



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**MÉTODO DE ANÁLISE E TOMADA DE DECISÃO PELA TEORIA DE
SISTEMA DE CONTROLE E LÓGICA FUZZY**

MARCUS VINICIUS DA SILVA MAGALHÃES

DM 28/2025

BELÉM – PA

2025

MARCUS VINICIUS DA SILVA MAGALHÃES

**MÉTODO DE ANÁLISE E TOMADA DE DECISÃO PELA TEORIA DE SISTEMA
DE CONTROLE E LÓGICA FUZZY**

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFPA, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica, na área de Sistemas de Energia, e na subárea de Controle e Automação.

DM 28/2025

Orientador: Prof. Dr. Carlos Tavares da Costa Junior.

BELÉM – PA

2025

**“MÉTODO DE ANÁLISE E TOMADA DE DECISÃO PELA TEORIA DE
SISTEMA DE CONTROLE E LÓGICA FUZZY”**

AUTOR: MARCUS VINÍCIUS DA SILVA MAGALHÃES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, SENDO JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA ÁREA DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA.

APROVADA EM: 24/09/2025

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos Tavares da Costa Júnior
(Orientador – PPGEE/ITEC/UFPA)

Prof. Dr. Antônio Pereira Júnior
(Avaliador Interno - PPGEE/ITEC/UFPA)

Prof. Dr. Walter Barra Júnior
(Avaliador Interno – PPGEE/ITEC/UFPA)

Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro da Costa Coelho
(Avaliadora Externa ao Programa – ICED/UFPA)

VISTO:

Prof. Dr. Diego Lisboa Cardoso
(Coordenador do PPGEE/ITEC/UFPA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

D111m Da Silva Magalhães, Marcus Vinicius.
Método de Análise e Tomada de Decisão pela Teoria de
Controle e Lógica Fuzzy / Marcus Vinicius Da Silva Magalhães. —
2025.
117 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Tavares da Costa Junior
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica, Belém, 2025.

1. Teoria de Sistema de Controle. 2. Tomada de Decisão.
3. Lógica Fuzzy. 4. Saúde. 5. Educação. I. Título.

CDD 620

Ao meu pai, José Amarildo Nunes Magalhães; À minha mãe, Maria Aparecida Nascimento da Silva; Ao meu irmão, Alessandro Ronan da Silva Magalhães.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Pará, que me oportunizou um conhecimento mais amplo da área de engenharia elétrica durante as disciplinas;

Ao orientador deste trabalho, Professor Doutor Carlos Tavares da Costa Júnior, pela orientação e relevantes sugestões que proporcionaram uma melhoria na qualidade deste trabalho;

Aos professores da Universidade Federal do Pará do curso de mestrado, que me propiciaram variados estudos sobre conteúdos que deram subsídios a elaboração desta dissertação;

Aos professores do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá, pela transmissão de conhecimento de forma competente e comprometida;

Aos professores da Universidade Federal de Pelotas, do curso de Engenharia Eletrônica, que no início da minha trajetória de graduação me conduziram à inserção no mundo acadêmico, por meio do processo do ensino, pesquisa e extensão;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta fase na minha vida acadêmica.

“A ciência é mais do que um corpo de conhecimento; é uma maneira de pensar”. Carl Sagan

RESUMO

Esta dissertação, intitulada Método de Análise e Tomada de Decisão pela Teoria de Sistema de Controle e Lógica *Fuzzy*, tem como problema de pesquisa: Como aplicar a teoria de controle, com auxílio da lógica *fuzzy*, em contextos que envolvem relações puramente humanas? Seu objetivo geral é de comprovar essa aplicabilidade e ilustrá-la em dois estudos de caso: um no campo da educação e outro na área da saúde. Propõe-se uma abordagem interdisciplinar ao articular a teoria clássica de controle com elementos das ciências humanas, especialmente no contexto da tomada de decisão em relações humanas, com ênfase nos campos da educação e da saúde. Por meio de revisão bibliográfica, inicialmente, são apresentados os fundamentos da teoria de controle, na medida em que a pesquisa parte da analogia entre os elementos de um sistema de controle, como sinal de referência, planta, sensor e controlador, e os componentes da ação humana, incluindo propósitos, percepções, crenças e decisões. Como aplicação prática, foi desenvolvido um sistema *fuzzy* capaz de sugerir recomendações de dieta e exercício físico a partir de dados laboratoriais (glicemia, colesterol total e triglicérides), validando a utilidade do modelo em contextos de saúde. No estudo de caso referente à educação, o processo de ensino-aprendizagem é interpretado como um sistema em malha fechada, onde o professor atua como mediador ao ajustar sua metodologia com base no desempenho dos alunos, que são a saída do sistema. Os resultados demonstram que a analogia entre controle automático e ação humana é fecunda para refletir sobre o equilíbrio entre autonomia, estrutura e adaptação no comportamento humano. Ao integrar técnica e subjetividade, este trabalho propõe novas possibilidades para o uso de modelos de controle em contextos educacionais, clínicos e sociais.

Palavras-chave: Teoria de Sistema de Controle; Tomada de Decisão; Lógica *Fuzzy*; Relações Humanas; Saúde; Educação.

ABSTRACT

This dissertation, entitled *Method of Analysis and Decision-Making through Control System Theory and Fuzzy Logic*, has as its research problem: *How can control theory, with the aid of fuzzy logic, be applied in contexts involving purely human relationships?* Its general objective is to verify this applicability and to illustrate it through two case studies, one in the field of education and another in the field of health. An interdisciplinary approach is proposed by articulating classical control theory with elements from the human sciences, especially within the context of decision-making in human relationships, with emphasis on the areas of education and health. Through a bibliographic review, the foundations of control theory are initially presented. The research is based on an analogy that compares the elements of a control system, such as the reference signal, the plant, the sensor and the controller, with components of human action, including purposes, perceptions, beliefs and decisions. As a practical application, a fuzzy system was developed to suggest dietary and physical activity recommendations based on laboratory data, including glycemia, total cholesterol and triglycerides. This application validated the usefulness of the model in health-related decision-making contexts. In the education-focused case study, the teaching and learning process is interpreted as a closed-loop system. In this system, the teacher acts as a mediator, adjusting his or her methodology based on the performance of the students, which represents the system output. The results demonstrate that the analogy between automatic control and human action is productive when it comes to reflecting on the balance between autonomy, structure and adaptation in human behavior. By integrating technical reasoning with subjective human aspects, this work proposes new possibilities for the application of control models in educational, clinical and social environments.

