



**Universidade de Brasília**

**FACULDADE UnB PLANALTINA**

**CIÊNCIAS NATURAIS**

**ENSINO DO CONCEITO DE TEMPERATURA POR MEIO DE  
FERRAMENTAS SISTÊMICAS**

**AUTOR(A): JADSON GOMES BARBOSA**

**ORIENTADOR(A): PROF. ISMAEL VICTOR DE  
LUCENA COSTA**



# Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

## ENSINO DO CONCEITO DE TEMPERATURA POR MEIO DE FERRAMENTAS SISTÊMICAS

**AUTOR(A): JADSON GOMES BARBOSA**

**ORIENTADOR(A): PROF. ISMAEL VICTOR DE  
LUCENA COSTA**

*Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Banca Examinadora,  
como exigência parcial para a  
obtenção de título de Licenciado do  
Curso de Ciências Naturais, da  
Faculdade UnB Planaltina, sob a  
orientação do Prof. Ismael Victor de  
Lucena Costa.*

Planaltina - DF

Agosto 2024

## **DEDICATÓRIA**

***Dedicamos este trabalho a Senhor Jesus por infinita graça.***

***E como está escrito “se procurar a sabedoria como quem procura a prata e buscá-la como quem busca um tesouro escondido, então você entenderá o temor do SENHOR e achará o conhecimento de Deus.”***

***Provérbios 2:4-6***

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha família e meus parentes pelo privilégio de existirem e de pode trocar ideias, carinhos e afetos.

Agradeço a toda a comunidade da FUP/UnB por fazer parte dessa história.

Agradeço aos professores da FUP/UnB por fazerem parte dessa história.

Agradeço ao Prof. Ismael Costa pela orientação, dedicação, competência, empenho e paciência.

# Sumário

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS.....	3
2.1 Objetivo Geral:.....	3
2.2 Objetivo Específico:.....	3
3. METODOLOGIA.....	3
4. FERRAMENTAS DE SISTEMAS E SUAS UTILIZAÇÕES NO TEMA TEMPERATURA.....	4
4.1 Mapa Mental.....	4
4.1.1 Mapa Mental do conceito de Temperatura.....	5
4.2 Mapa Causal.....	8
4.2.1 Exemplos de Mapas Causais.....	11
4.2.2 Mapa causal para expressar conceitos de Temperatura em uma simulação PHET do Micro-ondas.....	20
5. ESTUDOS DIRIGIDOS E SIMULAÇÃO DO PHET.....	23
5.1 Estudo dirigido sobre temperatura.....	23
5.2 Estudo dirigido e simulação do <i>Phet</i> : Formas de Energia e Transformações .....	25
6. DISCUSSÕES E POSSIBILIDADES.....	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXO.....	35
ANEXO – A Conceito de temperatura da seção 15.1 do livro Física Conceitual..	35
Do Paul G. Hewitt.....	35
Temperatura.....	35

## **RESUMO**

Ensinar conceitos de física sem um material adequado não é tarefa fácil, pois as vezes as definições dos conceitos são de difícil compreensão para o estudante sem um recurso didático adequado. E por causa disso, este trabalho propõe oferecer uma proposta de um material didático sobre o conceito de temperatura através de algumas metodologias tais como mapas mentais, mapas causais e simulações.

**Palavras-chave:** Mapas Causais, Temperatura, Recurso didático, Modelagem.

## **ABSTRACT**

Teaching physics concepts without adequate material is not an easy task, as sometimes the definitions of concepts are difficult for the student to understand without an adequate teaching resource. And because of this, this work proposes to offer a proposal for teaching material on the concept of temperature through some methodologies such as mental maps, causal maps and simulations.

**Keywords:** Causal Maps, Temperature, Teaching resource, Modeling.

## 1. INTRODUÇÃO

A Dinâmica de Sistemas (DS) surgiu na década de 50, fruto do trabalho do pesquisador estadunidense do MIT: Jay W. Forrester. A metodologia da Dinâmica de Sistemas tem como enfoque a modelagem e resolução de problemas em diversos campos de estudos. Ela tem uma abordagem em que se concebe os sistemas interligados entre si e seu ambiente, o que gera um comportamento dinâmico. Com isso se procura compreender como os sistemas se comportam, como suas estruturas interagem e se influenciam ao longo do tempo gerando comportamentos coletivos.

A Dinâmica de Sistemas é uma metodologia que surgiu para mapear diversos tipos de sistemas, seja eles sociais ou organizacionais e que com a visão sistêmica consegue-se enxergar partes dos sistemas interagindo e formando um todo. Segundo Villela (2005), a Dinâmica de Sistemas consegue mapear sistemas nas áreas de Ciências Sociais, Ciências Físicas, Químicas e Biológicas e Engenharias onde ela foi concebida.

Os sistemas são formados por elementos, interconexões e uma função/propósito em que a partir desses componentes é possível conhecer o sistema, e como ele trabalha e a sua finalidade (Meadows, 2022). Com isso se sabe o comportamento dinâmico do sistema e se ele tende a crescer, diminuir ou oscilar.

Diante do que foi exposto sobre sistemas, este trabalho tem como proposta apresentar o conceito de temperatura utilizando ferramentas sistêmicas.

Por esse motivo, o objetivo geral deste trabalho visa criar uma apresentação alternativa sobre o conceito de temperatura exposto na seção 15.1 no livro “Física Conceitual” do autor Paul Hewitt. Para os objetivos específicos, esse trabalho visa conhecer e trabalhar com os mapas causais, mapas mentais e a utilização do software Phet com o intuito de criar um material didático para apresentar o conceito de temperatura de forma alternativa e desse modo auxiliar o professor em sala de aula.

A fim de criar uma apresentação inovadora sobre o conceito de temperatura, escolhemos utilizar o software *Insight Maker e Loopy*, que consiste em um programa online e gratuito em que os usuários podem criar, visualizar e simular modelos de sistemas dinâmicos de forma interativa e intuitiva. No sentido de fazer simulações,

usaremos o *Phet* para trabalhar a energia de micro-ondas e formas de energia e transformações.

## **2. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS**

### **2.1 Objetivo Geral:**

Este trabalho tem como proposta apresentar o conceito de temperatura baseando-se na seção 15.1 do livro Física Conceitual do Hewitt se valendo de metodologias alternativas de ensino.

### **2.2 Objetivo Específico:**

- 1) Apresentar conceitos relacionado a temperatura por meio dos mapas mentais.
- 2) Criar apresentações de mapas causais por meio do software *Insight Maker* e *Loopy*.
- 3) Utilizar simulações do site *Phet* com o intuito de apresentar o conceito de temperatura de forma alternativa e assim auxiliar o professor em sala de aula.

## **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada nesta pesquisa tem como abordagem qualitativa, segundo Sampieri; Collado; Lucio, (2021) tem como enfoque a análise dos fenômenos com acuidade e sem precisar de dados numéricos a fim de obter resultados sobre o estudo.

Esta pesquisa tem como caráter ser descritiva, em que tem finalidade descrever como podem ser abordado as propostas de ensino alternativas para este trabalho.

O uso dessa metodologia tem como enfoque sugerir uma proposta didática sobre o conceito de temperatura do livro Física Conceitual do Hewitt na seção 15.1, e tem como finalidade usar formas alternativas de ensino, tais como, mapas mentais, mapas causais, estudo dirigido e simulação do *Phet*.



Embora este trabalho seja uma proposta de ensino de forma alternativa, seu enfoque será os alunos do 7º ano do ensino fundamental séries finais. De acordo com a BNCC: (EF07CI02) “Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmicos cotidianos” (Brasil, 2023, p 349).

Os procedimentos metodológicos que seriam adotados para colocar este recurso didático em prática, acompanha a orientação a seguir:

- Começar a aula de forma expositiva a fim de trabalhar todo o conteúdo de temperatura com os alunos.
- Utilizar o estudo dirigido sobre temperatura, a fim de sedimentar o conteúdo para os alunos.
- Recorrer as propostas dos mapas mentais para utilizar em sala, com finalidade de revisar o conteúdo com os alunos.
- Usar primeiro a simulação do *Phet* “Fonte de energia e transformações” com intenção de demonstrar os conceitos abstratos de forma concreta, e *Lopy* após aplicar estudo dirigido da mesma simulação, para uma aprendizagem ativa.
- Recorrer a simulação de micro-ondas do *Phet*, com o intuito de demonstrar os conceitos abstratos de forma concreta.
- Trabalhar com os mapas causais no *Insight Maker* e no *ncase.me/loopy/*, as relações de causais, explicando o que são mapas causais.

A sequência didática descrita, fica a critério do professor saber de quantas aulas são necessárias para a sua aplicação e para obtenção dos resultados.

## **4. FERRAMENTAS DE SISTEMAS E SUAS UTILIZAÇÕES NO TEMA TEMPERATURA**

### **4.1 Mapa Mental**

Os Mapas Mentais (MM) surgiram na década de 70 com Tony Buzan por meio de observações a qual ele realizou em alunos que tiravam boas notas. Buzan estudou as anotações desses alunos, pois eram simples, concisas e com recursos diversificados e a partir dessa análise ele criou uma técnica: o Mapa Mental (Fenner, 2018).

O Mapa Mental permite apresentar ideias, imagens e símbolos para uma

melhor representação dos conceitos daquilo na qual estamos trabalhando. E para a representação dos conceitos, eles tem sido utilizados para diversos fins, pois o seu uso tem sido dado em varias áreas, desde os negócios até na educação (Lima; Manini, 2016).

