



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UNB-PLANALTINA
CURSO DE CIÊNCIAS NATURAIS

PAULO VICTOR PEREIRA RAMOS

**A CRIAÇÃO DE UMA TRILHA DE APRENDIZAGEM ONLINE PARA O ENSINO
DO PENSAMENTO SISTÊMICO UTILIZANDO MAPAS CAUSAIS**

Brasília - DF

2025

PAULO VICTOR PEREIRA RAMOS

**A CRIAÇÃO DE UMA TRILHA DE APRENDIZAGEM ONLINE PARA O ENSINO
DO PENSAMENTO SISTÊMICO UTILIZANDO MAPAS CAUSAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade de Brasília – Faculdade
UnB-Planaltina como requisito final para
obtenção do título de licenciatura em Ciências
Naturais.

Professor Orientador: Ismael Victor de Lucena
Costa

Brasília – DF

2025

PAULO VICTOR PEREIRA RAMOS

**A CRIAÇÃO DE UMA TRILHA DE APRENDIZAGEM ONLINE PARA O ENSINO
DO PENSAMENTO SISTÊMICO UTILIZANDO MAPAS CAUSAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade de Brasília – Faculdade
UnB-Planaltina como requisito final para
obtenção do título de licenciatura em Ciências
Naturais.

Data da aprovação: ____/____/____

Juliana Eugênia Caixeta - Professora da disciplina
Professor da Faculdade UnB Planaltina (FUP/UnB)

Ismael Victor de Lucena Costa - Orientador
Professor da Faculdade UnB Planaltina (FUP/UnB)

Paulo Eduardo de Brito - Banca
Professor da Faculdade UnB Planaltina (FUP/UnB)

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus familiares, por
sempre acreditarem. À sociedade brasileira,
pelos fundamentais patrocínio e persistência.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, razão da minha existência e fonte de força e inspiração em todos os momentos desta caminhada.

À minha família, nas pessoas de meus pais, Jesuslino e Maria da Conceição, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e pelo apoio constante. À minha noiva, Aline Maria, por estar sempre ao meu lado, oferecendo suporte e encorajamento nas horas mais desafiadoras. Aos meus irmãos Franklin, Leandro, Jéssika, Tati, Kaio e José Neto, e aos meus primos Kennedy e Nayara, minha gratidão pelo carinho e por acreditarem em mim. Se hoje posso escrever este trabalho e seguir estudando, devo grande parte a vocês.

Ao meu professor orientador, doutor Ismael Victor Costa Lucena, pela orientação atenta, pelas ideias fundamentais e pelo incentivo constante ao longo desta jornada. Sua dedicação e o privilégio de tê-lo como professor em disciplinas cruciais da graduação foram grandes inspirações para meu aprofundamento nos estudos em Ciências Naturais.

Ao professor doutor Paulo Eduardo de Brito, pela gentileza em aceitar o convite para participar da banca examinadora e pelas valiosas aulas ministradas.

Aos servidores e funcionários da Faculdade UnB Planaltina e da Universidade de Brasília (UnB), pelo esforço incansável e essencial em manter o funcionamento e a qualidade de nossa universidade, mesmo diante das adversidades.

Aos meus amigos Gabriel, Nalanda, Camila, Joana, Gheliel, Jean e Guilherme, por tornarem o tempo na faculdade mais leve, divertido e repleto de boas lembranças. A convivência, as conversas e as risadas de vocês foram fundamentais para transformar desafios em aprendizados e cansaço em motivação.

Por fim, à Universidade de Brasília (UnB), pela oportunidade de aprendizado, fomento, pela estrutura oferecida e por proporcionar o ambiente acadêmico que tornou possível a realização de mais uma etapa da minha formação.

EPÍGRAFE

“A suprema arte do professor é despertar a alegria na expressão criativa do conhecimento, dar liberdade para que cada estudante desenvolva sua forma de pensar e entender o mundo, assim criamos pensadores, cientistas e artistas que expressarão em seus trabalhos aquilo que aprenderam com seus mestres.” (Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem por finalidade apresentar uma proposta de trilha de aprendizagem online desenvolvida com o intuito de tornar o entendimento sobre o pensamento sistêmico mais acessível e compreensível para alunos da educação básica e nível superior, trazendo não só a importância do pensamento sistêmico, mas também como foi desenvolvida a trilha de aprendizagem para que fosse eficaz. A proposta foi elaborada com base em conceitos de autores reconhecidos na área, como João Arantes e Donella Meadows, configurando-se como uma possibilidade de compreensão inicial e abrangente sobre o tema, algo extremamente necessário à sociedade atual, em um mundo cada vez mais globalizado, onde muitos acontecimentos ocorrem sem que se compreenda claramente suas causas ou origens.

O pensamento sistêmico utilizando mapas causais nos ajuda a compreender a complexidade dos sistemas em que vivemos, sejam eles naturais, sociais, econômicos ou tecnológicos. Em vez de focar apenas nos sintomas de um problema, essa abordagem permite identificar as causas profundas e as interações entre as partes que o compõem.

O grande desafio deste trabalho é propor uma trilha acessível e didática, capaz de despertar o interesse dos estudantes. O estudo foi organizado em cinco tópicos principais: *Introdução, Relação Causal, Mapas Causais, Ciclos e Arquétipos de Sistemas*. Apresenta resumos didáticos e simplificados sobre cada tema, vídeos do YouTube, vídeo aulas e animações de síntese, além de atividades gamificadas elaboradas na plataforma *Wordwall*. O Estudante poderá também nesta trilha de aprendizagem não só aprender o que é pensamento sistêmico, mas também a montar mapas causais utilizando a plataforma gratuita insht maker.

Ressalta-se que a proposta aqui apresentada ainda não foi aplicada, constituindo-se como uma sugestão de abordagem para o ensino do pensamento sistêmico de forma clara e interativa no meio digital.

