir não é e nunca foi uma tarefa fácil: vários sistemas, instrumentos e métodos tiveram que ser desenvolvidos, além de métodos para evitar fraudes, como um contador mecânico acoplado ao eixo da máquina que servia para contar o número de cursos de embolo e foi mantido em uma caixa trancada, conforme citado por Hogben [6, p. 59].

2.1.2 Princípio da Equivalência

A forma como estudamos ou ensinamos a termodinâmica agora quase nunca nos permite compreender o significado da descoberta do princípio da equivalência mecânica do calor, muitas vezes conhecido como "equivalência de unidade de calor" (Clausius, 1850), ou "equivalente mecânico de caloria", segundo (Nussenzveig, 1999). Seguindo uma retrospectiva histórica, concluiu-se que seu papel transcendeu a mera determinação de um coeficiente de conversão de unidades e foi uma força motriz no desenvolvimento do princípio da conservação de energia em geral.

Com a adoção do Sistema Internacional de Unidades de Medida – SI e a utilização da unidade de energia Joule (J), o fator de conversão entre energia térmica e energia mecânica foi amplamente eliminado dos livros didáticos de termodinâmica. No entanto, esse tema ocupou a atenção de pesquisadores significativos ao longo da primeira metade do século XIX e, segundo (Kuhn, 1996, p. 91), entre 1830 e 1850, 10 pessoas trabalharam o problema da conservação de energia em vários países da Europa.

Nesta lista, encontramos os seguintes nomes: Mayer, Joule, Colding, Helmholtz, Sadi Carnot, Marc Seguin, Boltzmann, Hirn, Mohr, Grove, Faraday e Liebig. Apesar da inclusão de Carnot por Kuhn, a data em que ele descobriu o equivalente mecânico do calor é desconhecida, pois o resultado que aparece em suas notas póstumas pode ter sido obtido entre 1824 e 1832.

Benjamin Thompson (Conde Rumford) também se interessou pelo assunto de equivalentes mecânicos, talvez em 1788. Seguir as pistas deixadas ao longo do tempo sobre os esforços feitos para determinar o equivalente mecânico do calor representa um desafio para os interessados na história da ciência e, em particular, da termodinâmica.

Segundo (Maury, 1986), Mayer foi o mais "sem sorte" dos pesquisadores, pois, apesar de ter publicado seus resultados sobre o equivalente mecânico do calor em maio de 1842, foi Joule quem teve seu nome imortalizado como unidade de energia do SI.

De acordo com (Bruhat, 1968), Mayer também foi o primeiro a formular o princípio geral de conservação de energia em 1845, e propôs aplicá-lo a fenômenos elétricos, reações químicas e processos biológicos. A Tabela 1 resume os valores do equivalente mecânico de calor obtidos por vários autores, bem como os resumos dos métodos utilizados.

Tabela 1 - Dados sobre a determinação do equivalente mecânico do calor.

Ano	Autor	Detalhamento	Equivalente Mecânico
1788	Benjamin Thompson (Conde de Rumford) (1753-1814)	A água era transportada através do atrito por cilindros metálicos imersos em água (Prigogine, 1999).	5,5 J/cal =560,65 kgf.m/kcal
1824-1832	Sadi Carnot (1796-1832)	Rumford, o diretor do Arsenal de Munique, fez dois cavaleiros girarem dentro de um canhão de bronze contendo 13 litros de água, o que foi um erro de cálculo.	3,7 J/cal =377,17 kgf.m/kc
1842	Julius Robert Mayer	Obteve o equivalente mecânico por meio de cálculo para o ar (Bruhat, 1968)	3,6 J/cal =365,17 kgf.m/kc
1854	Hirn	O experimento de Hirn consistiu em um cilindro rotativo dentro de outro cilindro, com o espaço anular entre os cilindros preenchidos como líquido comum no escoamento e as temperaturas de entrada e saída medidas. Uma balança é usada para medir o torque exercido no torque externo.	4,2 J/cal =432 kgf.m/kcal
1875	Maxwell	Experimento semelhante ao de Hirn. Utilizou, porém, canais cônicos, com o eixo de revolução vertical.	Não encontrado

Fonte: (PASSOS, 2009)

2.1.3 Os Experimentos de Joule

James Prescott Joule (1818-1889) distinguiu-se por fazer numerosas contribuições significativas para a aerodinâmica, a mais notável das quais foi um trabalho experimental meticuloso e perseverante para determinar a mecânica equivalente do calor, para a qual refinou métodos experimentais ao longo de 35 anos para atingir a precisão necessária, como evidenciado por suas publicações posteriores.(PASSOS, 2017).

Por dois anos, ele estudou com Dalton em um grupo privado de alunos, filhos de famílias Quaker (Smith, 1998), que detinham um poder considerável, mas ele era um cientista dedicado e filho de um cervejeiro (Prigogine, 1999). Os seus trabalhos experimentais foram realizados em Oakfield, acerca de Manchester, na Inglaterra. Incomum para Joule e Mayer, que eram ambos "fãs" da ciência, eles lutaram para apresentar suas descobertas na frente das Academias de Ciências.

A precisão ou imprecisão do valor do equivalente mecânico de calor foi determinada pela precisão dos valores de certas calorias. Joule (Joule, 1844) examinou os diversos métodos utilizados na época, incluindo o calorímetro utilizado por Lavoisier e Laplace, dois corpos com massas conhecidas em diferentes temperaturas colocados em contato, e um terceiro que consistia em comparar as taxas de resfriamento de diferentes materiais submetidos às mesmas condições de resfriamento. Considerou-se que um novo método baseado na dissipação de calor em um corpo percorrido por uma corrente elétrica poderia render melhores resultados. Este fenômeno é agora conhecido como efeito Joule.

A quantidade de calor dissipada quando uma corrente elétrica de intensidade I passa por um fio com resistência elétrica R durante um período de tempo t , onde $Q= Ri^2t$. Joule usou dois pedaços de platina com a mesma resistência, os mesmos comprimentos e diâmetros, o primeiro embebido em água e o segundo em outro líquido, cuja temperatura específica teve que ser determinada, ambos ligados em série e operando no mesmo circuito elétrico alimentado por uma bateria. Após um intervalo de tempo de 5 a 10 minutos e tendo a medida da variação de temperatura no líquido e na água, pode-se chegar ao calor específico. Uma das dificuldades era a necessidade de medir com precisão a corrente elétrica, o que exigia o uso de galvanômetros precisos, tarefa difícil em meados daquele ano.

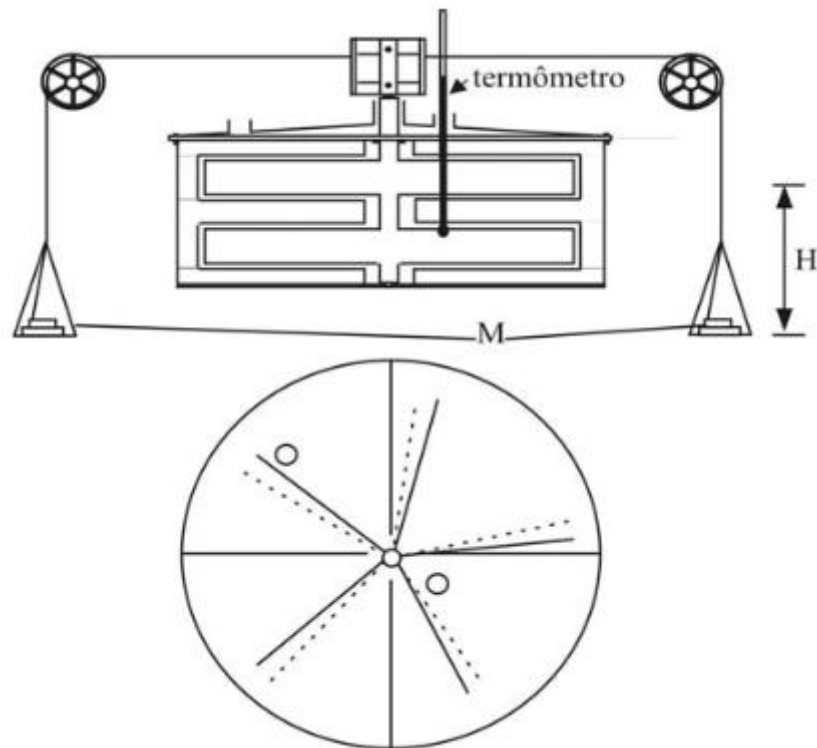
O método também exigia a determinação experimental da capacidade térmica dos vasos utilizados, cuja espessura de parede era suficientemente fina para atingir uma capacidade térmica muito inferior à da substância nele contida, podendo ser utilizado para determinar o calor específico de sólidos e gases. As publicações de Joule (Joule, 1889) apresentam um conjunto de experimentos com forte ênfase experimental que, sem dúvida, contribuíram para que seu nome ficasse mais fortemente associado à determinação do equivalente mecânico do calor, bem como o privilégio de ter suas ideias apoiadas por William Thomson (Lorde Kelvin), um dos cientistas mais respeitados da época.

O primeiro encontro entre William Thomson e Joule ocorreu em 1847 (Smith, 1988). Joule (Joule, 1849) recorda a sua primeira comunicação à Royal Society of England em 1843, à qual volta a apresentar o valor "exato" do equivalente mecânico do calor, o que foi feito por Michel Faraday. O artigo de Joule demonstra que foi realizado um trabalho experimental cuidadoso e metódico, incluindo a repetição de vários testes e análise estatística dos resultados.

Chama atenção a informação sobre uma incerteza do termômetro, cerca de $0,008^{\circ}\text{F}$ ($= 0,0044^{\circ}\text{C}$), usado para medir a temperatura, o que, mesmo para os dias de hoje, seria muito duvidoso.

O calorímetro era um vaso latão cilíndrico com placas verticais fixas em intervalos de 90° e um agitador com presas de 12 passadas a um eixo vertical capaz de cingir quando a massa total M , localizada na parte externa, caísse a uma altura H , conforme mostrado na Fig. 1. Várias operações de massa descida foram repetidas enquanto o número de eixos rotações era determinado por um contador. A variação da energia potencial da massa total M transmitida ao eixo resultou no aquecimento do líquido contido no calorímetro devido ao atrito com o movimento.

Figura 1: Esquema do calorímetro utilizado por Joule (Joule, 1963). Diâmetro: 0,84 m; altura: 0,34 m.



Fonte: (Passos, 2009)

Para determinar a capacidade térmica precisa do latão que compunha o calorímetro, Joule construiu um aparelho auxiliar que utilizava um bloco compacto de latão formado do mesmo material utilizado na fabricação do calorímetro e na passagem, conforme mostra a Fig. 2.

O latão O bloco foi aquecido durante três horas, suspenso por um fio no interior de um Poço C aquecido por um aqueduto, este aquecido com o auxílio de um bico de Bunsen b.

A água do banho foi aquecida homogeneamente com o auxílio de um misturador S equipado com um passe e mantido em rotação.

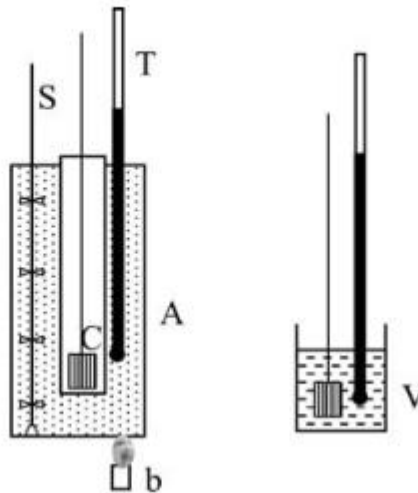
Após três horas, o bloco resfriado foi removido rapidamente, a temperatura do banho anotada e ele foi fundido em outro vaso com água destilada a uma temperatura uniforme. Cinco minutos depois, a temperatura foi registrada e foi realizado um balanço energético, determinando o calor específico do latão.

