



**UFU - Universidade Federal de Uberlândia**  
**Física Licenciatura - INFIS**

**KLEISSON ALVES ARAÚJO**

**O Ensino de Transferência de Calor Baseado na Temática Incêndios: Uma  
Proposta CTS**

**UBERLÂNDIA-MG**  
**2017**

**KLEISSON ALVES ARAÚJO**

**O Ensino de Transferência de Calor Baseado na Temática “Incêndios”:  
Uma Proposta CTS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Riposati Arantes

**UBERLÂNDIA-MG  
2017**

**KLEISSON ALVES ARAÚJO**

**O Ensino de Transferência de Calor Baseado na Temática “Incêndios”:  
Uma Proposta CTS**

Trabalho de Conclusão de Curso enviado para  
aprovação para o curso de graduação de Física  
Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, xx de xxxx de xxxx.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Riposati Arantes – INFIS/UFU

---

Nome do membro da banca examinadora – INFIS/UFU

---

Nome do membro da banca examinadora – INFIS/UFU

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu condição física e emocional para eu chegar até aqui.

A minha mãe Zélia, quem eu amo muito, a qual sempre esteve ao meu lado e me deu condições para prosseguir nos estudos e no trabalho.

A minha esposa Lidiania, a minha princesa, que muito me ajudou na realização deste trabalho.

A minha irmã Kelen e ao meu irmão Kelvem que sempre me incentivaram a continuar estudando.

A minha orientadora Alessandra Riposati que me deu muitas dicas para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Ao longo da história, sempre houve relatos de incêndios, uns com grandes proporções de destruição e outros menores, mas trazendo consigo sempre uma história de perda tanto para as pessoas quanto para a natureza. O Brasil já sofreu muito com incêndio florestal e urbano e sofre ainda hoje. Muitos desses incêndios ocorridos no Brasil e no mundo iniciaram por negligência, por falta de informação sobre prevenção contra incêndios, pela falta de um pensamento crítico acerca disso e pela falta de discernimento de relacionar conceitos físicos e de química com esse desastre. Atualmente, o ensino das matérias de ciência é estanque, sem conexão com outras disciplinas e muito menos com a tecnologia e com a sociedade. Diante disso foi montada uma proposta didática com enfoque CTS dividida por momentos, que utilizará alguns recursos didáticos como vídeos, experimentos físicos, aulas dialogadas, aulas expositivas e atividades de física com abordagem CTS. O enfoque CTS tem como objetivo formar alunos mais reflexivos e críticos, que possam atuar de maneira crítica frente aos problemas sociais. A proposta didática com abordagem CTS contida neste trabalho está estruturada de tal forma que primeiramente é apresentado ao aluno um conteúdo social que são os incêndios, na sequência a ciência envolvida, a tecnologia utilizada para combater esses desastres, os prejuízos que trazem para a sociedade e um debate sobre as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e como cada uma influencia as outras.

**Palavras-chave:** incêndios, movimento CTS, interações entre ciência, tecnologia e sociedade, aluno reflexivo e crítico.

## **ABSTRACT**

In the history of mankind there have always been reports of fire, some with great proportions of destruction and other minor ones with devastating action, but always bringing with them a history of loss for both people and nature. Brazil, which is considered a country more new in relation to European and Asian countries, already has suffered a lot with forest fire and urban fire and suffers a lot still today. Many of these fires that happened in Brazil and in the world began by negligence on the part of the people, by the lack of information that people have about fire prevention, the lack of critical thinking about this sinister and the lack of discernment to relate concepts of physics and of chemistry with this disaster. At present, the teaching of the science content is taught in isolation, without connection to other disciplines, and much less with technology and with society. Faced with this was mounted a didactic proposal with a STS approach divided by moments, which will use some didactic resources such as videos, physical experiments, dialog classes, expository classes and physics activities with STS approach. The STS approach also known as STS movement aims to train students to be more reflective and critical, that they can act in a critical way front to the social problems. The didactic proposal with STS approach contained in this work is structured in such a way that firstly is presented to the student a social content that are the fires, in sequence the science involved in these accidents, the technology used to combat these disasters, the damages that such accidents bring for society and a debate talking about the interactions between science, technology and society and as an influence on the other.

**Keywords:** fires, CTS movement, interactions between science, technology and society, reflective and critical student.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C&T	Ciência e Tecnologia
CBMMG	Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EUA	Estados Unidos da América
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
Renováveis	
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP	Instituto Geral de Perícias
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISB	Instituto Sprinkler Brasil
ISO	Organização Internacional de Normalização
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NFPA	National Fire Protection Association
OBP	Online Browsing Platform
SCI	Segurança Contra Incêndio
SCI	Sistema de Consumo Inteligente
SENASP	Secretaria Nacional de Segurança Pública
SI	Sistema Internacional de Unidades
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 CALOR .....	28
FIGURA 2 LEI ZERO DA TERMODINÂMICA .....	28
FIGURA 3 FORMAS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	30
FIGURA 4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO ATRAVÉS DA PAREDE.....	30
FIGURA 5 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO.....	31
FIGURA 6 CONDUÇÃO DE CALOR EM UM SÓLIDO .....	32
FIGURA 7 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVECÇÃO DA FUMAÇA .....	35
FIGURA 8 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RADIAÇÃO TÉRMICA .....	36
FIGURA 9 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RADIAÇÃO PARA UM PONTO DISTANTE DO FOCO .....	37
FIGURA 10 VISÃO DA INTER-RELAÇÃO DA CTS COMO INTERSECÇÃO DA TRIADE .....	39
FIGURA 11 ESTRATÉGIA DE ENSINO COM ABORDAGEM CTS .....	41
FIGURA 12 INCÊNDIO EM PRÉDIO RESIDENCIAL EM LONDRES .....	45
FIGURA 13 INCÊNDIO EM PORTUGAL .....	46
FIGURA 14 COMO PREVENIR INCÊNDIOS .....	46
FIGURA 15 INCÊNDIO PROVOCADO POR ÓLEO DE COZINHA .....	47
FIGURA 16 TRIÂNGULO DO FOGO.....	49
FIGURA 17 SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO EM UMA SALA DE ESTAR .....	51
FIGURA 18 PICTOGRAMA DAS CLASSES DE INCÊNDIO .....	52
FIGURA 19 CLASSES DOS EXTINTORES .....	52
FIGURA 20 COMPONENTES DE UM EXTINTOR .....	53

## LISTA DE FOTOS

FOTO 1 TRAGÉDIA. BOMBEIROS E VOLUNTÁRIOS APÓS SINISTRO NO GRAN CIRCO.....	20
FOTO 2 SOBRECARGA NA REDE ELÉTRICA PROVOCA INCÊNDIO NO EDIFÍCIO ANDRAUS.....	21
FOTO 3 EDIFÍCIO JOELMA EM CHAMAS .....	22
FOTO 4 INCÊNDIO EM BOATE DEIXA MAIS DE 242 MORTOS .....	23
FOTO 5 FAGULHAS .....	33
FOTO 6 CONVECÇÃO DA FUMAÇA .....	34
FOTO 7 CAMADAS DE TEMPERATURA CRESCENTE DO SOLO AO TETO.....	35
FOTO 8 EXPERIMENTO REPRESENTANDO A CONDUÇÃO DE CALOR.....	49
FOTO 9 EXPERIMENTO DEMOSNTRANDO A CONVECÇÃO DE CALOR. ....	50
FOTO 10 EXPERIMENTO REPRESENTANDO IRRADIAÇÃO DE CALOR. ....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 CORRESPONDENTE A 3% DOS INCÊNDIOS OCORRIDOS NO BRASIL .....	17
GRÁFICO 2 ESTATÍSTICA APROXIMADA DE INCÊNDIOS OCORRIDOS NO BRASIL EM 2015 .....	17
GRÁFICO 3 QUEIMAS OCORRIDAS NO BRASIL SOMENTE NO MÊS DE SETEMBRO .....	19
GRÁFICO 4 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA EM 2016 .....	24
GRÁFICO 5 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA EM 2017 .....	25
GRÁFICO 6 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA 2016 E 2017 .....	26
GRÁFICO 7 INCÊNDIOS URBANOS NO BRASIL EM 2015 .....	47
GRÁFICO 8 FOCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM SETEMBRO NO BRASIL .....	47
GRÁFICO 9 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA DE JANEIRO A NOVEMBRO DE 2017 .....	48

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA EM 2016 .....	24
TABELA 2 INCÊNDIOS EM UBERLÂNDIA EM 2017 .....	25
TABELA 3 CONDUTIVIDADE TÉRMICA.....	32
TABELA 4 DEFINIÇÕES DE FOGO .....	48

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 ASPECTOS DE CTS COM SEUS RESPECTIVOS ESCLARECIMENTOS.....	40
QUADRO 2 CATEGORIA DE ENSINO CTS .....	44

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1. ALGUNS INCÊNDIOS QUE MARCARAM A HISTÓRIA DA HUMANIDADE ....</b>	<b>15</b>
<b>2. UMA VISÃO GERAL SOBRE INCÊNDIOS NO BRASIL.....</b>	<b>16</b>
<b>3. A CIÊNCIA ENVOLVIDA EM UM INCÊNDIO. ....</b>	<b>27</b>
3.1 TRANSFERÊNCIAS DE CALOR.....	30
3.2 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO .....	30
3.3 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVECÇÃO.....	33
3.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RADIAÇÃO.....	35
<b>4. A ABORDAGEM METODOLÓGICA CIENCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS).....</b>	<b>38</b>
4.1 INFLUÊNCIA MUTUA ENTRE A TRÍADE CTS.....	39
4.2 ESTRATÉGIAS DE ENSINO.....	40
4.3 CATEGORIAS CURRICULARES.....	41
<b>5. A PROPOSTA DIDÁTICA.....</b>	<b>45</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, por incrível que pareça ouve-se falar muito pouco sobre educação com abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas felizmente o ensino com enfoque CTS vem crescendo aos poucos no meio da educação do país. O movimento CTS começou algumas décadas atrás, mais precisamente na década de 60, isto é, quase duas décadas depois da segunda guerra mundial. O ensino embasado nessa tríade começou a ser difundido primeiramente nos grandes países europeus e da América do Norte (SANTOS E MORTIMER, 2002).

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Além disso, a publicação das obras *A estrutura das revoluções científicas*, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e *Silent spring*, pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas em 1962, potencializaram as discussões sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Dessa forma, C&T passaram a ser objeto de debate político. Nesse contexto, emerge o denominado movimento CTS. (AULER; BAZZO, 2001, p.1)

O movimento CTS surgiu como um movimento de crítica ao desenvolvimento desenfreado da ciência e da tecnologia. Ele pode ser entendido como um “*movimento de intervenção social de reivindicação*”, que surge contra essa concepção tradicional de ciência e tecnologia e contra a concepção da neutralidade da ciência, e que irá discutir problemas políticos econômicos relacionados ao desenvolvimento técnico-científico e a crise ambiental depois da segunda guerra mundial (PEREIRA, 2013).

A educação CTS vem desta integração entre a educação científica, a educação tecnológica e a educação social, onde os conteúdos com enfoque CTS estariam vinculados a discussão dos aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (PEREIRA, 2013).

O ensino-aprendizagem realizado com abordagem CTS tem como objetivo principal fazer com que o aluno seja um cidadão mais crítico e intelectualmente independente, reconhecendo-se como um ser sócio-cultural-histórico que molda a natureza e ao mesmo tempo é moldado pela a ciência, pela tecnologia e pela sociedade (SANTOS E MORTIMER, 2002).

O aluno reconhecendo-se como cidadão e compreendendo que é o agente principal dessa interação CTS, pode agir de maneira consciente para solucionar problemas no que concerne a inter-relação dessa tríade (SANTOS E MORTIMER, 2002).

No Brasil infelizmente há poucos trabalhos e literaturas que visam o enfoque CTS no ensino. A maioria das ex-colônias de exploração atualmente são países subdesenvolvidos e considerados países de 3º mundo. Esses países costumam importar tecnologias prontas da Europa ou da América do Norte, conseqüentemente eles não têm produzido tantos conhecimentos científicos e tecnologias autônomas [quanto os países de 1º mundo](#) (AULER; BAZZO, 2001).

O Brasil infelizmente não tem ainda de forma autônoma uma visão geral sobre o fazer ciência e aplicá-la na tecnologia, pois a maior parte das vezes dá preferência para tecnologias estrangeiras freando assim o desenvolvimento científico no país. Então devido a esses fatores e outros não mencionados aqui o país não consegue enxergar concretamente como a ciência influencia na tecnologia e vice-versa, e muito menos como essas podem influenciar a sociedade. Seguindo essa linha de raciocínio a educação fica comprometida, pois a maioria dos governantes não compreenderam o movimento CTS na prática e talvez só ouviram falar, e se não assimilaram como ensinarão, e se não compreenderam como legislarão a favor da criação de currículos com enfoque CTS? (AULER; BAZZO, 2001).

Os alunos cidadãos brasileiros então acabam não enxergando a multidisciplinariedade entre os conteúdos científicos e a tecnologia envolvida e como elas interagem com a sociedade e esta com elas, pois a maioria dos professores explicam o conteúdo das disciplinas de maneira isolada das outras disciplinas.

Nesse sentido, o presente trabalho vem propor uma sequência didática que seguirá a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com a temática “incêndio” para trabalhar as formas de transferência de calor (VIANNA et al., 2013).

## 1. ALGUNS INCÊNDIOS QUE MARCARAM A HISTÓRIA DA HUMANIDADE

Na história da humanidade sempre houve relatos de incêndios, uns com grandes proporções de destruição e outros menores, mas trazendo consigo sempre uma história de perda tanto para as pessoas quanto para a natureza.