Palavras-chave: Pensamento sistêmico. Trilha de aprendizagem. Ensino lúdico online. Gamificação. Mapas Causais.

ABSTRACT

This undergraduate thesis aims to present an online learning pathway designed to make the understanding of systems thinking more accessible and comprehensible for students in both basic education and higher education. The work highlights not only the importance of systems thinking but also how the learning pathway was developed to ensure its effectiveness. The proposal is based on concepts from well-recognized authors in the field, such as João Arantes and Donella Meadows, and is intended as an initial and comprehensive introduction to the topic. This is particularly relevant in today's increasingly globalized world, where many events occur without a clear understanding of their causes or origins.

Systems thinking, supported by causal maps, helps us understand the complexity of the systems in which we live, whether natural, social, economic, or technological. Rather than focusing only on the symptoms of a problem, this approach allows us to identify its root causes and the interactions among its components.

The main challenge of this work is to propose an accessible and didactic learning pathway capable of engaging students. The study was organized into five main topics: Introduction, Causal Relationships, Causal Maps, Cycles, and System Archetypes. It includes simplified and didactic summaries of each topic, YouTube videos, video lessons, synthesis animations, and gamified activities created on the Wordwall platform. Students using this learning pathway will not only learn what systems thinking is but will also be able to construct causal maps using the free platform Insight Maker.

It is important to note that the proposed pathway has not yet been implemented in practice, and therefore constitutes a suggested approach for teaching systems thinking clearly and interactively in a digital environment.

Key-words: Systems Thinking. Learning Path. Online Playful Learning. Gamification. Causal maps

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Introdução da trilha de aprendizagem.....	6
Figura 2: Animação criada no site vidnozAI ilustrando exemplos de sistema.....	7
Figura 3: Exemplo de slide desenvolvido na plataforma Canva para simplificar o conceito de Dinâmica de Sistema.....	7
Figura 4: Segunda etapa da trilha, com modelo de objetivos adotados em todas seção.....	7
Figura 5: Definição de Relação, abordada na trilha de Aprendizagem.....	8
Figura 6: Slide simplificado sobre tipos de relação Causais.....	8
Figura 7: Exemplo de mapa causal criado no insight maker.....	8
Figura 8: Segunda etapa da trilha de aprendizagem.....	9
Figura 9: Documentário sobre a influência da reintrodução de lobos à um ecossistema.....	9
Figura 10: Animação desenvolvida sobre Fernando de Noronha de João Arantes.....	9
Figura 11: Terceira etapa da trilha de aprendizagem.....	10
Figura 12: Tópico inicial da seção ciclos.....	10
Figura 13: Slide resumo sobre tempos dos Ciclos.....	11
Figura 14: Última etapa da trilha de aprendizagem.....	12
Figura 15: Definição de Arquétipos dada na trilha de aprendizagem.....	12
Figura 16: Capa dos exercícios, elaborada estilo gif.....	13
Figura 17: Exemplo de exercício.....	13
Figura 18: Exercícios desenvolvidos na plataforma para trazer mais ludicidade à trilha.....	14
Figura 19: Animação sobre relação causal, criada no site Heygen.....	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
FUP	Faculdade UnB Planaltina
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 CASOS ONDE A FALTA DE PENSAMENTO SISTÊMICO GEROU TRAGÉDIAS	4
1.2 JUSTIFICATIVA.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
3.1 ESTRUTURA DA TRILHA DE APRENDIZAGEM.....	9
3.1.1 INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS.....	9
3.1.2. RELAÇÃO CAUSAL.....	11
3.1.3. MAPAS CAUSAIS.....	12
3.1.4. CICLOS.....	13
3.1.5. ARQUÉTIPOS.....	14
4 METODOLOGIA.....	16
4.1 Wordwall.....	16
4.2 Heygen.....	16
5 CONCLUSÃO.....	17
Referências.....	17

1. INTRODUÇÃO

A educação tem enfrentado desafios de adaptar-se às transformações tecnológicas e às novas formas de aprender, cada vez mais marcadas pela interação digital, pelo acesso à informação em múltiplos formatos e pela necessidade de desenvolver competências complexas. A Utilização desses recursos tecnológicos na educação permite uma nova forma de trabalhar o aprendizado e facilitar a adesão do conhecimento, além de estimular a capacidade de criação dos alunos, criando um espaço que modifica tarefas desafiadoras em processos mais dinâmicos (KLEIN et al., 2020). O pensamento sistêmico, pode ser entendido como a capacidade de perceber as inter-relações entre elementos de um sistema, compreender ciclos de causa e efeito e analisar fenômenos de forma integrada, indo além de uma visão fragmentada da realidade. O que se faz importante em um mundo cada vez mais interconectado.

Como dito por Arantes, 2005, p.72 apud Peter Senge 1990:

O pensamento sistêmico é uma disciplina para ver o todo. É um quadro referencial para ver inter-relações ao invés de eventos, para ver padrões de mudanças ao invés de ‘fotos instantâneas’. É um conjunto de princípios gerais — destilados ao longo do século 20, abrangendo campos tão diversos quanto as ciências físicas e sociais, a engenharia e a administração.

No campo das Ciências Naturais, o pensamento sistêmico assume papel fundamental, pois permite ao estudante compreender como os fenômenos naturais, sociais e tecnológicos estão interconectados, favorecendo uma visão mais crítica e reflexiva sobre os problemas ambientais, sociais e científicos da atualidade.

Como defende Sterman, 2002:

Por mais maravilhosa que seja a mente humana, a complexidade do mundo supera em muito nossa compreensão. Os modelos mentais são limitados, internamente inconsistentes e pouco confiáveis. Nossa capacidade de compreender o impacto das nossas decisões ao longo do tempo é negativa. Tomamos medidas que fazem sentido a curto prazo e perspectivas limitadas, mas essas decisões muitas vezes acabam nos prejudicando a longo prazo (traduzido, p. 5).