Os Mapas Mentais permitem uma variedade de aplicações, tais como nas organizações pessoais, profissionais e nos estudos. Além disso, eles podem trazer benefícios intelectuais, emocionais, materiais e ajudar no processo de comunicação entres pessoas (Fenner, 2018).

Segundo Fenner (2018) durante o período de escolarização, aprende-se de forma linear, ou seja, da esquerda para direita e de cima para baixo. Entretanto, nos Mapas Mentais, de acordo com Pimentel e Pessi (2019), são estruturas radiais em que o nome, imagem ou símbolo fica disposto em forma de raios, em outros termos, o nome fica no centro e o restante das palavras-chaves ficam disposto em raios.

Caso se queira elaborar e construir Mapas Mentais por um meio manual, utiliza-se uma folha na horizontal, depois coloca o nome, imagem ou símbolo no centro da página como se fosse uma árvore em que o tronco fica no centro e logo após vai se puxando ramos dessa parte central da árvore, colocando os conceitos representados por palavras que sintetizam todo o conteúdo. Todavia para a criação de Mapas Mentais em softwares, segue o mesmo passo a passo da construção mencionada anteriormente (Gomes; Bastos; Lima, 2021; Pimentel; Pessi 2019).

Existem alguns softwares online que podem ser utilizados para elaboração de Mapas Mentais, por exemplo: Coggle, Freeplane, MindMaster, Xmind, MindManager e MindMup. Para este trabalho foi utilizado o Goconqr que é totalmente gratuito, online e não necessita fazer download, só precisa-se fazer um simples cadastro para, logo após, começar a sua utilização.<sup>1</sup>

#### **4.1.1 Mapa Mental do conceito de Temperatura**

A partir dos conceitos a respeito de temperatura expostos no Capítulo 15 do livro “Física Conceitual” do Paul Hewitt, construímos um mapa mental das informações ali apresentadas.

Veja a seguir a Figura 1 o mapa mental a respeito do conceito de

---

<sup>1</sup> [https://www.goconqr.com/pt-BR/mind\\_maps/39485775/edit](https://www.goconqr.com/pt-BR/mind_maps/39485775/edit)

temperatura:

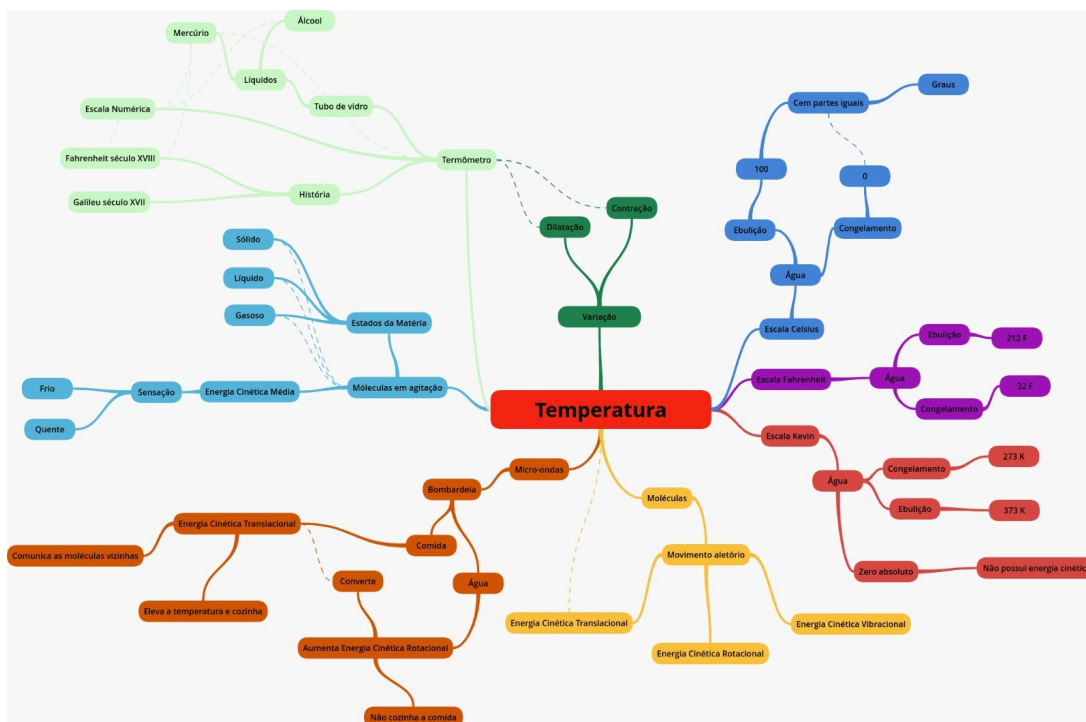


Figura 1 - Fonte o autor: Mapa Mental do conceito de temperatura

Até então vimos o conceito de Mapas Mentais e sua aplicação direta sobre o conceito de temperatura. A seguir será apresentado oito propostas de atividades sobre Mapas Mentais relacionados ao assunto temperatura para os professores poderem realizar com os alunos do 7º ano.

### Proposta de atividade 1:

Reúna os alunos em cinco grupos na sala de aula e peça para eles lerem um texto didático sobre temperatura e, em seguida, construir um Mapa Mental sobre esse conteúdo.

Após a confecção do material, peça para grupo vir na frente da turma e explicar o seu Mapa Mental para todos outros colegas.

Depois abre-se para reflexões, propostas de inclusão de pontos e modificações no mapa mental que outros estudantes possam sugerir.

### Proposta de atividade 2:

Faça trios, e cada grupo lê o texto didático sobre temperatura e, em seguida, cada grupo constrói um Mapa Mental sobre *um parágrafo* do conteúdo de temperatura.

Quando os grupos acabarem, cada trio autor de um parágrafo, explica a sua parte para os outros trios.

Em seguida, solicite que eles juntem os mapas mentais de cada parágrafo, ou seja, de cada grupo, completando o texto e fazendo um Mapa Mental sobre todo o conteúdo.

### **Proposta de atividade 3:**

Nesta aula, faça quatro grupos. Eles irão construir um Mapa Mental sobre o conteúdo de temperatura do texto didático.

Dois grupos construirão o Mapa Mental somente com palavras. Os outros dois grupos construirão os Mapas Mentais somente com imagens.

Logo após, um dos grupos de imagem se unirá ao outro grupo que trabalhou com palavras, unindo assim os dois mapas em um só, ou seja, será uma Mapa Mental feito com palavras e imagens juntos. O mesmo ocorre com os outros dois grupos restantes.

Após a confecção do material, peça para cada grupo vir na frente da turma e explicar o seu Mapa Mental para os outros colegas.

Depois abre-se para reflexões, propostas de inclusão de pontos e modificações no mapa mental que outros estudantes possam sugerir, buscando formar um único Mapa Mental.

### **Proposta de atividade 4:**

Reúna a sala e divida-a em dois grupos. Separe o quadro em duas partes, peça para cada grupo se reunir em uma banda do quadro e, em seguida, construir um Mapa Mental sobre o conteúdo da temperatura.

Logo após a conclusão do mesmo, peça para cada grupo explicar para o outro o seu Mapa Mental.

### **Proposta de atividade 5:**

Peça para cada aluno construir um Mapa Mental a respeito do conteúdo de

temperatura do texto didático. Em seguida, cada aluno explica o seu Mapa para um outro colega. É solicitado que esse último o auxilie o colega a melhorar o Mapa Mental.

#### **Proposta de atividade 6:**

Divida a sala em dois grupos. Peça para cada grupo fazer um Mapa Mental sobre o conceito de temperatura, porém um dos grupos construirá o mapa com os conceitos com palavras e outro com imagens.

Depois é solicitado se unirem na construção de um só mapa e, em seguida, explicarão o Mapa Mental para o professor.

#### **Proposta de atividade 7:**

Cada aluno fará um Mapa Mental sobre o conteúdo de temperatura em seu caderno.

E cada aluno, de posse do seu caderno, passeará pela sala apresentando o seu mapa mental para algum colega e vice-versa. Em cada encontro, é necessário que cada aluno acrescente alguma ideia no mapa do colega.

Se possível, cada estudante deve se encontrar com todos os outros alunos da sala.

#### **Proposta de atividade 8:**

Divida a sala em quatro grupos. Cada grupo lerá o texto didático e montará um Mapa Mental sobre o assunto de temperatura.

Após a confecção do material, o professor irá em cada grupo e eles vão explicar para o professor o seu mapa.

No final da aula, o professor comentará várias ideias e propostas interessantes que ele percebeu.

### **4.2 Mapa Causal**

A Dinâmica de Sistemas DS foi criada pelo pesquisador Jay W. Forrester na década de 50, fruto do seu trabalho no Massachusetts Institute of Technology – MIT, em que ele foi auxiliar de laboratório do Gordon S. Brown, aonde eles trabalharam

no serviço de controle e feedback. Após a segunda Guerra Mundial Forrester foi trabalhar nas Forças Armadas do EUA direcionando seu empenho nos simuladores de voo onde ele aplicou teoria de matemática de controle e conceituação de feedback. Em dada época a General Electric foi procurar Forrester para descobrir por que da empresa deles, de três em três anos ter de demitir uma certa quantidade de funcionários, ele conseguiu demonstrar que esse ciclo ocorria por causa da estrutura interna da empresa, e esta foi a primeira modelagem da Dinâmica de Sistemas (Canteiro, 2008)

Segundo Meadows(2022), sistemas são a união de objetos que podem produzir um modelo de comportamento. Nesse sentido, um exemplo disto é a escola que produz padrão de comportamento que é característico só dela, pois seu objetivo é formar os estudantes para atuar no mercado de trabalho e para exercer sua cidadania. Além disso, ainda vem a parte do prestígio social de se formar em tal escola. Além do que, no padrão de comportamento é verificado uma alta rotatividade de alunos, ao passo que a rotatividade dos professores é mais lenta e da administração é a mesma situação dos professores. Esse exemplo citado é característico de um sistema. Os sistemas são formados com elementos unidos e interconectados que produzem função ou propósito, ou seja, os sistemas possuem elementos, interconexões e uma finalidade.