Além de calcular a incerteza experimental dos resultados, foi determinada a temperatura específica do carvão. Joule também investigou o efeito da temperatura do ar externo nos sensores de temperatura no calorímetro.

Os valores de equivalente mecânico obtidos por Joule foram: 424,77 kgf.m/kcal ao usar água, 435,36 kgf.m/kcal ao usar rarefação e 451,66 kgf.m/kcal ao usar um experimento de eletroímã (Joule, 1844).

Em publicações posteriores, ele forneceu valores de 424 kgf.m/kcal em 1850 com um experimento de atrito em fluidos, e 429,4 kgf.m/kcal em 1867 com um experimento de dissipação de calor em uma resistência elétrica percorrida por uma corrente elétrica (Joule, 1963). Os valores de equivalentes mecânicos mais recentes fornecidos por Joule (Joule, 1844) foram próximos a 424 kgf.m/kcal ($= 772,55 \text{ lbf.pe/BTU}$). O valor aceito hoje é 427 kgf.m/kcal ($= 778,16 \text{ lbf.pe/BTU}$). Como pode ser visto na Fig. (1), além do experimento clássico, Joule utilizou outras formas de energia, como o calor dissipado por uma resistência elétrica, em um experimento do mundo real.

Figura 2: Aparato para determinar os calores específicos.



Fonte: (Passos, 2009)

Segundo Prigogine e Kondepudi (1999, p. 34], Joule concluiu uma de suas obras: "De fato, os fenômenos naturais, sejam mecânicos, químicos ou biológicos, consistem quase inteiramente na interação entre atração através do espaço (energia potencial), força viva (energia cinética) e calor. " E assim a ordem do universo é preservada - nada é perturbado, nada se perde, mas toda máquina, por mais complicada que seja, funciona de maneira contínua e harmoniosa" e conclui, "mas tudo é preservado com a mais perfeita das regularidades - tudo sendo governado pela vontade soberana de Deus".

2.2 RSL

2.2.1 Processo de Desenvolvimento Histórico da RSL

O início da revisão sistêmica e metanálise não é tão recente. Começa na virada do século, apesar de sua popularidade ter crescido apenas no final da década de 1990. A primeira meta-análise foi publicada no *British Medical Journal* em 1904 (Pearson, 1934) e sintetizou os achados de apenas dois estudos. Somente em 1955 foi publicada a primeira revisão sistemática de uma situação clínica no *Journal of the American Medical Association* (Beecher, 1955).

Antes desta data, havia algumas publicações abordando métodos estatísticos para combinar os resultados de estudos independentes (Yates, 1938; Cochran, 1954). O termo "metanálise" aparece pela primeira vez em 1976, em artigo publicado na revista *Educational Research* (Glass, 1976).

A era das revisões sistêmicas com metanálises no campo da saúde foi consolidada no final da década de 1980 com a publicação do livro *Effective Care During Pregnancy and Childbirth* (Chalmers, 1989).

Duas outras publicações do mesmo período, uma em cardiologia (Yusuf, 1985) e outra em oncologia (EBCTCG, 1988), também foram influentes. A Colaboração Cochrane foi lançada em 1992 com o estabelecimento do Centro Cochrane no Reino Unido.

No mesmo ano, uma publicação no BMJ (Chalmers, 1992) traça os objetivos de uma colaboração dedicada à facilitação e disseminação de revisões sistêmicas. Em outra publicação do BMJ em 1994 (Dickersin, 1994), foram definidas as estratégias de busca de ensaios clínicos em bases de dados.

Além disso, em 1992, foram publicadas duas primeiras teses, uma na Inglaterra e outra no Brasil, ambas envolvendo revisões sistêmicas com metanálises. Alejandro Jadad defendeu sua dissertação em Oxford (Jadad, 1994), e Jair de Jesus Mari defendeu sua dissertação em São Paulo na Escola Paulista de Medicina (Mari, 1994). Em 1997, na Universidade Federal de S. Paulo/Escola Paulista de Medicina, foi defendida a primeira dissertação, sendo o tipo de estudo uma revisão sistêmica com metanálise (Soares, 1997). Em 2001, 1.000 revisões sistemáticas e 876 projetos de revisão sistemática foram publicados no fascículo 2 da Biblioteca Cochrane. A marca de 1.000 revisões reflete a dedicação de milhões de pessoas envolvidas na Colaboração Cochrane em todo o mundo.

2.2.2 Conceituação

Dada a existência de vários campos do conhecimento, vários autores têm tentado equatoriar os diversos tipos de revisões sistêmicas. Assim, Siddaway, Wood e Hedges (2019) dividem as revisões sistêmicas em três tipos: revisões sistêmicas com meta-análise, revisões sistêmicas narrativas e revisões sistêmicas de meta-síntese. Segundo os autores, quando um revisor deseja reunir um grande número de estudos que atestaram enfaticamente a mesma hipótese, é necessária uma revisão quantitativa, conhecida como metanálise. Como tal, a meta-análise se preocupa com: estimativa; a comparação de resultados quantitativos; o exame de construções e relações semelhantes; ou, em outras palavras, a análise de estudos que seguem o mesmo desenho de pesquisa quantitativa. 2019 (SIDDAWAY, MADEIRA E CERCAS)

Segundo os autores, uma revisão narrativa é adequada quando os estudos quantitativos a serem considerados empregam métodos diferentes ou são componentes de diferentes conceitos teóricos, estruturais e/ou relacionais. As revisões narrativas sintetizam os resultados de estudos quantitativos individuais sem levar em conta a significância estatística dos resultados.

Eles são um método particularmente útil para conectar estudos sobre vários tópicos, a fim de reinterpretá-los ou interligá-los para desenvolver ou validar uma nova teoria. As revisões narrativas também podem ser usadas para fornecer uma descrição histórica do desenvolvimento da teoria e da pesquisa sobre um tema específico (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Por fim, a meta-síntese, também conhecida como meta-etnografia e/ou análise meta-qualitativa, é apropriada quando uma revisão busca incorporar pesquisas qualitativas. O

objetivo da meta-análise é sintetizar estudos qualitativos sobre um tema a fim de identificar temas, conceitos ou hipóteses que forneçam explicações novas ou mais poderosas para o fenômeno sob investigação (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Além da classificação citada, muitos pesquisadores têm trabalhado arduamente para desenvolver um sistema de revisão sistemática da literatura, ou seja, que identifique, selecione, avalie e sintetize estudos qualitativos, quantitativos e mistos.

Essa abordagem decorre do fato de que dados quantitativos muitas vezes carecem de informações complementares para compreensão, que podem ser encontradas em relatórios de estudos qualitativos, por exemplo. No entanto, os dados qualitativos nem sempre suportam a generalização dos resultados para uma grande população, sendo necessário o uso de dados quantitativos em muitos casos.

Como resultado, os defensores da pesquisa de métodos mistos e revisões de literatura de métodos mistos veem que a complexidade do século XXI exige uma visão mais colaborativa e integrada da ciência e seus métodos. Creswell e Clark (2010), assim como Pope, Mays e Popay, estão entre os que abordaram essa questão (2007).

Galvão, Pluye e Ricarte (2017) identificaram quatro tipos de revisões mistas, que estão resumidas abaixo.

A revisão de métodos mistos de convergência quantitativa é aquela que converte os resultados de estudos qualitativos, quantitativos e de métodos mistos em achados quantitativos (variáveis ou valores). Esse tipo de revisão é adequado quando os estudos selecionados possuem um grande número de participantes.

Uma revisão mista qualitativa é aquela que converte os resultados de estudos qualitativos, estudos quantitativos e estudos usando métodos mistos em achados qualitativos (por exemplo, em temas). Esse tipo de revisão é apropriado quando os estudos analisados têm amostras pequenas e estão sendo usados para desenvolver, refinar e revisar um quadro conceitual, por exemplo.

A revisão exploratória sequencial é dividida em duas etapas:

Na etapa 1, os resultados de estudos qualitativos, quantitativos e de métodos mistos são transformados em achados qualitativos usando, por exemplo, a análise temática.

Na segunda etapa, os resultados quantitativos são tabulados e comparados se houver uma entidade comum entre os estudos quantitativos.

A revisão explicativa sequencial é utilizada nos casos em que é necessário medir os efeitos de ações, intervenções ou programas (fase 1) e explicar diferenças em seus efeitos (etapa 2).

Nesse modo de revisão, ocorre a integração entre as fases quantitativa e qualitativa, no sentido de que a fase quantitativa (fase 1) fornece subsídios para a fase qualitativa (fase 2), e na interpretação dos resultados das duas fases.

Independentemente da explicação fornecida sobre os vários tipos de revisões sistemáticas de literatura, o fato é que a qualidade das revisões publicadas ao redor do mundo varia muito, o que pode causar muita confusão para estudantes e pesquisadores iniciantes. Nesse sentido, foram desenvolvidas ferramentas para auxiliar na verificação de critérios de qualidade menores em resenhas literárias antes, durante e após a publicação.

O Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, ou PRISMA (2015), é um deles. Ele contém uma lista de itens que devem estar presentes em uma revisão sistemática (checklist PRISMA), bem como o fluxo de critérios para inclusão e exclusão de artigos de revisão sistemática (diagrama de fluxo PRISMA). Por exemplo, no checklist PRISMA, itens como: o título indica se é uma revisão sistêmica, uma metanálise ou ambos? Traz nos objetivos uma questão clara, ou seja, contendo as pessoas ou o problema que será abordado na revisão, o tipo de intervenção que será analisado, se haverá comparação entre diferentes intervenções e quais serão os resultados (outcomes) analisados nos estudos selecionados? ; Há evidências de que a revisão sistêmica aderiu a um protocolo e foi registrada em uma plataforma de revisão? diga-me quais foram os critérios para incluir os estudos na revisão; Indique as fontes de informação utilizadas, incluindo pelo menos uma base bibliográfica, e explique como foram realizadas as estratégias de busca utilizadas.

No contexto das revisões de métodos mistos, uma ferramenta para avaliar a qualidade é o Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), desenvolvido por Hong et al. (2018), que lista os elementos que devem estar presentes nas revisões de métodos mistos. No MMAT, é possível observar itens para avaliação como: há questões de pesquisa claras? os dados coletados permitem que você responda às questões de pesquisa? existe uma justificativa adequada para desenvolver uma revisão de literatura usando métodos semelhantes? Os vários componentes do estudo estão efetivamente integrados para responder à questão de pesquisa? os resultados da integração dos componentes qualitativos e as documentações interpretadas de forma adequada? As disparidades e inconsistências entre os resultados quantitativos e qualitativos são tratadas adequadamente? os diferentes componentes do estudo aderem aos critérios de qualidade de cada tradição dos envolvidos métodos?

2.3 Produção

Conforme dito anteriormente no tópico, as revisões do sistema seguem protocolos específicos. Como resultado, a fim de contribuir para o aprimoramento das resenhas literárias, algumas das etapas que compõem o seu desenvolvimento serão discutidas neste tópico, como a delimitação do tema a ser abordado na resenha; a seleção de bases de dados bibliográficas para consulta e coleta de material; o desenvolvimento de estratégias de busca avançada; e o desenvolvimento de estratégias de busca avançada.

2.3.1 Delimitação da Questão

Da mesma forma que outros estudos científicos, uma revisão de literatura necessita da definição de objetivos e questões de pesquisa. Em geral, entende-se que uma revisão sistêmica deve considerar as especificações da população, ou o problema ou condição que precisa ser estudada, o tipo de intervenção que será estudada, se haverá comparação entre as intervenções e a deficiência que precisa a ser estudado. Essa abordagem de solução de problemas é conhecida como PICO, onde p representa população ou problema, I representa intervenção, c representa comparação e o representa resultado/resultados.