O pensar de maneira sistêmica se torna ainda mais importante para alguém que cursa uma licenciatura em Ciências, já que será quem irá guiar o aprendizado dos alunos, assumindo assim papel importantíssimo no desenvolvimento de um cidadão crítico que pensa de maneira sistêmica.

1.1 CASOS ONDE A FALTA DE PENSAMENTO SISTÊMICO GEROU TRAGÉDIAS

- O Sapo-Cururu na Austrália:

Na década de 1930, agricultores australianos introduziram o sapo-cururu (Cane Toad) para controlar pragas que atacavam plantações de cana-de-açúcar. No entanto, eles não consideraram o sistema ecológico como um todo. O sapo não comeu as pragas, mas se espalhou rapidamente, sem predadores naturais, matando espécies nativas e desequilibrando o ecossistema.

- A Crise Ambiental do *Dust Bowl* (EUA, década de 1930):

Durante a década de 1930, fazendeiros norte-americanos araram grandes áreas de pastagens naturais para expandir a agricultura, sem considerar os limites do solo e do clima. Com o tempo, o uso intenso da terra e a falta de cobertura vegetal deixaram o solo seco e vulnerável à erosão. Quando vieram os longos períodos de seca e ventos fortes, formaram-se tempestades de poeira gigantes, destruindo plantações, cidades e meios de subsistência.

- AQUECIMENTO GLOBAL (POSSÍVEL CENÁRIO DE TRAGÉDIA):

Compreendo que a falta de pensamento sistêmico por parte de grandes líderes mundiais têm contribuído significativamente para o agravamento do aquecimento global. Muitos deles tomam decisões imediatistas, voltadas apenas para resultados econômicos de curto prazo, sem considerar os efeitos interligados entre economia, sociedade e meio ambiente. Essa visão fragmentada leva à adoção de políticas que incentivam a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e o consumo excessivo, sem reconhecer que tais ações comprometem o equilíbrio climático do planeta. Além disso, a negação de evidências científicas e a falta de cooperação internacional enfraquecem os esforços globais para conter o aumento da temperatura média da Terra. Ou baseiam-se na ideia que é um fenômeno que acontece naturalmente no planeta, sem considerar que na verdade estamos antecipando-o a milhares de anos. Portanto, adotar uma visão sistêmica é essencial para enfrentar as causas profundas das mudanças climáticas e promover um futuro equilibrado e resiliente para as próximas gerações, já que um cidadão comum hoje, pode ser algum grande líder no futuro e pode ser porta voz do uso do pensamento sistêmico no planejamento de suas ações.

Nesse sentido, metodologias inovadoras que incorporem recursos digitais e linguagem acessível tornam-se ferramentas valiosas para a promoção de aprendizagens significativas, ainda mais em uma área tão importante para a sociedade, que é a educação científica.

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha pelo desenvolvimento de uma trilha de aprendizagem online para o ensino do pensamento sistêmico justifica-se pela crescente relevância dessa abordagem na educação científica. Em um mundo caracterizado pela complexidade das relações naturais, sociais e tecnológicas, torna-se essencial que os estudantes sejam capazes de compreender os fenômenos de forma integrada, reconhecendo interdependências, ciclos de causa e efeito e o funcionamento dos sistemas que regem o mundo.

Como aponta Meadows (2010), “o pensamento sistêmico constitui uma poderosa ferramenta para enfrentar os muitos desafios ambientais, políticos, sociais e econômicos que nos esperam. Sistemas, grandes ou pequenos, podem se comportar de modos semelhantes, e entendê-los talvez seja nossa melhor chance de operar mudanças duradouras em diversos níveis”.

De acordo com Arantes (2012, apud Sterman, 2000, p. 66), “sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados, interconectados e que formam um todo complexo”. Nesse sentido, o pensamento fragmentado, tradicionalmente presente em práticas escolares, muitas vezes dificulta a percepção global dos problemas e limita a construção de soluções sustentáveis.

Além disso, o uso de recursos digitais e interativos representa uma oportunidade de tornar o aprendizado mais acessível, dinâmico e motivador. Plataformas como o **Vidnoz AI** permitem a criação de vídeos animados com avatares e elementos visuais, enquanto ferramentas de exercícios digitais, como o **Wordwall**, potencializam a ludicidade e a interatividade no processo de ensino. Esses recursos favorecem a aprendizagem ativa, estimulando a participação dos estudantes e a construção de conhecimento de forma significativa.

As mídias digitais contribuem para o desenvolvimento de competências essenciais do século XXI, como pensamento crítico, criatividade e alfabetização digital, preparando os estudantes para os desafios de um mundo cada vez mais conectado (Freitas et al., 2025).

Do ponto de vista pedagógico, a criação da trilha de aprendizagem contribui não apenas para a compreensão do pensamento sistêmico e do uso de mapas causais, mas também para a inovação nas práticas de ensino das Ciências Naturais, integrando metodologias ativas e tecnologias digitais — sendo especialmente relevante para a formação de futuros professores.

Do ponto de vista científico, o trabalho insere-se na necessidade de investigar a eficácia de propostas digitais e interativas na educação básica. Embora ainda não tenha sido aplicada, a trilha poderá futuramente oferecer dados que subsidiem novas estratégias de ensino-aprendizagem.