Veja alguns exemplos a seguir de sistemas, o futebol é um sistema, o banco, a universidade, o corpo humano é um sistema formado por conjunto de outros sistemas (sistema nervoso, sistema circulatório e etc), a floresta também é um sistema, que possui outro sistema dentro dela que é a árvore (Meadows, 2022).

A árvore é um sistema composto normalmente por frutos, folhas, galhos, tronco e raízes. Esses nomes citados são chamados no pensamento sistêmico de elementos, e de praxe é mais fácil de ser notar os elementos de um sistema. Para enxergar a união desses elementos formando um sistema requer um olhar sistêmico. E com esse olhar é possível começar a fazer observação do sistema mais de perto, e nos sistemas analisados pode-se listar os elementos, que estão dentro de outros elementos, e assim formando um subelemento em que este pode está dentro de outro subelemento.(Meadows, 2022)

Os sistemas para se manter unidos, ele precisa transmitir as informações de elemento para elemento, quem faz esse papel são as interconexões, que operam

através do fluxo de informações. Nesse sentido, um exemplo disso é a árvore, em que as interconexões ocorrem através de reações químicas e fluxos físicos em que os sinais de um lugar, são respondidas lá em outros lugares da mesma árvore, e assim cumprindo sua função ou propósito (Meadows, 2022).

O propósito ou função do sistema não está expresso, explícito, ou verbalizado, é necessário fazer observações do comportamento dinâmico, e a partir daí, consegue-se determinar a sua finalidade. Nesse sentido, um exemplo disso é um sapo, que vira para trás pega um mosquito, vira para esquerda pega outro mosquito e vira para direita pega outro mosquito, sua finalidade não está em virar para direita, esquerda ou para trás e sim pegar mosquitos (Meadows, 2022).

A Dinâmica de Sistemas é capaz de mapear sistemas nas áreas de Engenharia onde foi criada, e também nas Ciências Sociais, Ciências Físicas, Químicas, Biológicas e Geológicas. Ainda nesse contexto, para se mapear os sistemas complexos como os sistemas sociais e organizacionais, se faz necessário um olhar holístico, para as partes dos sistemas que a interagem formando o todo. Os sistemas para ser analisado são por meio de avaliação computacionais, daí sabe-se o dinâmico comportamento ao longo do tempo, e fica demonstrado se o sistema está em equilíbrio ou se encontra estável ou instável ou tende a oscilar, crescer ou diminuir (Canteiro, 2008; Matos, 2012; Villela, 2005).

O pensamento sistêmico é trabalhado com diagramas específicos com abordagem em simulação em soft e hard de modelos mentais e formais em que analisam os comportamentos dinâmicos do mundo real, permitindo saber se os atrasos de informações e de materiais, se é nas variáveis internas ou na constante do tempo. Os atrasos afetam nos níveis de estoque na cadeia produtiva e no tempo aguardado, operando numa importantíssima ação no comportamento sistêmico. (Blois; Souza, 2008; Matos2012)

Os diagramas específicos são chamados diagramas de Enlace Causal e de Estoque e Fluxo, o primeiro também chama de modelagem *soft*, que atende quanto ao lado qualitativo, que atua na representação do comportamento dinâmico, por meio da relação de causa e efeito. Já o segundo é chamado de modelagem *hard*, serve de modo quantitativo, ele atua simultaneamente com o diagrama anterior, sendo capaz de atuar na progressão do sistema ao longo do tempo e com evolução no período almejado, nessa simulação pode-se quantificar os modelos de Estoques

e Fluxo (Blois; Souza, 2008; Matos, 2012).

Para fazer simulação com a Dinâmica de Sistemas é necessário conhecer o sistema que se está trabalhando, bem como também as causas que a influenciam e a previsibilidade do comportamento dinâmico. Basicamente segundo Santos (2006) existem dois tipos de modelos, os mentais e os formais, o primeiro modelo trata-se da elaboração de modelos feito pela mentalidade humana com intuito de representar sistemas complexos de forma simples, já o segundo modelo é organizado por meio de modelos computacionais serve para aprimorar os modelos mentais e também para tomadas de decisões.

Ainda nesse sentido para fazer simulação de mapas sistêmicos, se categoriza os elementos em quatro termos. O primeiro é os blocos que são considerados acumuladores de recurso que são considerados os estoques, o segundo compete aos fluxos que demonstram o crescimento ou redução do estoque, o terceiro refere-se aos conversores que transmitem informações dos estoques e fluxos, já o quarto é os conectores que faz a ligação entre estoque, fluxos e os conversores.(Matos, 2012)

Nesse contexto de se fazer modelagem com a Dinâmica de Sistemas, existem diversos software online e gratuitos, em que é somente fazer cadastro de forma simples e objetiva é começar sua utilização. Dentre esses programas exemplificamos o *Insight Maker*, *iThink/Stella*, *Anylogic* e *Vensim*. Nessa pesquisa adotou-se dois software: o *Insight Maker*<sup>2</sup> e o *loopy*<sup>3</sup> que são totalmente online e gratuitos.

Nas próximas subseções será descrito os diagramas de Mapas Causal e simulação de micro-ondas bem como suas definições e alguns exemplos para facilitar o entendimento do leitor sobre o assunto.

#### **4.2.1 Exemplos de Mapas Causais**

Os mapas causais servem para representar as relações de causa e efeito dentro de um sistema. Eles a depender do pesquisador, podem possuir outros nomes, por exemplo: diagramas de influência, diagramas causais, relações causais. Porém todos esses nomes possui o mesmo sentido e significado para sua utilização de mapas causais. Neste trabalho se usará esses três termos mencionados.

---

<sup>2</sup> [www.insightmaker.com](http://www.insightmaker.com)

<sup>3</sup> [www.ncase.me/loopy](http://www.ncase.me/loopy)



Os diagramas de influências são para representar a relação de causa e efeito dentro da Dinâmica de Sistemas e permite a pessoa expressar seu pensamento sistêmico e crítico da situação. Além disto, eles ajudam a representar qualitativamente as relações causais vinculadas ao sistema. (Koltermann *et al.*, 2012)

Os diagramas causais servem para descrever situação-problema das relações causais para expor a situação do objeto de estudo. Além do mais, ele serve para compartilhamento de informações e uma representação da solução-problema por meio de diagramas (Villela, 2005).

Segundo Amaral (2012), as relações causais objetivam associar causa e efeito entre dois elementos. A relação é dada por meio de uma seta e um sinal gráfico que pode ser positivo ou negativo. Fundamentado nessas relações causais é que se consegue construir mapas causais (mapas sistêmicos).

Os mapas causais ou as relações causais possuem um loop de feedback que pode ser positivo ou negativo. No caso para saber se o loop de feedback positivo é quando a soma dos elementos positivo das relações dê par. Entretanto, o loop de feedback negativo é quando a soma dos elementos negativos dê ímpar. (Bernardo; Santos; Miranda, 2019)

A relação causal positiva é caracterizada por uma seta e um sinal positivo. Se a causa aumentar, o efeito também vai aumentar. Ou se a causa diminuir, o seu efeito também diminui. Ou seja, elas são diretamente proporcionais tanto quando aumenta ou quando diminui.

Veja o exemplo da Figura 2 a seguir <sup>4</sup>

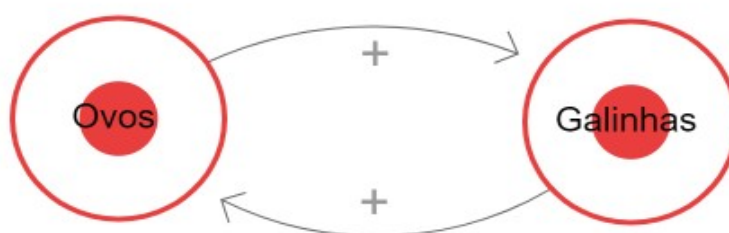


Figura 2 - Fonte o autor: relação causal positiva

Por exemplo: na Figura 3, se aumenta o número de ovos, como consequência aumenta o número de galinhas, ou seja, a relação causal é positiva com seu feedback também é positivo, porque ela é diretamente proporcional.

<sup>4</sup>[https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[4,558,205,0.33,%22Galinhas%2520%22,0\],\[5,273,203,0.33,%22Ovos%2520%22,0\],\[5,4,55,1,0\],\[4,5,68,1,0\],\[,5%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[4,558,205,0.33,%22Galinhas%2520%22,0],[5,273,203,0.33,%22Ovos%2520%22,0],[5,4,55,1,0],[4,5,68,1,0],[,5%5D)



Figura 3 - Fonte o autor: relação causal positiva

Na Figura 4, o número de ovos diminui, como consequência diminui o número das galinhas, ou seja, ele é ainda positiva com seu feedback também é positivo porque ela é diretamente proporcional.