Keywords: Control Systems Theory; Decision-Making; Fuzzy Logic; Human Relations; Health; Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo a Ser Controlado	15
Figura 2 – Sistema de Controle em Malha Aberta	16
Figura 3 - Sistema de Controle em Malha Fechada.....	16
Figura 4 – Função de Pertinência de um Conjunto clássico A.....	21
Figura 5 – Função de Pertinência de um Conjunto fuzzy A.....	22
Figura 6 – Configuração Básica de um Sistema Fuzzy	22
Figura 7 – Sinais de Entrada para Testes: a) Degrau, b) Rampa, c) Parábola.....	27
Figura 8 – Diagrama Esquemático do Sistema fuzzy.....	72
Figura 9 – Tratamento de Saúde Como Sistema de Controle.....	72
Figura 10 – Função de Pertinência da Entrada Glicemia	74
Figura 11 – Função de Pertinência da Entrada Colesterol Total	75
Figura 12 – Função de Pertinência para a Entrada Triglicérides.....	76
Figura 13 – Função de Pertinência para Saída Dieta.....	76
Figura 14 – Função de Pertinência para Saída Exercício Físico	77
Figura 15 – Malha de Controle de uma Sala de Aula.....	83
Figura 16 – Função de Pertinência da Entrada Simpósio	96
Figura 17 – Função de Pertinência da Entrada Resenha Crítica.....	97
Figura 18 – Função de Pertinência da Entrada Aspecto Formativo	97
Figura 19 – Função de Pertinência para Saída Situação Final	98
Figura 20 - Esquemático no Simulink para Obtenção dos Resultados.....	100
Figura 21- Interface Gráfica FIS Editor	115
Figura 22 - Sistema Fuzzy da Saúde Com Entradas e Saídas	115
Figura 23- Sistema Fuzzy com Regras Adicionadas	117
Figura 24- Esquemático do Sistema Fuzzy da Saúde no Simulink	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Possíveis Exercícios Físico.....	79
Tabela 2 – Possíveis Dietas	80
Tabela 3 – Resposta do Sistema Fuzzy	80
Tabela 4 – Comparação Entre a Classificação Clássica e Classificação Fuzzy	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA TEORIA DE SISTEMAS DE CONTROLE .	15
3	CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA LÓGICA FUZZY	21
4	A DEFINIÇÃO DO PROPÓSITO	27
5	MODELAGEM OU CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	36
5.1	MODELAGEM DE UM CONTEXTO SOCIAL.....	38
5.1.1	Aspectos Psicológicos.....	38
5.1.2	Aspectos Culturais	44
5.1.3	Aspectos Históricos.....	51
6	ESTRATÉGIA DE CONTROLE OU TOMADA DE DECISÃO	58
6.1	FATORES SENTIMENTAIS E A TOMADA DE DECISÃO.....	61
6.2	AS CRENÇAS NA TOMADA DE DECISÃO	63
6.3	AS INSTITUIÇÕES SOCIAIS E A TOMADA DE DECISÃO	66
6.4	A AÇÃO DO TEMPO E A TOMADA DE DECISÃO	68
7	ESTUDOS DE CASOS	72
7.1	SISTEMA DE CONTROLE E LÓGICA FUZZY COMO AUXÍLIO EM INDICADORES DE SAÚDE.....	72
7.1.1	A Definição do Propósito.....	74
7.1.2	Modelagem ou Conhecimento do Problema.....	74
7.1.3	Ação de Controle ou Tomada de Decisão	77
7.2	O PROCESSO EDUCATIVO NA ESCOLA VISTO COMO SISTEMA DE CONTROLE	83
7.2.1	A Definição do Propósito	84
7.2.2	A Modelagem ou Diagnóstico do Problema	86
7.2.3	As Ações de Controle ou Tomada de Decisão.....	87
7.2.4	A Lógica Fuzzy na Avaliação da Aprendizagem da Escola do Ensino Médio 91	
7.2.5	Fechando a Malha de Controle	102
8	CONCLUSÃO	105

Referência.....	107
ANEXO A – PASSOS PARA SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA FUZZY NO	
MATLAB.....	115

1 INTRODUÇÃO

A teoria de sistemas de controle, uma das áreas centrais da engenharia, foi originalmente desenvolvida para resolver problemas relacionados à regulação de sistemas dinâmicos. Essa teoria proporciona métodos para garantir que variáveis de sistemas se comportem conforme o esperado, permitindo o ajuste e a estabilização de processos de maneira eficiente. Exemplos clássicos da aplicação da teoria de controle incluem o controle de nível de água em um tanque (Lage, 2019), a regulação de velocidade em drones (Beard; Mclain, 2012), e o ajuste da tensão de saída em conversores de corrente contínua (Ericson; Maksimovic, 2001). Em todos esses casos, a abordagem de controle visa a manutenção de uma variável de interesse dentro de valores desejados, seguindo uma metodologia precisa que envolve definição de objetivos, modelagem do sistema e aplicação de estratégias de controle específicas.

Contudo, o conceito de controle transcende a área da engenharia e encontra paralelos na vida cotidiana, especialmente nas relações humanas. Em contextos humanos, o controle pode ser entendido como a busca por alcançar determinados propósitos ou metas, que envolvem uma avaliação do problema e, posteriormente, a tomada de decisões baseadas nesse conhecimento. Ao considerar essa analogia, nota-se que a metodologia de análise da teoria de controle, que inclui a definição de objetivos, modelagem do problema e escolha de ações de controle, pode ser adaptada para situações que envolvem comportamentos humanos, onde a subjetividade e a incerteza são comuns. Assim, a teoria de controle e a lógica *fuzzy*, que permite lidar com incertezas e variáveis qualitativas, tornam-se ferramentas promissoras para modelar e tomar decisões em cenários complexos e subjetivos.