Assim, o presente estudo justifica-se tanto por sua contribuição prática, ao propor uma ferramenta inovadora para professores e alunos, quanto por sua relevância acadêmica, ao investigar em que medida a utilização de recursos multimídia e interativos pode favorecer o desenvolvimento de competências complexas, como o pensamento sistêmico, no contexto da educação em Ciências Naturais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

- Criar uma trilha de aprendizagem online para o ensino do pensamento Sistêmico, utilizando mapas causais;
- Investigar a eficácia/desafios de uma trilha de aprendizagem online e acessível.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenhar uma trilha de aprendizagem online estruturada em etapas progressivas, com atividades interativas baseadas em mapas causais utilizando programas online;
2. Analisar o potencial dos mapas causais como recurso didático para o desenvolvimento do pensamento sistêmico, a partir da percepção dos estudantes;
3. Compreender os desafios enfrentados pelos alunos em um ambiente virtual assíncrono ao lidar com conteúdos sistêmicos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O Pensamento Sistêmico, atualmente presente em diferentes áreas do saber, consolidou-se teoricamente e obteve maior reconhecimento na primeira metade do século XX. Apesar de suas bases terem sido estruturadas entre as décadas de 1930 e 1940, a transição do paradigma mecanicista para uma visão mais ecológica vem acontecendo de maneira não linear há séculos, marcada por avanços e retrocessos em distintos campos científicos, como é abordado por (Gomes et al, 2014). O pensamento sistêmico serve deste modo, para ajudar a compreender como as partes de um sistema se conectam e influenciam umas às outras, permitindo ver além dos elementos isolados, entendendo as relações, causas e consequências que formam o todo. Assim, é útil para analisar problemas complexos, prever

efeitos de ações e buscar soluções mais completas e sustentáveis.

Segundo (Arantes, 2012, apud Silva, 2025, p. 8), “O Pensamento Sistêmico é uma abordagem abrangente para entender sistemas complexos, analisando como seus vários componentes interagem e se influenciam mutuamente.” A proposta de uma trilha de aprendizagem surge na tentativa de tornar o assunto mais simplificado e acessível aos professores e estudantes, na tentativa também da superação do ensino fragmentado para uma realidade onde tudo está conectado. “O pensamento sistêmico transcende disciplinas e culturas e, quando bem-feito, abrange também a história.” (Meadowns, 2010).

O ensino digital vem sendo amplamente defendido por autoridades da educação, já que o uso de meios digitais e de jogos lúdicos no processo de ensino-aprendizagem tem se mostrado cada vez mais relevante na educação contemporânea. A incorporação de plataformas digitais, sites interativos e atividades gamificadas promove maior engajamento dos estudantes, uma vez que desperta o interesse e torna a aprendizagem mais atrativa. Esses recursos favorecem a compreensão de conceitos abstratos por meio de representações visuais, animações e simulações, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

Além disso, como refletem Rigon; Asbahr e Moretti (2010, p. 27), ao destacarem que

A educação é o processo de transmissão e assimilação da cultura produzida historicamente [...]. As aquisições do desenvolvimento histórico do homem estão apenas postas no mundo e, para que cada nova criança possa apropriar-se das conquistas humanas, não basta estar no mundo, é necessário entrar em contato com os fenômenos do mundo circundante pela mediação dos outros homens, num processo de comunicação.

O uso de ferramentas digitais possibilita que o aluno assuma um papel mais ativo e autônomo em sua formação, aprendendo em seu próprio ritmo e explorando diferentes caminhos para solucionar problemas. O caráter lúdico dos jogos e das atividades interativas aproxima o ensino do universo cotidiano dos estudantes, que já estão inseridos em uma cultura digital. Assim, além de facilitar a compreensão dos conteúdos, o ensino mediado por recursos digitais também desenvolve competências importantes para a vida em sociedade, como o uso crítico e responsável das tecnologias. Quanto a possibilidade do curso ser utilizado na educação básica, embora a BNCC não mencione diretamente o “pensamento sistêmico”, várias de suas competências, como pensamento científico, crítico e criativo, análise integrada de fenômenos e resolução de problemas complexos, se aproximam dessa abordagem. Por isso, mesmo sem estar explicitado no documento, ensinar pensamento sistêmico é importante, pois ajuda os estudantes a compreender relações de causa e efeito, ciclos, padrões e interdependências dos sistemas naturais e sociais. Essa perspectiva fortalece

habilidades previstas na BNCC e contribui para formar cidadãos mais preparados para lidar com desafios complexos do século XXI.

Dessa forma, a utilização de sites, vídeos animados e jogos digitais representa não apenas uma estratégia de inovação pedagógica, mas também uma ferramenta fundamental para promover motivação, inclusão e maior eficácia no processo de ensino-aprendizagem.

3.1 ESTRUTURA DA TRILHA DE APRENDIZAGEM

O curso foi inserido no MoodleFUP, sendo um curso aberto ao público geral, posto que é possível acessá-lo, após cadastro na plataforma, através do seguinte link: <https://moodlefup.unb.br/course/view.php?id=41>. A trilha é organizada de maneira que o entendimento seja claro e progressivo e para que, caso o estudante não consiga entender alguma parte, poderá facilmente retornar ao ponto em que está com dúvida. Deste modo, o curso foi estruturado em:

3.1.1 INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS

Sistemas não podem ser vistos como um conjunto de partes funcionando isoladas umas das outras, mas sim como uma estrutura complexa onde as interações entre elas originam propriedades, que não são explicáveis pela simples soma das partes (Vianna, 2005).

Nesta parte, o estudante estará tendo o primeiro contato com o assunto, então começa-se pelos assuntos (Definição de um Sistema; Exemplos de alguns Sistemas; Dinâmica Básica de um Sistema; Componentes de um sistema), que é o conteúdo imprescindível no entendimento que um sistema é algo que está no nosso cotidiano e de que maneira os sistemas funcionam.