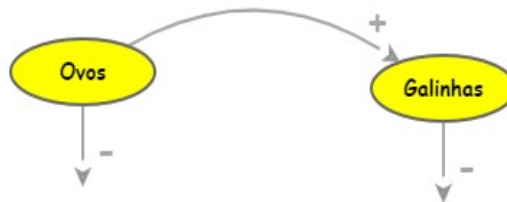


Figura 4 - Fonte o autor: relação causal positiva

Veja outro exemplo a seguir na Figura 5:

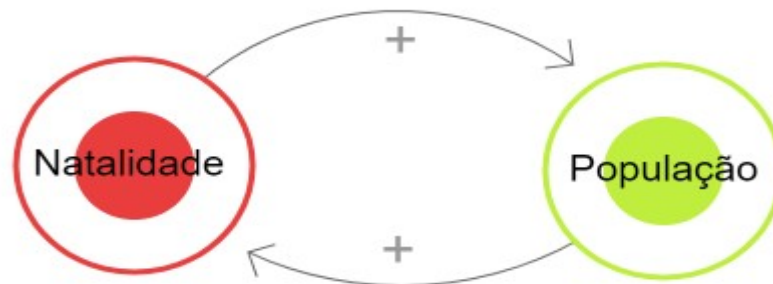


Figura 5 - Fonte o autor: relação causal positiva

Na Figura 6 se a natalidade aumentar a população também vai aumentar, ou seja, a relação causal é positiva com seu feedback também é positivo, porque ela é diretamente proporcional <sup>5</sup>.

<sup>5</sup>[https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,218,238,0.5,%22Natalidade%2520%22,0\],\[4,482,241,0.5,%22Popula%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3\],\[3,4,87,1,0\],\[4,3,65,1,0\],\[,4%5D,](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,218,238,0.5,%22Natalidade%2520%22,0],[4,482,241,0.5,%22Popula%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3],[3,4,87,1,0],[4,3,65,1,0],[,4%5D,)



Figura 6 - Fonte o autor: relação causal positiva

Na Figura 7, se a natalidade diminuir implica que a população do mesmo modo vai a diminuir, ou seja, a relação causal é positiva com seu feedback também é positivo, porque ela é diretamente proporcional.



Figura 7 - Fonte o autor: relação causal positiva

Veja outro exemplo na Figura 8 a seguir <sup>6</sup>

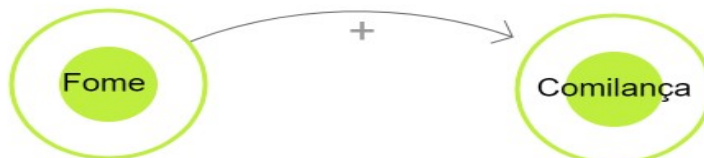


Figura 8 - Fonte o autor: relação causal positiva

Na Figura 9, se a fome aumentar a comilança vai aumentar também, ou seja, a relação causal é positiva porque ela é diretamente proporcional.

<sup>6</sup> [https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,346,297,0.5,%22Fome%2520%22,3\],\[5,654,301,0.5,%22%25C3%22,3\],\[3,5,60,1,0\],\[,5%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,346,297,0.5,%22Fome%2520%22,3],[5,654,301,0.5,%22%25C3%22,3],[3,5,60,1,0],[,5%5D)



Figura 9 - Fonte o autor: relação causal positiva

Veja mais outro exemplo a seguir<sup>7</sup> na Figura 10.

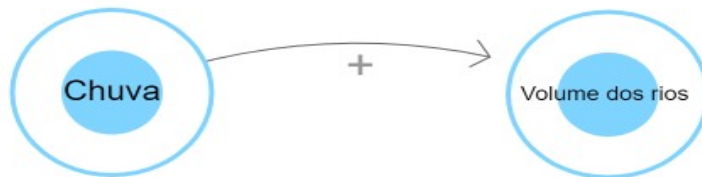


Figura 10 - Fonte o autor: relação causal positiva

A Figura 11 mostra que se a chuva aumentar o volume dos rios vai aumentar, ou seja, a relação causal é positiva porque ela é diretamente proporcional.



Figura 11 - Fonte o autor: relação causal positiva

Na Figura 12, se o volume da chuva diminui como consequência o volume dos rios vai diminuir, ou seja, a relação causal é positiva porque ela é diretamente proporcional.

<sup>7</sup> [https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,375,276,0.5,%22Chuva%22,4\],\[4,669,277,0.5,%22Volume%2520dos%2520rios%2520%22,4\],\[\[3,4,36,1,0\],\[,4%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,375,276,0.5,%22Chuva%22,4],[4,669,277,0.5,%22Volume%2520dos%2520rios%2520%22,4],[[3,4,36,1,0],[,4%5D)

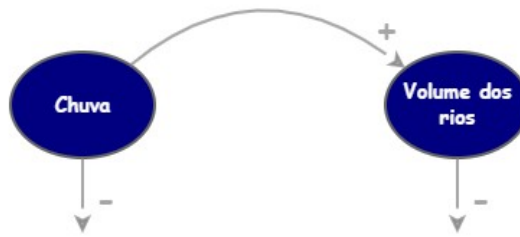
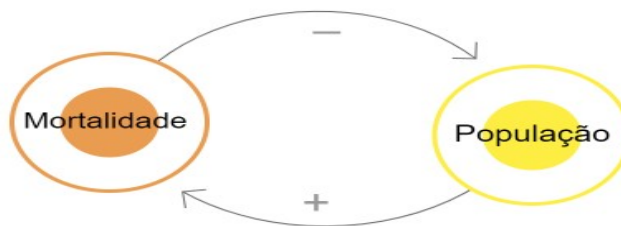


Figura 12 - Fonte o autor: a relação causal positiva

Para Amaral (2012), a relação causal negativa é caracterizada por uma seta e um sinal negativo. Ao contrário da anterior, esta é inversamente proporcional, ela se move em sentido oposto. Se a causa aumentar o seu efeito vai diminuir, e caso o efeito aumentar sua causa vai diminuir.

Veja o exemplo a seguir<sup>8</sup> na Figura 13.

Figura 13 - Fonte o autor: relação causal negativa



Na Figura: se a mortalidade aumentar, como consequência a população diminui, ou seja, a relação de causa é negativa com seu feedback também é negativo, porque ela é inversamente proporcional.

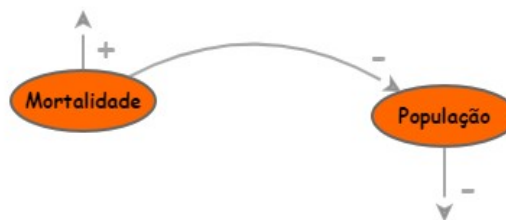


Figura 14 - Fonte o autor: relação causal negativa

Veja na Figura 14, se a mortalidade diminuir, a população vai aumentar, ou

<sup>8</sup>[https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,280,240,0.5,%22Mortalidade%22,0\],\[4,557,246,0.5,%22Popula%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3\],\[3,4,77,-1,0\],\[,4%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,280,240,0.5,%22Mortalidade%22,0],[4,557,246,0.5,%22Popula%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3],[3,4,77,-1,0],[,4%5D)

seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque ela é inversamente proporcional.

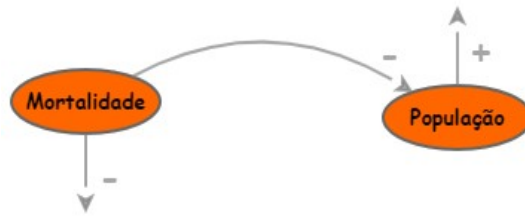
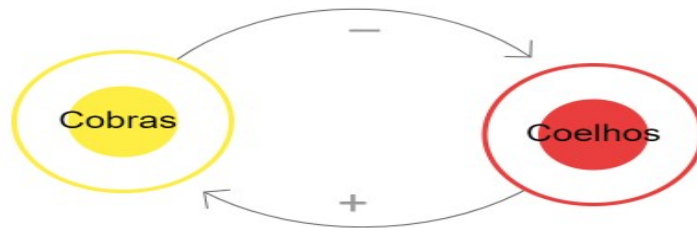


Figura 15 - Fonte o autor: relação causal negativa

Veja outro exemplo a seguir<sup>9</sup> na Figura 16.

Figura 16 - Fonte o autor: relação causal negativa



A Figura 17 a seguir, se as cobras aumentam como consequência o número de coelhos vai diminuir, ou seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque ela é inversamente proporcional.

<sup>9</sup>[https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,263,235,0.5,%22Cobras%2520%22,0\],\[4,577,248,0.5,%22Coelhos%22,1\],\[3,4,46,-1,0\],\[,4%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,263,235,0.5,%22Cobras%2520%22,0],[4,577,248,0.5,%22Coelhos%22,1],[3,4,46,-1,0],[,4%5D)

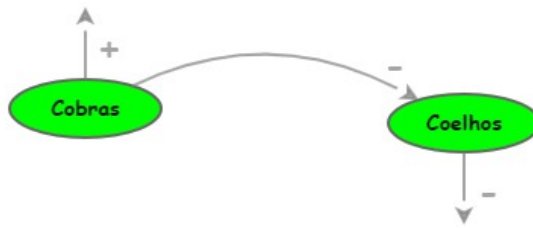


Figura 17 - Fonte o autor: relação causal negativa

Na Figura 18, se os números de cobras diminuir, como consequência vai aumentar os números de coelhos, ou seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque é inversamente proporcional.