Algumas revisões de literatura partem de questões focadas na comparação entre diferentes intervenções. No caso das revisões de literatura mistas, geralmente, parte-se de duas questões: uma questão quantitativa e uma questão qualitativa

Segundo(CRISTIANE et al, 2008) o processo de chegar à questão que será objeto da revisão requer uma revisão preliminar da literatura existente por parte do pesquisador. Para economizar tempo e recursos, recomenda-se que o pesquisador confirme, por exemplo, se uma revisão ou série de revisões sobre o assunto já foram concluídas por outros pesquisadores. Se já houver uma revisão do sistema, por exemplo, é possível optar por atualizá-la ao invés de construir uma revisão completamente nova. De qualquer forma, será necessária a existência de uma questão bem definida para que as demais etapas da revisão de literatura sejam concluídas.

2.3.2 Base de Dados

Limitando o escopo da revisão, é necessário especificar quais fontes de dados serão consultadas na busca de artigos e outros materiais bibliográficos que possam ser incluídos ou excluídos da revisão. Todos os anos, surgem novas e mais complexas bases de dados. No entanto, alguns fundamentos foram estabelecidos em relação ao desenvolvimento de resenhas literárias, incluindo o seguinte:(GALVÃO; RICARTE, 2019)

- SciELO. Compreende a produção de artigos produzidos em vários países da América Latina;
- LISA (Library and Information Science Abstracts). Abrange a literatura internacional na área de Ciência da Informação desde 1969;
- LISTA (Library, Information Science & Technology Abstracts). Abrange a literatura internacional nas áreas de Ciência e de Tecnologia da Informação desde meados da década de 1960;
- COPUS. Compreende várias áreas do conhecimento, incluindo: análise bibliométrica, história, educação, psicologia, direito, religião, linguística e literatura;
- PsycINFO. Abrange a literatura internacional sobre aspectos a ciência social e comportamental, incluindo pesquisas acadêmicas em psicologia e áreas afins;
- IEEE Xplore. Abrange a coleção de trabalhos na área de tecnologia publicados pelo Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- Medline Ovid. Abrange a literatura internacional de todas as especialidades médicas de 1946 até os dias atuais;

Independentemente de haver alguma duplicação de artigos em diferentes bases de dados, cada base é voltada para um público específico, tem cobertura de diferentes tipos de documentos e tem cobertura de tópicos ou informações que são tratadas de maneira

preferencial. Como resultado, é necessário buscar informações relevantes em bases de dados apropriadas e compatíveis com o tema em desenvolvimento.

Bases de acesso restrito a dados estão disponíveis internamente em institutos de pesquisa e universidades. Da mesma forma, o Portal Brasileiro de Informação Científica, também conhecido como Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), disponibiliza bases de dados restritas por meio de convênio institucional.

Este Portal também contém um grande número de livros completos, artigos de periódicos, patentes, normas, teses e dissertações, além de periódicos internacionais e nacionais que abrangem todas as áreas do conhecimento (CORDENAÇÃO, 2019).

2.3.3 Estratégia de Busca

A utilização de bases de dados bibliográficas exige o desenvolvimento de uma estratégia de busca que inclua um conjunto de procedimentos e mecanismos tecnológicos existentes para localização de informações. Em geral, uma base de dados contém fórmulas de pesquisa simples e avançadas. A busca avançada permite buscar informações por todos os campos da base de dados ou por campos específicos como título do documento, resumo do documento, autor, assunto do documento, periódico em que o documento foi publicado, data de publicação, país de publicação, idioma de publicação, tipo de publicação (livro, relatórios de eventos, artigos periódicos, etc).

Além dessas opções, algumas bases de dados permitem pesquisar documentos com base no número de citações que possuem ou no nível de relevância acadêmica que possuem. Busca de documentos por semelhança, ou seja, uma vez localizado um documento de interesse, é possível recuperar outros textos com conteúdo semelhante; e busca de documentos com base na navegação, ou seja, após encontrar um documento de interesse, é possível navegar em uma base de dados procurando documentos do mesmo autor, com temáticas semelhantes, que citam o trabalho registrado ou que foram publicados na mesma revista. Finalmente, as bases de dados têm uma variedade de opções e estão em constante aperfeiçoamento.

No entanto, o foco deve estar no desenvolvimento de uma estratégia de busca avançada, pois tal estratégia de busca é replicável. Para empregar estratégias de busca avançada, é necessário consultar terminologias, dicionários e dicionários especializados, bem como traduzir

adequadamente os conceitos que compõem a tarefa de revisão para a língua inglesa, uma vez que as bases de dados internacionais priorizam a língua inglesa.

Uma vez realizado o mapeamento terminológico, serão usados os operadores booleanos AND (e), OR (ou) e AND NOT (e não) para construção das estratégias avançadas de busca, onde AND equivale à intersecção, OR equivale à união e AND NOT equivale à exclusão.

Com base nos exemplos fornecidos, fica claro que o uso de estratégias e terminologias de busca tem um impacto significativo nos documentos que são recuperados em bases de dados. Como resultado, recomenda-se que a estratégia de busca seja documentada e apresentada no relatório final do estudo, explicitando as informações necessárias para que a revisão da literatura seja reproduzível.

2.3.4 SELEÇÃO

Os documentos encontrados em bancos de dados podem ser incluídos em softwares especializados para gerenciamento de referências bibliográficas, que auxiliarão na deduplicação e gerenciamento dos documentos que serão revisados. Além do software, a seleção dos documentos que compõem a revisão deve ser feita de forma independente por dois membros da equipe que aplicarão os critérios estabelecidos no início da revisão.

No caso de uma seleção disputada, um terceiro pesquisador atuará como árbitro. Como resultado, sugere-se que as revisões sistemáticas sejam realizadas por pelo menos três pesquisadores.

Pode haver várias etapas para o processo de seleção. A princípio, o processo de seleção pode levar em conta apenas os títulos dos documentos descobertos. Em uma etapa subsequente, considere ler os resumos dos documentos descobertos. Em uma terceira etapa, pode ser realizada uma análise crítica geral dos documentos encontrados, na qual são avaliados a coerência do estudo, a qualidade metodológica, os resultados alcançados, a conclusão, o financiamento do estudo etc. Todos os processos de seleção devem ser especificados em forma de diagrama de fluxo, de acordo com as diretrizes do diagrama de fluxo PRISMA (PRISMA, 2015).

Após a seleção dos textos, a equipe de revisão precisará lê-los e coletar informações comparáveis, como data do estudo, país do estudo, população do estudo, intervenção realizada, metodologia utilizada e falhas descobertas. Esses detalhes podem ser registrados em uma planilha para uso posterior no relatório de revisão. Recomenda-se que, desde o início da revisão, você sistematize as fontes de informação consultadas para evitar ter que refazer as etapas da revisão e garantir que seus direitos sejam protegidos.

De acordo com Spencer e Eldredge, é recomendado que pesquisadores sem experiência prévia com revisões de literatura incluam um ou mais bibliotecários na equipe de revisão que serão responsáveis por gerenciar as terminologias do estudo, realizar estratégias de busca e gerenciamento geral dos documentos que serão usados na revisão (2018). Além de um bibliotecário profissional, recomenda-se que a equipe de revisão inclua pelo menos um especialista no assunto da revisão. Assim, se a revisão for sobre religiões africanas, por exemplo, sugere-se que os pesquisadores tenham algum conhecimento prévio sobre o assunto, a fim de proporcionar uma melhor interpretação dos estudos que foram escolhidos.

As revisões sistemáticas da literatura são publicadas na forma de artigos científicos, relatórios científicos ou relatórios executivos, com foco em tomadores de decisão no campo da ciência. Além disso, nos últimos anos, pesquisadores têm sido incentivados a publicar uma versão da revisão sistemática em linguagem simples, com foco na leitura pública e na população em geral.

Higgins e Green (2011) explicam no Cochrane Manual for Systematic Reviews que o resumo em linguagem simples apresenta a revisão em um estilo simples que os consumidores podem entender e que está disponível gratuitamente na Internet. Os resumos de resenhas em linguagem simples têm duas partes: um título em linguagem simples e um texto de no máximo 400 palavras.

2.3.5 Publicação

A forma mais comum de divulgação dos resultados das revisões sistemáticas é por meio da publicação de periódicos científicos. Os resultados das revisões sistemáticas são divulgados em linguagem simples para o público em geral, no site Cochrane Evidence (COCHRANE, 2019b), bem como para profissionais de saúde, na Cochrane Library (COCHRANE, 2019c).

Além disso, as revisões são publicadas em um periódico científico, o Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), que também publica protocolos, editoriais e suplementos, como o Cochrane Methods. Em 2018, o CDSR teve um impacto de 7.755 no índice incites (COCHRANE, 2019d).

Vale ressaltar que todas essas publicações compartilham uma demanda comum de rigor metodológico na execução de revisões sistemáticas. Por exemplo, uma revisão sistemática a ser publicada pela Cochrane deve seguir as diretrizes descritas no Cochrane Handbook of Systematic Review of Interventions (HIGGINS; GREEN, 2011), bem como ser escrita por uma equipe de pelo menos dois autores, mas preferencialmente mais, como forma de reduzir a subjetividade e garantir o conhecimento metodológico necessário.

Como em qualquer pesquisa de alta qualidade, um trabalho com revisão sistêmica rigorosa e atualizada dificilmente será rejeitado por periódicos de qualquer área do conhecimento.

2.4 EFEITO JOULE

O calor e a eletricidade são dois tipos de energia que possuem certas relações que iremos investigar. Quando uma corrente elétrica flui através de um condutor, o condutor aquece. Esse fenômeno é conhecido como efeito Joule.

Como resultado, todos sabem que quando uma lâmpada é ligada, ela aquece. E que aquecedores elétricos, empilhadeiras e assim por diante usam uma corrente elétrica para gerar calor.(SALMERON; JOULE, [s.d.])

A quantidade de calor liberada pela passagem de uma corrente elétrica pode ser calculada usando o primeiro princípio da termodinâmica, também conhecido como princípio da equivalência. "Sempre que há uma transformação da quantidade de energia W na quantidade de calor Q, ou vice-versa, a razão de W para Q é constante, quaisquer que sejam W e Q. Ou seja: $\frac{W}{Q} = J$ (*constante*)

Resulta

$$Q = \frac{W}{J} \text{ O inverso de } J \text{ é representado por } A. Q = AW$$

No sistema CGS, W é avaliado em ergs e Q em pequenas calorias (símbolo, cal). Resulta para J o valor 74,18.10/ergs cale para A o valor 70, 24.10/cal erg-. No sistema MKS, W é avaliado em joules e Q em pequenas calorias. Resulta 4,18/joule cal=e 0, 24/Acal joule.(SALMERON; JOULE, [s.d.])

Já sabemos que quando uma corrente de alta intensidade I flui através de um condutor de alta resistência R por t segundos, a energia necessária para manter a corrente fluindo é zero.

$$w = Ri^2 = VIT$$

Essa energia elétrica é totalmente convertida em calor, de modo que a produção de calor é inerte à passagem da corrente (por isso frequentemente nos referimos à energia como "dissipada" por uma resistência).