O objetivo geral deste trabalho é explorar a aplicabilidade da teoria de controle, com o apoio da lógica *fuzzy*, em contextos que envolvem relações puramente humanas, exemplificados em dois estudos de caso: um no campo da educação e outro na área da saúde. Na educação, o foco recai sobre a motivação, o desempenho e o engajamento de alunos, avaliando como essas variáveis podem ser modeladas e ajustadas para promover um ambiente de aprendizado mais eficaz. No contexto da saúde, analisam-se indicadores como glicemia, colesterol e triglicérides, utilizando a lógica *fuzzy* para gerar recomendações personalizadas de dieta e atividade física, visando a promoção de qualidade de vida. Tal objetivo remete à seguinte questão desta pesquisa: Como aplicar a teoria de controle, com auxílio da lógica *fuzzy*, em contextos que envolvem relações puramente humanas?

A estrutura deste trabalho é organizada da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta os conceitos fundamentais da teoria de controle, estabelecendo uma base sólida para sua compreensão; o Capítulo 3 explora a lógica *fuzzy*, onde é abordado os conceitos e definições fundamentais da lógica *fuzzy*; o Capítulo 4 discute o estabelecimento de propósitos em sistemas de controle aplicados a relações humanas; no Capítulo 5, aborda-se a modelagem do problema, essencial para entender o comportamento do sistema em estudo; o Capítulo 6 trata das ações de controle ou da tomada de decisão ao explicar como estas são aplicadas com base no conhecimento adquirido; o Capítulo 7 apresenta os dois estudos de caso detalhados, demonstrando na prática a aplicação dos conceitos discutidos; por fim, o Capítulo 8 reúne as conclusões do trabalho e avalia as contribuições da abordagem proposta.

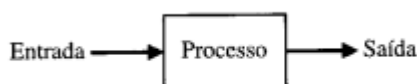
Ao demonstrar a aplicabilidade da teoria de controle e da lógica *fuzzy* em contextos humanos, este trabalho busca expandir o alcance dessas metodologias, tradicionalmente associadas a sistemas técnicos, e explorar seu potencial em áreas que envolvem a complexidade das relações humanas. A expectativa é que este estudo contribua para uma visão interdisciplinar da engenharia de controle ao destacar sua relevância para o entendimento e a gestão de variáveis subjetivas e qualitativas em campos como educação, a saúde e outros.

2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA TEORIA DE SISTEMAS DE CONTROLE

Essencialmente, pode-se definir um Sistema de Controle como um conjunto de componentes interconectados que operam de forma coordenada para regular o comportamento de um sistema dinâmico, da maneira que se almeja. O objetivo principal de um Sistema de Controle é ajustar variáveis específicas de um processo dentro de uma faixa desejada ou atingir um valor-alvo. Tal ajuste ocorre por meio de medições do estado atual do sistema (saída) e da comparação com o estado desejado (referência), com a finalidade de gerar ações corretivas (sinal de controle).

Os fundamentos para análise de um sistema podem ser fornecidos pela teoria dos Sistemas Lineares, que supõe uma relação de causa e efeito para os componentes de um sistema (Dorf; Bishop, 2001). Assim, é possível representar um processo a ser controlado por meio de um bloco, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Processo a Ser Controlado



Fonte: (Dorf; Bishop, 2001)

Nesta representação, o processo é um sistema que recebe um sinal de entrada e gera uma resposta de saída, a qual deve ser capaz de convergir parcial ou totalmente para a excitação de referência (propósito, meta ou expectativa), independentemente de perturbações que possam ocorrer. Em sistemas dinâmicos lineares, a resposta do sistema a uma entrada divide-se em duas partes principais: a resposta transitória, caracterizada por oscilações ou desvios até que o sistema comece a estabilizar, e a resposta em regime permanente, que acontece após a fase transitória, quando o sistema atinge um comportamento estável e constante no tempo.

Um Sistema de Controle pode ser representado em sua topologia de malha aberta ou em malha fechada. Para o caso em malha aberta, baseado apenas na resposta desejada (excitação de referência) utiliza-se um Atuador de Controle para obter essa resposta desejada como saída do Processo. Ou seja, em um Sistema de Controle em Malha Aberta, o sinal de saída não é medido nem realimentado para que seja feita uma comparação com a entrada (Ogata, 2010), conforme a Figura 2.

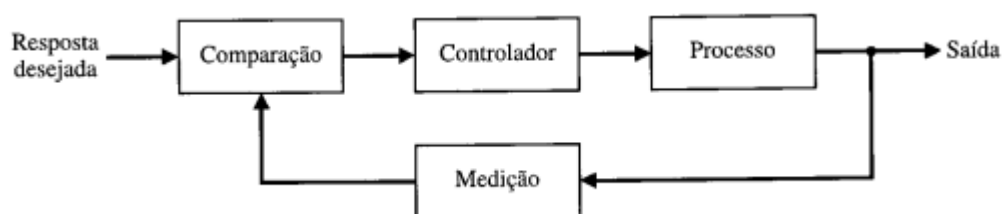
Figura 2 – Sistema de Controle em Malha Aberta



Fonte: Adaptado de (Dorf; Bishop, 2001)

A topologia em malha fechada possui retroalimentação, isto é, utiliza uma medida da saída e a retroação deste sinal para compará-lo com a resposta desejada (propósito, meta ou expectativa), conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Sistema de Controle em Malha Fechada



Fonte: (Dorf; Bishop, 2001)

O fato de o Sistema de Controle em Malha Aberta não possuir retroalimentação, implica em desvantagens significativas em relação à topologia de malha fechada, tais como a falta de ajuste automático diante de mudanças no ambiente ou no sistema, a imprecisão no controle, uma vez que o sistema não consegue corrigir desvios entre a saída real e a desejada, uma menor segurança e confiabilidade, pois, sem realimentação, não há como monitorar ou detectar falhas na saída, dentre outras. É perceptível, portanto, que a topologia em malha fechada é mais vantajosa para a maioria das aplicações em que se deseja um ajuste automático da variável controlada e essa esteja submetida a perturbações, como no controle automático de velocidade de motores elétricos que operam em diferentes cargas, no controle de frequência na geração de energia elétrica. No contexto de relações humanas, pode-se citar como exemplo ir a um encontro com celular, votar em candidatos com informações sobre eles e seus mandatos, comprar na internet de vendedor checado e com rastreamento, dentre outros.