Aqui serão abordados alguns incêndios históricos que marcaram a sociedade, como o ocorrido no dia 16 de abril de 1947, na **Cidade do Texas**, nos Estados Unidos, um incêndio na região portuária deixou mais de 500 mortos. O fogo começou em um navio cargueiro, quando houve a explosão de 2.300 toneladas de fertilizante nitrato de amônio (substância altamente explosiva), atingindo outro cargueiro que estava ancorado e se propagando para o restante do porto, deixando-o completamente destruído. (O GLOBO, 2017)

Em 15 de abril de 1997, durante um tradicional ritual de peregrinação, um incêndio destruiu cerca de 70 mil tendas em Mena, Meca na Arábia Saudita. Pelo menos 340 pessoas morreram e outras 1.500 ficaram feridas. (FOLHA DE SÃO PAULO, 2016)

Nas Montanhas Daxingan, Heilongjiang, China, no dia 6 de maio de 1987, ocorreu um incêndio florestal que deixou mais de 213 mortos e destruiu mais de 870 mil hectares de área verde e mais de 10.081 casas. (O GLOBO 2017)

No departamento comercial de Sennichi, Osaka, Japão, em 13 de maio de 1972, um fogo iniciou devido a um cigarro jogado por um electricista em lugar indevido, resultando em um incêndio que deixou 118 mortos e destruída a boate Play Town que ficava no alto do edifício. (O GLOBO 2016)

Em 21 de novembro de 1980, no Grande Hotel MGM, Las Vegas, EUA, uma pane elétrica causou um incêndio que consumiu todo o cassino e a área de espetáculos, deixando aproximadamente 85 mortos e mais de 700 feridos. (O ESTADÃO, 2008)

No Hotel Corona de Aragón, Zaragoza na Espanha, em 12 de julho de 1979, a falha em uma máquina de churros no bar que era situado no térreo do hotel provocou um incêndio resultando na morte de pelo menos 76 pessoas e deixando mais 100 feridas. (EL PAÍS, 1989)

Na França, na Floresta de Landes, no dia 19 de abril de 1949, devido à imprudência de um visitante que jogou fora um cigarro aceso, aconteceu um incêndio ambiental, causando a morte de pelo menos 82 pessoas. (O GLOBO, 2016)

Em 14 de julho de 2017, na Torre Grenfell em Londres, um curto circuito em uma geladeira de um dos apartamentos provocou o incêndio do edifício residencial, resultando na morte de 79 pessoas, 78 feridos e deixando muitas famílias desabrigadas. (VEJA, 2017).

## 2. UMA VISÃO GERAL SOBRE INCÊNDIOS NO BRASIL

O Brasil já sofreu muito com incêndio florestal e urbano e sofre muito ainda hoje. Ele está entre os principais países com alto número de incêndios, tanto florestais quanto urbanos, porém não contabilizados de maneira formal.

No Brasil não há nenhuma associação ou órgão governamental que faça um levantamento de dados estatísticos relacionados à quantidade de incêndios urbanos em âmbito nacional. As poucas estatísticas de incêndio urbano a nível nacional só são encontradas em sites de empresas privadas que trabalham com materiais de prevenção contra incêndio. Essas empresas privadas, que tentam colher de melhor maneira possível os registros de incêndio urbano no âmbito nacional, fazem de uma forma indireta as estatísticas de incêndios a partir de notícias ou documentários que saem na mídia (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

A Senasp em resposta a uma pergunta realizada por um cidadão, sobre “dados estatísticos de incêndios ocorridos no Brasil”, respondeu da seguinte maneira: “Assim, a SENASP não dispõe de "dados estatísticos de incêndios ocorridos no Brasil", devendo tal informação ser solicitada diretamente a cada Corpo de Bombeiros Militar nas unidades federativas”. (ESTATÍSTICAS... 2016, p. 4)

“No Brasil, não há divulgação de dados oficiais de casos de incêndio, o que impacta e restringe sobremaneira a discussão e a elaboração de políticas públicas para enfrentamento do problema” (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

Diante desses fatos serão mostradas as estatísticas de incêndio urbano no âmbito nacional de acordo com os dados coletados e analisados através de uma empresa privada que é o Instituto Sprinkler Brasil.

Desde 2012, o ISB monitora diariamente as notícias sobre os chamados “incêndios estruturais” no Brasil, ou seja, aqueles que ocorreram em diversos tipos de locais construídos e que poderiam ter sido contornados com o uso de sprinklers. É o caso de instalações industriais e comerciais, depósitos, bibliotecas, escolas, hospitais e hotéis, entre outros. (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017)

“Estima-se, contudo, que os números apurados representem menos que 3% da quantidade real de ocorrências” (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

De acordo com o ISB pode-se inferir que houve então aproximadamente 50.000 casos de incêndios estruturais.

“Em 2015, foram contabilizadas 1349 ocorrências de incêndio, uma média de 112 incêndios por mês. Dentre as diferentes categorias de estruturas, a que registrou o maior

número de ocorrências foi a de estabelecimentos comerciais [...]” (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

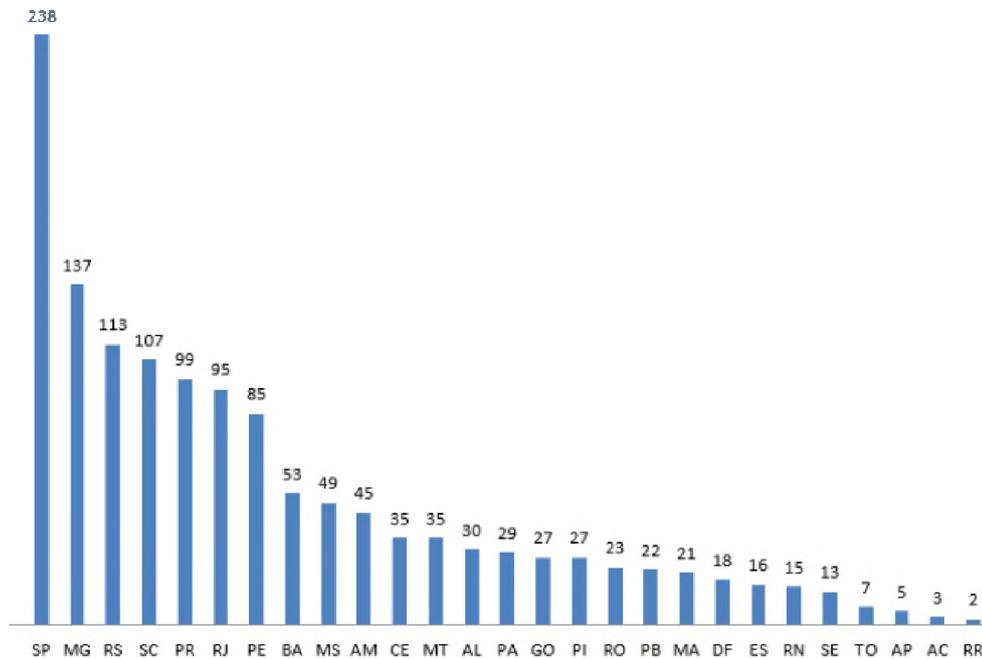


Gráfico 1 Correspondente a 3% dos incêndios ocorridos no Brasil  
 Fonte: (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017)

O gráfico 1 corresponde a aproximadamente 3% dos incêndios que ocorreram em 2015, porém se cada estado seguisse a mesma proporção do gráfico acima que correspondesse todos os incêndios ocorridos no Brasil, teria-se outro um novo gráfico

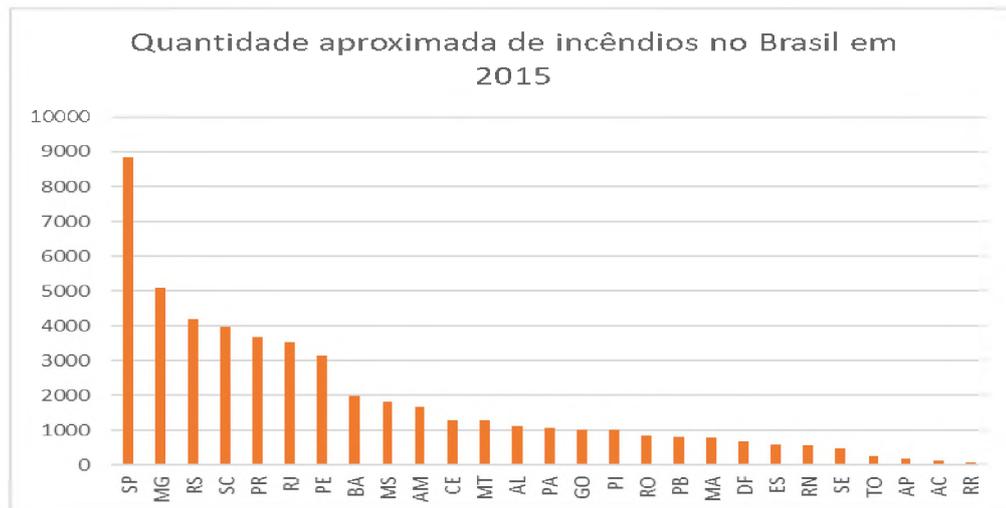


Gráfico 2 Estatística aproximada de incêndios ocorridos no Brasil em 2015  
 Fonte: (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017)

Em contrapartida ao que já foi comentado sobre o levantamento de dados de incêndio urbano, as estatísticas dos incêndios florestais são incomparavelmente mais

confiáveis, pois o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais faz os levantamentos de dados de incêndios através de monitoramento por satélites que captam as ondas de calor dos focos de incêndios.

“O monitoramento por satélite do Inpe consegue diagnosticar todos os focos de incêndio que tenham pelo menos 30 metros de extensão por 1 metro de largura” (G1, 2017).

De acordo com G1 (2017) “Quase todas as queimadas hoje são causadas pelo homem, seja de forma proposital ou acidental. As razões variam desde limpeza de pastos, preparo de plantios, desmatamentos e colheita manual de cana-de-açúcar até disputas por terras e protestos sociais.”

Segundo o Inpe, as queimadas destroem a fauna e a flora nativas, causam empobrecimento do solo e reduzem a penetração de água no subsolo, além de gerar poluição atmosférica com prejuízos à saúde de milhões de pessoas e à aviação. Denúncias de incêndios criminosos podem ser feitas ao Corpo de Bombeiros, às prefeituras, às secretarias estaduais do Meio Ambiente e ao Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). (G1, 2017)

Durante o ano inteiro no território brasileiro há uma alta taxa de incêndio florestal, acentuando-se na estação do inverno, que corresponde ao período de 21 de junho a 22 de setembro. No inverno o tempo é frio e seco, as chuvas são escassas e a umidade do ar fica baixíssima, e devido a esses elementos climáticos, nesse período do ano potencializa mais ainda os incêndios em vegetação (G1, 2017).

O gráfico 3 faz uma comparação de uma maneira simples entre as quantidades de focos de incêndio que ocorreram somente no mês de setembro desde 1999 até 2017 (G1, 2017).



Gráfico 3 Queimadas ocorridas no Brasil somente no mês de setembro  
Fonte: (G1, 2017)

O maior incêndio em território brasileiro ocorreu no estado do Rio de Janeiro, na cidade de Niterói, no dia 17 de dezembro de 1961. O *Gran Circus Norte-Americano* apesar do nome ser parecido com um nome estrangeiro era um circo brasileiro que era considerado o maior circo da América Latina e que era composto aproximadamente por 60 artistas, vinte empregados e 150 animais. (BUSTAMANTE, 2011). Esse foi o maior incêndio da História do Brasil e de todos os circos do mundo e deixou centenas de mortos. Quando faltavam poucos minutos para acabarem os espetáculos, assistidos por cerca de 3 mil pessoas, o circo começou a pegar fogo que rapidamente se transformou num incêndio. De acordo com os dados oficiais, morreram em torno de 503 pessoas no sinistro das quais 70% eram crianças, mas o número real poderia ser maior. (ACERVO O GLOBO, 2013)

A causa do sinistro, isto é, do incêndio foi de origem intencional. O autor do fogo descontrolado confessou o crime alguns dias depois da tragédia. Ele foi julgado e condenado (SEITO et. al., 2008).

Apesar dos mais de três mil espectadores, o Gran Circo Norte-Americano não tinha saídas de emergência. Além da saída para os artistas, tapada por uma cortina, havia apenas mais uma área de escape, que estava obstruída por grades de ferro. Normalmente, as grades seriam retiradas perto do fim do espetáculo, mas quando o fogo começou alastrando-se rapidamente pela lona, altamente inflamável, elas ainda estavam lá, impedindo a passagem. Para piorar, a cobertura do circo havia recebido uma camada de parafina, impermeabilizante. A cera, porém, contribuiu para aumentar o fogo. (ACERVO O GLOBO, 2013)



Tragédia. Bombeiros e voluntários trabalham nos escombros do Gran Circo Norte-Americano, que pegou fogo matando mais de 500 pessoas. Jorge Peter/17-12-1961

Foto 1 Tragédia. Bombeiros e voluntários após sinistro no Gran Circo  
Fonte: (ACERVO O GLOBO, 2013)

Na quinta-feira, 24 de fevereiro de 1972, São Paulo viveu momentos de terror, quando o Edifício Andraus, dez anos após sua construção, em 1962, com 115 metros de altura e 32 andares, foi palco da maior tragédia predial da história da cidade. A sobrecarga no sistema elétrico de uma das placas do letreiro luminoso da loja Casas Pirani, que ficavam no terceiro andar do prédio, provocou um incêndio que logo atingiu os demais andares da construção, deixando 16 mortos e mais de 300 feridos (FOLHA DE S. PAULO, 1972).