Em virtude das formulas $Q = \frac{W}{J}$ e $w = Ri^2 = VIT$ a quantidade de calor desprendida é dada por uma das expressões: $Q = ARI^2 t = AVIt$

$$Q = \frac{Ri^{2t}}{J} = \frac{VIt}{J}$$

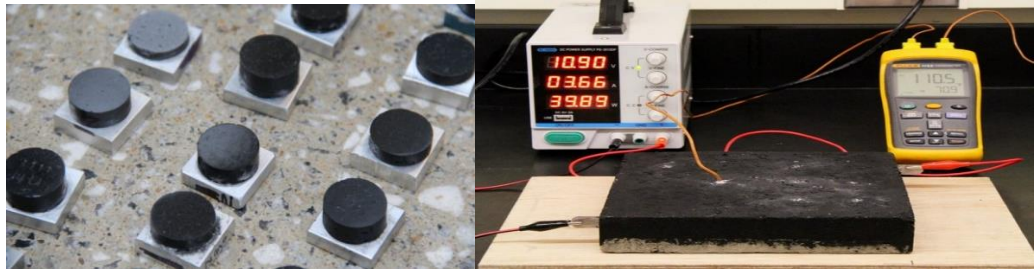
Qualquer uma dessas quatro expressões é conhecida como lei de Joule. Ao usar o sistema CGSES, R, I e V em ues CGS; t em seg; 7.024,10/Acal erg; Q em pequenas calorias deve ser calculado. Ao utilizar o sistema MKS, devem ser calculados os seguintes valores: R em W; V em v; eu em A; t em seg; A = 0,24 cal/joule; Q em pequenas calorias.

2.4.1 APLICAÇÕES DO EFEITO JOULE

As aplicações do efeito Joule são inúmeras. Vamos passar por alguns dos mais comuns aqui.

a) CIMENTO QUE CONDUZ ELETRICIDADE

Figura 3: Cimento por efeito joule



Fonte: (Andrew Logan, 2019)

Uma colaboração entre pesquisadores dos EUA e da França está desenvolvendo um cimento que conduz eletricidade e produz calor.

A condutividade elétrica pode trazer novas funcionalidades, por exemplo permitindo que o concreto seja aproveitado para aplicações que vão desde o auto aquecimento dos edifícios até o armazenamento de energia. A técnica se baseia na introdução controlada no cimento de carbono tratado em nano escala. Esses "nano carbonos" são altamente condutores, como é o caso de seus similares altamente purificados, como o grafeno e os nano tubos. Incorporar o nano carbono até 4% do volume do cimento foi suficiente para atingir o limite de percolação, o ponto em que as amostras conseguem transmitir uma corrente elétrica. E fazer uma corrente elétrica passar pelo cimento condutor tem outro resultado interessante: Ele gera calor, devido ao efeito Joule. (Inovação e Tecnologia, 2020)

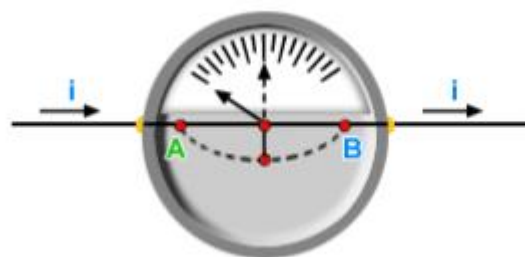
b) AMPERÔMETRO TÉRMICO

Amperômetros são instrumentos que medem a intensidade de uma corrente elétrica. Existem vários tipos de amperômetros, cada um baseado em um fenômeno físico diferente. Um deles é o amperômetro térmico, que se baseia no efeito Joule. Consiste em uma haste de metal em forma de AB através da qual a corrente desejada é passada. (BEZERRA et al., 2009)

Existe uma ponte de comunicação com este fio. Quando a corrente flui, o condutor AB aquece e dilata. Sabemos que essa dilatação é diretamente proporcional à variação de temperatura; também é proporcional à quantidade de calor, que é proporcional ao quadrado da intensidade da corrente. Como resultado, a dilatação do fio AB é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade atual. O ponteiro se move na frente de uma escalada devido ao fio dilatação. (BEZERRA et al., 2009)

O construtor do amperômetro classifica esta escala de modo que cada posição do ponteiro marque diretamente a corrente que passa pelo fio AB. A curva pontilhada da figura 4 representa um fio AB dilatado.

Figura 4: Amperômetro



Fonte: (SALMERON;2011)]

Segundo (SALMERON; JOULE, 2011), este amperômetro é útil porque mede a intensidade da corrente tanto quando flui em uma direção quanto quando flui na direção oposta. Além disso, é uma construção de baixo custo.

Como podemos ver, para medir a intensidade de uma corrente passando por um trecho MN em um circuito, o amperômetro deve ser conectado em série nesse

trecho para que a corrente seja medida. Esta é uma regra geral: um medidor de intensidade de corrente deve ser conectado em série ao trecho correspondente (fig. 5).

Figura 5: Demonstração de Medidor de Intensidade da Corrente



Fonte:(SALMERON; JOULE, 2011)

c) FORNOS

Fornos elétricas são usadas em laboratórios e indústrias para atingir altas temperaturas. O forno também possui uma resistência elétrica que permite que o calor escape com a passagem da corrente. Está externamente revestido com uma substância que transmite mal o calor, como o amianto (fig 6).

Desta forma, o calor liberado pela resistência permanece inteiramente dentro dos limites do forno.

Figura 6: Demonstração do Efeito Joule no Forno.



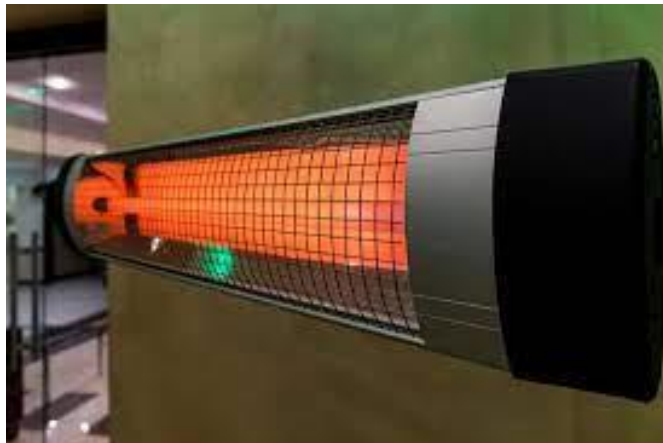
Fonte:(SALMERON; JOULE, 2011)

d) AQUECEDORES

Os aquecedores elétricos baseiam-se todos no efeito Joule, qualquer que seja a finalidade a que se destinam: pode ser um fogão elétrico, ou um aquecedor elétrico usado em laboratório, ou um “ferro de passar roupa”, ou um “chuveiro elétrico” (que é um aquecedor de água), etc.

Os elétrons da corrente se agitam, chocam os átomos dos condutores e os aquecem liberando calor. Graças aos resistores, que resistem à passagem da energia, a energia elétrica é transformada em energia térmica.

Figura 7: Aquecedor elétrico



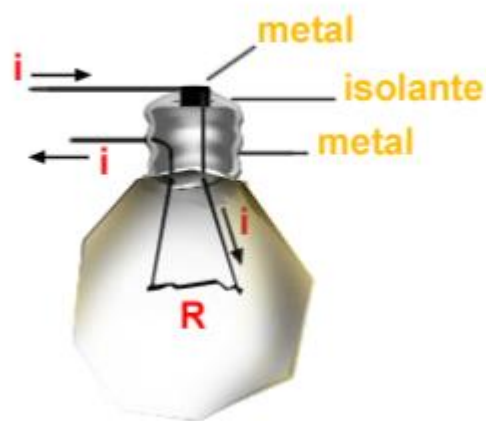
Fonte: (Escola Verde, 2017)

e) LAMPADAS DE INCANDESCENCIA

A lâmpada é formada de um fio de resistência R , chamado filamento, encerrado em um recipiente característico de vidro no qual se faz o vácuo. Uma ponta do fio é ligada à rosca da lâmpada; a outra é conectada a um pedaço de metal A colocado na base da lâmpada (fig. 8). Quando “enroscamos” a lâmpada no devido local, o filamento fica ligado ao circuito elétrico através da rosca e da peça A .

A quantidade de calor liberada pelo filamento aumenta a sua temperatura a ponto de ele ficar incandescente e emitir luz.

Figura 8: Definição de como acontece o funcionamento de uma lâmpada.



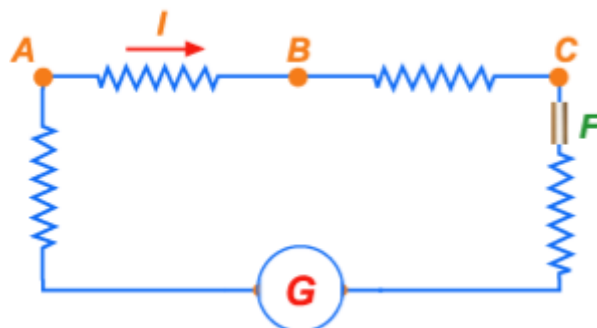


Fonte:(LIBANO DE SOUSA; DIAS AGUIAR, 2005)

f) FUSIVEIS DE SEGURANÇA

Em uma instalação elétrica, sempre são utilizados fios capazes de suportar uma determinada densidade de corrente. A corrente não deve ultrapassar o valor pré-determinado, pois o calor liberado pelo efeito Joule pode fazer com que os fios falhem e a instalação falhe. Porém, em um circuito, certos acidentes podem ocorrer, elevando o valor da corrente. Para proteger a instalação, conecte um pequeno condutor de chumbo F em série no circuito (fig. 9). Se o valor da corrente aumenta, o calor produzido aumenta mais rapidamente do que os outros condutores. O curto-circuito interrompe o circuito e a corrente deixa de fluir.

Figura 9: Demonstração do circuito com resistores.



Fonte:(BEZERRA et al., 2009)

Esse condutor de chumbo é conhecido como fusível. No setor comercial, existem móveis cuja instalação é muito simples. Eles têm uma rosca, que é semelhante à rosca das lâmpadas incandescentes. Além disso, na base, existe uma metálica isolada da rosca. O chumbo pedaço está ligado à rosca e à peça A. (BEZERRA et al., 2009)

g) FERRO DE PASSAR

A corrente elétrica então começa a percorrer uma resistência do ferro de passar roupas, e a resistência sobe. Este fenômeno ocorre quando um corpo é passado por uma corrente elétrica. As interações de átomos e elétrons dentro do material de resistência geram energia, que é então convertida em calor. Quanto mais tempo a resistência estiver ligada, até certo ponto, mais o ferro de passagem esquenta. Portanto, se a resistência for ativada por alguns segundos, ela será menos eficaz do que se for usada por vários minutos. O termostato é capaz de ajustar a temperatura do ferro de passagem desta maneira. (SALMERON; JOULE, 2011)

A chave superior do ferro de rouping exerce pressão sobre o termostato, e quanto mais alto estiver posicionado, menos pressão é transferida para a mola que envelhece nos contatos. Quando há queda de temperatura, esse método facilita muito a conexão e, como resultado, o ferro de passagem tem mais resistência por mais tempo, aumentando sua temperatura.

Quando o limite de temperatura é excedido, ocorre o oposto. A pressão nos contatos é maior, dificultando a conexão da resistência.

Quando o ferro de passagem está na posição desenergizada, a mola está sob tanta pressão que o circuito é desenergizado. Existe um elixir que conecta esta válvula, que acionamos diretamente no termostato. Um ferro de passagem de vapor tem apenas uma pequena diferença: há um local para armazenar água que sai na forma de vapor quando um botão é pressionado

Figura 10: Demonstração do Efeito Joule no Ferro de passar.



Fonte: Autoria Própria

h) CHUVEIRO ELETRICO

Dentro do dispositivo há um resistor que está ligado à rede elétrica. Quando abrimos o chuveiro, a água acumula-se dentro do chuveiro e, quando atinge um determinado nível, irrompe num diafragma que serve de "chave" do chuveiro. O diafragma estabelece a conexão entre o resistor e a rede de energia elétrica fazendo com que a corrente elétrica flua através do resistor e a aqueça como resultado do efeito joule.