Em suma, em alguns sistemas onde as entradas são previsíveis e não há perturbações, o controle em malha aberta pode ser preferível, pois oferece uma solução mais econômica e com menor demanda de potência, resultando em menores custos, peso e dimensões. O

controle em malha fechada, por sua vez, mostra-se vantajoso em situações onde há distúrbios ou mudanças inesperadas nos componentes do sistema, embora ele exija um número maior de componentes, o que aumenta os custos e o consumo de potência. Assim, uma combinação entre os controles em malha aberta e fechada pode proporcionar uma solução econômica e de bom desempenho para o sistema como um todo (Ogata, 2010).

É importante destacar que, segundo Costa et al. (2024) as terminologias “Sistemas de Controle em Malha Aberta” e “Sistemas de Controle em Malha Fechada” são substituídas, respectivamente, por “Sistemas de Controle às Cegas” e “Sistemas de Controle às Claras”. Essas propostas de terminologias ou nomenclaturas, além de levar em conta as desvantagens da topologia em malha aberta em relação à topologia em malha fechada, visa utilizar uma linguagem mais acessível para descrever a relação entre Sistemas de Controle e as interações humanas, que constitui o escopo deste trabalho.

A estabilidade é uma característica fundamental em sistemas de controle. Em um sistema estável, a saída ou resposta do sistema consegue se aproximar, total ou parcialmente, de uma excitação de referência desejada limitada (propósito, meta ou objetivo) mantendo-se nessa nova condição. Em outras palavras, quando o sistema é sujeito a uma entrada ou perturbação de magnitude limitada e sua resposta também se mantém limitada, considera-se o sistema estável (Dorf; Bishop, 2001).

Um exemplo importante sobre a relevância da estabilidade está nas linhas de transmissão de energia elétrica, onde a estabilidade de tensão é indispensável. Em um sistema estável, a tensão na linha de transmissão mantém-se dentro dos limites desejados, mesmo com oscilações na demanda ou pequenas perturbações na rede. Fato este que garante que a energia seja entregue de forma contínua e segura aos consumidores. Contudo, caso o sistema de transmissão for instável, a tensão pode flutuar descontroladamente em resposta a essas variações, o que pode ocasionar uma série de problemas, como danos a equipamentos, sobrecarga em componentes da rede e até mesmo blecautes (Taylor, 1994).

No contexto de sistemas de controle aplicados às relações humanas, a estabilidade reflete a habilidade de um relacionamento em retornar ao equilíbrio após momentos de conflito ou tensão. Pode-se citar como exemplo em uma equipe de trabalho, quando há comunicação e apoio mútuo, a equipe consegue lidar com desentendimento e pressões sem perder a coesão. Esse sistema de comunicação e suporte age como um controle de *feedback* (retorno), facilitando a resolução de conflitos de maneira construtiva e evitando a escalada de tensões. Em contrapartida, em uma equipe instável, conflitos menores podem se

intensificar e afetar a colaboração, reduzindo a eficiência e a satisfação dos membros.

Na Engenharia de Sistemas de Controle, o critério de Routh-Hurwitz é uma técnica extremamente útil para avaliar a estabilidade em sistemas de controle em sistemas lineares. Com esse método, é possível verificar a estabilidade de sistemas contínuos sem precisar calcular explicitamente as raízes da equação característica. Para aplicá-lo, constrói-se uma matriz, e os sinais dos elementos na primeira coluna dessa matriz indicam a estabilidade do sistema; caso todos tenham o mesmo sinal, o sistema é considerado estável (Ogata, 2010). Em relações humanas, pode-se comparar o critério de Routh-Hurwitz com o processo de avaliação dos fatores que mantêm o equilíbrio de um grupo, assim como o critério avalia a estrutura do polinômio para garantir que o sistema não oscile ou entre em colapso, em relações humanas, há certos “fatores críticos” que devem estar presentes para manter uma relação social estável. Quando se trata de uma equipe de trabalho, por exemplo, esses fatores podem incluir comunicação clara, respeito mútuo, empatia, confiança e habilidades de resolução de conflitos.

Técnicas como o critério de Routh-Hurwitz avaliam a estabilidade absoluta de um sistema. Contudo, muitas vezes, é útil saber o quão próximo o sistema está de se tornar instável, fato esse que é investigado através do que se chama de estabilidade relativa. Esse conceito é particularmente importante em sistemas onde perturbações ou mudanças de parâmetros podem ocorrer, exigindo uma medida de quão robusto o sistema é diante dessas variações. Dois parâmetros principais para medir a estabilidade relativa são a margem de ganho e a margem de fase (Nise, 2023).

A margem de ganho pode ser definida como sendo o fator multiplicativo que pode ser aplicado ao ganho do sistema antes que ele se torne instável. Em um sistema estável com boa margem de ganho, o sistema suporta aumentos no ganho sem que isso leve à instabilidade. A margem de ganho pode ser medida em decibéis (dB) e reflete a segurança do sistema contra oscilações indesejadas que podem ocorrer se o ganho for alterado. A margem de fase, por outro lado, indica o quanto a fase de resposta pode mudar antes que o sistema atinja a condição de instabilidade. Uma margem de fase adequada significa que o sistema pode suportar alterações na defasagem, causadas por atrasos ou mudanças no comportamento dinâmico, sem se tornar instável. Ela indica quão bem o sistema pode se adaptar as variações de fase sem gerar oscilações excessivas ou comportamento instável (Ogata, 2010).

A margem de ganho pode ser relacionada à capacidade de uma pessoa suportar

estímulos emocionais intensos sem perder o equilíbrio. Assim como um sistema de controle com boa margem de ganho consegue lidar com aumentos de ganho sem oscilar, uma pessoa com uma “boa margem de ganho emocional” consegue enfrentar situações intensas, como críticas ou pressões, sem reagir de maneira extrema. Esse tipo de resiliência permite que a pessoa mantenha o controle sobre suas reações, evitando flutuações emocionais que poderiam desestabilizá-la. Indivíduos com baixa “margem de ganho emocional”, no entanto, são mais suscetíveis a se desestabilizar com estímulos intensos, resultando em respostas abruptas ou defensivas, o que pode prejudicar suas interações e bem-estar.

A margem de fase, por outro lado, pode ser comparada ao tempo de processamento emocional e resposta a situações de estresse. Uma pessoa com boa “margem de fase psicológica” é capaz de tolerar o tempo necessário para processar emoções e informações antes de reagir, mantendo a estabilidade interna. Esse “atraso” permite que ela ajuste suas respostas e tome decisões com mais clareza, semelhante a um sistema de controle que se mantém estável, mesmo com defasagens no tempo de resposta. Em pessoas com baixa “margem de fase psicológica”, a necessidade de reagir rapidamente pode impedir uma análise clara, causando impulsividade ou reações exageradas a situações.