... um dos gerentes da loja tentou abafar as chamas com um dos três extintores que havia em cada andar do edifício, mas o seu esforço foi inútil. Rapidamente, as labaredas passaram para a seção de alfaiataria, no 2º andar, e para o salão de moveis, atingindo o estoque de botijões de gás e o armário de munição. Enquanto os 500 funcionários da Pirani, que ocupava cinco andares do edifício, começavam a sair pela porta da av. São João, outras duas mil pessoas começavam a viver a tragédia com as labaredas tomando os 24 andares restantes do edifício. Em 20 minutos, ele estava praticamente tomado pelo fogo e o vento forte elevava as chamas a mais de 300 metros de altura. (FOLHA DE S. PAULO, 1972)

O prédio do Edifício Andraus possuía o heliporto moderno, por conta disso muitas pessoas foram salvas por ele. Ainda assim, numa tentativa de se salvar, muitas pessoas saltaram do prédio. O construtor Roberto Andraus informou que todo o prédio foi construído de concreto, por isso suportou mais as chamas, e que se tivesse sido construído com estrutura metálica, o prédio teria ido ao chão, pois não suportaria a destruição do fogo (FOLHA DE S. PAULO, 1972).



**Imagem 2 Sobrecarga na rede elétrica provoca incêndio no Edifício Andraus.  
Fonte: (BOL/FOLHAPRESS, 2017)**

Outro incêndio grande aconteceu no antigo Edifício Joelma, atualmente conhecido como Edifício Praça da Bandeira, situado em São Paulo, inaugurado em 1971. Após três anos da sua inauguração, no dia primeiro de fevereiro de 1974, no décimo segundo andar do prédio devido a um curto-circuito em um aparelho de ar condicionado iniciou-se um incêndio, espalhando-se velozmente para os demais andares. O fogo se alastrou rapidamente pois as divisórias e móveis das salas e escritórios eram de madeira, os pisos eram de carpete, nas janelas existiam cortinas de tecido e o forro do prédio era feito de material sintético (BORGES, 2014).

Após quinze minutos do curto-circuito no aparelho de ar condicionado, já não era mais possível descer as escadas e logo as mesmas haviam sido tomadas pelo fogo e pela fumaça, fazendo com que ficassem bloqueadas. Por esse motivo, algumas vítimas optaram por utilizar os elevadores, que logo parou de funcionar devido ao pane na rede elétrica causado pelo fogo, levando os outros sobreviventes se direcionarem para os banheiros, parapeitos das janelas e também para o último andar, onde teriam acesso às escadas que os levariam para o terraço, pois poderiam ser salvas por algum helicóptero, assim como no incêndio ocorrido dois anos antes no Edifício Andraus (FREIRE, 1994).



Foto 3 Edifício Joelma em chamas  
Fonte: (SCREEN TV, 2013)

A temperatura elevada no alto do prédio levou algumas pessoas a óbito ali mesmo, outras não suportando a ânsia de serem salvas, se atiraram ao solo, no mínimo vinte saltaram, nenhum sobreviveu. O número de ocupantes no prédio no momento da tragédia eram aproximadamente 756, dos quais, pelo menos 345 ficaram feridos e os mortos passaram de 170 (BATISTA, 2014).

Na madrugada de domingo, dia 27 de janeiro de 2013, mais de 630 pessoas ficaram feridas e pelo menos 242 morreram em um incêndio na boate *Kiss* em Santa Maria, no Rio Grande do Sul. O sinistro aconteceu durante a apresentação da banda musical Gurizada Fandangueira, quando o vocalista da banda fez uso de um sinalizador inadequado e de forma irregular para entreter o público. O artefato pirotécnico utilizado era inapropriado para uso em ambientes fechados (G1, 2013). O fogo se alastrou rapidamente na boate porque o material utilizado para realizar o isolamento acústico não era apropriado, pois era feito de poliuretano, substância que em contato com o fogo produz uma fumaça tóxica, que foi a responsável por pelo menos 234 óbitos por asfixia. Segundo relatos dos delegados responsáveis pelas investigações, o desprendimento do monóxido de carbono e do cianeto com a queima da espuma do isolamento acústico causaram as mortes (OGLIARI, 2013).

De acordo com os dados apontados o número de ocupantes na boate no momento o incêndio era superior à quantidade que ela poderia receber.

O local tinha capacidade para 691 pessoas, mas a suspeita é que mais de 800 estivessem no interior do estabelecimento. Os principais fatores que contribuíram para a tragédia, segundo a polícia, foram: o material empregado para isolamento acústico (espuma irregular), uso de sinalizador em ambiente fechado, saída única, indício de superlotação, falhas no extintor e exaustão de ar inadequada. (G1,2013)



**Foto 4 Incêndio em boate deixa mais de 242 mortos**  
**Fonte: (EXATA NEWS, 2013)**

Os cinco extintores existentes na boate foram examinados pelos técnicos do Instituto Geral de Perícias (IGP), e constatou-se que o extintor utilizado pelo vocalista da banda estava sem carga e pressão suficientes para apagar o fogo, e que pelo menos um dos cinco extintores estava com a data de validade vencida. (BORTOLOTTI, 2014).

Além dos problemas apontados acima, outras irregularidades também contribuíram para o assombroso número de vítimas, como por exemplo a falta de saídas de emergência, uma vez que só existia uma porta que era utilizada tanto para entrada como para saída, e quando aberta em sua totalidade tinha três metros de largura. De acordo com a perícia, os dutos de ar não estavam funcionando como deveriam e estavam parcialmente obstruídos por janelas, fazendo com que a fumaça não pudesse sair do estabelecimento (G1, 2013).

Voltamos agora nossa atenção para incêndios na região de Uberlândia, no estado de Minas Gerais, que tem uma população de 676.613 habitantes e é a segunda cidade maior do estado perdendo somente para a capital, Belo Horizonte (G1, 2017). A cidade de Uberlândia teve um crescimento populacional de 1,04% de 2016 para 2017 (G1, 2017), mas não foi só a população que cresceu, o número de incêndios urbanos, em vegetação e em lotes vagos também aumentou conforme mostram as tabelas 1 e 2 e o gráfico 6.

A tabela 1 mostra o número de incêndios que ocorreu na área urbana, em vegetações, em veículos e em lotes vagos no ano de 2016.

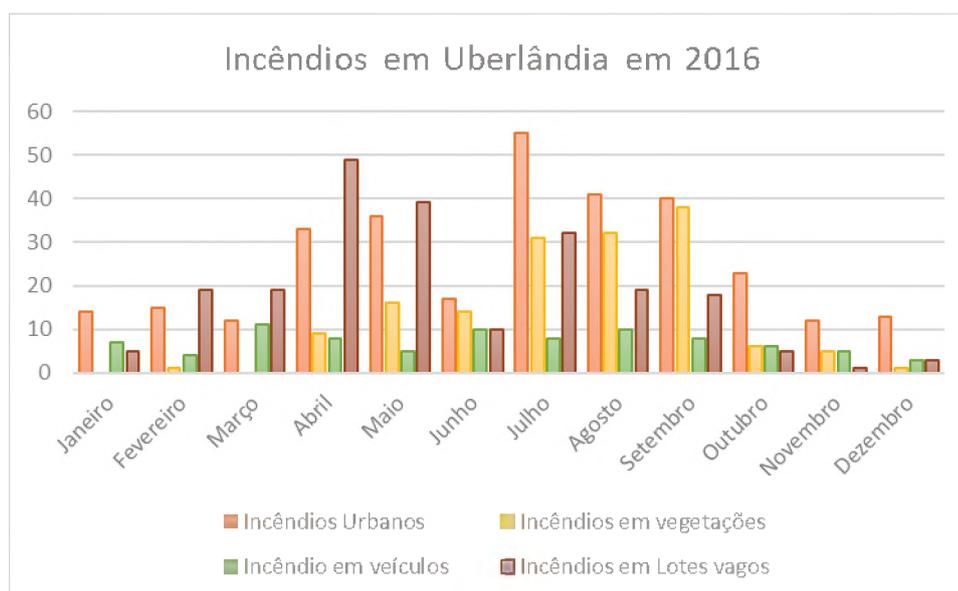
Incêndios em Uberlândia em 2016				
Mês	Incêndios Urbanos	Incêndios em vegetações	Incêndio em veículos	Incêndios em Lotes vagos
Janeiro	14	0	7	5
Fevereiro	15	1	4	19

Março	12	0	11	19
Abril	33	9	8	49
Maió	36	16	5	39
Junho	17	14	10	10
Julho	55	31	8	32
Agosto	41	32	10	19
Setembro	40	38	8	18
Outubro	23	6	6	5
Novembro	12	5	5	1
Dezembro	13	1	3	3

**Tabela 1 Incêndios em Uberlândia em 2016**

Fonte: Própria

O gráfico 4 proveniente da tabela 1 sintetiza de forma clara e objetiva os sinistros ocorridos no ano de 2016.



**Gráfico 4 Incêndios em Uberlândia em 2016**

Fonte: Própria

A tabela 2 mostra o número de incêndios que ocorreram em 2017<sup>1</sup> na região urbana, em vegetações, em veículos e em lotes vagos.

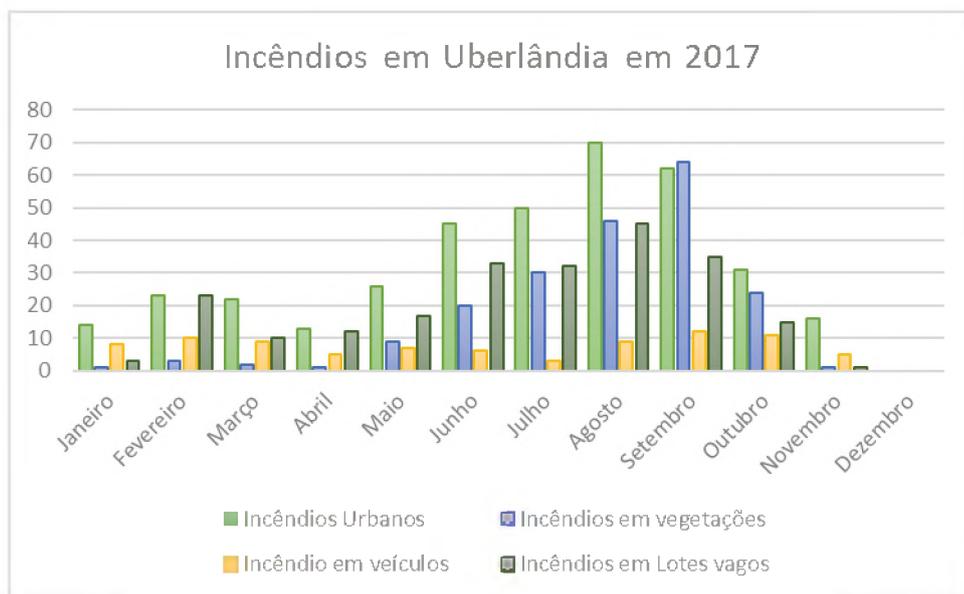
Incêndios em Uberlândia em 2017				
Mês	Incêndios Urbanos	Incêndios em vegetações	Incêndio em veículos	Incêndios em Lotes vagos
Janeiro	14	1	8	3
Fevereiro	23	3	10	23
Março	22	2	9	10
Abril	13	1	5	12

<sup>1</sup> Dados levantados de janeiro a novembro de 2017.

Maio	26	9	7	17
Junho	45	20	6	33
Julho	50	30	3	32
Agosto	70	46	9	45
Setembro	62	64	12	35
Outubro	31	24	11	15
Novembro	16	1	5	1
Dezembro	-	-	-	-

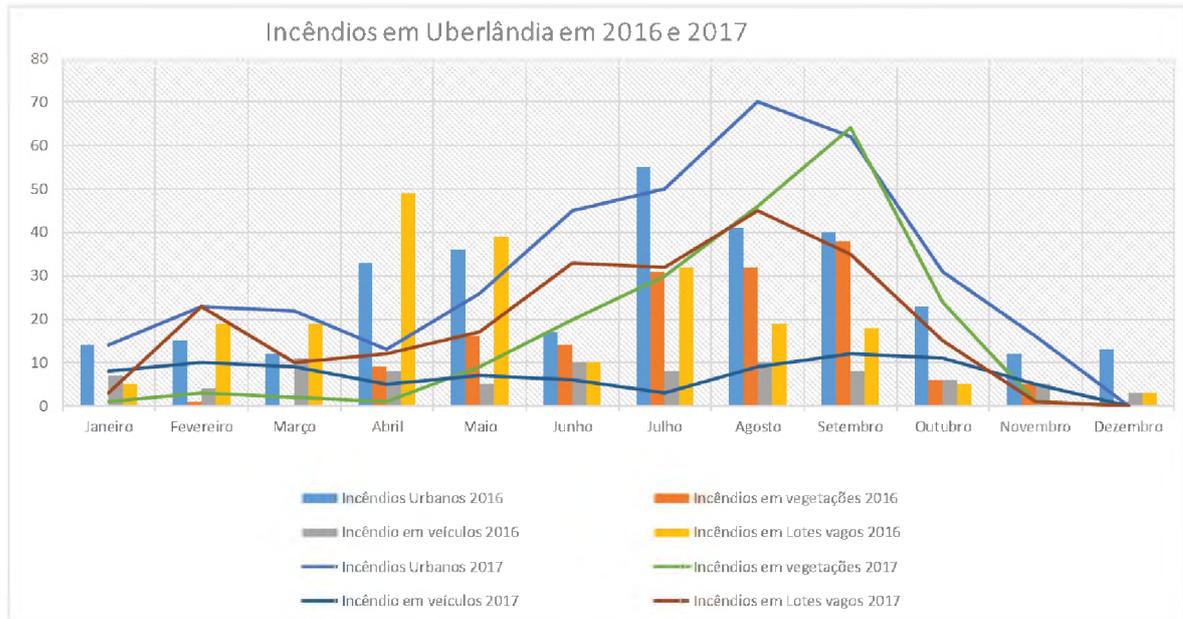
**Tabela 2 Incêndios em Uberlândia em 2017**  
**Fonte: Própria**

O gráfico 5 feito a partir da tabela 2 sintetiza de forma clara e objetiva os incêndios ocorridos no ano de 2017.