O calor liberado pelo resistor aquecerá a água ao seu redor; como resultado, a água fria sairá em uma temperatura mais confortável para o banho. A maioria dos chuveiros elétricos tem duas ou mais configurações de temperatura, que normalmente são rotuladas como verão e inverno. Essas opções controlam a potência do chuveiro selecionando o resistor pedaço ativo, ou o resistor pedaço que é percorrido pela corrente elétrica.(SALMERON; JOULE, 2011).

Na posição de inverno, apenas uma parte do resistor é atravessada pela corrente; portanto, com um resistor menor, os elétrons sofrem um número maior de colisões, elevando a temperatura do resistor e, conseqüentemente, a temperatura da água.

Na posição visível, todos os resistores estão conectados, proporcionando mais espaço para os elétrons se moverem e um menor número de colisões. Como resultado, a temperatura do resistor caiu, assim como a temperatura da água.

Figura 11: Demonstração Chuveiro Elétrico



Fonte:(LIBANO DE SOUSA; DIAS AGUIAR, 2009)

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

No presente capítulo, terá como evidência a metodologia deste trabalho, em consonância com especificações e objetivos. De forma geral, neste trabalho ocorreu a realização de uma RSL (Revisão sistemática da literatura) com o intuito de explicar e juntar as formas na qual a Física Térmica, em especial, o efeito Joule e, como a mesma é passada nos seus âmbitos de ensino.

3.1 TIPO E DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA

Em relação a sua natureza, podemos classificar como uma pesquisa básica. A mesma tende a gerar novos conhecimentos sobre o Efeito Joule, assunto pouco explorado, sobretudo de difícil acesso e, quando encontrado, sempre em junção com outro assunto.

Sobretudo, a linha de pesquisa é do tipo exploratório, uma vez que não há estudos sistematizados que conciliem diretamente ao Efeito Joule especificamente.

Quando se trata da abordagem, podemos defini-la como qualitativa, sendo assim, os a revisão bibliográfica possui dados textuais, com isso, houveram influência do assunto na relação das pesquisas e os resultados buscaram trazer uma ampla expansão da teoria, tendo em vista a defasagem ao referido tema.

E ao falarmos dos procedimentos práticos, é possível afirmar que fora realizado uma RSL, afim de investigar o que já foi produzido e pesquisado no tema e aplicar as ferramentas necessárias para a análise dos resultados.

A divisão e recorte da busca foi transversal, uma vez que as observações e dados foram retirados de uma zona limitada de tempo, sem a necessidade de acompanhar uma evolução temporal.

Nossa área de interesse de pesquisa, a priori, seria como o ensino da física térmica, em especial o efeito joule é passada nos seus âmbitos de ensino, porém, devido à grande escassez de material, foi necessário estender a pesquisa em não somente no brasil, mas também em outros países para que possamos complementar as pesquisas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Para que fosse possível realizar a revisão sistemática, fora necessário fazer as pesquisas usando o método de Croinin, Ryane Coughlan (2008) afim de poder identificar quais os trabalhos relacionados a nossa temática. Sendo assim, ao selecionar os principais trabalhos, foram realizada uma análise qualitativa, que nada mais é do que a análise do conteúdo em si.

Esse modelo de pesquisa foi escolhido pelo fato que essa técnica possibilita incluir os estudos práticos em consonância com os teóricos, sendo assim, além de ser possível abordagens tanto qualitativa como quantitativas.

A revisão sistemática, de acordo com o próprio trabalho de Cronin, Ryan e Coughlan (2008), é possível selecionar ambos trabalhos: artigo de revisão quanto artigo de pesquisa para completar a análise.

A análise foi escolhida pelo modo que se possa obter uma análise de rol dos trabalhos selecionados para que se possa observar algumas características geral, como por exemplo: comparação do ano em que fora publicada, suas abordagens de metodologias, entre inúmeros aspectos que serão obtidos.

Com isso, o discurso foi analisado para que fosse possível obter êxito do nosso problema de pesquisa, sendo assim, todos os argumentos dos trabalhados selecionados foram lidos em integra.

As principais ideias e argumentos foram selecionados de acordo com sua concordância, seguindo todo os critérios e metodologias que são necessárias para o desenvolvimento de uma RSL.

3.3 PROCEDIMENTOS E COLETA DE DADOS

É possível afirmar que existem quatro tipos de uma RSL:

1. Revisão Narrativa ou Tradicional;
2. Revisão Sistemática da Literatura (CRONIN; RYAN; COUGHLAN, 2008);
3. Revisão Integrativa da Literatura (WHITTEMORE; KNAFL, 2005)
4. Revisão Terciaria da Literatura

Tendo em vista que a revisão sistemática possui suas etapas bem definidas e muito criteriosas no seu processo de busca e caracterização de informações sobre a temática, com foco em diversos trabalhos empíricos. Já a revisão integrativa também se caracteriza bastante criteriosa quando comparada a RSL, a mesma permite incluir artigos teóricos e empíricos, o procedimento vai se definir como uma revisão integrativa da literatura, no qual será explicitado a seguir.(CRISTIANE et al., 2001)

Como falado, seguimos o protocolo de Cronin, Ryan & Coughlan (2008).

Seguindo o mesmo, no ato da revisão, são exigidos e seguidos os seguintes procedimentos:

- (i) Obter a pergunta de pesquisa
- (ii) Obter e definir os critérios de inclusão ou exclusão;
- (iii) Selecionar e acessar a literatura;
- (iv) Julgar a qualidade da literatura incluída na avaliação;
- (v) Sintetizar, analisar e divulgar os resultados (CRONIN; RYAN; COUGHLAN, 2008).

a) Obter a pergunta de pesquisa:

Como a Física térmica, em especial o Efeito Joule é abordado em seus âmbitos de ensino?

b) Definir Critérios de Inclusão ou Exclusão:

As palavras-chaves, em português, procuradas foram: “Efeito Joule”, “Ensino do Efeito Joule”, “O ensino da física AND Efeito Joule”, “O ensino do efeito joule AND física”; e as palavras-chaves em inglês, procuradas foram: “teaching joule”, “physics teaching AND teaching joule”, “The joule effect and teaching physics”, “school AND efeito joule”.

Palavras-chave foram usadas para encontrar testes em português e inglês, com o objetivo de fortalecer a amostra e tentar comparar com a prática em diferentes partes do mundo. Foram utilizados os operadores booleanos para pesquisas em português, e para as pesquisas em inglês, para conectar as palavras-chave.

As ocorrências de palavras-chave foram limitadas ao título, com o objetivo de selecionar literatura que esteja em sintonia com o tema e seja suficientemente específica para evitar que muitos trabalhos não relacionados sejam ressignificados.

O recorte temporal para os trabalhos pesquisados nos buscadores foram entre de 2000 a 2022, no intuito que selecionasse boa gama referente ao assunto, já que o mesmo possui bastante escassez.

Logo Após o retorno da pesquisa com a literaturas, os títulos e resumos foram revisados para verificar se os trabalhos se enquadravam no tema proposto. Só foram aceites trabalhos que se enquadravam nos critérios de inclusão.

Sendo assim, não foram selecionados nenhum trabalho que envolvesse formações de professores ou aplicações com os mesmos, nada que envolvesse livros didáticos, ensino à algum tipo de pessoa com necessidades especiais.

Para o estudo foram utilizadas bases de dados nacionais dentre elas: Google Acadêmico; (i) SciELO ; (ii) Science (iii) Scopus;

c) Selecionando e acessando a literatura

No início, foram abordados apenas o título, resumo e palavras-chave do trabalho. Caso concordem, o artigo será escolhido para leitura e finalização.

d) Avaliação da qualidade da literatura incluída na avaliação:

Seguindo o primeiro conjunto de filtros, os trabalhos aprovados seguiram para o segundo conjunto de filtros, onde foram lidos, além do título e resumo, da introdução e das conclusões. Por fim, se todo o trabalho estiver de acordo, ele entra na composição do papel de análise, se não, ele é descartado.

Os trabalhos foram agrupados em categorias em função de seus respectivos buscadores e em suas respectivas pastas. Afim, que no final fosse possível ter um controle dos quais foram totalmente selecionados e de onde os mesmos vieram.

ETAPAS		
1ª Etapa: Identificação da temática e elaboração da questão de pesquisa	TEMA: EFEITO JOULE E SEUS ÂMBITOS DE ENSINO: REVISÃO SISTEMÁTICA	
	QUESTÃO DE PESQUISA: Analisar de forma sistemática as contribuições deixadas pelas literaturas na qual se diz a respeito do ensino do efeito joule em seus respectivos âmbitos de ensino.	
2ª Etapa: Definição da estratégia de busca nas bases de dados: Estratégia de busca: 1º Definição das bases de dados; 2º Definição das palavras-chave e operadores booleanos.	Bases	As palavras-chave /operadores booleanos
	BDTD	“Efeito” AND “Joule” “Efeito joule” AND “o ensino da física” “o Ensino da física” AND “Efeito Joule” “Ensino médio AND efeito Joule”
	SciElo	
	Google Acadêmico	“Sala de aula invertida” AND “Geometria espacial” “O Ensino da física” AND “Efeito Joule” “Efeito” AND “Joule” “Ensino médio AND efeito Joule”
	Scopus	“Physics teaching and teaching joule” “The joule effect and teaching physics” “School AND effect joule”
3ª Etapa – Elaborando os critérios de inclusão e exclusão		
Critérios de inclusão: 1.Trabalhos relacionados ao Ensino da Física. 2. Artigos e revistas; 3. Trabalhos relacionados a aplicação na educação básica (Ensino Fundamental II e Ensino médio); 4.Artigos publicados em revistas e com qualis cadastrado na plataforma Sucupira/CAPES.	Critérios de exclusão: 1. Formação de professores e aplicações com professores; 2. Revisão de literatura e análise de livros didáticos; 3.Propostas não aplicadas e estudos e aplicações em nível superior; 4.Estudos aplicados com estudantes com necessidades especiais.	
4ª Etapa – Busca dos materiais nas bases de dados de	Como falado anteriormente, neste momento foram selecionados todos os trabalhos de acordo os critérios de inclusão.	

acordo com critérios de inclusão e exclusão.	
5ª Etapa – Organização dos estudos pré-selecionados e selecionados.	Leitura do resumo, palavras-chave e título das publicações considerando a questão da pesquisa e os critérios de inclusão e exclusão; Leitura na íntegra dos estudos considerando os critérios de inclusão e exclusão; Organização dos estudos pré-selecionados; Identificação dos estudos selecionados.
6ª Etapa – Categorização dos estudos selecionados	Categorização e análise das informações; Síntese dos estudos selecionados.
7ª Etapa – Análise, Interpretação e Discussão dos dados	Análise e interpretação dos resultados; Discussão dos resultados.

Tabela 2: Etapas a serem seguidas

Fonte: Autoria Própria

e) Sintetizar e Divulgar os resultados

Esta etapa incluiu uma análise detalhada e abrangente de cada obra, bem como uma leitura e interpretação minuciosa das obras publicadas, a fim de extrair as práticas em seus devidos âmbitos de ensino do Efeito Joule, tendo para si uma seção que discutiu os resultados da RSL, que foram agrupados na seção "ferramentas".

3.3.1 Análise Estatística dos documentos encontrados.

As análises estatísticas e discursivas serão realizadas com os artigos escolhidos pela Revisão Sistemática da Literatura. Esta etapa ocorrerá imediatamente após o procedimento de RSL definido na seção anterior.

Para a análise estatística é utilizado o seguinte método: Os artigos selecionados são tabulados de acordo com suas informações gerais, como título, ano de publicação, tipo de pesquisa e metodologia utilizada e país de origem; seguindo essa tabulação, são criados gráficos com base na ponderação dessas categorias ponderadas; finalmente, os comentários são tecidos em relação a essas categorias ponderadas.