Outra característica de muita relevância para sistemas de controle é o conceito de robustez. A robustez refere-se à capacidade de um sistema de manter um desempenho satisfatório mesmo diante de incertezas, perturbações e variações de parâmetros. Diferente da estabilidade, que garante que o sistema não entre em comportamento descontrolado, a robustez vai além, garantindo que o sistema opere de maneira eficaz, independentemente de mudanças nas condições externas ou internas, ou seja, um sistema robusto é projetado para enfrentar situações adversas e continuar funcionando dentro de limites aceitáveis, garantindo confiabilidade e desempenho (Dorf; Bishop, 2001).

Os conceitos de margem de ganho e margem de fase são utilizados para verificar o quão robusto um sistema pode ser. Na prática, utiliza-se técnicas como diagrama de Bode e Nyquist para avaliar as margens de ganho e fase, esses diagramas fornecem informações sobre a resposta em frequência do sistema e permitem que os projetistas identifiquem as frequências críticas nas quais o sistema pode ser vulnerável à instabilidade (Franklin; Powell; Emami-Neini, 2019). No diagrama de Bode, por exemplo, a margem de ganho pode ser determinada na frequência de cruzamento de fase, onde a fase atinge -180 graus, enquanto a margem de fase é obtida na frequência de cruzamento de ganho, onde a magnitude é unitária.

A ausência de robustez pode levar um sistema a falhas críticas, mesmo que ele seja estável em condições ideais. Por isso, a engenharia de controle moderno tem se voltado para a combinação desses dois conceitos, visando o desenvolvimento de sistemas que sejam simultaneamente estáveis e robustos. Assim, a estabilidade e a robustez, quando abordadas de forma integrada, representam os pilares fundamentais para a construção de sistemas de controle seguros, confiáveis e eficazes, capazes de atender a uma ampla gama de demandas operacionais.

Com a finalidade de implementar uma maior estabilidade e robustez, é fundamental que a topologia do Sistema de Controle seja do tipo às Claras, ou seja, contendo retroalimentação de informações. Dentro dessa estrutura, destacam-se três pilares fundamentais, organizados da seguinte forma: a definição do propósito; a modelagem ou compreensão do objeto; e a elaboração da estratégia de controle ou tomada de decisão.

Esses três passos metodológicos serão aplicados nos estudos de caso examinados neste trabalho e serão detalhados em capítulos subsequentes.

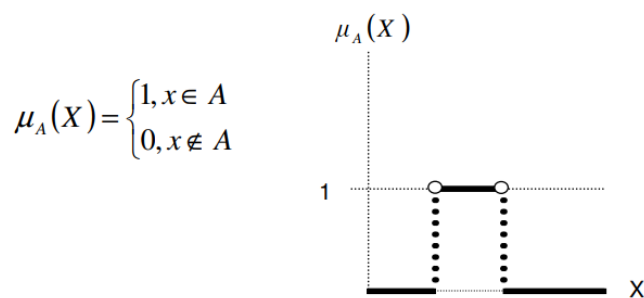
3 CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA LÓGICA FUZZY

Lógica é um campo de estudo com raízes que remontam à Grécia Antiga. No contexto da lógica clássica, cada proposição é enxergada de forma binária, com dois estados fixos e distintos: verdadeiro (1) e falso (0) (Copi; Cohen; Flage, 2016). Na teoria clássica dos conjuntos, considerando um conjunto universo X e um conjunto A contido em X , a função característica desse modelo é definida por:

$$\mu_A: X \rightarrow \{0,1\} \quad (1)$$

O que implica em uma função de pertinência bivalente conforme ilustra a figura 4, abaixo:

Figura 4 – Função de Pertinência de um Conjunto clássico A



Fonte: Barrantes (2011)

Nessa representação, não há qualquer espaço para graus intermediários de pertinência (ou pertencimento) entre os valores de 0 e 1, ou seja, uma afirmação é completamente verdadeira ou completamente falsa, sem ambiguidade ou variação. Essa característica faz com que a lógica clássica apresente limitações quando aplicada a situações do mundo real que envolvam incertezas ou variabilidade.

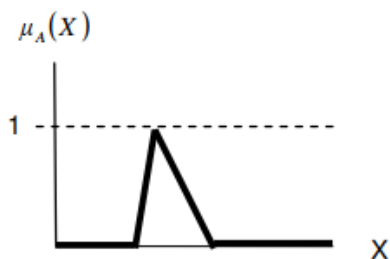
A lógica *fuzzy*, por outro lado, foi desenvolvida para lidar com incertezas e imprecisões. No modelo *fuzzy*, considerando X o conjunto universo e um conjunto A contido em X , a função característica desse modelo é dada por:

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

O que implica no fato de uma proposição ter um valor de verdade de pertinência multivalente, ou seja, que não é restrito a apenas verdadeiro ou falso, mas pode assumir quaisquer valores entre 0 e 1. Isso permite que a lógica *fuzzy* represente conceitos vagos ou subjetivos, como “quente”, “frio”, “alto” ou “baixo”, de forma natural (Zadeh, 1965). Uma das formas de representar a função de pertinência de um conjunto *fuzzy* é mostrada na Figura

5.

Figura 5 – Função de Pertinência de um Conjunto fuzzy A



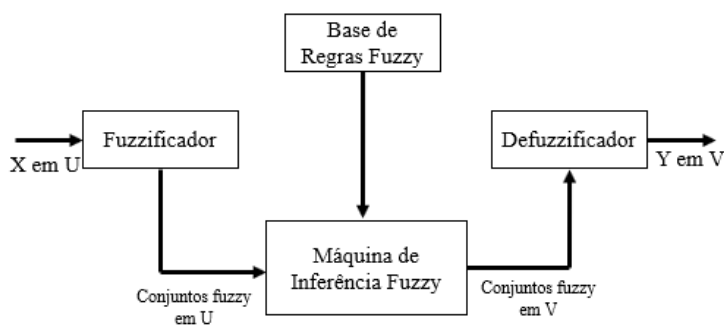
Fonte: Barrantes (2011)

As funções de pertinência podem ter diversos formatos como trapezoidal, gaussiana, triangular, sinoidal, entre outras. A escolha desse formato é determinada conforme o contexto da aplicação. Essas funções podem ser definidas pelos usuários com base em sua experiência ou obtidas por meio de um processo de otimização, utilizando dados experimentais e/ou simulados. Em relação à normalização, as funções de pertinência são definidas com valores verdade no intervalo de $[0,1]$ (Gomide; Pedrycz, 2007).