Figura 1: Introdução da trilha de aprendizagem

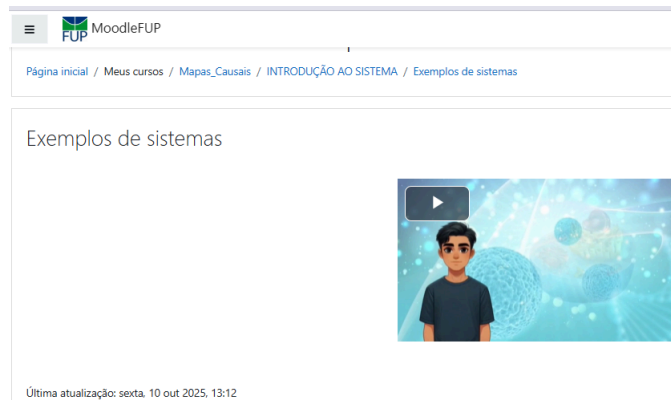


Objetivos da seção:

1. Definição de um Sistema
2. Exemplos de alguns Sistemas
3. Dinâmica Básica de um Sistema
4. Componentes de um sistema
5. Localização de Sistemas

1. Definição de Sistema
- Exemplos de sistemas
- 2.1. Exercícios sobre exemplos de Sistema
3. Dinâmica Básica de um Sistema
- 3.1. Dinâmica Básica de um Sistema (exemplos I)
- 3.2. Dinâmica Básica de um Sistema (exemplos II)
- Você sabe o que é metabolismo urbano?
- 3.3. Exercícios sobre a Dinâmica Básica de um Sistema
- 3.4. Vídeo: Em um Mundo de Sistemas
4. Componentes de um sistema
- 4.1. Exercícios sobre os componentes de um sistema
5. Localização de Sistemas
6. Exercícios de finalização da parte 1
7. Vídeo: A importância do Pensamento Sistêmico

Figura 2: Animação criada no site vidnozAI ilustrando exemplos de sistema



Fonte: https://moodlefup.unb.br/pluginfile.php/7906/mod_page/content/1/v.mp4 (autor)

Figura 3: Exemplo de slide desenvolvido na plataforma Canva para simplificar o conceito de Dinâmica de Sistema



Fonte: autor

3.1.2. RELAÇÃO CAUSAL

Nesta seção o estudante entenderá de que maneira os sistemas estão interligados e também o tempo que as relações causais podem levar, podendo ser de maneira muito rápida ou muito devagar, além disso poderá entender quais são os principais erros cometidos ao se tentar expressar uma relação causal que é o que liga os elementos.

Figura 4: Segunda etapa da trilha, com modelo de objetivos adotados em todas seções



Objetivos da seção:

1. Tipos de relação causal
2. Tempo de uma relação causal
3. Erros comuns em uma relação causal

- 1. Relação causal
- ✓ 1.1. Exercício Relação causal
- 2.1. Relação causal + ou relação causal direta
- 2.2. Relação causal - ou relação causal inversa
- ✓ Exercícios sobre os pontos positivo e negativo das relações causais
- 3. Tempo de uma relação causal
- 4. Erros comuns ao expressar uma relação causal
- ✓ 4.1. Exercícios sobre erros comuns

Fonte: Autor

Figura 5: Definição de Relação, abordada na trilha de Aprendizagem

1. Relação causal

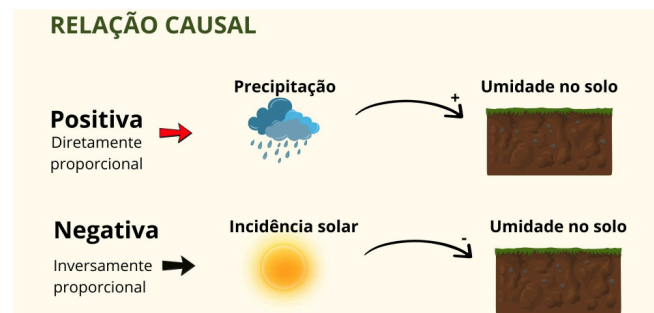


Uma relação causal refere-se ao vínculo de causa e efeito entre dois elementos, onde a mudança em um deles, no caso o elemento A, produz impacto ou alteração no outro, o elemento B. Em outras palavras, A é identificado como a causa que gera um efeito em B, estabelecendo uma conexão de causa e efeito direta entre os dois.



Fonte: Autor

Figura 6: Slide simplificado sobre tipos de relação Causais



Fonte: autor

3.1.3. MAPAS CAUSAIS

Os mapas causais são representações visuais que mostram como diferentes elementos ou variáveis de um sistema se relacionam entre si, indicando causas e consequências. Eles ajudam a entender o funcionamento de um sistema de forma global, mostrando como uma mudança em uma parte pode afetar todo o conjunto.

Aqui será apresentado exemplos de mapas causais e também programas computacionais onde é possível desenvolver mapas completos com relações de causa e efeito. Além disso, há uma historinha em quadrinho contando um exemplo sobre mapas causais.

Figura 7: Exemplo de mapa causal criado no insight maker



Fonte: autor

Figura 8: Segunda etapa da trilha de aprendizagem



Objetivos da seção:

1. O que são mapas causais
2. HQ-Tucano ecologista
3. programas utilizados para montar mapas causais

- 1. Mapas Causais
 - 1.1. Exercícios sobre a definição de mapas causais
 - 1.2. O tucano ecologista -> As abelhas
 - 1.3. Resposta de acordo com a historinha em Quadrinho e o mapa causal
- 2. Programas Utilizados para montar mapas Causais
 - Assista ao video: Reintrodução de Lobos no Parque Nacional de Yellowstone
 - 3.1. Exercício Wordwall
 - 3.2. Exercícios sobre relação causal 2
 - 3.3. Fernando de Noronha.