O seguinte método é utilizado para análise do discurso: A ferramenta de seleção escolhida é totalmente de forma qualitativa. Como resultado, cada um dos trabalhos é tratado na íntegra, e os principais argumentos qualitativos são selecionados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e análises dos dados obtidos com as ferramentas metodológicas descritas no capítulo anterior são apresentados neste capítulo. Os dados obtidos por meio da pesquisa de RSL serão apresentados na primeira seção, seguidos de uma análise de conteúdo desses dados na segunda seção.

Os estudos foram realizados no banco de dados Google Acadêmico em português, utilizando as combinações: “Efeito Joule”, “Ensino do Efeito Joule”, “Ensino AND Efeito Joule”, “O ensino da física AND Efeito Joule”, “O ensino do efeito joule AND física”, “ensino médio AND efeito Joule”.

Na base de dados SciELO, as pesquisas foram feitas utilizando as combinações “Efeito Joule”, “Ensino do Efeito Joule” e em inglês “Ensino AND Efeito Joule”, “O ensino da física AND Efeito Joule”, “O ensino do efeito joule AND física”, “ensino médio AND efeito Joule”.

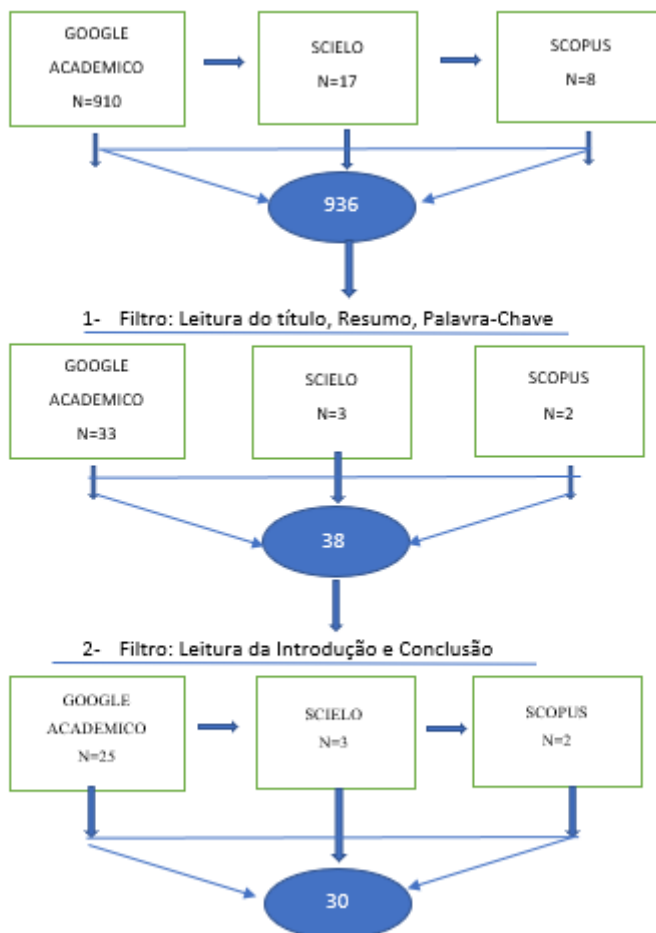
Tabela 3: Resultados Retornados da Pesquisa

PALAVRA CHAVE	GOOGLE ACADEMICO	SCIELO	SCOPUS	TOTAL
Efeito Joule	449	14	7	470
Ensino do Efeito Joule	241	1	1	243
O ensino da física AND Efeito Joule	12	2	0	14
O ensino do efeito joule AND física	106	0	0	106
Ensino médio AND efeito Joule	20	0	1	21
Ensino fundamental AND efeito Joule	82	0	0	82

Como resultado da execução de todos os construtos de pesquisa citados, foram devolvidos 936 experimentos, com índice de repetição (artigos que aparecem em mais de uma base) de 5,79%, totalizando 69 trabalhos. Ficou estabelecido que o Google Acadêmico devolveu artigos que também apareceram no SciELO. As tarefas repetidas foram removidas da análise no primeiro filtro porque foi quando foram detectadas.

Vale ressaltar que todos os resultados obtidos referente aos números acima, são trabalhos referente ao tema, não especificamente ao assunto. Sua grande maioria dos trabalhos possui correlação com temas subjacentes. Sendo filtrado em uma próxima etapa para distinguir a temática e explicar a mesma.

Figura 12: Triagem da escolha dos trabalhos selecionados



Fonte: Autoria Própria

Após a aplicação de todas as triagens, foram escolhidos 30 trabalhos que atenderam a todos os critérios de seleção deste estudo e foram lidos na íntegra para avaliação dos resultados do estudo. O quarto quadro contém as informações do autor, em ordem cronológica, o ano, o título do artigo, o local onde foi descoberto; o quinto quadro contém as informações do autor, o ano, o título do artigo, o local onde foi descoberto e o objetivo de cada trabalho.

Tabela 4: Trabalhos Selecionados (Dispostos em Ordem Cronológica)

AUTOR	ANO	TITULO	BASE DE DADOS
(ROSANI et al., 2001)	2001	O ensino do eletromagnetismo com o uso de atividades experimentais.	Google Acadêmico
(Aquino. A. 2006)	2006	Introdução ao conceito de energia.	Google Acadêmico
(PORTUGAL ALVES; ORLANDO TEODORO, 2008)	2008	A experiência de joule revisitada.	Google Acadêmico
(Antônio. J, 2009)	2009	O aprendizado de conceitos físicos de eletricidade presentes nos eletrodomésticos, por meios de kits.	Google Acadêmico
(PASSOS, 2009)	2009	Os experimentos de joule e a primeira lei da termodinâmica.	Google Acadêmico
(GONÇALVES; DE CARVALHO, 2012)	2012	Experiências didáticas para o ensino da física de 10º ano.	Google Acadêmico
(ROCIO.M, 2012)	2012	Conceitos básicos de física para as crianças: uma proposta para as séries iniciais	Google Acadêmico
(Santana. R, 2012)	2012	Física em quadrinhos: o uso de histórias em quadrinhos como instrumento de ensino de física.	Google Acadêmico
(PEREIRA.W, 2012)	2012	A articulação das culturas humanística e científica por meio do estudo histórico-sociocultural dos trabalhos de James Prescott joule: contribuições para a formação de professores universitários em uma perspectiva transformadora.	Google Acadêmico
(DA SILVA, 2013)	2013	Energia: utilização de simulações computacionais(applets) para o ensino de física no nível médio.	Google Acadêmico

(QUEIROZ; NARDI.R, 2014)	2014	As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott joule.	Google Acadêmico
(LUIS.A, 2014)	2014	Relatório observacional das aulas de físicas em turma do ensino médio.	Google Acadêmico
(SILVA.R; BISPO.P, et al 2014)	2014	James Prescott joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório.	Google Acadêmico
(GONÇALVES DE OLIVEIRA et al., 2015)	2015	Uso de experimentos de física em turmas de educação de jovens e adultos.	Google Acadêmico
(PADETI.G, 2016)	2016	Robótica aplicada ao ensino de resistores.	Google Acadêmico
(CINTRA; CARVALHO, 2016)	2016	Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de joule e a transposição didática do equivalente mecânico do calor nos livros didáticos de física.	Google Acadêmico
(LUIZ; RUSSO, 2017)	2017	Material didático elaborado em problematização e aprendizado para o ensino de eletricidade, com foco no currículo mínimo.	Scielo
(MOREL DE PAULA SOUZA, 2007)	2017	A informática como recurso didático para a aprendizagem de física no ensino médio.	Google Acadêmico
(KERLLEY.M, 2017)	2017	O uso do Arduino como ferramenta de ensino de física.	Google Acadêmico
(MOREIRA; JÚNIOR)	2017	Desenvolvimento de um aplicativo em linguagem visual basicfor applications voltado para o ensino de eletrodinâmica no ensino médio.	Google Acadêmico
(ALISSON; DE SOUZA, 2018)	2018	Abordagem experimental para aulas de circuitos de corrente contínua utilizando placa protoboard em turmas do ensino médio.	Google Acadêmico
(LUÍS -MA, 2018)	2018	Desenvolvimento e aplicação de um kit experimental com Arduino para o ensino do eletromagnetismo.	Scielo
(“Santos. D, 2018)	2018	A influência da linguagem na aprendizagem de conceitos físicos: a contribuição do jogo de tabuleiro.	Google Acadêmico
(COSENTINO; RIOS, 2019)	2019	Experimentos de calorimetria em cursos universitários.	Scielo

(QUEIRÓS; NARDI; DELIZOICOV NETO, 2019)	2019	As influências teóricas e do contextos sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott joule	Scopus
(ANTONIO DIAS JUNIOR, 2019)	2019	Determinação do equivalente mecânico do calor através de medidas elétricas	Google Acadêmico
(TRINDADE.W, 2019)	2019	O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de física: uma sequência didática para a construção de conceitos de eletricidade no ensino fundamental.	Google Acadêmico
(MAEKAWA, 2020)	2020	Jogo educativo “pokelêtron” como estratégia ativa no processo de ensino e aprendizagem de eletricidade.	Google Acadêmico
(FERREIRA.B, 2021)	2021	Ensino informal: proposta de utilização do enfoque cts na abordagem das atividades experimentais utilizadas no show de energia.	Scopus
(MARINHO. N, 2021)	2021	Ensino de física na educação de jovens e adultos: um estudo para a proposição de uma sequência didática sobre consumo de energia.	Google Acadêmico

Fonte: Autoria Própria

Tabela 5: Trabalhos Seleccionados com Objetivo Geral

AUTOR	ANO	TITULO	OBJETIVO GERAL
(ROSANI et al., 2001)	2001	O ensino do eletromagnetismo com o uso de atividades experimentais.	O objetivo é, através da atividade experimental no ensino de física, auxiliar o estudante oportunizando a construção de seu próprio conhecimento, criticando, levantando hipóteses e discordando, para contribuir na melhoria da aprendizagem, principalmente quando se trata do ensino do efeito joule.
(Aquino. A. 2006)	2006	Introdução ao conceito de energia	Tem como principal objetivo trazer para o aluno todo o desenvolvimento da terminologia e seus principais pilares de evolução, tendo como ênfase o efeito joule.
(PORTUGAL ALVES; ORLANDO TEODORO, 2008)	2008	A experiência de joule revisitada.	Tem como objetivo geral contribuir para um melhor apetrechamento das escolas no que diz respeito ao ensino experimental da física e estimular a participação efetiva dos alunos no processo ensino-aprendizagem em relação a física térmica.
(Antônio. J, 2009)	2009	O aprendizado de conceitos físicos de eletricidade presentes nos eletrodomésticos, por meios de kits.	O objetivo foi, através do experimento, inserir novas tecnologias e equipamentos de monitoramento de propriedades físicas do sistema para obtenção do equivalente entre joules e calorias através de medidas de parâmetros elétricos, como tensão e corrente elétricas
(PASSOS, 2009)	2009	Os experimentos de joule e a primeira lei da termodinâmica.	Tem como principal objetivo resgatar as principais formulações da primeira lei em consonância com toda parte termológica, afim de contribuir para com o ensino da termodinâmica em geral.