**Gráfico 5 Incêndios em Uberlândia em 2017**  
**Fonte: Própria**

O Gráfico 6, feito a partir das tabelas 1 e 2, faz uma comparação entre os incêndios ocorridos nos anos de 2016 e 2017.



**Gráfico 6 Incêndios em Uberlândia 2016 e 2017**  
**Fonte: Própria**

Os dados levantados sobre os incêndios no município de Uberlândia foram disponibilizados pelo o 5º Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. O 5º CBMMG forneceu uma planilha dos incêndios ocorridos entre janeiro de 2016 e novembro de 2017, da qual foram filtradas as informações necessárias para a elaboração das tabelas e gráficos.

### 3. A CIÊNCIA ENVOLVIDA EM UM INCÊNDIO.

A ciência envolvida num incêndio pode ser bem explicada através dos conceitos físicos da Termodinâmica que é uma área da Física, e através da Termoquímica e Cinética Química que fazem parte da Físico-Química a qual é uma área de estudo da Química. O presente trabalho dará mais ênfase no tópico das Transferências de Calor, estudadas na Termodinâmica.

O estudo da Termodinâmica é de suma importância para compreensão do comportamento do fogo. A Termodinâmica é a parte da Física que estuda os fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento dos corpos e os trabalhos que podem ser realizados quando esses recebem ou perdem uma certa quantidade de calor. Ela pode ser dividida didaticamente em quatro leis termodinâmicas, a lei zero da Termodinâmica, a primeira lei da Termodinâmica, a segunda lei da Termodinâmica e a terceira lei da Termodinâmica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

A Temperatura está entre as sete grandezas físicas fundamentais do SI e ela também é um dos conceitos físicos centrais da Termodinâmica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

A Energia Térmica de um corpo pode ser definida como sendo a soma de todas as energias cinéticas de translação, rotação e vibração interna das moléculas ou átomos desse corpo. Em uma reação química em cadeia, a energia térmica em trânsito transferida de um corpo para o outro devido a uma diferença de temperatura serve de energia de ativação para outra reação química ocorrer, e o calor e os produtos dessas reações podem resultar em chamas, as quais podem evoluir para um incêndio.

Calor é energia térmica em trânsito, transferida espontaneamente de um sistema para o outro ou de um ambiente para o outro devido a uma diferença de temperatura (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

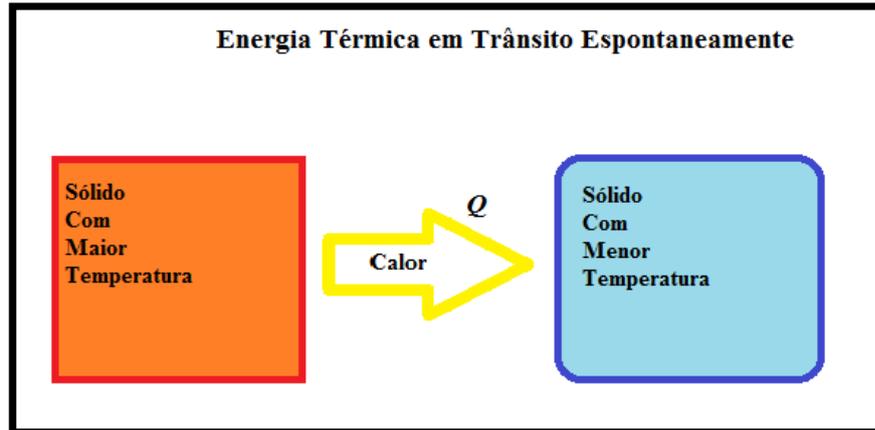


Figura 1 Calor  
Fonte: Própria

Quando dois corpos ou mais com temperaturas diferentes são colocados em contato, depois de algum tempo esses corpos estarão com a mesma temperatura e nesse momento fala-se que eles atingiram ou estão em equilíbrio térmico (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

A lei zero da Termodinâmica diz que se um corpo **A** está em equilíbrio térmico com um corpo **C**, e esse corpo **C** está em equilíbrio térmico com um corpo **B**, logo o corpo **B** está em equilíbrio térmico com o corpo **A** (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

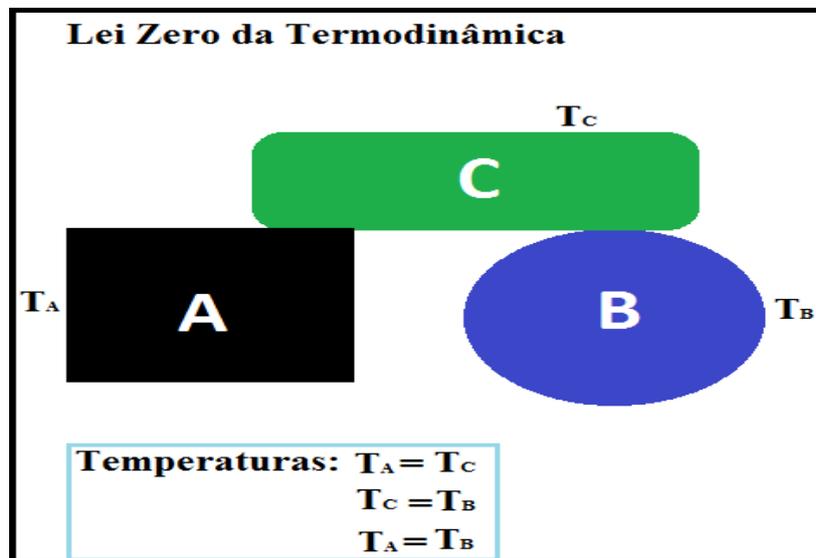


Figura 2 Lei zero da Termodinâmica  
Fonte: Própria

No dia a dia, em todo momento há transferência de calor de um sistema para o outro ou de ambiente para o outro, tanto em escalas microscópicas quanto em escalas macroscópicas.

A primeira lei da termodinâmica fala sobre a conservação de energia, e através dela corrobora mais ainda que energia não se cria e nem se destrói e sim que ela se transforma de um tipo de energia para outro, por exemplo energia térmica em energia mecânica. A energia térmica de um corpo varia quando esse recebe ou emite calor ou quando realiza trabalho.

A primeira lei da Termodinâmica pode ser expressa por uma equação de forma infinitesimal:

$$dE_{in} = dQ - dW \quad (1)$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 196) “A energia interna  $E_{int}$  de um sistema tende a aumentar, se acrescentamos energia na forma de calor  $Q$ , e diminuir, se removermos energia na forma de trabalho  $W$  realizado pelo sistema”.

Em um incêndio não há realização de trabalho, logo a quantidade de calor  $Q$  recebida pelo material eleva a energia interna do corpo somente, podendo levar a um processo de ignição do material.

A segunda lei da termodinâmica teve vários enunciados, porém todos eles são equivalentes (SAMPAIO; CALÇADA, 2005).

O enunciado de Lord Kelvin foi o seguinte “É impossível que um sistema remova energia térmica de um único reservatório e converta essa energia completamente em trabalho sem que haja mudanças adicionais no sistema ou em suas vizinhanças” (TIPLER; MOSCA, 2006, p. 666).

O enunciado de Rudolf Emanuel Clausius foi o seguinte “É impossível produzir um processo cujo único resultado seja a transferência de energia térmica de um corpo mais frio para um corpo mais quente” (TIPLER; MOSCA, 2006, p. 666).

O enunciado de Kelvin – Planck foi o seguinte “É impossível, para uma máquina térmica que opera em ciclos, converter integralmente calor em trabalho” (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p.317).

Segundo Seito et al. (2008, p. 12) “No Brasil, os engenheiros, arquitetos, técnicos e estudantes que completaram o segundo grau têm conhecimento dos conceitos de: condução, radiação, convecção e de calor latente, entretanto dificilmente esses conceitos são ligados à SCI”. o que é SCI?

### 3.1 Transferências de Calor

As transferências de calor podem ocorrer de três formas distintas, por condução, convecção e irradiação. O calor pode potencializar o incêndio, e conhecer as formas de propagação do calor é fundamental para saber como controlá-lo e combatê-lo.



Figura 3 Formas de transferência de calor  
Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p.66)

### 3.2 Transferência de calor por condução

É o processo de propagação de calor que ocorre mais evidentemente em meio sólido, no qual a energia térmica passa de partícula para partícula sem que haja transporte de matéria de uma região para a outra (TIPLER; MOSCA, 2006, p. 666).



Figura 4 Transferência de calor por condução através da parede  
Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 67)

Quando uma extremidade de uma barra de ferro é exposta ao fogo ela começa a esquentar por inteira e chega um momento que a pessoa que está segurando tal barra não

consegue mais segurar por causa da alta temperatura que a barra atingiu. Essa variação de temperatura que ocorreu foi devido ao calor que se propagou ao longo da barra. Os elétrons e átomos da barra de ferro oscilam intensamente por causa da alta temperatura que foram expostos. O calor que aumentou bruscamente a temperatura foi transferido para toda a barra devido as vibrações e colisões entre os átomos da barra. O calor se propagou da extremidade mais quente, isto é, de maior temperatura para a extremidade mais fria de menor temperatura. Esse processo de transferência de calor ocorre até atingir o equilíbrio térmico (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).



Figura 5 Transferência de calor por condução  
Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 67)

Considere um sólido de área  $A$ , por exemplo uma barra metálica, de comprimento  $L$ , cujas extremidades são mantidas a temperaturas diferentes  $T_Q$  e  $T_F$ , onde  $T_Q > T_F$ , conforme a figura 6. Seja  $Q$  a quantidade de calor que flui através da barra, da extremidade quente para a extremidade mais fria, num intervalo de tempo  $t$  (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Os experimentos mostram que o fluxo de calor é dado por

$$\Phi = \frac{K.A.(T_Q - T_F)}{L} \quad (2)$$

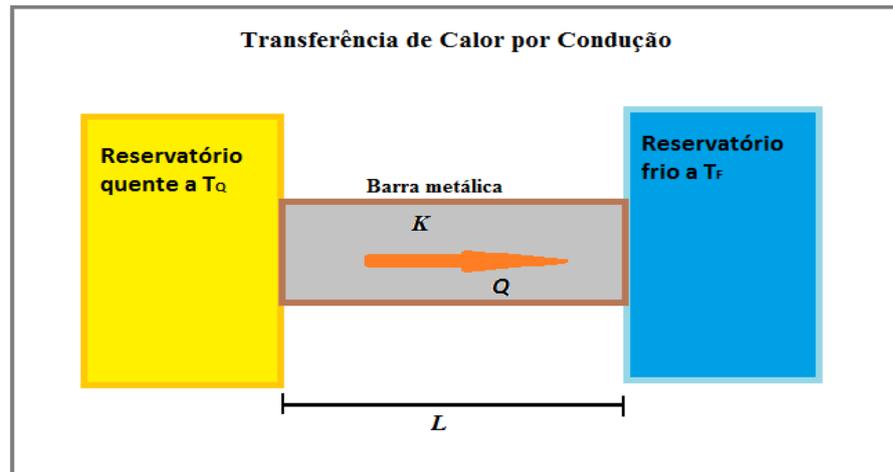


Figura 6 Condução de calor em um sólido  
Fonte: Própria

O coeficiente de condutibilidade térmica  $K$  é uma característica do material, ou seja, objetos compostos por substâncias diferentes têm coeficientes diferentes. De acordo com a composição dos materiais, esses conduzem mais ou menos calor. O fluxo de calor através de um corpo é diretamente proporcional ao coeficiente de condutibilidade térmica  $K$ , a área  $A$  e a diferença de temperatura, e inversamente proporcional ao comprimento  $L$ . Logo conclui-se que quanto maior for o  $K$ , a diferença de temperatura e a área dos materiais mais facilmente fluirá o calor nesse material (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2010).

A seguir veja a tabela 3 de condutividade térmica  $K$  de algumas substâncias.

Material	Condutividade Térmica (K) (W/m-K)	Material	Condutividade Térmica (K) (W/m-K)
Cobre	387	Carvalho	0,17
Aço doce	45,8	Pinho amarelo	0,14
Tijolo comum	0,69	Asbesto	0,15
Concreto	0,8 - 1,4	Papelão isolante	0,041
Vidro	0,76	Espuma (poliuretano)	0,034
Gesso	0,48	Ar	0,026
Polímero (PMMA)	0,19		

Tabela 3 Condutividade térmica  
Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009)

Examinando a Tabela 3, deduz-se que os metais são melhores condutores de calor, enquanto o concreto e o tijolo comum são maus condutores de calor, ou seja, são bons isolantes térmicos. Através da observação da tabela, verifica-se que é de suma importância que os profissionais (arquitetos, engenheiros eletricitas e civis entre outros) saibam analisar e

interpretar tabelas de condutividade térmica das substâncias para evitar qualquer tipo de sinistro ao construir equipamentos tecnológicos ou edificações. Uma parede por exemplo construída de tijolos conseguirá reter calor em um ambiente por muito mais tempo que uma parede feita de metal.

Através da equação 2 pode-se concluir que em um incêndio quanto maior a intensidade das chamas, maior é a quantidade de calor  $Q$  que será propagado nos materiais à sua volta, devido às altas diferenças de temperatura, agravando assim o sinistro. Logo conclui-se que quanto mais tempo demorar para debelar o incêndio mais calor fluirá nos materiais, podendo desse modo completar o triângulo do fogo, que é composto por combustível, oxigênio e calor, em outras partes do ambiente. Deste modo, o tempo resposta num incêndio é de fundamental importância para um combate eficaz.