Fonte: Autor

Figura 9: Documentário sobre a influência da reintrodução de lobos à um ecossistema

MoodleFUP

Pensamento Sistêmico e Mapas Causais

[Página inicial](#) / [Meus cursos](#) / [Mapas_Causais](#) / [Mapas Causais](#) / [Assista ao video: Reintrodução de Lobos no Parque Nacional de Yellowstone](#)

Assista ao video: Reintrodução de Lobos no Parque Nacional de Yellowstone



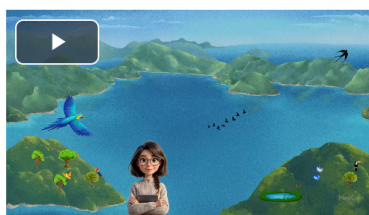
Fonte: https://youtu.be/c_3zIASpz5Y

Figura 10: Animação desenvolvida sobre a história de Fernando de Noronha de João Arantes

3.3. Fernando de Noronha.

FERNANDO DE NORONHA

História retirada da obra "Desvendando Sistemas" de João Arantes:



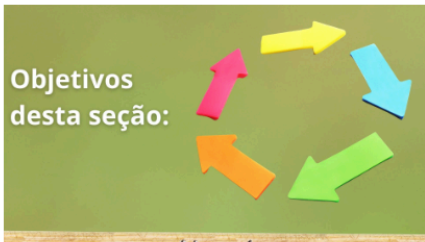
Fonte: https://moodlefup.unb.br/pluginfile.php/7570/mod_quiz/intro/atuazlizada.mp4 (autor)

3.1.4. CICLOS

Esta etapa é considerada a seção mais importante, pois é nela que o estudante aprenderá sobre o que é um ciclo; tipos de ciclos; tempo de um ciclo; retornos não esperados; como criar mapas causais; aplicações de ciclos; entendendo princípio da Ação e Reação. Um conjunto de relações de causa e efeito que se retroalimentam, fazendo com que o resultado de uma ação volte a influenciar o próprio sistema. Existem dois tipos principais:

- Ciclo de reforço (positivo): alimenta o crescimento ou a intensificação de um processo (ex.: juros compostos, fama gera mais fama);
- Ciclo de equilíbrio (negativo): tenta estabilizar o sistema, mantendo tudo em certo limite (ex.: temperatura do corpo, controle populacional).

Figura 11: Terceira etapa da trilha de aprendizagem



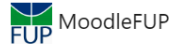
Objetivos da seção:

1. O que é um ciclo
2. Tipos de Ciclos
3. Tempo de um ciclo
4. Retornos não esperados
5. Como criar mapas causais
6. Aplicações de ciclos
7. Entendendo Ação e Reação

-  1.O que é um ciclo
-  2. Tipos dos ciclos
-  2.1. Exercícios sobre tipos de Ciclos wordwall
-  Ciclos de Feedback: Como a natureza adquire seus ritmos
-  3. Tempo ou período de um ciclo
-  Retornos inesperados
-  Exercícios sobre ciclos
-  Criação de mapas causais
-  Aplicações dos ciclos
-  Princípio de Ação e Reação
-  Exercícios extra sobre ciclos

Fonte: Autor

Figura 12: Tópico inicial da seção ciclos



Paulo Victor Pereira Ramos

1.O que é um ciclo

Na dinâmica de sistemas, um ciclo ocorre quando as relações de causa e efeito em um sistema formam um laço fechado, ou seja, uma sequência de interações em que a causa inicial, ao percorrer os elementos do sistema, retorna ao ponto de origem.

Por exemplo, em um ecossistema marinho, um aumento na população de 'algas' pode atrair mais 'herbívoros', que consomem essas 'algas'.

A diminuição das 'algas' reduz a disponibilidade de 'alimento', limitando o crescimento da população de 'herbívoros', permitindo que as algas se recuperem, reiniciando o ciclo.



Fonte: autor

Figura 13: Slide resumo sobre tempos dos Ciclos



Fonte: Autor

3.1.5. ARQUÉTIPOS

Já a última parte do curso traz aspectos importantes no mundo dos sistemas, que é sobre os arquétipos de sistemas, que são estruturas que permeiam as nossas ações que através de mapas causais torna-se possível entender o motivo das coisas acontecerem ou não.

Arquétipos de sistemas são padrões recorrentes de comportamento que aparecem em diferentes tipos de sistemas, sociais, naturais, organizacionais ou econômicos. Eles funcionam como modelos estruturais que ajudam a identificar por que certos problemas continuam surgindo e como podem ser prevenidos ou resolvidos.

Cada arquétipo representa uma combinação típica de relações causais, ciclos de reforço e ciclos de equilíbrio, mostrando como determinadas decisões podem gerar consequências esperadas ou efeitos colaterais indesejados ao longo do tempo. Ao reconhecer esses padrões, torna-se possível antecipar dinâmicas problemáticas, compreender o funcionamento profundo de um sistema e pensar em intervenções mais eficazes.

Os arquétipos mais conhecidos incluem: Limites ao Crescimento, Os Consertos que Estragam, Metas Declinantes, Transferindo o Fardo, entre outros. Eles facilitam a análise sistêmica, permitindo que se possa compreender situações complexas de maneira mais estruturada.

Figura 14: Última etapa da trilha de aprendizagem

Arquétipo de Sistema



Objetivos desta seção:

1. O que é um arquétipo
2. Tipos de arquétipos

- O QUE É UM ARQUÉTIPO DE SISTEMA
- 1. Limites ao Crescimento
- 2. Buscar a meta errada
- 3. Metas declinantes
- 4. Os consertos que estragam
- 5. Sucesso aos bem sucedidos
- 6. Escalada
- 7. A tragédia do bem comum
- 8. Crescimento e Subinvestimento
- 9. Transferindo o fardo
- Tipos de arquétipos de sistema
- Exercícios
- Exercícios sobre Arquétipos
- Exercício múltipla escolha arquétipo
- Uma história sobre sistemas

Fonte: autor

Figura 15: Definição de Arquétipos dada na trilha de aprendizagem

MoodleFUP

O que são Arquétipos de Sistemas?