(GONÇALVES; DE CARVALHO, 2012)	2012	experiências didáticas para o ensino da física de 10º ano.	Seu principal objetivo foi produzir alguns experimentos ligados aos principais temas relacionados a disciplina da física. tendo como uma das principais relações o efeito joule.
(ROCIO.M, 2012)	2012	Conceitos básicos de física para as crianças: uma proposta para as séries iniciais.	As atividades desenvolvidas buscaram estimular as crianças a entender e pensar sobre o tema energia, produção e distribuição da energia elétrica, estudo do chuveiro elétrico, da lâmpada, do para-raios, circuitos elétricos, demonstrando que conceitos básicos de física podem ser trabalhados desde o início da escolarização, para incentivar as crianças a entenderem e fazerem uso da ciência e da tecnologia presentes em seu cotidiano, com vistas a uma aprendizagem mais significativa.
(Santana. R, 2012)	2012	Física em quadrinhos: o uso de histórias em quadrinhos como instrumento de ensino de física.	Teve como seu principal objetivo instigar e ensinar os conceitos da física, a priori, o efeito joule sendo aplicado em histórias em quadrinhos.
(PEREIRA.W, 2012)	2012	A articulação das culturas humanística e científica por meio do estudo histórico-sociocultural dos trabalhos de James Prescott Joule: contribuições para a formação de professores universitários em uma perspectiva transformadora.	O objetivo desta pesquisa foi analisar, na perspectiva sociocultural, os trabalhos do cientista James Prescott Joule, mostrando as possíveis contribuições desta análise para proporcionar um maior diálogo entre a cultura científica e humanística.
(DA SILVA, 2013)	2013	Energia: utilização de simulações computacionais(applets) para o ensino de física no nível médio.	Tem como objetivo geral a inserção de atividades experimentais totalmente computacionais envolvendo a física em particular o efeito joule.

(QUEIROZ; NARDI.R, 2014)	2014	As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule.	Tem por objetivo analisar epistemologicamente a tentativa de James Prescott Joule em substituir o motor a vapor pelo elétrico e suas referentes metodologias acerca do desenvolvimento de sua teoria: efeito joule.
(LUIS.A, 2014)	2014	Relatório observacional das aulas de físicas em turma do ensino médio.	O objetivo das aulas era levar o máximo de experimentos possíveis e tentar despertar a curiosidade do aluno no conteúdo, com o intuito de tornar este aluno em um aluno predisposto a aprender.
(SILVA.R; BISPO.P, et al 2014)	2014	James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório.	Teve como principal objetivo mostrar como experimentos históricos podem colaborar para transformar a atividade experimental em sala de aula num ambiente rico para a argumentação e problematização no que se diz a respeito da terminologia, incluindo o desenvolvimento de suas teorias, em especial o efeito joule.
(GONÇALVES DE OLIVEIRA et al., 2015)	2015	Uso de experimentos de física em turmas de educação de jovens e adultos.	Este tem como objetivo geral trazer experimentos totalmente práticos tornando o aprendizado dos alunos do EJA interessante, traz consigo como um dos focos principais experimentos a respeito do efeito joule.
(PADETI.G, 2016)	2016	Robótica aplicada ao ensino de resistores.	Este trabalho, tem como objetivo oferecer um ambiente de ensino-aprendizagem estimulante e automatizado com informações teóricas e práticas, fazendo uso da robótica, favorecendo o desenvolvimento de atividades compartilhadas entre alunos e professores, mais especificamente, pretende-se observar a contribuição deste ambiente no entendimento dos conceitos de física, no ensino médio.

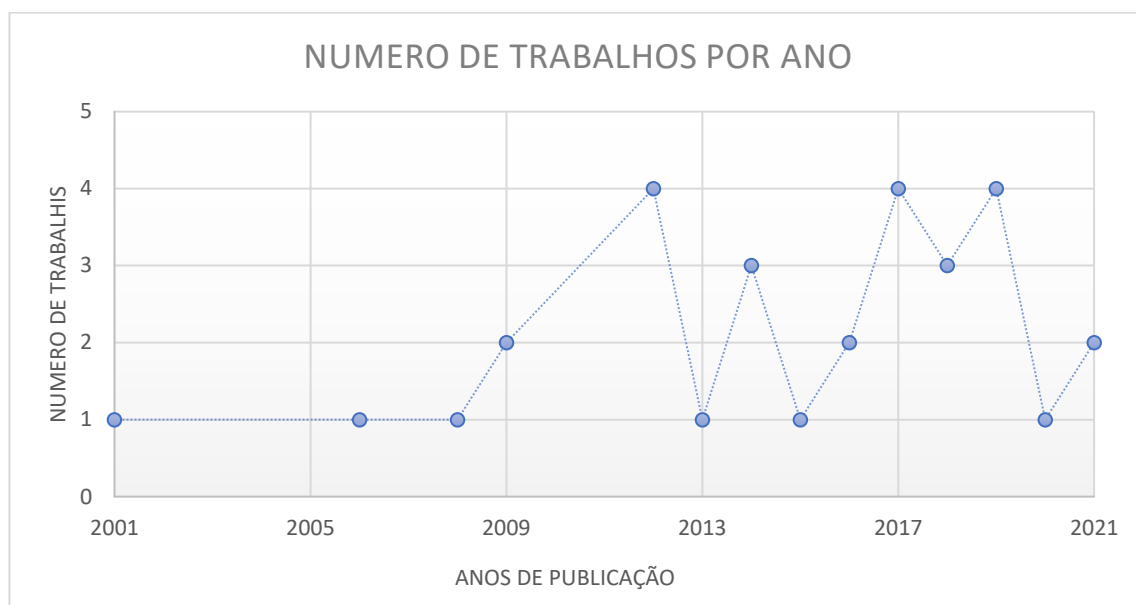
(CINTRA; CARVALHO, 2016)	2016	Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de joule e a transposição didática do equivalente mecânico do calor nos livros didáticos de física.	O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise crítica dos textos originais de joule, escritos em meados do século XIX, buscando compreender como ocorreram as modificações no conceito de calor ao longo de sua obra e apresentar uma análise comparativa de como o tema equivalente mecânico do calor foi apresentado pelo cientista inglês.
(LUIZ; RUSSO, 2017)	2017	Material didático elaborado em problematização e aprendizado para o ensino de eletricidade, com foco no currículo mínimo.	Tem como principal objetivo, trazer práticas de baixo custo, na qual insira os principais eventos do cotidiano dos alunos que correlacione com o ensino da física, tendo como foco o efeito joule.
(MOREL DE PAULA SOUZA, 2007)	2017	A informática como recurso didático para a aprendizagem de física no ensino médio.	O trabalho objetiva construir e testar um software educativo que sirva como ferramenta auxiliadora na aprendizagem de física no ensino médio, na área de eletricidade, com ênfase no estudo da eletrodinâmica em resistores.
(KERLLEY.M, 2017)	2017	O uso do Arduino como ferramenta de ensino de física	Tem como seu principal objetivo trazer conceitos físicos, inclusive o efeito joule por meio de experimentos com Arduino.
(MOREIRA; JÚNIOR)	2017	Desenvolvimento de um aplicativo em linguagem visual basic for applications voltado para o ensino de eletrodinâmica no ensino médio.	Teve como principal objetivo o desenvolvimento de um software para que o mesmo pudesse facilitar o ensino da física em sala de aula, tendo como um dos focos o ensino do efeito joule.
(ALISSON; DE SOUSA, 2018)	2018	Abordagem experimental para aulas de circuitos de corrente contínua utilizando placa protoboard em turmas do ensino médio	Levar experimentos de baixo custo e fácil associação para alunos do ensino médio.

(LUÍS -MA, 2018)	2018	Desenvolvimento e aplicação de um kit experimental com Arduino para o ensino do eletromagnetismo.	Desenvolver e aplicar um kit experimental com Arduino para o ensino da física em algumas escolas do ensino médio, tendo como um dos experimentos com o Arduino, o efeito joule.
(Santos. D, 2018)	2018	A influência da linguagem na aprendizagem de conceitos físicos: a contribuição do jogo de tabuleiro.	Tem como objetivo promover conceitos físicos para os alunos através de um jogo no tabuleiro.
(COSENTINO; RIOS, 2019)	2019	Experimentos de calorimetria em cursos universitários.	Tem como principal objetivo obter variações do método padrão além de apresentar uma maior riqueza na exploração de conceitos físicos e de análise de dados.
(QUEIRÓS; NARDI; DELIZOICOV NETO, 2019)	2019	As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule.	Tem como seu principal objetivo mostrar as contribuições no que se diz respeito de James Prescott Joule para o ensino da física em seus diversos âmbitos.
(ANTONIO DIAS JUNIOR, 2019)	2019	Determinação do equivalente mecânico do calor através de medidas elétricas.	O objetivo foi, através do experimento, inserir novas tecnologias e equipamentos de monitoramento de propriedades físicas do sistema para obtenção do equivalente entre joules e calorias através de medidas de parâmetros elétricos, como tensão e corrente elétricas.
(TRINDADE.W, 2019)	2019	O lúdico no processo de ensino-aprendizagem de física: uma sequência didática para a construção de conceitos de eletricidade no ensino fundamental.	Tem como principal objetivo desenvolver atividade lúdica para que com isso desperte o interesse dos estudantes pelo assunto abordado na sequência didática, proporcionando um ambiente de prazer no processo de aprendizagem dos discentes.
(MAEKAWA, 2020)	2020	Jogo educativo “pokelêtron” como estratégia ativa no processo de ensino e aprendizagem de eletricidade.	Tem como principal objetivo promover saberes físicos, principalmente o efeito joule, através de um jogo de tabuleiro no qual se denomina (pokeletron).

(FERREIRA.B, 2021)	2021	Ensino informal: proposta de utilização do enfoque cts na abordagem das atividades experimentais utilizadas no show de energia.	O objetivo desse projeto é o de trabalhar com atividades experimentais de demonstração associadas à disciplina de física de forma lúdica, com alunos de escolas públicas da cidade e região.
(MARINHO. N, 2021)	2021	Ensino de física na educação de jovens e adultos: um estudo para a proposição de uma sequência didática sobre consumo de energia.	Tem como principal objetivo propor uma sequência didática sobre toda forma de consumir energia, voltado para alunos do EJA.

Fonte: Autoria Própria

Figura 13: Linha de tendencia dos Trabalhos Seleccionados por Ano de Publicação



Fonte: Autoria Própria

Pela Figura 13, é possível verificar a evolução da publicação dos trabalhos ao longo dos anos selecionados para análise, 2009 a 2019. Nota-se que 2016 e 2019 foram os anos com a maior quantidade de publicações e, 2001 a 2007 foi o ano com menos publicações.

Justifica-se também o fato de possuir poucas publicações nos respectivos anos de 2001 a 2007 de não haver a facilidade na qual temos hoje de publicação e acesso à informação.

Não há uma ligação óbvia entre um ano ter mais publicações do que o outro, mas o fato de 2009 e 2019 terem os maiores aumentos pode ser devido ao grande avanço no que se diz a respeito da globalização da tecnologia como também a influencia nos metodos de pesquisas e publicações com falado anteriormente.

4.1 Análise de conteúdo levantado na RSL

O primeiro ponto a se chamar atenção são os trabalhos no qual são traduções dos principais acervos de James Prescott Joule, como suas influencias e experimentos no que se diz a respeito da evolução da primeira lei da termodinâmica em (PASSOS, 2009) como também em (SILVA.R, 2014) onde se reproduz as principais dificuldades que joule teve em laboratório para com o equivalente mecânico do calor. Estes trabalhos tiveram grande influência na presente RSL, onde se foi possível observar toda parte de desenvolvimento da terminologia em si, e entender todas as ramificações até o desenvolvimento do efeito Joule.

Outro ponto bastante claro na observação dos trabalhos são as repetições no que se diz a respeito do modo em que o assunto “Efeito Joule” é passado nos seus âmbitos de ensino. Totalizando cerca de mais de 50% dos trabalhos encontrados, os mesmos trazem a metodologia de ensino, geralmente em escolas do ensino médio do fundamental, voltada para experimentos lúdicos que possa ser desenvolvido com facilidade pelo próprio aluno e o principal, que tenha um baixo custo.