No âmbito da lógica *fuzzy*, o conceito de variável linguística é relevante. Trata-se de uma variável que pode assumir como valores palavras da linguagem natural, sendo esses valores representados por conjuntos *fuzzy* definidos no universo de discurso específico da variável (Wang, 1997). Como exemplo, pode-se citar a temperatura que pode ser definida como “Baixa”, “Média” e “Alta”, cada um desses termos corresponde a um conjunto *fuzzy* que caracteriza o grau com que uma determinada temperatura pertence a essas categorias, permitindo a modelagem de incertezas e imprecisões.

O Sistema *Fuzzy* usado neste trabalho é do tipo Mamdani, que é basicamente composto pelo fuzzificador, base de regras, máquina de inferência e defuzzificador, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 – Configuração Básica de um Sistema Fuzzy



Fonte: Adaptado de Wang (1997)

No bloco fuzzificador ocorre o processo de fuzzificação, é onde acontece o processo inicial em um sistema *fuzzy* e envolve a transformação de uma variável de entrada X , em um conjunto universo U , com valores exatos em valores *fuzzy*. Esses valores *fuzzy* são descritos por graus de pertinência, que refletem a relação dos valores de entrada com conjuntos *fuzzy* pré-definidos.

É possível implementar uma fuzzificação iniciando pela definição dos conjuntos *fuzzy* que representam os possíveis estados qualitativos de uma variável (como "baixo", "moderado" e "alto" para uma variável de colesterol). Após essa etapa, seleciona-se o tipo de função de pertinência que melhor se adapta à aplicação desejada. Finalmente, calcula-se o grau de pertinência: cada valor nítido (ou *crisp*) de entrada é processado pelas funções de pertinência dos conjuntos *fuzzy* previamente definidos, determinando assim o grau de pertencimento de cada valor a esses conjuntos (Ross, 2010).

A base de regras *fuzzy* representa o núcleo lógico do sistema. Ela é composta por um conjunto de regras SE-ENTÃO, que estabelecem a relação entre as variáveis de entrada e as variáveis de saída. Para elaborar essas regras, é necessário o conhecimento de um especialista no tema que está sendo analisado, para que ele possa sugerir de que maneira as entradas influenciam as saídas, fornecendo a base para as condições SE e os consequentes ENTÃO de cada regra (Mamdani; Assilian, 1975). Esse conhecimento é de grande importância, pois define a lógica de inferência que o sistema *fuzzy* irá adotar, fato esse que permite a simulação de decisões complexas em condições de incerteza.

Essas regras SE-ENTÃO permitem a realização de inferências lógicas mesmo sem dados numéricos exatos. Essa abordagem é vantajosa porque cada regra define uma relação qualitativa, possibilitando a adaptação e a flexibilidade do sistema, o que seria difícil de se obter com métodos de controle tradicionais que dependem exclusivamente de modelos matemáticos exatos (Mendel, 1995). A representação da base de regras no sistema *fuzzy* de Mamdani é baseado em uma estrutura de regras linguísticas do tipo SE-ENTÃO, onde tanto as premissas (condições SE) quanto as conclusões (consequentes ENTÃO) são descritas por variáveis linguísticas *fuzzy*. Essa estrutura permite que as saídas sejam definidas de maneira qualitativa, o que é útil em situações onde o comportamento do sistema deve ser interpretado linguisticamente ou intuitivamente.

A máquina de inferência *fuzzy* tem por objetivo desempenhar o papel de processar as entradas fuzzificadas para, de acordo com a base de regras *fuzzy*, gerar uma saída *fuzzy*, isto

é, princípios lógicos são usados para combinar as regras SE-ENTÃO da base de regras em um mapeamento do conjunto *fuzzy* X' em U para o conjunto *fuzzy* Y' em V . Existem duas maneiras de inferir um conjunto de regras: a inferência baseada em composição e a inferência baseada em regra individual (Wang, 1997).

Na inferência baseada em composição todas as regras da base de regras são combinadas em uma simples relação *fuzzy* $U \times V$ que é então visto como uma simples regra *fuzzy* SE-ENTÃO. No que concerne à inferência baseada em regra individual, que é usada neste trabalho, cada regra na base de regras determina um conjunto de saída *fuzzy* e a saída completa da máquina de inferência *fuzzy* é a combinação dos M conjuntos *fuzzy* individuais, essa combinação pode ser feita por união ou por interseção (Wang, 1997).

A máquina de inferência, portanto, determina as contribuições de cada regra para a saída final, por meio de operações de agregação, como o uso dos operadores de mínimo, máximo ou soma ponderada para combinar os resultados das regras ativas. Em sistemas de controle, diagnóstico e análise, a máquina de inferência *fuzzy* permite a modelagem de relações complexas e não-lineares entre variáveis, facilitando a tomada de decisão em situações que exigem tratamento de incertezas e informações subjetivas.

Após o processamento das regras, é necessário passar pela etapa de defuzzificação, onde os valores *fuzzy* são convertidos novamente em valores crisp (físico), esse processo é fundamental para que a saída final seja compreensível e utilizável no contexto real, pois muitos sistemas de controle e tomada de decisão necessitam de resultados concretos (Zadeh, 1975). Entre os métodos de defuzzificação, estão o Centro de Gravidade, Centro Ponderado e o Máximo Valor, sendo o método do centro de gravidade o mais utilizado devida à sua capacidade de fornecer uma saída balanceada.

No método de defuzzificação Centro de Gravidade, também chamado de Centróide, calcula-se o ponto médio da área sob a curva da função de pertinência da saída *fuzzy*. Esse método é particularmente eficiente porque fornece uma saída média ponderada, que leva em consideração todas as partes da função de pertinência, contudo possui uma elevada carga computacional para ser implementado, especialmente em sistemas com múltiplas variáveis ou funções de pertinência complexas. A saída defuzzificada do método Centro de Gravidade é mostrada abaixo:

$$y^* = \frac{\int y \mu_{B'}(y) dy}{\int \mu_{B'}(y) dy} \quad (3)$$

em que B' são consequentes conjuntos *fuzzy* e $\mu_{B'}(y)$ é a função de pertinência da saída. É necessário integrar a área sob a curva da função de pertinência, o que pode ser computacionalmente caro e inadequado para sistemas que exigem respostas rápidas e de baixa latência, como no controle em tempo real (Wang, 1997).