### 3.3 Transferência de Calor por Convecção

Quem nunca se deparou com uma fogueira e não ficou fascinado, ao ver tantas fagulhas incandescentes saírem juntas das chamas e subirem para o céu tão rapidamente e ao mesmo tempo não ficou intrigado por que tal coisa acontece? Isso deve ter ocorrido com muitas pessoas e pode ter acontecido inclusive com você.



**Foto 5 Fagulhas**

**Fonte: (EM PORTUGUÊS CORRECTO, 2017)**

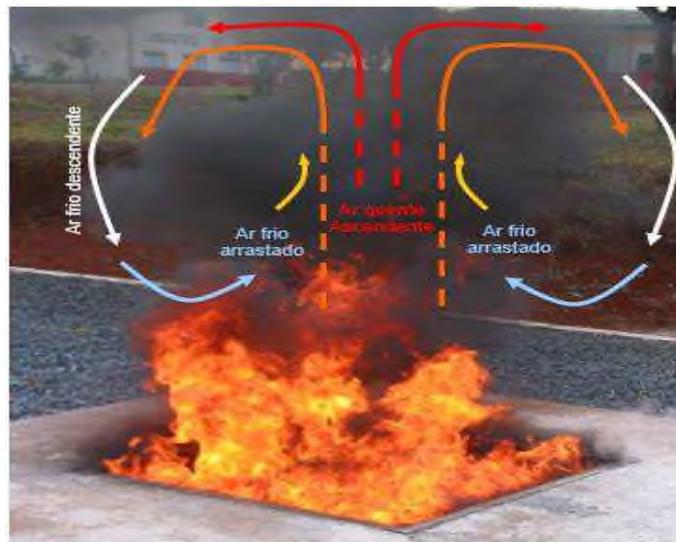
Esse fenômeno físico das fagulhas incandescentes subirem rapidamente pode ser explicado pela transferência de calor por convecção.

O processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de um local para o outro, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido, é chamado de convecção. É importante salientar que a convecção ocorre somente em fluidos (gases, vapores e líquidos), isto é, tudo aquilo que pode escoar. Esse fenômeno físico não acontece nos sólidos e nem no vácuo. (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2010)

O ar é um fluido, tem massa e ocupa um volume no espaço e através dessas duas propriedades gerais da matéria, definiu-se uma propriedade física chamada de densidade, que é a razão entre a massa (m) e o volume (V) que essa massa ocupa no espaço, a qual é calculada através da seguinte expressão

$$D=m/v \quad (3)$$

O ar como já foi dito é um fluido o qual permeia toda a fogueira e, quando aquecido, aumenta de volume e pela definição de densidade é facilmente observado que a densidade dele diminui, e quando o ar fica menos denso ele sobe levando consigo pequenas fagulhas incandescente e fumaça para o céu.



**Foto 6 Convecção da fumaça**  
**Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 77)**

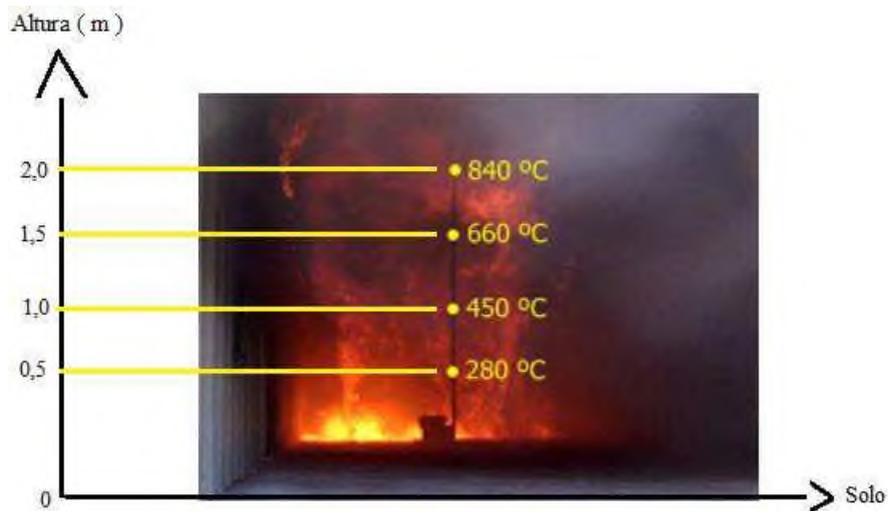
Em um incêndio em ambiente confinado, isto é, em lugares fechados como residências, prédios, fábricas entre outras edificações como por exemplo a figura 7, nota-se que a fumaça menos densa que o ar transferiu calor da base do fogo para a parte mais alta da edificação, agravando e potencializando ainda mais o sinistro.



**Figura 7** Transferência de calor por convecção da fumaça  
 Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 76)

Quanto mais aquecido o ar, mais rápida e violenta será a ascensão da fumaça e dos gases quentes.

Em ambientes fechados, os gases aquecidos ficam dispostos em camadas de temperatura crescente do piso ao teto. Próximo ao piso, toda a área horizontal apresenta temperatura semelhante, que é muito inferior a temperatura próxima ao teto.



**Foto 7** Camadas de temperatura crescente do solo ao teto  
 Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009)

### 3.4 Transferência de Calor por Radiação

Quando as pessoas vão a praia, ficam expostas às radiações solares. Grande parte da energia que recebem do Sol chega até elas através de ondas eletromagnéticas, que, ao

atingirem o corpo delas, são absorvidas e transformadas em energia térmica (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2010).

Na radiação, a energia térmica é transportada através do espaço através de ondas eletromagnéticas que se movem na velocidade da luz. A radiação térmica, as ondas de luz, as ondas de rádio, as ondas de televisão, os raios X, são todas formas de radiação eletromagnética que distinguem pelos respectivos comprimentos de onda e frequências. (TIPLER; MOSCA, 2006, p.709)

O processo de propagação de calor através de ondas eletromagnéticas é chamado de radiação térmica para diferenciá-lo de outros sinais eletromagnéticos e das radiações nucleares. As ondas eletromagnéticas se propagam tanto em meios materiais quanto no vácuo. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009)



**Figura 8** Transferência de calor por radiação térmica  
**Fonte:** (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 84)

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 202) “Quando você se aproxima de uma fogueira é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui”.

Todos os corpos que estão a uma certa temperatura emitem e absorvem radiação térmica. Quando um corpo está em equilíbrio térmico com outros objetos a sua volta, ele emite e absorve a mesma quantidade de calor, ou seja, à mesma taxa. A taxa em que um corpo irradia energia através de ondas eletromagnéticas é diretamente proporcional à área do corpo e à quarta potência da temperatura absoluta que essa área se encontra (TIPLER; MOSCA, 2006).

Segundo Tipler e Mosca (2006, p. 717) “Esse resultado, determinado empiricamente por Josef Stefan, em 1789, e deduzido teoricamente por Ludwig Boltzmann, é chamado de lei de Stefan-Boltzmann”:

$$P_r = e\sigma AT^4 \quad (4)$$

Onde  $e$  representa a emissividade da superfície do objeto;  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann;  $A$  é a área onde há a emissão de radiação;  $T$  é a temperatura da área (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Em um incêndio, o calor proveniente das chamas será irradiado em todos os sentidos e em todas as direções. O material que estiver em seu caminho irá absorver o calor fornecido pelas ondas e terá sua temperatura elevada, o que poderá causar a pirólise, ou, até mesmo, fazer com que atinja seu ponto de ignição.

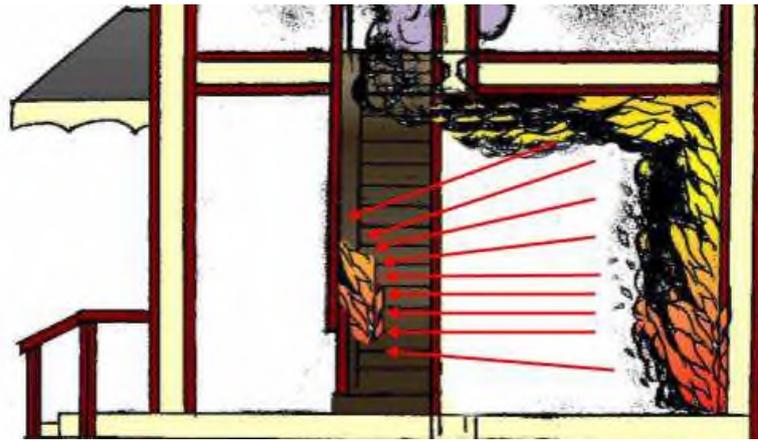


Figura 9 Transferência de calor por radiação para um ponto distante do foco  
Fonte: (OLIVEIRA FILHO, 2009, p. 86)

A Figura 9 mostra a ação da radiação térmica ou ondas de calor provenientes das chamas, em direção à escada, que se incendia quando se completa nela o triângulo do fogo (ou seja, o combustível que é a madeira da escada mais o oxigênio e mais o calor). (OLIVEIRA FILHO et al., 2009)

Em um incêndio, a fumaça transfere calor por convecção e radiação. Se o incêndio ocorre em um cômodo, o calor da fumaça e dos gases acaba sendo limitado pela presença das paredes e do teto. A seguir, o calor do teto é irradiado para baixo, fazendo com que a mobília sofra pirólise e atinja seu ponto de ignição, inflamando os materiais de uma forma generalizada. (OLIVEIRA FILHO et al., 2009)

#### 4. A ABORDAGEM METODOLÓGICA CIENCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

A abordagem metodológica CTS vem crescendo aos poucos no meio da educação do Brasil. O movimento CTS teve seu início na década de 60, isto é, quase duas décadas depois da segunda guerra mundial, que foi de 1940 a 1945. O ensino embasado nessa tríade começou a ser difundido primeiramente nos grandes países capitalistas, isto é, nos países europeus e nos da América do Norte (SANTOS E MORTIMER, 2002).

Segundo Pinheiro,:

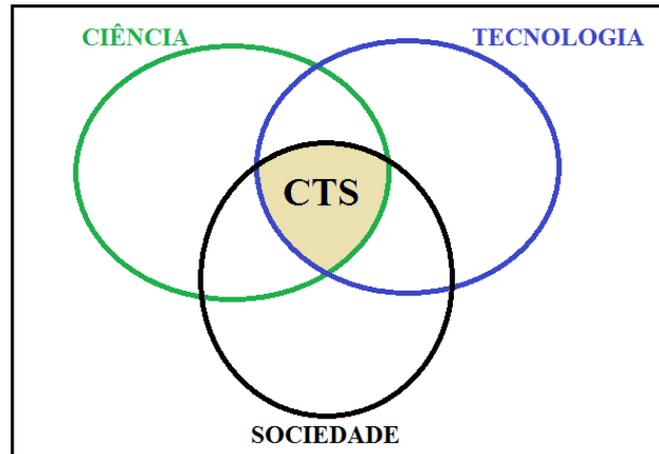
O movimento CTS teve suas origens nos acontecimentos de 1960 e 1970, os quais causaram profundas mudanças no cenário dos países europeus e da América do Norte, vindo mais tarde a refletir-se no mundo de forma geral. Esses movimentos pautaram-se em questionamentos em torno da ciência e da tecnologia, com relação às armas nucleares e químicas, agravamento dos problemas ambientais e seus impactos na vida das pessoas. (MATOS e BAZZO, 2007, p. 152)

O ensino dos conteúdos com ênfase em CTS estimula um cidadão reflexivo e crítico reconhecendo-se como um ser sociocultural histórico que molda a natureza e ao mesmo tempo é moldado pela ciência, pela tecnologia que criou e pela sociedade (SANTOS E MORTIMER, 2002). Segundo Auler e Bazzo (2001, p.3) “Outro objetivo que pode ser acrescido ao espectro consiste em alcançar pensamento crítico e independência intelectual”

Nesta abordagem o estudante é o agente principal podendo atuar de maneira consciente para solucionar problemas no que tange a inter-relação da ciência, da tecnologia e da sociedade. Segundo Santos e Mortimer:

Desde a década de sessenta, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS – ciência, tecnologia e sociedade – vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Tais currículos apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social. (SANTOS e MORTIMER (2002, p. 110)

“A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos” (SANTOS E MORTIMER, 2002, p. 113). Uma concepção de CTS nada mais é do que o ensino de ciência, a educação tecnológica e a educação para cidadania, como uma intersecção dessas três áreas do conhecimento.



**Figura 10** Visão da inter-relação da CTS como intersecção da tríade  
**Fonte:** Própria

#### **4.1 Influência mútua entre a tríade CTS**

O conteúdo dos currículos estruturados com uma abordagem CTS tem um cunho multidisciplinar, cujo objetivo é mostrar ao aluno que o conhecimento não está pautado somente em uma disciplina. “Os conceitos são sempre abordados em uma perspectiva relacional, de maneira a evidenciar as diferentes dimensões do conhecimento estudado, sobretudo as interações entre ciência, tecnologia e sociedade”. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 120)

O quadro 1 mostra de forma clara a inter-relação ou as interações entre ciência, tecnologia e sociedade e os efeitos e as influências que têm umas sobre as outras (SANTOS E MORTIMER, 2002).