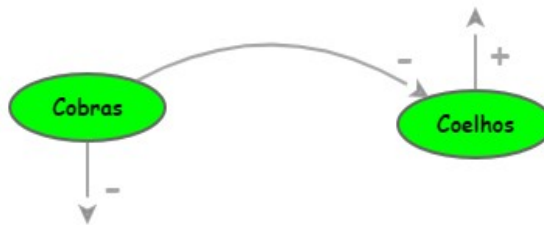


Figura 18 - Fonte o autor: relação causal negativa

Veja outro exemplo a seguir na Figura 19, se a comilança aumentar a fome vai diminuir, ou seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque é inversamente proporcional.

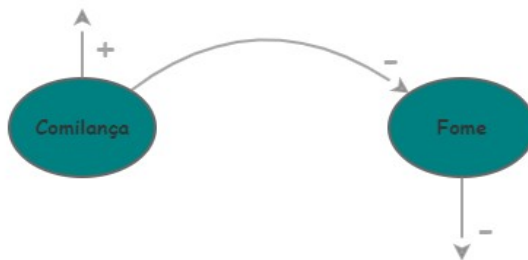
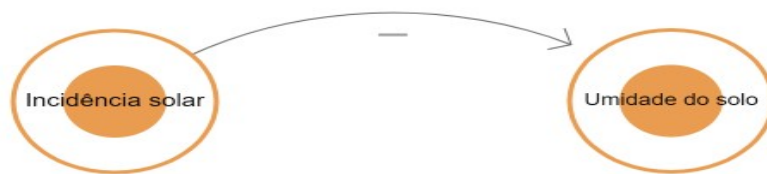


Figura 19 - Fonte o autor: relação causal negativa

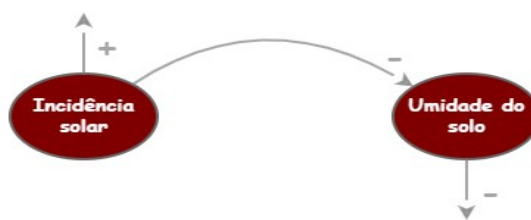
Mais outro exemplo na Figura 20 a seguir<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> [https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,364,218,0.5,%22Incid%25C3%25Ancia%2520solar%22,1\],\[4,687,218,0.5,%22Umidade%2520do%2520solo%22,1\],\[3,4,74,-1,0\],\[,4%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,364,218,0.5,%22Incid%25C3%25Ancia%2520solar%22,1],[4,687,218,0.5,%22Umidade%2520do%2520solo%22,1],[3,4,74,-1,0],[,4%5D)



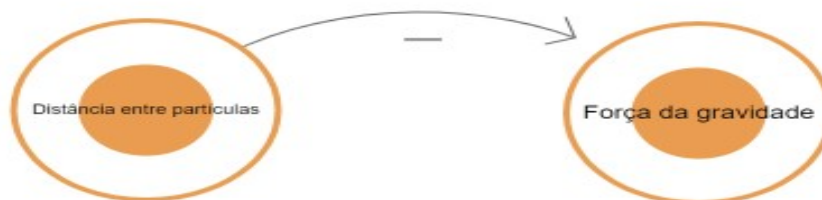
*Figura 20 - Fonte o autor: relação causal negativa*

A Figura 21 mostra que se a incidência solar aumentar, a umidade do solo vai diminuir, ou seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque é inversamente proporcional.



*Figura 21 - Fonte o autor: relação causal negativa*

Mais outro exemplo na Figura 22 a seguir<sup>11</sup>



*Figura 22 - Fonte o autor: relação causal negativa*

Na Figura 23, mostra quanto maior a distância entre partículas, menor será a força da gravidade, ou seja, a relação causal é negativa com seu feedback também é negativo, porque é inversamente proporcional.

<sup>11</sup> [https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[3,381,244,0.5,%22Dist%25C3%25A2ncia%2520entre%2520part%25C3%25ADculas%22,1\],\[4,628,246,0.5,%22For%25C3%25A7a%2520da%2520gravidade%22,1\],\[3,4,66,-1,0\],\[,4%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[3,381,244,0.5,%22Dist%25C3%25A2ncia%2520entre%2520part%25C3%25ADculas%22,1],[4,628,246,0.5,%22For%25C3%25A7a%2520da%2520gravidade%22,1],[3,4,66,-1,0],[,4%5D)



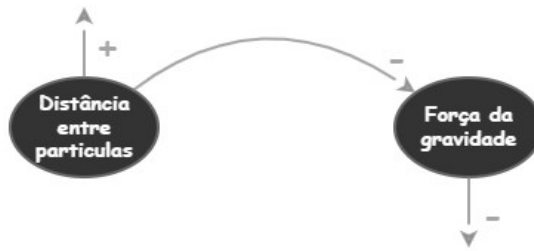


Figura 23 - Fonte o autor: relação causal negativa

#### 4.2.2 Mapa causal para expressar conceitos de Temperatura em uma simulação PHET do Micro-ondas

O forno de micro-ondas é um eletrodoméstico muito utilizado para cozinhar ou esquentar os alimentos. Ele converte energia elétrica em energia eletromagnética e depois em energia térmica. Quando está em funcionamento, a energia de micro-ondas entra na mesma frequência de rotação da molécula de água que está no alimento, fazendo as moléculas girarem e se chocarem, o que faz converter a energia mecânica em energia térmica (infravermelho) e assim o alimento aquece/cozinha de dentro para fora (Melo, 2024).

A simulação da Figura 24, contém um forno de micro-ondas, moléculas de água e um termômetro. Quando a simulação está rodando, a energia de micro-ondas passa para a água, suas moléculas giram de modo que ficam bem agitadas, e assim ocorre a conversão em mais calor (energia de translação média). Quanto mais agitadas ficam às moléculas de água, em consequência, mais aumenta a temperatura do líquido do termômetro. E ainda nesse caso, pode-se alterar a temperatura do sistema mudando a amplitude da onda de micro-ondas que afetará diretamente na agitação das moléculas de água, aumentando ou diminuindo a temperatura da mesma.

Na Figura 24 é apresentada uma simulação do PHET<sup>12</sup>. E nas figuras 25 e 26, são mostradas uma modelagem realizada no programa Loopy ([www.ncase.me/loopy](http://www.ncase.me/loopy)) e no programa *Insight Maker* sobre a energia de micro-ondas.

<sup>12</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/microwaves/latest/microwaves.html?simulation=microwaves&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/microwaves/latest/microwaves.html?simulation=microwaves&locale=pt_BR)

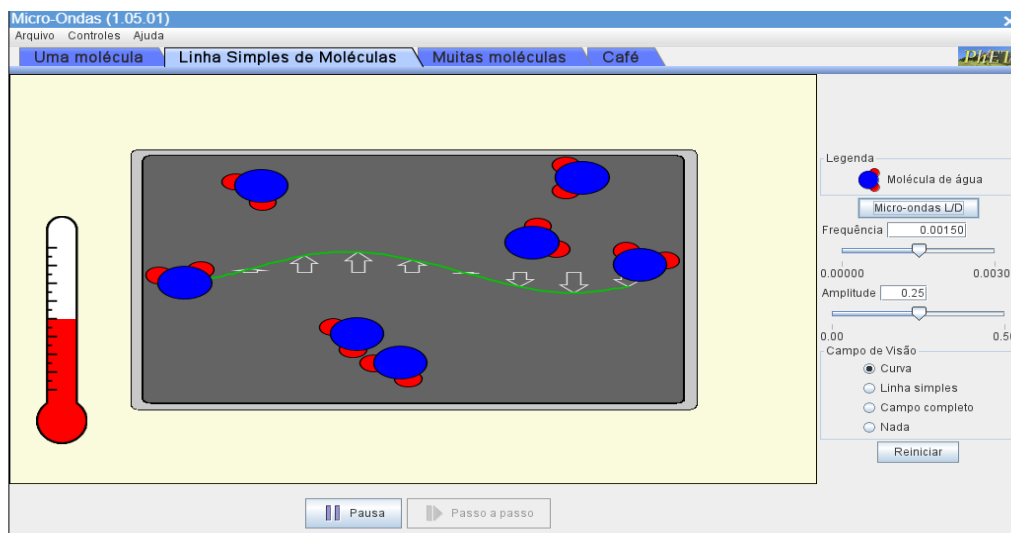


Figura 24 - Fonte

[https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/microwaves/latest/microwaves.html?simulation=microwaves&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/microwaves/latest/microwaves.html?simulation=microwaves&locale=pt_BR)

Entretanto, quanto mais a energia de micro-ondas é fornecida nas moléculas de água, maior o grau de agitação delas, movendo-se aleatoriamente de modo que a água fica mais quente. Se diminuir a energia de micro-ondas, diminuirá a agitação das moléculas de água, o seu movimento aleatório diminuirá e, como consequência, não ficará mais tão quente assim, ou seja, para a água ficar muito quente dependerá da quantidade de energia de micro-ondas enviada as moléculas de água.