O método de defuzzificação Centro Ponderado é recomendado quando as funções de pertinência de saída são de formato simétrico, como no caso de funções triangulares ou trapezoidais. Esse método calcula a média ponderada de todos os valores da função de saída de acordo com a expressão abaixo:

$$y^* = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y}^l w_l}{\sum_{l=1}^M w_l} \quad (4)$$

em que M representa os possíveis conjuntos *fuzzy*, \bar{y}^l o centro do l 'ésimo conjunto *fuzzy* e w_l o peso.

Ele considera toda a área sob a função de pertinência, o que permite uma representação mais completa da distribuição *fuzzy*. Além do mais, o Centro Ponderado é menos suscetível a distorções ocasionadas por picos isolados, o que reduz a possibilidade de respostas extremas e melhora a estabilidade da saída em sistemas com múltiplas entradas *fuzzy*. Em sistemas onde a função de pertinência não é simétrica, o Centro Ponderado pode produzir saídas que não correspondem ao valor mais significativo para a tomada de decisão, especialmente se a distribuição *fuzzy* apresenta um viés considerável

O método de defuzzificação do Máximo Valor define a saída y^* como o ponto no universo de saída V no qual a função de pertinência $\mu_{B'}(y)$ alcança seu valor máximo. Em outras palavras, ele identifica os picos da função de saída *fuzzy* e escolhe o valor correspondente ao maior grau de pertinência, ignorando os demais valores da função.

Esse método sobressai pela facilidade e rapidez de implementação, pois dispensa o cálculo de áreas e o uso de médias ponderadas. Essa característica o torna especialmente adequado para aplicações que exigem alta eficiência e baixa complexidade computacional, como em sistemas de controle em tempo real. Ao considerar apenas os valores máximos, o método evita operações complexas, consolidando-se como uma escolha vantajosa em contextos com limitações de tempo e recursos.

Contudo, essa abordagem apresenta algumas limitações como a perda de informações sobre a distribuição *fuzzy* da saída, pois não considera os valores próximos ao máximo. Além disso, esse método ignora a continuidade e a variabilidade dentro da função de saída, o que

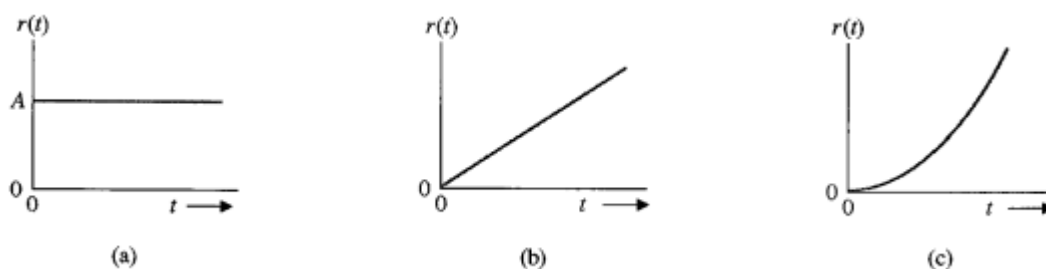
pode ser prejudicial em sistemas que exigem uma representação mais completa da incerteza (Wang, 1997). Neste trabalho, será usado o método de defuzzificação Centro Ponderado.

4 A DEFINIÇÃO DO PROPÓSITO

Na teoria de sistemas de controle, o propósito é o sinal de referência da malha de controle. Esse propósito é estabelecido a partir de uma necessidade específica e, em geral, é traduzido em um conjunto de metas ou condições de operação que orientam o comportamento de variáveis de controle e de saída. O propósito em uma malha de controle está intimamente ligado ao comportamento que se espera de um sistema e define os parâmetros e limites que o mesmo precisa seguir.

No estudo da Teoria de Controle, há alguns sinais que são utilizados como sinal de referência $r(t)$ para implementar testes em projetos de controle como o sinal degrau, o sinal rampa e o sinal parábola (Dorf; Bishop, 2001), mostrados na figura 7 abaixo:

Figura 7 – Sinais de Entrada para Testes: a) Degrau, b) Rampa, c) Parábola



Fonte: (Dorf; Bishop, 2001)

O sinal degrau é muito utilizado em aplicações na engenharia como no controle de temperatura de uma sala, no controle da tensão de saída de um conversor c.c-c.c, no controle de nível de líquidos em tanques, entre outros. Em todos esses exemplos é informado para a malha de controle um valor de uma grandeza ou estado que a saída do sistema deve alcançar de forma exata ou aproximada.

Com base nesses pressupostos, no contexto das relações humanas, o propósito é também um estado a ser alcançado e pode ser entendido como aquilo que dá sentido ao tempo e às ações de um indivíduo. O propósito de curto ou médio prazo é uma meta que evolui de uma vontade que, por sua vez, advém de um desejo (forte ou vago). É importante salientar que existem determinados desejos nos quais o indivíduo apenas sente vontade de executá-los, porém não os estabelece como meta a ser cumprida. Para fins deste trabalho, isto não é considerado propósito e sim aquele desejo no qual o indivíduo se determina a implementá-lo. Define-se ainda propósito de longo prazo como aquilo que dá sentido à vida de uma pessoa e que, para atingi-lo, pode-se subdividi-los em propósitos de curto ou médio

prazo.

A vida humana está constantemente atravessada por decisões e ações que dependem, em grande parte, da clareza de propósitos. Para Cortella (2010), a ausência de propósito pode transformar a vida em um conjunto de atividades sem conexão, enquanto o propósito dá unidade ao existir. Viver com propósito é ter consciência de que nossas ações constroem uma obra, e que cada passo deve estar alinhado com um projeto de mundo e de si mesmo. Ele ressalta que “fazer por fazer não basta, é preciso saber por que e para que se faz”, ou seja, o autor critica a automatização da vida e o agir sem consciência, propondo uma atuação baseada em propósito e intencionalidade.