<b>ASPECTOS DE CTS</b>	<b>ESCLARECIMENTOS</b>
1. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas
2. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobremaneira o estilo de vida desse grupo.
3. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
4. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	O desenvolvimento de teorias científicas pode influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções.
5. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
6. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

**Quadro 1 Aspectos de CTS com seus respectivos esclarecimentos**  
**Fonte: (SANTOS E MORTIMER, 2002).**

## **4.2 Estratégias de ensino**

As estratégias de ensino com abordagem CTS, que alguns profissionais da educação adotam, costumam seguir as etapas do fluxograma da figura 11.. Pesquisas mostram que as aulas ou currículos com enfoque CTS são mais efetivos quando os conteúdos são organizados por uma sequência didática assim .

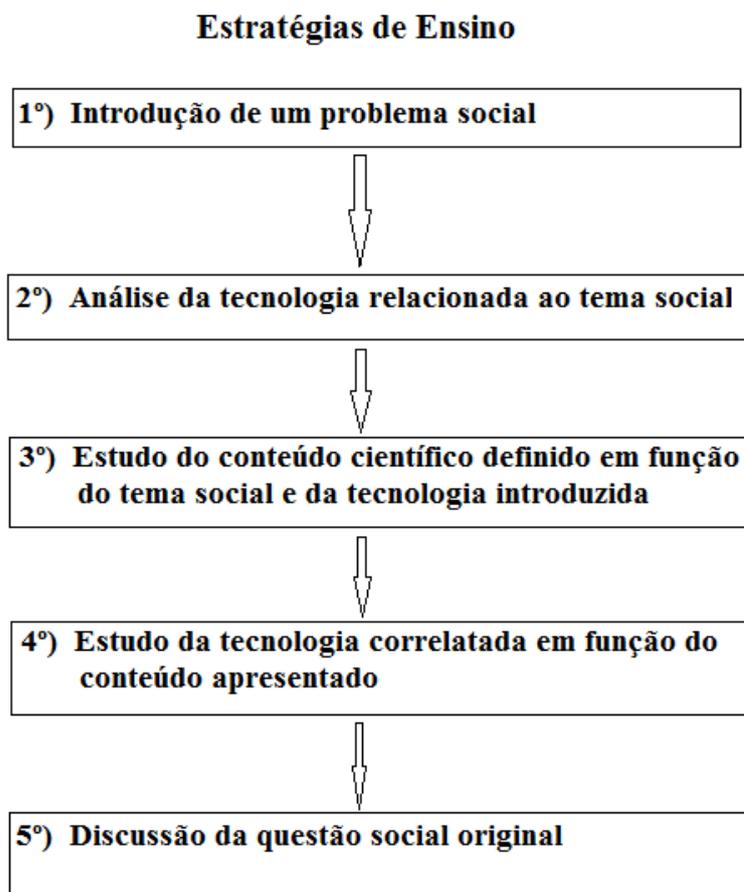


Figura 11 Estratégia de ensino com abordagem CTS  
Fonte: (SANTOS E MORTIMER, 2002).

### 4.3 Categorias curriculares

Segundo Santos e Mortimer (2002, p. 124) “Nem todas as propostas de ensino que vêm sendo denominadas CTS estão centradas nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Isso tem levado ao estabelecimento de várias classificações desses cursos, conforme o foco central”.

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação. Ensino	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de	Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA),

	<p>conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.</p> <p>Science</p>	<p>Values in School Science (EUA).</p>
<p>3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.</p>	<p>Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.</p> <p>Havard</p>	<p>Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).</p>
<p>Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS</p> <p>Ciências</p>	<p>Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.</p>	<p>ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understandig (EUA), Science Teachers' Association of victoira Physics Series (Austrália).</p>
<p>5. Ciências por meio do conteúdo de CTS</p>	<p>CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de</p>	<p>Logical Reasoning in Science and Technology</p>

	ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	(Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK)
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS O	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá)
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social	Science and Society (UK.), Innovations: The Social

	importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Consequencies of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).
--	--	--

**Quadro 2 Categoria de ensino CTS**  
**Fonte: (SANTOS E MORTIMER, 2002).**

## 5. A PROPOSTA DIDÁTICA

O ensino de ciências que se relaciona mutuamente tanto com a tecnologia quanto com a sociedade foi a inspiração para a sequência didática apresentada neste trabalho com a temática “incêndio” para discutir as formas de propagação de calor (VIANNA et al., 2013).

Para esta sequência foram selecionados vídeos para a discussão de alguns incêndios que podem ocorrer no dia a dia, por negligência das pessoas ou por acidente. A partir dessas observações, as formas de transmissão de calor são trabalhadas com os alunos pelo professor (VIANNA et al., 2013). Assim, esta sequência busca facilitar a compreensão das formas de transmissão de calor e suas implicações em nossa sociedade, promovendo estudantes críticos com pensamentos habilidosos para criar para si e para os outros, formas de diminuir esse tipo sinistro que tanto abala a sociedade (VIANNA et al., 2013).

A estratégia de ensino-aprendizagem será dividida em 8 momentos pelo professor, conforme mostra o passo a passo dos momentos abaixo.

**1º Momento:** A aula iniciará com perguntará problematizadora: *Quais são as principais causas de incêndios tanto urbano quanto em vegetação?*

Nesse instante os alunos discutirão entre si e responderão à pergunta. O professor anotarà no quadro as principais causas de incêndios relatados.

Após o levantamento de hipóteses a turma assistirá a 4 vídeos que tratam de incêndios. Desses 4 vídeos, 3 vídeos abordam incêndios urbanos e florestais e um vídeo trata da prevenção de incêndios. O primeiro vídeo está ilustrado na Figura 12 a seguir e mostra o incêndio que ocorreu no prédio de Londres em junho de 2017 que matou 79 pessoas. Esse desastre começou com um curto circuito numa geladeira.



**Figura 12** Incêndio em prédio Residencial em Londres  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=n5XX4J7DXL8>

O segundo vídeo está ilustrado na figura 13 e relata os incêndios florestais ocorridos em Portugal e na fronteira com a Espanha, e os prejuízos socioeconômicos.



**Figura 13 Incêndio em Portugal**

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=vDoZ8GouUKI>

O terceiro vídeo está ilustrado na figura 14, que trata do triângulo do fogo. Além disso, discute sobre a importância de estar consciente sobre a necessidade de prevenir incêndios.



**Figura 14 Como prevenir incêndios**

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=PKOS7ua7BGA>

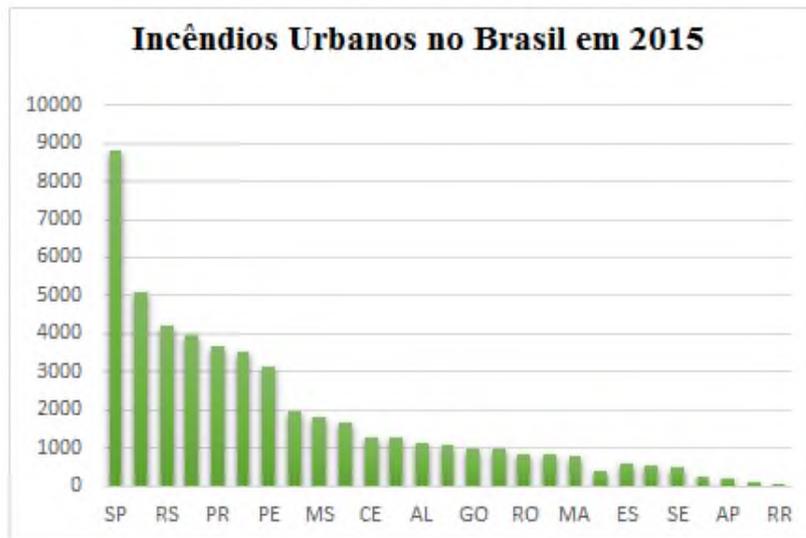
O quarto vídeo, de apenas 6 segundos, está ilustrado na figura 14 e mostra um incêndio que ocorre na cozinha quando uma pessoa joga água sobre óleo de cozinha que está pegando fogo.



**Figura 15 Incêndio provocado por óleo de cozinha**

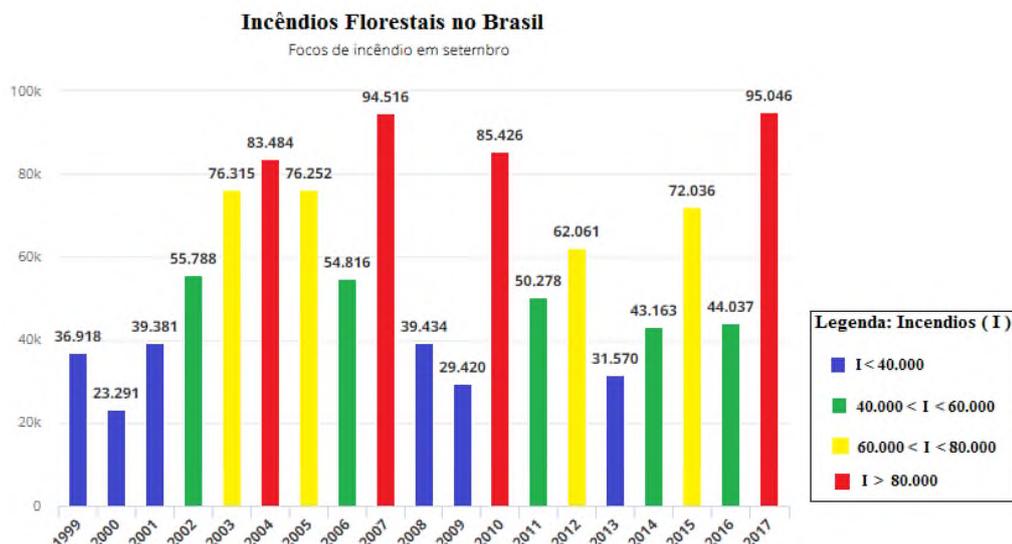
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=qAjMNpQkF5U>

**2º Momento:** Na sequência, o professor discutirá as Estatísticas de incêndio urbano e florestal no Brasil através de gráficos.



**Gráfico 7 Incêndios Urbanos no Brasil em 2015**

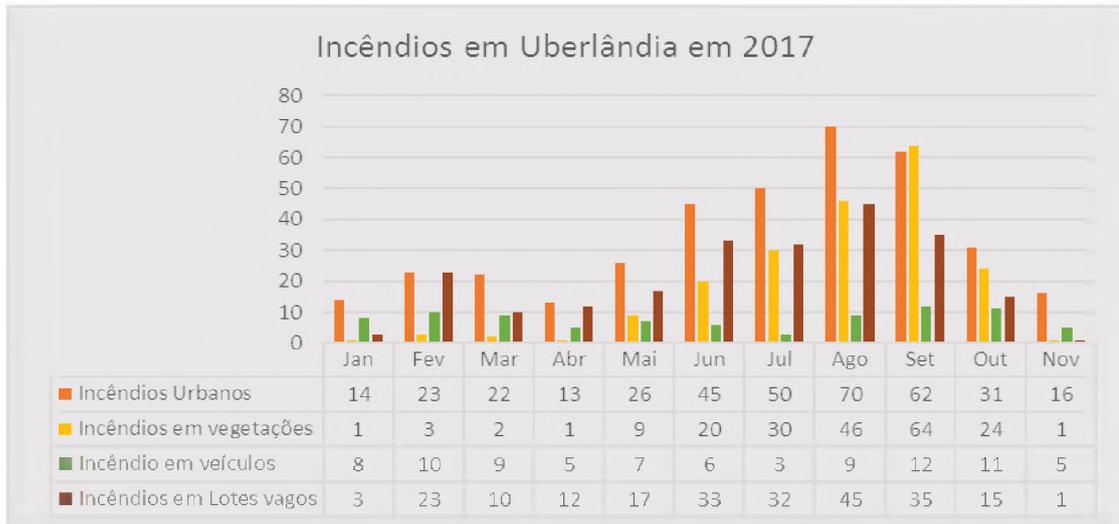
Fonte: (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017)



**Gráfico 8 Focos de incêndios florestais em setembro no Brasil**

Fonte: (G1, 2017)

Em seguida, o professor falará das quantidades de incêndios ocorridos em Uberlândia de janeiro a novembro de 2017, através de um gráfico tabelado, de acordo com o gráfico 9.



**Gráfico 9 Incêndios em Uberlândia de janeiro a novembro de 2017**

**Fonte: Própria**

**3º Momento:** No terceiro momento, o professor explicará o que é fogo, incêndio, triângulo do fogo e como extinguir o fogo. Também mostrará as definições de fogo contido na tabela 2. O fogo é um fenômeno que acontece quando as partículas do combustível se ligam as partículas do oxigênio e liberam calor e luz.

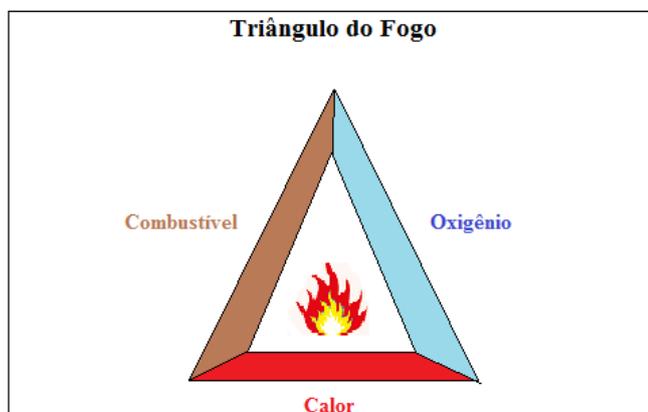
Orgãos	Definições
BRASIL - NBR 13860:	Fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.
ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA - (NFPA):	Fogo é a oxidação rápida autossustentada acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz
INTERNACIONAL - ISO 8421-1:	Fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos.
INGLATERRA - BS 4422: Parte1:	Fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado por fumaça, chama ou ambos.