Ademais será exposto dois mapas causais sobre temperatura aplicado ao micro-ondas. O primeiro deles feito no Loopy<sup>13</sup> na Figura 25 a seguir:

<sup>13</sup> [https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[4,220,104,0.5,%22Energia%2520de%2520Micro-ondas%22,0\],\[5,400,177,0.5,%22Energia%2520de%2520Rota%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,1\],\[6,596,68,0.5,%22Energia%2520de%2520vibra%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,2\],\[7,577,271,0.5,%22Energia%2520de%2520transla%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3\],\[8,754,435,0.5,%22Temperatura%2520%22,4\],\[9,937,271,0.5,%22Varia%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520de%2520tamanho%22,5\],\[10,425,459,0.5,%22Irradia%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,0\],\[4,5,67,1,0\],\[5,6,45,1,0\],\[5,7,-44,-1,0\],\[7,8,47,1,0\],\[8,9,66,1,0\],\[8,10,28,1,0\],\[10,7,33,-1,0\],\[,10%5D](https://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[4,220,104,0.5,%22Energia%2520de%2520Micro-ondas%22,0],[5,400,177,0.5,%22Energia%2520de%2520Rota%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,1],[6,596,68,0.5,%22Energia%2520de%2520vibra%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,2],[7,577,271,0.5,%22Energia%2520de%2520transla%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,3],[8,754,435,0.5,%22Temperatura%2520%22,4],[9,937,271,0.5,%22Varia%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520de%2520tamanho%22,5],[10,425,459,0.5,%22Irradia%25C3%25A7%25C3%25A3o%22,0],[4,5,67,1,0],[5,6,45,1,0],[5,7,-44,-1,0],[7,8,47,1,0],[8,9,66,1,0],[8,10,28,1,0],[10,7,33,-1,0],[,10%5D)

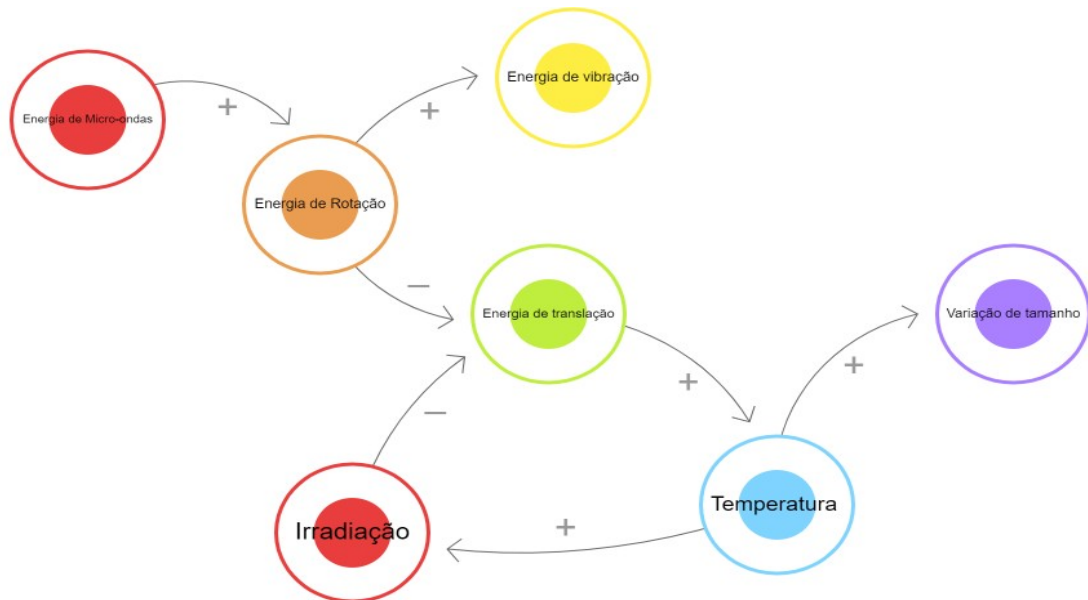


Figura 25 - Fonte o autor: Mapa Causal sobre Temperatura

Já o mapa causal a seguir na Figura 26 foi elaborado por meio do *Insight Maker*<sup>14</sup>

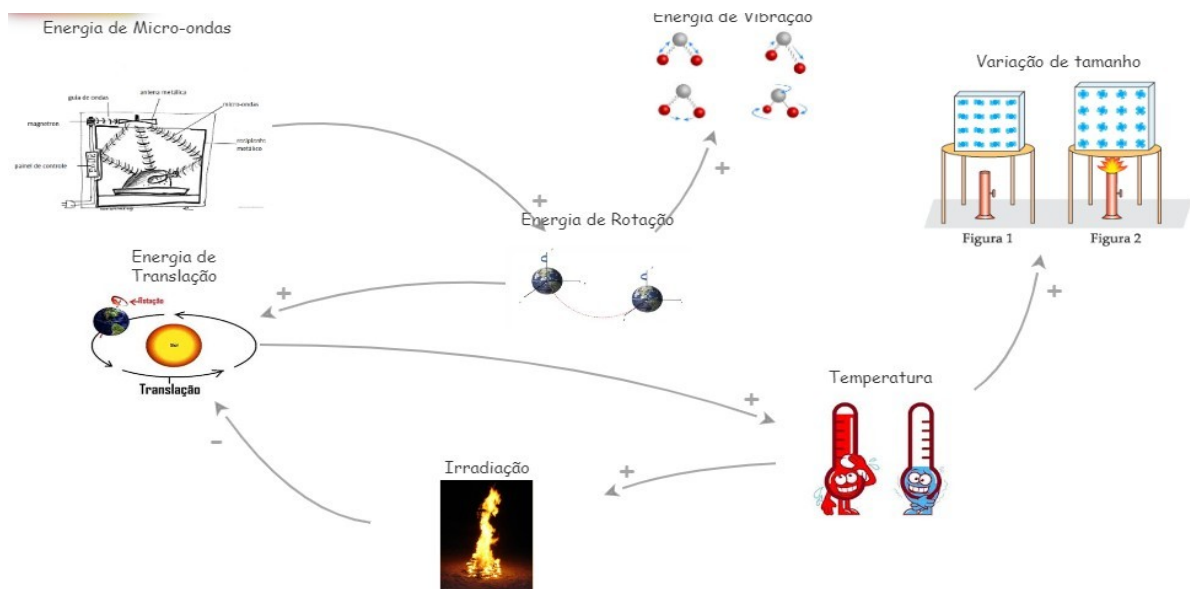


Figura 26 - Fonte o autor: Mapa Causal sobre Temperatura

Nesses mapas causais nas Figuras 25 e 26, quando o micro-ondas está ligado, ele vai gerar os três tipos de energia cinética, tais como, rotacional, vibracional e translacional. A energia cinética rotacional (ecr) faz o movimento da

<sup>14</sup> <https://insightmaker.com/insight/4nKZCH7eHRWQyw10M4wYKs/Temperatura>

molécula girar em torno de si mesma, a energia cinética vibracional (ecv) faz o movimento da molécula vibrar, já a energia cinética translacional (ect) faz o movimento da molécula transladar pelo material.

O que observa-se nas Figuras 25 e 26, para exemplificar na modelagem, que quanto mais energia cinética translacional, mais a temperatura tende a aumentar. Quanto maior for a temperatura, mais quente fica a água dentro do alimento e com isso ocorre o cozimento/aquecimento do alimento de dentro para fora.

Ainda nessas demonstrações das figuras mencionadas anteriormente, ao atentar nelas e seguindo sua rota da energia cinética translacional, quanto mais ect, maior será a temperatura, sendo maior a temperatura vai ocorrer uma variação de dilatação do objeto (variação de tamanho).

Seguindo a rota da ect, de um lado faz aumentar a temperatura e causar variação do tamanho, já do outro lado a ect gera o aumento da temperatura que gera a irradiação térmica. Quanto mais irradiação térmica, menos ect. E com isso fecha o ciclo de feedback ( ect → temperatura → irradiação → ect). Esse ciclo de feedback é negativo (ou de balanço), pois se a mudança em um elemento aumentar o retorno será com tendência a diminuir.

Agora o ciclo de feedback do mapa causal de temperatura é positivo (ou de reforço), porque se a mudança em um elemento aumentar o retorno sobre o elemento será com tendência de aumentar.

## **5. ESTUDOS DIRIGIDOS E SIMULAÇÃO DO PHET**

### **5.1 Estudo dirigido sobre temperatura**

Ademais será exposto um estudo dirigido com algumas perguntas e respostas em que vai servir para nortear o professor a usar em sala de aula com os alunos sobre o assunto de temperatura. As doze perguntas foram baseadas no conceito de Temperatura na seção 15.1 do livro “Física Conceitual” do Paul Hewitt.

#### **Estudo dirigido**

##### **1. O que é temperatura?**

Toda matéria possui átomos e moléculas que se movem e pelo fato de se agitar é possível detectar energia cinética de translação das moléculas. E é por meio da energia cinética média e que conseguimos sentir a sensação de calor. O quão quente ou o quão frio de um objeto chamamos de temperatura.

**2. Se colocarmos três bacias, sendo elas: quente, morna e gelada, conseguiríamos sentir essa variação de que forma? E por quê?**

Podemos sentir essa variação devido a água entrar em contato com a nossa pele e como a pele possui sensores ela consegue sentir e enviar ao nosso cérebro para então interpretar os sinais de quente, morno ou frio. A água quanto mais quente estiver, mais em agitação as moléculas estão, ou seja, maior é a energia cinética de translação média das moléculas, e já na água morna a energia cinética média das moléculas é menor. Para a água fria, a energia cinética média é bem menor que as anteriores.