São padrões recorrentes de comportamento em sistemas complexos que podem ser representados visualmente por meio de conexões de causa e efeito.





Fonte: autor

Figura 16: Capa dos exercícios, elaborada estilo gif



Fonte: autor

4 METODOLOGIA

O estudo utiliza o método quantitativo/qualitativo, uma vez que parte da observação e análise do desempenho dos estudantes ao longo do curso e também abre espaço para um futuro questionário avaliativo sobre a sua percepção sobre o curso. Assim, tem-se o necessário para construir inferências sobre a eficácia da trilha de aprendizagem desenvolvida. Trata-se também de uma pesquisa que se baseia na coleta e interpretação de dados obtidos a partir do Moodle-Fup, onde está o curso e plataformas digitais lúdicas, como o Wordwall. Além disso, ao longo da trilha de aprendizagem, em cada etapa do curso, foram desenvolvidos exercícios para que os alunos pudessem praticar e fixar o conteúdo recém-aprendido.

Figura 17: Exemplo de exercício

Pensamento Sistêmico e Mapas Causais

[Página inicial](#) / [Meus cursos](#) / [Mapas_Causais](#) / [INTRODUÇÃO AO SISTEMA](#) / [3.3. Exercícios sobre a Dinâmica Básica de um Sistema](#) / [Visualização prévia](#)

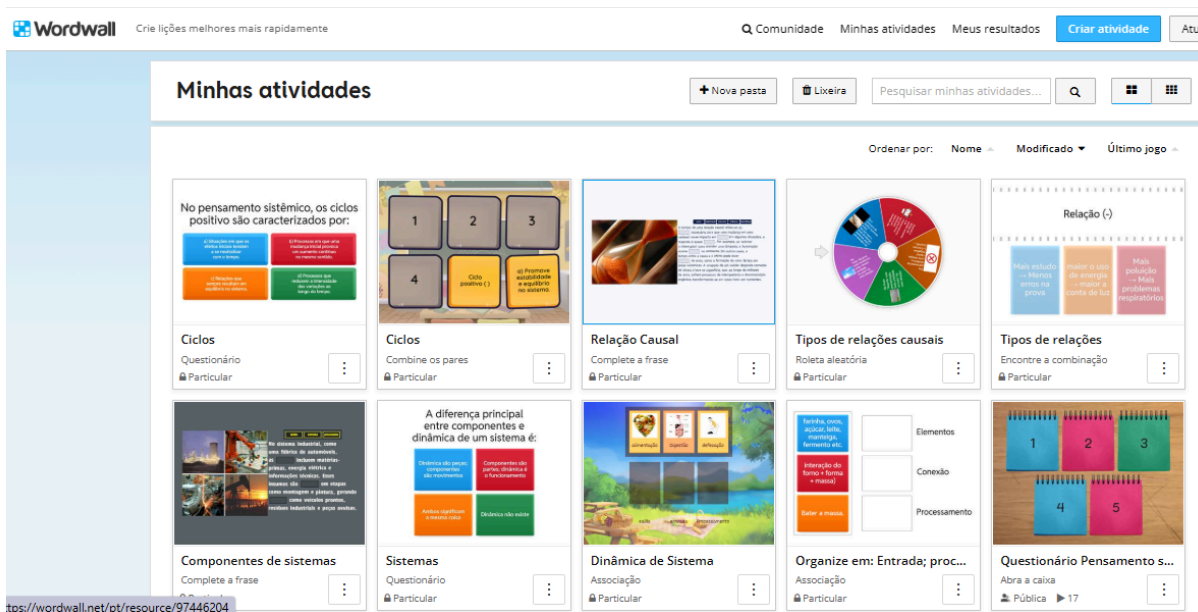
Questão 1 Incompleto Vale 2,00 ponto(s). 1ª Marcar questão Editar questão	Um sistema pode ser entendido como uma unidade dinâmica composta por entradas, processamentos e saídas. Escolha uma opção: ☐ Verdadeiro ☐ Falso Verificar	Navegação do questionário 1 2 3 4 5 Finalizar tentativa ... Iniciar nova visualização
Questão 2 Incompleto Vale 2,00 ponto(s). 1ª Marcar questão Editar questão	No corpo humano, a água e o oxigênio são considerados saídas do sistema. Escolha uma opção: ☐ Verdadeiro ☐ Falso Verificar	

Fonte: autor

4.1 Wordwall

O **Wordwall** consiste em uma ferramenta online que disponibiliza diversos modelos de atividades interativas, tais como questionários, jogos de associação, cruzadinhas e classificações. Sua flexibilidade permite ao docente adaptar as propostas pedagógicas de acordo com os objetivos de ensino, possibilitando tanto o uso em ambientes presenciais quanto virtuais. A plataforma alia ludicidade e personalização, tornando-se um recurso importante para promover a aprendizagem significativa.