Os demais trabalhos se diversificam, como relatórios de observação em turma de física de escolas desde a experimentos mais complexos com o uso da tecnologia.

Alguns trabalhos se destacaram no modo que sua metodologia é passada, como ensinar física em um jogo de tabuleiro em SANTOS. D (2018), com também ensinar a terminologia, em especial o efeito joule por meio de programação, em LUÍS (2018) utilizando Arduino e em consonância disto, o ensino da terminologia junto do efeito joule por meio da Robótica, mostrado por PADETI.G (2016).

Outro ponto bastante interessante é que, na maioria dos trabalhos selecionados pela devida triagem, os mesmos estão sempre numa busca de tentar captar ao máximo os alunos com práticas que envolvam o máximo situações do cotidiano do aluno, para que o mesmo possa correlacionar os conceitos físicos na prática.

O desinteresse pelo assunto por grande maioria dos estudantes também é bastante comentado em diversos trabalhos, como falado anteriormente, busca-se o máximo de atividades lúdicas para que seja possível o mínimo de interesse dos alunos.

Estatisticamente, a maioria dos trabalhos são voltados para sala de aula de ensino fundamental do ensino básico e médio e os demais trabalhos são voltadas a curso superior ou a programas como EJA.

5. CONCLUSÕES E RESULTADOS

Tendo em conta o que foi discutido neste trabalho, é possível chegar a algumas conclusões relativamente aos objetivos e resultados obtidos.

O primeiro objetivo específico deste trabalho foi “Divulgar as pesquisas brasileiras sobre os estudos do efeito joule no contexto da educação”, assim, respondendo a este primeiro objetivo, foram levantados 30 trabalhos no total que discorriam sobre o referido tema, o que possibilitou atingir o primeiro objetivo específico deste ensaio.

Sobre o segundo objetivo, compreender como o ensino da Física térmica em especial o efeito Joule é passada em seus diversos âmbitos de ensino. Sendo possível, compreender como o efeito joule foi passado desde do ensino básico até o ensino de curso superior. Os três níveis de ensino possuem bastante correlação no que se diz a respeito da metodologia aplicada e até mesmo ao próprio interesse do estudante.

Foi possível identificar grande dificuldade de se passar o assunto/experimentos na grande maioria dos trabalhos, justamente por conta do grande desinteresse e dificuldade de aprendizagem dos alunos.

Quando se trata do ensino, na maioria dos trabalhos que se refere a esse tipo de ensino, ficaram marcados por atividades lúdicas, perguntas que correlacionam com o dia-dia da criança e até mesmo jogos que possibilitem a imersão e aprendizagem no que se diz a respeito do efeito joule. Tendo em vista que é um público infantil, a forma que o assunto foi passado para os mesmos foi bastante introdutória, até por conta da idade.

E ao nos referirmos a ensino fundamental ou ensino médio, como falado diversas vezes, a busca de uma metodologia lúdica e que correlacione com o dia-dia dos alunos não parou por aqui.

Voltado para adolescentes e adultos, em diversos trabalhos citados acima, foi possível usar de experimentos que capte e gere atenção e vontade de aprendizagem do aluno, fazendo que o mesmo coloque a mão na massa e diante do experimento correlacione o efeito joule com seu dia-dia, e até mesmo desenvolva equipamentos bastante uteis, saindo das teorias dos livros para o método experimental.

Falando de curso superior, as formas de ensino pouco se diferenciam das citadas nos níveis de ensino falado anteriormente. A forma lúdica e experimental permanece como principal forma de trazer o aluno ao interesse do assunto. O que difere é a complexidade que os experimentos são passados, como: o uso de experimentos com programação, robótica e etc.

Ao falarmos do terceiro e último objetivo específico que é evidenciar a importância do efeito joule no estudo de Física térmica, foi possível observar em um dos principais trabalhos selecionados na RSL, onde se caracterizam como traduções dos trabalhos e relatórios de James Prescott Joule, desde da sua importância e contribuições para que o desenvolvimento da primeira lei da termodinâmica, equivalente do calor e entre outros. Sendo assim, diante dessas traduções é possível afirmar que o efeito joule tem grande importância para a física térmica em si. Levando em consideração que a física térmica é um elo de várias ramificações, tendo como uma das suas principais o efeito joule. Ressaltando que o estudo do referido tema, teve e tem na contemporaneidade bastante importância para a física e para o próprio dia-dia, tendo em vista que está bastante presente em diversas situações do nosso cotidiano.

Tendo tudo isso em vista, respondendo o objetivo geral, foi possível analisar e observar como se dá o ensino da física térmica, em especial o efeito joule, em seus diversos âmbitos de ensino. Levando em consideração que essa RSL se caracteriza do tipo qualitativa, como citado ao longo do desenvolvimento, a mesma se preocupa extremamente com a qualidade em geral dos trabalhos encontrados e não com a quantidade. Sendo assim, foram totalizados 30 trabalhos no âmbito total, atingindo os três objetivos específicos.

Adicionalmente, respondendo ao problema de pesquisa “Como o efeito joule é abordado em seus diversos âmbitos de ensino?” É possível afirmar que diante de todos dados observados que o efeito joule em diversos âmbitos de ensino é passado totalmente de uma forma lúdica e experimental, com o intuito de prender a atenção do aluno, trazendo assim, correlação dos conceitos físicos com o seu cotidiano em si.

Apesar de todos os objetivos, gerais e específicos, terem sido cumpridos, é importante destacar as limitações deste trabalho, uma vez que não é exaustivo por determinações metodológicas.

O primeiro ponto a destacar é a metodologia, pois limita os tipos de trabalho que podem ser encontrados, tornando este trabalho menos exaustivo.

Como resultado, é quase certo que existem mais práticas que são discutidas na academia que não estão incluídas neste estudo.

Sobre a relevância do tema, ficou exposto que a importância do estudo da física térmica, em especial o efeito joule, tem papel fundamental para a formação curricular e pessoal do aluno.

É necessário que o professor esteja sempre atento a novos métodos de ensino e ideias curriculares que tornem o processo de aquisição de aprendizagem mais envolvente, dinâmico e acessível aos seus alunos. Nessa perspectiva, o uso de instrumentos, materiais didáticos, atividades lógicas, softwares, entre outros, podem ser considerados ferramentas que devem ser

avaliadas para determinar como podem facilitar e/ou colaborar no processo de aprendizagem-aprendizado.

Sendo assim, é possível afirmar também que uma das grades problemáticas é a grande dificuldade de acervos na internet quando se trata do ensino da física, especialmente sobre o efeito joule. Como proposta, que principalmente os docentes estimulem em suas respectivas disciplinas voltadas a física, a publicações de trabalhos como artigos e entre outros que possa envolver o tema. Seria de bastante importância a publicação de trabalhos desse tipo, tendo em vista que pouco se encontra em uma rápida busca na internet.

Outro ponto positivo, seria continuar insistindo em experimentos lúdicos, principalmente na fase infantil, para que se possa mudar a mentalidade das maiorias dos alunos que a física é uma matéria muito difícil.

Com isso, investir nos laboratórios de física nas maiorias das escolas, levando em consideração que segundo os trabalhos comentados no decorrer da RSL, a grandes maiorias das escolas no decorrer dos trabalhos, envolvendo ensino fundamental e médio, não possuem um laboratório adequado para a imersão dos alunos.

Concluindo, muitas pessoas não vivem sem tecnologia, mas não estão interessadas em aprender sobre a ciência que está por trás dela. Física está presente em todos os aspectos da vida humana, e é estranho abrir os olhos para essa percepção.

Precisamos ter um nível básico de conhecimento, e a ciência desempenha um papel nisso. No dia a dia, quantas vezes podemos evitar situações potencialmente perigosas se tivéssemos um pouco de conhecimento físico? Sabendo que não é possível trocar o chuveiro em um dia chuvoso não é permitido estar em área deserta, e que não é permitido ultrapassar a velocidade máxima permitida em uma rodovia, enfim, tudo isso envolve o conhecimento de Física, e tudo pode fazer a diferença na nossa vida!

6 REFERENCIAS

ALVES, H. R.; RIBEIRO, M. T. D. **Uma Proposta De Sequência Didática Para O Ensino De Soluções**. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 8, n. 1, p. 302–322, 2020.

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO. **As Práticas experimentais no ensino de Física**, 2010.

DONATO, H.; DONATO, M. **Revista Científica da Ordem dos Médicos**. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática Stages for Undertaking a Systematic Review. Acta Med Port, v. 32, n. 3, p. 227–235, 2019.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **Revisões sistemáticas da literatura**: passos para sua elaboração. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.

GONÇALVES, W.; ANDRADE, D. **Máquina de Heron** : desenvolvimento de um procedimento experimental para o ensino da termodinâmica a fim de entender as máquinas térmicas Heron ' s Machine : development of an experimental procedure for teaching thermodynamics in order to understand how th. p. 121–130, [s.d.].

MATOS, P. DE C. **Tipos de revisão de literatura**. Faculdade de Ciências Agronomicas UNESP Campus de Botucatu, p. 9, 2015.

QUEIRÓS, W. P. DE; NARDI, R.; DELIZOICOV NETO, D. As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 675–703, 5 dez. 2019.

ALISSON, J.; DE SOUSA, F. MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino De Física ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO. 2018.

COSENTINO, M. R.; RIOS, L. Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. 20190159, 31 out. 2019.

PORTUGAL ALVES, P.; ORLANDO TEODORO, D. A Experiência de Joule Revisitada. 2008.

QUEIRÓS, W. P. DE; NARDI, R.; DELIZOICOV NETO, D. As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 675–703, 5 dez. 2019.

QUEIRÓS, W. P. DE; NARDI, R.; DELIZOICOV NETO, D. As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 675–703, 5 dez. 2019.

RODRIGUES, M. A.; ARROIO, A. Pesquisa no estágio supervisionado: alguns resultados e muitas possibilidades. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 31–49, 21 maio 2018.

ALVES, A. L.; MOTTA, Y. B.; ZANCANELLA, A. C. B. Geradores elétricos monofásicos e trifásicos como suporte didático para o ensino de Eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 879–908, 12 ago. 2020.

OLIVEIRA, P.M.C. de; DECHOUM, K. Facilitando a compreensão da segunda lei da termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25,nº 4,p. 359-363,2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia Do Trabalho Científico. 4ª ed. São Paulo:Atlas, 1992.

CAPES –Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Classificação da Produção Intelectual.Brasília, 01 de abril de 2014.Disponível em <https://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/qualis-periodicos-e-classificacao-de-producao-intelectual>. Acesso em 31/08/2019

PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009.

QUEIRÓS, W. P. DE; NARDI, R.; DELIZOICOV NETO, D. **As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 675–703, 2019.

RE, S.; MANCINI MC, E. São Carlos, v. 11, n. 1. **Rev. bras. fisioter**, p. 83–89, 2007.

G. BRUHAT , **Thermodynamique** (Masson & Cie, Paris,1968), p. 37-75 e p. 344.

J.H. POINCARÉ, **Cours de Physique Mathématique: Thermodynamique** (George Carré, Paris, 1892).

C. PASSOS, in Anais do COBENGE 2003-**Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia** (CD-ROM), IME, Rio de Janeiro, p. 1-11

J.C. PASSOS, in Anais do III CONEM - **Congresso Nacional de Engenharia Mecânica** (CD-ROM), ABCM, Belém, 2004, p. 1-10

A.C.S. LUÍS, **Termodinâmica Macroscópica** (Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1980) p. 4.30-4.31

SMITH, **The Science of Energy – A Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain**, (The Athlone Press, London, 1998).

J.P. JOULE, in **The Scientific Papers of James Prescott Joule** (Dawson's, London, 1963), p. 192-200.

H.B. CALLEN, **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics** (John Wiley & Sons, New York, 1985), 2nd ed.