**3. Por que sentimos quente e/ou frio quando tocamos em um objeto?**

Sentimos a sensação de quente ou frio, ao tocar no objeto com a nossa pele, pois devido a estruturas perceptivas na pele após ao toque essa sensação é enviada para o nosso cérebro, e o cérebro decodifica na percepção de quente ou frio.

**4. Quais as unidades de medidas mais usadas para temperatura?**

As medidas mais usadas para a medição de temperatura são: em graus Celsius °C, Fahrenheit (°F) e Kelvin (K). Aqui no Brasil a escala utilizada Celsius °C, mais no sistema internacional é utilizada a escala Kelvin K.

**5. Por que a temperatura afeta aos diferentes estados físicos da matéria?**

A temperatura afeta aos diferentes estados da matéria devido à mudança energia cinética média, isso influencia a agitação das moléculas que repercute na organização estrutural delas.

**6. A medição de temperatura pode ocorrer por quais meios?**

A medição de temperatura ocorre por meio do termômetro, termopares e pirômetros

ópticos.

**7. Qual aparelho serve para medir a temperatura?**

Os aparelhos para medição de temperatura são: Termômetro de Mercúrio, Digitais e de Infravermelho, Termopares e Pirômetro ópticos.

**8. O que é um termômetro?**

É um aparelho que serve para medir temperatura de objeto, ambiente ou substância.

**9. Quais os tipos de termômetros?**

Termômetro de Mercúrio serve para a medir temperatura por meio de contato com o objeto, e ele é composto por um tubo de vidro com mercúrio dentro. Termômetro Digital é um aparelho feito com sensores eletrônicos para medir a temperatura do objeto através de contato e seu resultado é mostrado em uma tela digital. Termômetro de infravermelho é um aparelho feito para detectar temperatura do objeto sem contato, por meio da radiação infravermelha.

**10. O que é Termopares?**

Termopares são sensores simples, feito para medir temperatura por meio de contato, e eles são feitos com dois fios de metálicos diferentes soldados juntos em uma extremidade para formar a junção de medição.

**11. O que é Pirômetro óptico?**

Pirômetro óptico é um aparelho feito para medir temperatura sem precisar de contato com o objeto, ele mede a temperatura através da radiação térmica emitida pelo objeto.

**12. Quais são os três tipos de movimentos dos átomos ou moléculas relacionados a temperatura?**

Os movimentos das moléculas relacionados a temperatura são três: translação, rotação e vibração.

## 5.2 Estudo dirigido e simulação do *Phet*: Formas de Energia e Transformações

O *Phet* no princípio surgiu como uma ferramenta para simulações na área de Física, porém com o passar do tempo adotou outras matérias como Química, Biologia e Matemática e áreas afins.

Para seu manuseio não necessita pagar licenças, para fazer simulações do *Phet*, a sua utilização é de forma gratuita e para todos, e pode ser no HTML5 ou no aplicativo de celular Android ou iOS.

Veja na Figura 27 a simulação do *Phet* chamada “Forma de Energia e Transformações”. Foram feitas algumas perguntas para serem trabalhadas com os alunos. As perguntas abrangem desde o que eles veem até o funcionamento da simulação do *Phet*.

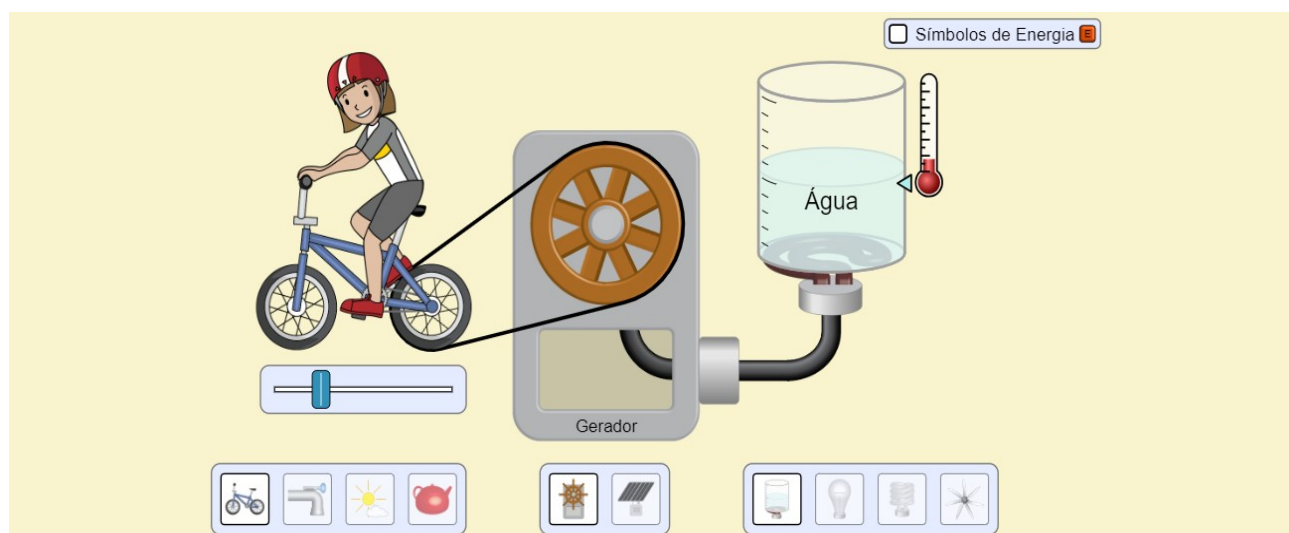


Figura 27 - Formas de Energia e Transformações  
Fonte: PhET

### Estudo dirigido

#### 1. O que você observa neste sistema? Descreva cada parte.

Nesse sistema podemos perceber uma pessoa na bicicleta pedalando, e girando uma roldana conectada a um gerador cuja finalidade é gerar calor, que esquentará a água. Ela tende a ficar cada vez mais quente dependendo de quanta velocidade a pessoa da bicicleta colocar, se a pessoa colocar pouca velocidade a água esquentará pouco. Outro aspecto que observo nesse sistema é que ele possui

água, também tem um termômetro para verificar a temperatura da água. Observa-se quando o sistema está ativo, há energia sendo transformada e conservada durante todo o processo.

**2. O que acontece se a taxa de energia (start – inicial) é:**

**a) Aumentada?**

Para aumentar a taxa de energia transmitida, a pessoa da bicicleta aumenta a velocidade da pedalada na bicicleta, o que possibilita girar cada vez mais rápido a roldana e assim esquentará a água rapidamente.

**b) Diminuída?**

Para diminuir a taxa de energia transmitida, a pessoa da bicicleta pedala com menor ritmo na roldana, assim o gerador tende a girar mais devagar e a água tende a esquentar devagar.

**3. Qual a energia inicial que será transformada nesse sistema?**

A energia química armazenada no organismo da menina.

**4. Qual o papel da roldana do gerador quando a pessoa pedala?**

O papel da roldana é transformar a energia mecânica em energia elétrica.

**5. O que acontece com a água quando a roldana conectada no gerador é acionada?**

A água aquece devido a inclusão de energia no sistema.

**6. Como acontece as transformações de energia ao longo do sistema?**

A energia passa por diversas transformações ao longo do sistema. No início começa com energia química vinda da pessoa que está pedalando e depois se transforma em energia mecânica, que gira a roldana atrelada ao gerador e assim ocorre transformação em energia elétrica, que ao chegar no becker com água é energia elétrica é transformada em energia térmica ao passar corrente no resistor.

**7. Quais os tipos de energia envolvidas ao longo do sistema?**

Há vários tipos de energia e são elas: química, mecânica, elétrica e térmica.



## **8. Há conservação de energia?**

No sistema há conservação de energia pois a energia pode ser transformada ou transferida mais nunca destruída.

## **9. Porque a água esquentar quando o sistema está ligado?**

Durante todo o funcionamento desse sistema, a energia é transformada em diversas formas, mas sempre mantendo a conservação de energia. A energia que chega no becker é a energia térmica. Ela influencia a agitação (energia cinética de translação média) das moléculas de água, tornando o movimento cada vez mais rápido, e que por sua vez tende a esquentar a água.

## **6. DISCUSSÕES E POSSIBILIDADES**

A metodologia aplicada foi uma abordagem qualitativa, de acordo com Sampieri; Collado; Lucio (2021), e de caráter descritiva com finalidade de esclarecer como abordar estes recursos didáticos.

Nesta pesquisa almeja-se que o recurso didático proposto com as diversas propostas de ensino como mapas mentais, simulação do *Phet* e mapas causais permitam que os estudantes produzam um aprendizado mais significativo do conceito de temperatura, já que o ensino dos conceitos da física em parte são abstratos, dificultando assimilação do conteúdo para o estudante.

A proposta desse recurso didático se for bem aplicada permitirá aos estudantes uma participação maior no processo do aprendizado, pois eles diminuiriam o estado passivo (receptores de conteúdo) para se tornar mais ativos na aprendizagem do tema proposto.

A aplicação de mapas mentais no ensino pode produzir efeitos extraordinários, como ajudar na memorização do conteúdo estudado, pois quando se está elaborando o mapa mental, a ideia central fica no centro do papel e enquanto vai se fazendo as ramificações do mesmo, o estudante vai conectando um termo, e que no próximo termo abordado, depende do anterior. Assim, o estudante necessita fazer a conexão sobre todo o conteúdo abordado durante a elaboração do mapa mental e com isso melhora o raciocínio do estudante a respeito do tema.