Figura 18: Exercícios desenvolvidos na plataforma para trazer mais ludicidade à trilha

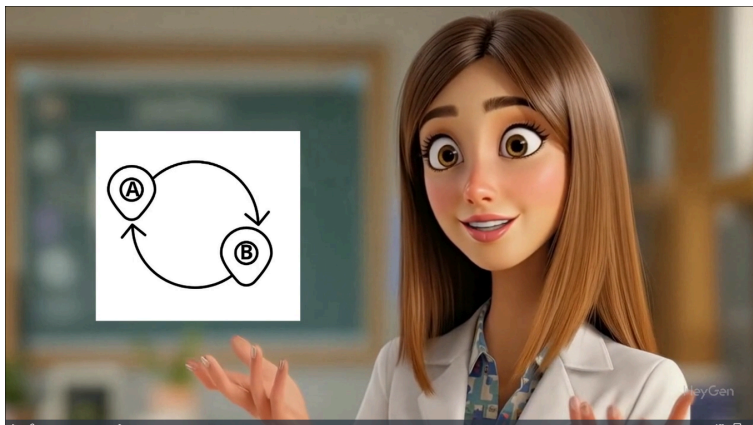


Fonte: Wordwall

4.2 Heygen

O **Heygen** é uma ferramenta digital de criação de vídeos mediada por inteligência artificial, que utiliza avatares para a apresentação dos conteúdos. Tal recurso possibilita a elaboração de materiais audiovisuais personalizados, atrativos e dinâmicos, sem a necessidade de produção em estúdios ou gravações convencionais. No âmbito educacional, o Heygen se destaca como estratégia didática inovadora, ao proporcionar a explicação de conceitos por meio de narrativas visuais e ilustrativas, favorecendo a clareza, a ludicidade e a aproximação dos estudantes com os temas abordados.

Figura 19: Animação sobre relação causal, criada no site Heygen



Fonte: https://moodlefup.unb.br/pluginfile.php/7911/mod_page/content/1/video.mp4

5 CONCLUSÃO

Os principais resultados deste trabalho consistem na elaboração de uma trilha de aprendizagem digital voltada ao ensino do pensamento sistêmico. A trilha foi estruturada em cinco módulos (Relação Causal, Mapas Causais, Ciclos e Arquétipos de Sistemas) cada um contendo textos explicativos, vídeos animados produzidos na plataforma Heygen e atividades gamificadas desenvolvidas no Wordwall.

Embora a trilha ainda não tenha sido aplicada em contexto real de sala de aula, sua construção baseou-se em referenciais teóricos consolidados, como Meadows (2010), Arantes (2012) e Senge (2006), garantindo coerência conceitual e potencial formativo. O produto final demonstra alinhamento entre objetivos, fundamentação teórica e metodologia, oferecendo um percurso didático acessível e interativo para estudantes do ensino básico.

A análise do material desenvolvido permite prever que a trilha possui potencial para facilitar a compreensão de conceitos complexos, especialmente no que se refere à identificação de relações causais, visualização de ciclos e reconhecimento de padrões sistêmicos. Além disso, o uso de recursos multimídia e elementos de gamificação tende a favorecer maior engajamento e participação dos estudantes.

Como limitação, destaca-se a impossibilidade de aplicação prática dentro do tempo disponível para o TCC. Assim, recomenda-se que estudos futuros realizem a testagem da trilha com turmas da educação básica, avaliando sua eficácia pedagógica, usabilidade e impacto no desenvolvimento do pensamento sistêmico dos alunos.

Referências

ARANTES, João. **Desvendando sistemas**. São Paulo: Instituto Federal de São Paulo, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Competências Gerais e Específicas de Ciências da Natureza – Pauta Formativa 3: Terra e Universo (Anos Finais)**. Brasília: Ministério da Educação, [s.d.]. Disponível em: <https://o.institutoreuna.org.br/downloads/primeirospassos/af/ciencias/percurso_AF_CIE_PF3/percurso_AF_CI_pf3_anexo3_competencias_.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

CABRAL, Maria Isabel da Assunção; COSTA, Emanuel Azevedo. **EDUCAÇÃO BRASILEIRA E TECNOLOGIA: REFLEXÕES, DESAFIOS E POTENCIALIDADES**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 427–436, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i1.17680. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17680>>. Acesso em: 31 out. 2025.

GOMES, Lauren Beltrão et al. **As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo**. Pensando Famílias, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 3–20, dez. 2014. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-494X2014000200002>. Acesso em: 13 nov. 2025.

KLEIN, D. R.; CANEVESI, F. C. S.; FEIX, A. R.; GRESELE, J. F. P.; WILHELM, E. M. de S. **Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino**. EDUCERE - Revista da Educação, Umuarama, v. 20, n. 2, p. 279-299, jul./dez. 2020.

MAURER, Claudia P.; KEMP, W. Michael; BOOMER, Christopher W.; et al. **What we learned from the Dust Bowl: lessons in science, policy, and adaptation**. *Population and Environment*, v. 35, n. 2, p. 91-110, 2013.

MEADOWS, Donella H. **Pensando em sistemas: um guia para entender sistemas complexos**. Tradução de Paulo Afonso. São Paulo: GMT Editores, 2022.

NATIONAL MUSEUM OF AUSTRALIA. **Introduction of cane toads**. Disponível em: <<https://www.nma.gov.au/defining-moments/resources/cane-toads>>. Acesso em: 17 nov. 2025.

NUNES, José Braz Sampaio; NUNES, Rafael Silva. **Mídias digitais na aprendizagem e os benefícios para educadores e alunos**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 107–114, abr. 2025. ISSN 2675-3375. DOI: 10.51891/rease.v11i4.18585.

NUNES, José Braz Sampaio; NUNES, Rafael Silva. **MÍDIAS DIGITAIS NA APRENDIZAGEM E OS BENEFÍCIOS PARA EDUCADORES E ALUNOS**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 107–114, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i4.18585. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18585>>. Acesso em: 1 nov. 2025.

STERMAN, John D. **Dinâmica de sistemas: pensamento sistêmico e modelagem para um mundo complexo**. Tradução automática por ferramenta digital. Cambridge: MIT Sloan

School of Management – Massachusetts Institute of Technology, 2002. (Série de Documentos de Trabalho ESD-WP-2003-01.13).

VIANNA, João Carlos Torres. **O pensamento sistêmico e a modelagem**. Revista Didática Sistêmica, v. 1, p. 90-105, out./dez. 2005.