**Tabela 4 Definições de fogo**

**Fonte:**

Na sequência o professor falará que “incêndio”, de acordo com (ABNT, 1997) “É o fogo fora de controle” ou “espalhamento de combustão descontrolado no tempo e no espaço” (OBP, 1987).

No desenrolar da aula o professor falará que o triângulo do fogo é composto por três elementos: combustível, oxigênio e calor. Esse triângulo quer dizer que, para criar ou acender um fogo é preciso de três elementos que são os combustíveis, o oxigênio e o calor.



**Figura 16 Triângulo do fogo**  
Fonte: Própria

Dando seguimento, o professor perguntará: *O que é necessário para combater um incêndio?* Após ouvir as hipóteses, o professor discutirá os métodos de extinção de um incêndio, ou seja, que visam retirar um ou mais componentes do triângulo do fogo.

**4º Momento:** O terceiro momento da sequência iniciará com a pergunta problematizadora “*Como o calor das chamas do incêndio se propaga?*”. Após o levantamento de hipótese dos estudantes, o professor realizará três experimentos, são eles:

#### Experimento 1: Condução de calor

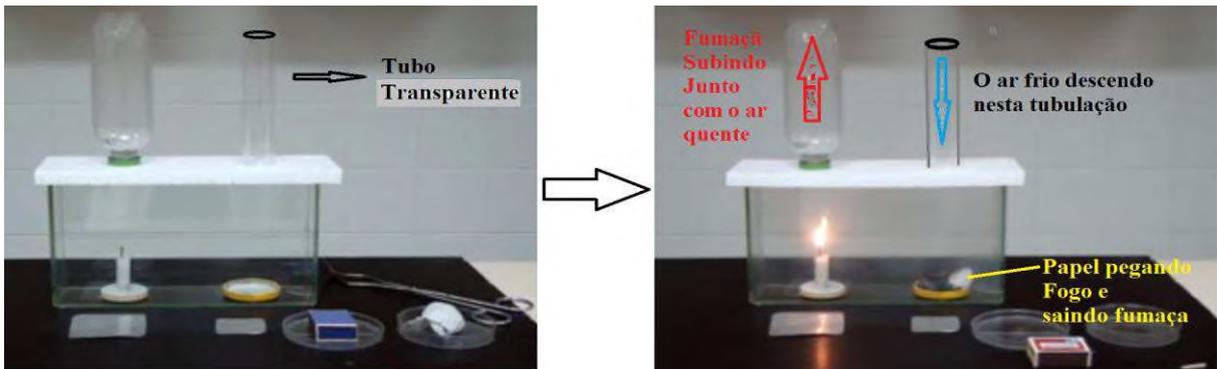
O professor utilizará uma lata de alumínio, uma vela e alguns palitos de fósforo. Ele fará o experimento 1 conforme a foto 8 para corroborar e ampliar a visão dos alunos sobre transferência de calor por condução e demonstrar que para incendiar algum material não precisa de uma chama propriamente dita, mas de combustível, comburente e calor confirmando o triângulo do fogo.



**Foto 8 Experimento representando a condução de calor.**  
Fonte: Própria

#### Experimento 2: Convecção de calor

O professor acenderá uma vela, e colocará fogo em um pedaço de papel, os posicionará dentro de uma caixa de vidro conforme ilustra a foto 9, e irá tampá-la com uma tampa de isopor à qual estão conectados dois tubos com diâmetros diferentes. Em seguida, o professor chamará a atenção dos alunos para que eles observem a fumaça que só está sendo expelida pelo tubo de maior diâmetro.



**Foto 9** Experimento demonstrando a convecção de calor.  
**Fonte:** (CONVECÇÃO... 2011)

### Experimento 3: Irradiação de calor

Na sequência o professor pegará um termômetro que está a temperatura ambiente e colocará dentro de uma lata preta perto de uma vela acesa e pedirá para os alunos observarem que a temperatura do termômetro está subindo ao passar o tempo. Ele também falará que o fogo não está encostando na lata e nem a fumaça quente, pois ela está subindo, e ele mesmo se indagará frente aos alunos, por que a temperatura do termômetro está subindo se aparentemente nada está encostando na lata?



**Foto 10** Experimento representando irradiação de calor.  
**Fonte:** Própria

Após a realização dos experimentos o professor sintetizará os conceitos físicos envolvidos nos experimentos, e comentará que as transferências de calor podem ocorrer de três formas, condução, convecção e irradiação e explicando que cada forma de propagação de

calor dando ênfase nos três experimentos físicos feitos na sala de aula. Após a explicação ele finalizará com a pergunta problematizadora, revendo as hipóteses levantadas no início do terceiro momento.

Na sequência, o professor questionará: “*De acordo com o experimento 1, por que não devemos colocar fogo em entulhos encostados na parede das residências?* ”

**5 Momento:** “*Por que num incêndio em lugares fechados você deve andar abaixado?* ”. Após o levantamento das hipóteses dos estudantes, será apresentado um vídeo que mostra uma simulação de incêndio em uma sala de estar.



**Figura 17** Simulação de incêndio em uma sala de estar  
<https://www.youtube.com/watch?v=kJIT19ohAQs>

Após ver o vídeo o professor voltará na pergunta norteadora dialogando com os estudantes.

**6º Momento:** O sexto momento será dedicado para discutir as tecnologias utilizadas para apagar princípios de incêndios. O professor apresentará a maioria dos equipamentos utilizados em operações de extinção de incêndio pelos os bombeiros, são elas:

- Mangueiras de 1½ e 2½ polegadas.
- Esguichos: regulável, canhão, proporcionador de espuma, agulheta e pistola.
- Ferramentas: chaves de mangueira; chaves de mangote, chave tipo T.
- Acessórios hidráulicos: divisor, coletor, reduções, adaptadores e tampões.
- Aparelhos extintores portáteis.

Também será comentado sobre os aparelhos extintores, uma tecnologia muito utilizada pelas pessoas no dia a dia para apagar princípios de incêndio.

Em seguida o professor dirá que as diferentes Classes de Incêndio são divididas de acordo com o material combustível em quatro classes: A, B, C e D.

Os incêndios que ocorrem em materiais tais como madeira, borracha, papel e outros que queimam em profundidade, deixando resíduos são chamados incêndio classe A;

Os incêndios que acontecem em líquidos com álcool, gasolina, diesel entre outros são chamados de classe B

Os incêndios que ocorrem em equipamentos energizados como fiação elétrica, televisão, computadores entre vários outros são chamados de classe C.

Os incêndios que acontecem em materiais pirofóricos como por exemplo Alumínio em Pó, Magnésio, Titânio entre outros são chamados de classe D.

De acordo com a NBR, extintor de incêndio é “Aparelho de acionamento manual, constituído de recipiente e acessórios contendo o agente extintor destinado a combater princípios de incêndio”.

Ele também contará que os extintores podem ser classificados de acordo com o seu agente extintor. E que os aparelhos extintores de incêndio mais comuns atualmente são: extintor à base de água, extintor à base de gás carbônico extintor à base de pó químico.

Agente extintor é a substância que está dentro dos extintores utilizada para a extinção de fogo e trazem em seu corpo as classes de incêndio para as quais é mais eficiente, ou as classes para as quais não devem ser utilizados (Figura 18).

### Pictogramas que representam as classes de incêndio



Figura 18 Pictograma das classes de incêndio  
Fonte: (EQUITEC EXTINTORES, [21--?])



Figura 19 Cesses dos extintores  
Fonte: Própria

Depois será solicitado para observar a figura 19 e será questionado em quais classes de incêndios esses extintores podem ser utilizados. Na sequência o professor e os alunos analisarão os três extintores e concluirão que:

O extintor 1 só poderá ser utilizado na classe de incêndio A.

O extintor 2 só poderá ser utilizado nas classes de incêndio B e C.

O extintor 3 só poderá ser utilizado nas classes de incêndio A e B.

Dando continuidade à aula o professor apresentará os componentes de um extintor para os discentes, de acordo com a figura 20.

#### Visão geral dos componentes de um Extintor



**Figura 20 Componentes de dum extintor**  
**Fonte: Própria**

Na subsequência o professor ensinará os estudantes a manusear um extintor, conforme o passo a passo abaixo.

- 1 Chame ou peça para alguém chamar os bombeiros pelo 193
- 2 Retire o lacre do extintor;
- 3 Puxe o pino do extintor;
- 4 Fique aproximadamente a 2 m do fogo a favor do vento
- 5 Aponte a mangueira para a base do fogo
- 6 Segure firme a mangueira pela empunhadura;
- 7 Use o extintor na posição vertical
- 8 Inicie a descarga do agente extintor apertando o gatilho até o fim
- 9 Com o jato dirigido para a base do fogo, faça movimentos suaves horizontalmente.

10 Afaste-se e repita todo o processo se as chamas voltarem a acender.

11 Saia imediatamente caso o fogo esteja fora de controle

**7º Momento:** Na sequência, o professor dividirá a sala em quatro grupos e três deles discutirão as perdas e prejuízos que os incêndios podem trazer para fauna e a flora, para a sociedade no que tange aos danos físicos e emocionais e para economia, e o outro grupo discutirá como criar prevenções para diminuir os incêndios.

Os temas para cada grupo se dividirão assim:

1º grupo: discutirá acerca dos prejuízos que os incêndios trazem para fauna e a flora;

2º grupo: discutirá a respeito dos prejuízos que os incêndios trazem para a sociedade no que tange aos danos físicos e emocionais;

3º grupo: discutirá que prejuízos os incêndios podem trazer para economia;

4º grupo: levantará soluções e prevenções para diminuir os incêndios.

A socialização da pesquisa será realizada a partir de um debate geral de tal forma que os alunos entenderão que a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade interagem entre si e também compreenderão as influências que uma pode fazer na outra.

**8º Momento:** A sequência poderá ser finalizada com atividade avaliativa. Como sugerido abaixo:

### **Atividade Avaliativa de Física Com Enfoque CTS**

Questão 1: Amélia está fazendo almoço e decide fritar batatas. Ela coloca o óleo para aquecer. Quando ele está bem quente, ela retira as batatas congeladas do freezer e as colocam direto na panela. O óleo dentro da panela começa a pegar fogo, o que fazer nesse caso?

A - Jogar água.

B - Colocar a tampa da panela ou uma toalha úmida abafando a panela.

C - Usar o extintor de incêndio classe A.

D - Utilizar uma toalha encharcada.

E - Nenhuma das alternativas.

Questão 2: Analise os grupos a seguir e assinale a alternativa que corresponde SOMENTE a tecnologias.

- I - Água, internet, mangueira de água;
- II - Balde, telefone, botijão de gás;
- III - Computador, vídeo game, televisão;
- IV – Caixa d'água, chuva, caneta

- A - Estão corretas as alternativas II e IV.
- B - Estão corretas as alternativas I e III.
- C - Está correta somente a alternativa III.
- D - Estão corretas as alternativas II e III.
- E - Estão corretas as alternativas II, III e IV.

Questão 3: O triângulo do fogo é formado por quais elementos?

- A - Condução, combustível e comburente.
- B - Convecção, combustível e calor.
- C - Comburente, oxigênio e calor.
- D - Água, luz e oxigênio.
- E - Comburente, calor e combustível.

Questão 4: Quais são os prejuízos que os incêndios podem trazer?

- A - Econômicos.
- B - Ambientais.
- C - Psicológicos.
- D - Físicos.
- E - Todas as afirmativas anteriores.

Questão 5: A transferência de calor pode ocorrer de quantas formas distintas?

- A - Uma forma.
- B - Duas formas.
- C - Três formas.

D - Quatro formas.

E - Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 6: Os extintores são utilizados para:

A - Apagar incêndios.

B - Apagar o fogo de uma churrasqueira.

C - Apagar princípios de incêndios.

D - Experimentos de química.

E - Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 7: O que é incêndio?

A - Uma reação de combustão controlada.

B - Fogo.

C - É o fogo fora de controle.

D - É o espalhamento controlado do fogo.

E - Calor.

Questão 8: O que é fogo?

A - É um dos produtos das reações químicas.

B - É o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.

C - É um vapor.

D - É uma fase da matéria.

E - As afirmativas A e B estão corretas.

Questão 9: Oficialmente no Brasil, os incêndios são divididos em quatro classes. Assinale a alternativa correta.

A - A, B, C e G.

B - B, D, E e F.

C - A, B, E e F.

D - A, B, C e D.

E - Todas as afirmativas estão corretas.

Questão 10: João está passeando na praça e decide comprar um jornal. Joaquim está fumando um cigarro na banca próximo a uma pilha revistas. Quando João chega, Joaquim coloca o cigarro em um cinzeiro para atendê-lo, mas não percebe que o cigarro caiu em cima de algumas revistas. Ao perceberem as revistas já estão pegando fogo e eles precisam agir rápido para que as chamas não atinjam toda a banca. Diante da problemática exposta, assinale a alternativa que corresponde à ação devida, para que o fogo seja controlado e apagado corretamente, levando em consideração que na banca existem os recursos necessários:

- A - Utilizar um extintor de incêndio qualquer, direcionando o jato acima do fogo.
- B - Utilizar um extintor de incêndio classe C, pois ele é indicado para apagar fogos em lugares abertos.
- C - Utilizar um extintor de incêndio classe A, direcionando o jato para a base do fogo.
- D - Utilizar o extintor que estiver mais perto, independente se é o destinado para tal situação.
- E - Utilizar um extintor de incêndio classe A, direcionando o jato acima do fogo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi estruturado de uma maneira sequencial, dividido em seções, que serve como material de apoio para professores de Física que irão trabalhar a ciência da Termodinâmica, mais especificamente as transferências de calor. Neste TCC é apresentada uma breve lista de incêndios que marcaram a humanidade, tanto no território nacional quanto no território internacional. Nas duas primeiras seções fala-se a respeito de alguns incêndios que aconteceram no exterior, e de alguns incêndios que marcaram a vida da população brasileira. Na sequência foram apresentados gráficos feitos através de deduções que tentaram representar da melhor maneira possível os incêndios ocorridos no Brasil. Prosseguindo mostrou-se de maneira didática através de gráficos e tabelas os incêndios ocorridos no município de Uberlândia, com dados disponibilizados pelo 5º CBMMG. Na terceira seção falamos sobre a ciência que está por detrás do incêndio, dando ênfase nas transferências de calor. Finalizando, a penúltima seção tratou da abordagem metodológica do movimento CTS, a qual foi a base do trabalho e da proposta didática que é a última seção do trabalho.