Outro ponto importante sobre os mapas mentais é que a sua utilização

acontece de forma não linear. Em outros termos, sua estrutura não é como se utiliza durante a escolarização, ou seja, da esquerda para a direita e de cima para baixo. O mapa mental está disposto em formas de raios e por serem assim possibilita o estudante melhorar a sua escrita de texto, pois para o estudante ler um texto e transformá-lo em um mapa mental, ele usa palavras-chaves desse texto trabalhado. Esse processo desenvolve a leitura crítica e a linha de pensamento contínua de um tema.

A utilização do estudo dirigido promove ao estudante sedimentação e aprimoramento dos seus conhecimentos, pois concede os alunos usarem sua cognição criando mais autonomia e mais independência do professor para a resolução dos exercícios.

O uso de simuladores como o *Phet*, permite aos estudantes mexerem nos parâmetros da simulação, fazendo alterações, seja para aumentar ou diminuir a velocidade do experimento. Nesse sentido, ter controle sobre o experimento é um papel fundamental para o estudante ser ativo no seu processo de aprendizado, ao contrário do que seria em um livro didático em que seria apenas figuras estáticas, em que não permite ao estudante fazer alterações sobre ela.

Todavia, pela facilidade do seu uso, as simulações do *Phet* simplificam a compreensão do mundo real ao trazer o experimento de forma simples para o usuário em um ambiente virtual totalmente prático para o seu uso. E com isso possibilita ao estudante uma melhor compreensão do conteúdo da temperatura aplicada ao seu cotidiano.

O uso das simulações propicia o estudante ter o foco no problema, onde ele usa os simuladores para estudar e aprender, melhorando sua concentração com uso dos experimentos e absorvendo os conceitos abstratos de forma interativa.

No que se refere aos mapas causais, ela concede ao estudante um envolvimento maior durante a construção de mapas sistêmicos, em que o mesmo consegue mapear sistemas complexos, destrinchando-os em elementos, interconexões e função/propósito, e com isso permite o aluno enxergar as partes dos sistemas bem como o seu comportamento ao longo do tempo.

A utilização de mapas sistêmicos permite ao estudante fazer simulações de cenários, onde ele ao mexer no parâmetro de um elemento gerará um tipo de comportamento, e se ele mexer em outro elemento gerará outro tipo de

comportamento. Com isso ajuda a ele analisar e fazer previsibilidade do possível comportamento do sistema.

A construção de mapas causais permite ao estudante melhorar o pensamento crítico e analítico, pois ao criar esses mapas, o estudante tem que pensar na relação de causa e efeito do objeto de estudo. Por exemplo, quanto mais energia cinética translacional, maior a temperatura, ou seja, se aumentar a energia cinética translacional, com certeza, vai aumentar a temperatura. Outro exemplo, quanto mais se alimenta menos fome, ou seja, quanto mais a pessoa come a tendência é ter menos fome cada vez mais.

Nesse contexto dos exemplos dos mapas causais, o estudante tem que ter a percepção que se a causa aumentar e o efeito também aumenta, ou se a causa diminuir e o seu efeito diminuir, estas associações são diretamente proporcional e com isto fica evidente que esta relação causal é positiva. Agora se a causa aumentar o seu efeito diminuir ou se a causa diminuir e o seu efeito aumentar, estas associações são inversamente proporcional e fica notório que a relação causal é negativa.

Os mapas causais ajudam os estudantes na identificação de ciclos realimentação (feedback) e facilita a compreensão do comportamento de sistemas complexos para a visualização de possíveis problemas e formas de intervenção.

Dessa forma, fica evidente que as diversas propostas de ensino podem trazer uma melhor compreensão e uma série de vantagens para os estudantes no conteúdo de temperatura.

## **7. CONSIDERAÇÕES**

Ensinar algum conceito de Física de maneira tradicional, ou seja, uma aula expositiva sobre temperatura em que professor usa apenas o quadro e o pincel pode ser para o aluno uma aula abstrata e tediosa, porque, quando o professor adentrar em termos específicos do tema pode ficar difícil a assimilação para o estudante. Nesse sentido, este trabalho trouxe alguns recursos didáticos aplicados ao conceito de temperatura, para ser utilizado de forma a facilitar o entendimento no ensino e aprendizagem dos estudantes. A fim de trazer esse conceito que é abstrato de forma

mais concreta para os estudantes.

Esses recursos podem trazer benefícios, tais como pode ajudar na escrita do estudante, na memorização e ajudar na comunicação entre pessoas, e bem como ajuda o estudante ter melhoras no pensamento sistêmico, crítico e analítico. Ainda nesse contexto, estes recursos didáticos podem servir de base para serem usados em outros conceitos de Física, embora seja necessário fazer as adaptações necessárias para uma melhor adequação para o seu uso.

Estudar conceitos de física não é tarefa fácil sem um material adequado, isso porque os conceitos e termos utilizados em uma aula tradicional expositiva são abstratos para o estudante. Pensando nisso, este trabalho propõe a construção de um recurso didático sobre o conceito de temperatura para ser adotado como recurso didático de forma alternativa. Para isso nos baseamos no livro “Física Conceitual” sobre o conceito de temperatura exposto na seção 15.1 e utilizamos algumas ferramentas como mapas mentais, mapas causais, estudos dirigidos e simulações do *Phet*.

Os objetivos específicos também foram executados com êxito. Foi elaborado um mapa mental sobre o conceito de temperatura e criado propostas de atividades valendo-se de um mapa mental e de como o professor pode abordar esse tema na aula.

O outro objetivo específico dos mapas causais também foi concluído com sucesso. Primeiro foi explicado o que são mapas causais e suas relações causais e depois elaborado dois mapas causais um com o programa computacional *Loopy* e outro com *Insight Maker* sobre o conceito de temperatura.

Outro objetivo específico foi apresentado nas duas simulações do *Phet*. A primeira simulação a respeito de energia de micro-ondas, a segunda sobre Fontes de energia e suas transformações com um estudo dirigido para melhor aproveitar a simulação. Também apresentamos outro estudo dirigido sobre temperatura para ser usado pelo professor.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. A. do. **Desvendando sistemas**. [S. l.]: João Alberto Arantes do Amaral, 2012.

BLOIS, H. D.; SOUZA, J. C. Cenários Prospectivos e a Dinâmica de Sistemas: proposta de um modelo para o setor calçadista. **Revista de Administração de Empresas**, [S. l.], v. 48, p. 35–45, set. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/hYQTCDqvp4rFfmgxZTYj84q/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 7 maio 2024.

BERNARDO, G. O.; SANTOS, J. R. T.; MIRANDA, C. G. M. Aplicação da dinâmica de sistemas na gestão de processos de construção civil – utilização do software vensim / Application of systems dynamics in the management of civil construction processes - use of Vensim software. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 7, p. 7886–7902, 8 ago. 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/2154>. Acesso em: 11 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2023. p.349.

CANTEIRO, M. F. C. Estudo de Caso: Análise econômica da utilização do gás natural em sistemas de cogeração aplicados a instalações prediais comerciais e residenciais Via Dinâmica de Sistemas. [S. l.], 2008.

FENNER, G. **Mapas Mentais: potencializando ideias**. [S. l.]: Brasport, 2018.

GOMES, F. R. A.; BASTOS, F. G. G.; LIMA, J. C. de. Mapas mentais para o processo de aprendizagem: uma proposta de intervenção. **Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 23–40, 2021. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/RIPPMAR/article/view/11640>. Acesso em: 29 abr. 2024.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. [S. l.]: Bookman, 2021.

KOLTERMANN, P. I. *et al.* • **MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE DISPOSITIVO ELETROMAGNÉTICO COM ABORDAGEM EM DINÂMICA DE SISTEMAS**. [S. l.], p. 12, 2012.

LIMA, J. L. O.; MANINI, M. P. Metodologia para Análise de Conteúdo Qualitativa integrada à técnica de mapas mentais com o uso dos softwares Nvivo e FreeMind. **Informação & Informação**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 63–100, 2016. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/23879>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MATOS, D. A. D. **Tomada de decisão em redes logísticas de reciclagem de materiais através da dinâmica de sistemas**. 2012. Doutorado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-18052012-090653/>. Acesso em: 7 maio 2024.

MEADOWS, D. H. **Pensando em sistemas**. trad. Paulo Afonso. Rio de Janeiro, RJ: Editora Sextante, 2022.

MELO, Pâmella Raphaella. "Como funciona o micro-ondas?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/forno-microondas.htm>. Acesso em 17 de julho de 2024.

PIMENTEL, C. F.; PESSI, D. D. PANORAMA DOS ARTIGOS SOBRE MAPAS MENTAIS PUBLICADOS NA SCIENTIFIC PERIODICALS ELETRONIC LIBRARY – SPELL E NA SCIENTIFIC LIBRARY ONLINE – SCIELO. **Revista Estudos e Pesquisas em Administração**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 68–81, 29 ago. 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/repad/article/view/8553>. Acesso em: 1 maio 2024.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de pesquisa**. [S. l.]: Penso, 2021.

SANTOS, A. M. D. **A aplicação de um modelo de simulação para o gerenciamento de projetos: um estudo de caso utilizando a dinâmica de**

**sistemas.** 2006. Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-08032007-164734/>. Acesso em: 7 jun. 2024.

VILLELA, P. R. C. INTRODUÇÃO À DINÂMICA DE SISTEMAS. [S. l.], 2005.