A motivação para a realização desse trabalho de conclusão de curso com o tema “*O ensino de Transferência de calor baseado na Temática Incêndios: Uma proposta CTS*” foi devido à falta de informação que as pessoas têm sobre prevenção contra incêndios, à falta de um pensamento crítico acerca desse sinistro, à falta de discernimento de relacionar conceitos físicos e de química com esse desastre que tanto tem destruído famílias, lares, indústrias, cidades e o meio ambiente no que tange a fauna, a flora, a poluição do ar, o agravamento do efeito estufa entre outros, e essa motivação também veio do fato de que o autor deste trabalho faz parte do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, que combate incêndios tanto na área urbana quanto na área florestal, que muitas das vezes poderiam ser evitados se as pessoas tivessem uma educação embasada no movimento CTS.

Diante disso foi montada uma proposta didática com enfoque CTS dividida por momentos, que utilizará alguns recursos didáticos, como vídeos, experimentos físicos, aulas dialogadas, aulas expositivas e atividades de física com abordagem CTS.

O grau de importância dessa sequência didática é que ela faz com que o aluno aprenda a relacionar os conceitos de ciência aprendidos em sala de aula com a tecnologia e com a sociedade e como elas se interagem entre si, e ela também faz com que as pessoas tenham mais consciência sobre prevenção contra incêndios, e noção de como atuar frente a

esse sinistro. Essa sequência didática é importante porque ela norteia o aluno a um pensamento reflexivo e crítico sobre os problemas sociais e como resolvê-los de uma maneira inteligente e sustentável para a sociedade.

Almeja-se que este TCC com enfoque CTS possa ser desenvolvido nas salas de aula como material de apoio para o professor, porque há poucos materiais de ensino abordando esse conteúdo social que são os incêndios. Quando este material for utilizado como material de apoio nas aulas de Termodinâmica, espera-se que a abordagem do tema seja feita com zelo, para que depois da ministração da aula para os discentes, esses saiam da aula cidadãos mais críticos e reflexivos acerca das interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

## REFERÊNCIAS

A SALVAÇÃO veio dos céus. **Folha de S. Paulo**. São Paulo. 25 fev. 1972. Disponível em: <[http://almanaque.folha.uol.com.br/cotidiano\\_25fev1972.htm](http://almanaque.folha.uol.com.br/cotidiano_25fev1972.htm)>. Acesso em: 18 out. 2017.

ACERVO O GLOBO (Rio de Janeiro) (Comp.). Em Niterói, incêndio no Gran Circo Norte-Americano mata mais de 500 pessoas. **O Globo**. Rio de Janeiro. 09 jul. 2013. Disponível em: <<http://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/em-niteroi-incendio-no-gran-circo-norte-americano-mata-mais-de-500-pessoas-8969092>>. Acesso em: 14 out. 2017.

ARQUIVO N relembra os 40 anos do incêndio no Edifício Joelma. **Globo News**. São Paulo. 27 jan. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/noticia/2014/01/arquivo-n-relembra-os-40-anos-do-incendio-no-edificio-joelma.html>>. Acesso em: 17 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro: [s. n.], 1993. Disponível em: <<http://pcpreventivo.com.br/img/normas/nbr12693-sistemasdeproteoporexintoresdenopw-120613141221-phpapp01.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/36892/nbr13860-glossario-de-termos-relacionados-com-a-seguranca-contra-incendio>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

BATISTA, Liz. Fogo no Joelma: 40 anos da tragédia que marcou SP: Bombeiros lutaram contra o fogo por mais de 10 horas; muitos se atiravam do prédio para fugir das chamas. **O Estado de São Paulo**. Acervo Estadão. São Paulo. 31 jan. 2014. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,fogo-no-joelma-40-anos-da-tragedia-que-marcou-sp,9669,0.htm>>. Acesso em: 17 out. 2017.

BENI, Eduardo Alexandre. **Os heróis existem – O incêndio do Edifício Andraus**. 2011. Disponível em: <<https://www.pilotopolicial.com.br/os-pioneiros-do-salvamento-o-incendio-do-edificio-andraus/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou; BISCOLOLA, Gualter José. **Física**. Ensino Médio. São Paulo: Saraiva, 2010. 2 v.

BOL/FOLHAPRESS (São Paulo). **Relembre o incêndio do edifício Andraus, em São Paulo**. 2017. Disponível em: <<https://noticias.bol.uol.com.br/fotos/imagens-do-dia/2017/02/24/relembre-o-incendio-do-edificio-andraus-em-sao-paulo.htm>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BORGES, Augusto César. Incêndio no Joelma mata 188 pessoas em SP. **Folha de São Paulo**. São Paulo. 19 fev. 2014. Disponível em: <<http://f5.folha.uol.com.br/saiunonp/2014/02/1414050-incendio-no-joelma-mata-mais-de-100-pessoas-em-sp.shtml>>. Acesso em: 17 out. 2017.

BORTOLOTTI, Bernardo. Extintor que não funcionou na Kiss foi usado 2 dias antes, diz segurança. **G1**. São Paulo. 22 maio 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande>>

do-sul/noticia/2014/05/extintor-que-nao-funcionou-na-kiss-foi-usado-2-dias-antes-diz-ex-seguranca.html>. Acesso em: 20 out. 2017.

BUSTAMANTE, Luisa (Comp.). Incêndio no Gran Circo em Niterói completa 50 anos. Relembre. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro. 17 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/rio/noticias/2011/12/17/incendio-no-gran-circo-em-niteroi-completa-50-anos-relembre/>>. Acesso em: 14 out. 2017.

CONVECÇÃO Térmica (GASES). [S.l.]: [s.n.], 2011. You Tube, son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=awijS1fCsic>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

**EL PAÍS**. Las causas del incendio del hotel Corona de Aragón se desconocen 10 años después. Zaragoza, 10 jul. 1989. Disponível em: <[https://elpais.com/diario/1989/07/12/espana/616197622\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1989/07/12/espana/616197622_850215.html)>. Acesso em: 12 out. 2017.

EM PORTUGUÊS CORRECTO (Portugal). **Faúlha ou Fagulha?** 2017. Disponível em: <<http://emportuguescorrecto.blogs.sapo.pt/faulha-ou-fagulha-66086>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

EQUITEC EXTINTORES (São Cristóvão). **Classes de Incêndio**. [21--?]. Disponível em: <<http://equitecextintores.com.br/classes-de-incencios/>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

ERROS que provocaram tragédia do Edifício Joelma ainda podem se repetir. 2016. **Campo Grande News**. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/cidades/erros-que-provocaram-tragedia-do-edificio-joelma-ainda-podem-se-repetir>>. Acesso em: 17 out. 2017.

ESTATÍSTICAS de incêndios no Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Item/displayifs.aspx?List=0c839f31-47d7-4485-ab65-ab0cee9cf8fe&ID=474274&Web=88cc5f44-8cfe-4964-8ff4-376b5ebb3bef>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

EXATA NEWS ([s.l.]). **Após incêndio na Boate Kiss, nova regra obriga divulgação de alvarás**. 2013. Disponível em: <<http://www.exatasnews.com.br/apos-incendio-na-boate-kiss-nova-regra-obriga-divulgacao-de-alvaras/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

**FOLHA DE SÃO PAULO**. Tragédias marcam peregrinação muçulmana. São Paulo, 12 jan. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/mundo/ult94u91476.shtml?loggedpaywall>>. Acesso em: 12 out. 2017.

FREIRE, Vinucius Torres. Pulei para não morrer queimado e sobrevivi. **Folha de São Paulo**. São. 30 jan. 1994. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/1/30/cotidiano/14.html>>. Acesso em: 17 out. 2017.

G1. **Brasil tem mês com maior número de queimadas da história**. [S. l.], 22 set. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/brasil-tem-mes-com-maior-numero-de-queimadas-da-historia.ghtml>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Gravitação, ondas e termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 2 v. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sergio de Biasi.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL (Brasil). **Estatística**. Disponível em: <<http://www.sprinklerbrasil.org.br/instituto-sprinkler-brasil/estatisticas/>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

LIASCH, Jonas. **Resgate aéreo dramático: o incêndio do Edifício Andraus**. 2013. Disponível em: <<http://culturaaeronautica.blogspot.com.br/2013/01/resgate-aereo-dramatico-o-incendio-do.html>>. Acesso em: 18 out. 2017.

**O ESTADÃO**. Incêndio atinge hotel-cassino de Las Vegas. São Paulo, 25 jan. 2008. Disponível em: <<http://internacional.estadao.com.br/noticias/america-do-norte,incendio-atinge-hotel-cassino-de-las-vegas,115263>>. Acesso em: 12 out. 2017.

**O GLOBO**. Dez grandes incêndios que chocaram o Brasil e o mundo, desde os anos 40. Rio de Janeiro, 23 jun. 2017. Disponível em: <<http://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/dez-grandes-incendios-que-chocaram-brasil-o-mundo-desde-os-anos-40-21512908>>. Acesso em: 12 out. 2017.

OGLIARI, Elder. Cianeto matou vítimas de incêndio na boate *Kiss*, apontam laudos. **O Estadão**. São Paulo. 15 mar. 2013. Disponível em: <<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,cianeto-matou-vitimas-de-incendio-na-boate-kiss-apontam-laudos,1009243>>. Acesso em: 20 out. 2017.

OLIVEIRA FILHO, Sossígenes de et al. **Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. Módulo 1 Comportamento do fogo. 2. ed. Brasília. 2009.

OLIVEIRA FILHO, Sossígenes de et al. **Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. Módulo 6 Ações de segurança e combate ao princípio de incêndio. 2. ed. Brasília. 2009.

ONLINE BROWSING PLATFORM. **ISO 8421**: Fire protection. [s.l]: [s.n.], 1987. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8421:-1:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física**. Hidrostática, termologia, óptica. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005. (2).

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E. (2002). **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S** (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2. Nº2. Disponível em: <<http://150.164.116.248/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/21/52>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

SCREEN TV ([s.l]). **Web Repórter: “Edifício Joelma”**. 2013. Disponível em: <<https://screentvoficial.wordpress.com/2013/03/08/web-reporter-edificio-joelma/>>. Acesso em: 17 out. 2017.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p. Disponível em: <[http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wp-content/uploads/2017/02/aseguranca\\_contra\\_incendio\\_no\\_brasil.pdf](http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wp-content/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

TIPLER, Paul Allan; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. Mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2006. 1 v. Tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro Vieira.

TRAGÉDIA em boate no RS: o que já se sabe e as perguntas a responder. **G1**. São Paulo. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/tragedia-em-santa-maria-o-que-ja-se-sabe-e-perguntas-responder.html>>. Acesso em: 20 out. 2017.

**VEJA**. Incêndio em prédio de Londres começou em geladeira. [S.l.]: Abril, 23 jun. 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/mundo/incendio-em-predio-de-londres-comecou-em-geladeira/>>. Acesso em: 12 out. 2017.

VIANNA, Deise Miranda et al. **Temas para o ensino de física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Rio de Janeiro: Bookmakers, 2013. 259 p. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/5120537ce4b0cbd2cf2677c6/t/53a087c8e4b080549e5e0cd5/1403029448512/Proenfis-e-book.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

PEREIRA, Wildson Luiz - Ensino de Ciências sob Abordagem CTS - Ciclo II - CTS. Brasília: Universidade de Brasília, 2013. Son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tx3giHc2VcA>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. **Reflexões Para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro**. [S.l.]: [s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

## ANEXOS

### A. CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS QUANTO A SUAS PROPORÇÕES

Os incêndios podem ser classificados de várias maneiras e uma forma de classificar-los é quanto as suas proporções, que está em função da sua intensidade, evolução e outros fatores técnicos. As classificações quanto às suas proporções podem ser feitas da seguinte maneira: (BRIGADA... [20--?]).

#### A. A PRINCÍPIO DE INCÊNDIO

São aqueles que envolvem uma peça de roupa, uma peça de mobiliário, um estofado de um automóvel, um motor e entre outros objetos, e que podem ser combatidos facilmente com aparelhos extintores ou baldes d' água dependendo da classe de incêndio. (BRIGADA... [20--?]).

#### A. B PEQUENOS INCÊNDIOS

São os que envolvem um cômodo, um quarto, um compartimento interno etc., os quais exigem maior quantidade de agentes extintores e tempo. (BRIGADA... [20--?]).

#### A. C MÉDIOS INCÊNDIOS

São os que abrangem um andar, uma casa residencial, uma pequena oficina etc. Neste enquadramento, a presença de uma equipe de brigada de incêndio de uma indústria que possua rede hidráulica e proteção por extintores poderá extinguir o incêndio. (BRIGADA... [20--?]).

#### A. D GRANDES INCÊNDIOS

São os incêndios que englobam um edifício inteiro, grandes lojas, grandes barracões, uma indústria, etc. (BRIGADA... [20--?]).

#### A. E INCÊNDIOS EXTRAORDINÁRIOS

São aqueles que abrangem ou envolvem diversas indústrias, diversos quarteirões, cidades inteiras etc. (BRIGADA... [20--?]).