Agir com propósito implica direção, intencionalidade, bem como um senso claro de prioridade, enquanto a ausência de propósito frequentemente resulta em confusão, apatia e sensação de vazio. Essa distinção influencia o ponto de vista existencial, possui relevante importância em termos de saúde mental, desempenho social, realização pessoal, entre outros fatores.

O propósito de vida é reconhecido como um dos pilares do bem-estar subjetivo. As emoções e os sentimentos são importantes mecanismos para a manutenção da vida, e os propósitos operam como direcionadores desses sentimentos, influenciando as decisões e ações (Damásio, 2011). Assim, o propósito atua como um organizador das experiências internas, promovendo maior estabilidade emocional e resiliência frente às adversidades, é possível conectar ações pontuais a metas mais amplas, tornando o cotidiano mais significativo.

Nesse sentido, o propósito de vida adquire um caráter regulador da conduta, ou seja, ele fornece um eixo ético e valorativo sobre o qual se estrutura a tomada de decisão. Assim, em vez de agir segundo impulsos momentâneos ou em resposta a pressões externas, o sujeito com propósito avalia as alternativas à luz de um projeto de vida previamente elaborado. Essa avaliação não significa rigidez ou inflexibilidade, mas sim coerência e responsabilidade diante de si e do mundo. Como observa Baumeister (1991), indivíduos que identificam um sentido claro para suas vidas demonstram maior capacidade de adiar recompensas imediatas em prol de conquistas de longo prazo, o que está diretamente relacionado à autorregulação e ao amadurecimento psicológico.

Por outro lado, a ausência de propósito não compromete apenas o plano subjetivo, mas afeta diretamente o desempenho prático do indivíduo em diversas áreas de sua vida.

Isso se deve ao fato de que o propósito funciona como um filtro atencional, permitindo ao sujeito discernir entre o que é essencial e o que é acessório, entre o que deve ser feito e o que pode ser deixado de lado. Portanto, viver sem propósito expõe o indivíduo a uma existência marcada pela fragmentação, isto é, em vez de unidade e direção, predominam a dispersão e o improvisado. Em contextos sociais complexos como o atual, onde as possibilidades se multiplicam e os referenciais tradicionais de sentido (como religião, família e nação) perdem força, a ausência de propósito pode se manifestar como vazio existencial, angústia ou alienação. No que se refere à sociedade em rede, marcada pela fluidez e pela velocidade, a construção de um projeto de vida estável torna-se um desafio central para a subjetividade contemporânea (Castells, 1999), ou seja, sem um propósito norteador, o indivíduo tende a ser conduzido pelas tendências do momento, pelas pressões do mercado ou pelos imperativos do consumo, o que pode gerar frustração, desorientação e falta de pertencimento.

A procura por um propósito está intrinsecamente conectada aos aspectos psicológicos, às particularidades de personalidade de cada pessoa, influenciando a maneira como percebem e buscam objetivos que conferem significado às suas vidas. Características como otimismo, pessimismo, receptividade a experiências, extroversão e estabilidade emocional são fundamentais neste processo, afetando tanto a definição quanto a persistência na procura de um propósito.

A característica do otimismo está fortemente ligada à definição de propósito. Pessoas otimistas costumam ver eventos desafiadores como chances de evolução, exibindo maior resiliência e dedicação aos seus objetivos. De acordo com Seligman (2011), o otimismo está ligado a táticas de enfrentamento proativas e à dedicação a objetivos relevantes. Esta visão faz do otimismo uma característica que auxilia na definição de um propósito que esteja alinhado aos valores do indivíduo.

Por outro lado, o pessimismo possui características que dificultam a definição de um propósito. Os pessimistas costumam enfatizar os riscos e as adversidades, o que pode dificultar a determinação de um propósito claro. No entanto, até mesmo essa qualidade pode ser direcionada para o desenvolvimento pessoal. Conforme Viktor Frankl argumenta, “[...] mesmo em situações de intenso sofrimento, o indivíduo é capaz de descobrir sentido, convertendo experiências adversas em oportunidades de aprendizado e propósito” (Frankl, 2008, p. 25).

A abertura a experiências é outra característica da personalidade que tem um impacto significativo na busca por propósito. Indivíduos com altos níveis de abertura costumam

explorar uma vasta variedade de interesses, mostrando maior disposição para correr riscos e experimentar novos percursos. Esta curiosidade intelectual e emocional favorece a descoberta de metas que estejam em sintonia com suas paixões e habilidades. Segundo McCrae e Costa (2004), a disponibilidade para experiências é um indicador confiável de criatividade e inovação, elementos que muitas vezes auxiliam na identificação de um propósito.

A personalidade extrovertida e a estabilidade emocional também possuem grande relevância na determinação do propósito. Pessoas extrovertidas costumam ter redes sociais mais extensas e tendem a procurar sentido em interações sociais e parcerias. Essa tendência para a participação social simplifica a identificação de objetivos comuns ou comunitários, elevando a satisfação pessoal e coletiva.

Por sua vez, a estabilidade emocional habilita as pessoas a enfrentar adversidades de maneira mais eficaz, mantendo o foco em seus objetivos de longo prazo. Indivíduos emocionalmente estáveis tendem a exibir mais resiliência e persistência perante adversidades, o que as auxilia a manter seus objetivos mesmo em tempos adversos (McCrae; Costa, 2004).

Apesar de cada traço de personalidade afetar o propósito de formas distintas, é a combinação dessas características que estabelece a experiência singular de cada pessoa. Por exemplo, um indivíduo altamente receptivo a experiências e otimista pode aspirar a propósitos mais audaciosos e inovadores, como se tornar um governador ou senador da república, enquanto outro, introvertido e emocionalmente estável, pode descobrir sentido em interações interpessoais e no trabalho em grupos menores, como exercer o papel de professor ou gerenciar uma empresa privada.

Um outro fator que pode influenciar no propósito vem ser a idade do indivíduo, ou seja, as aspirações de vida de uma pessoa idosa, na maioria das vezes, não são as mesmas de uma pessoa jovem, as prioridades e os valores de um indivíduo tendem a evoluir ao longo do tempo, influenciados por experiências pessoais, contexto social, ambiente cultural, bem como por mudanças nas condições físicas e emocionais (Freund; Riediger, 2006). De acordo com Schwartz et al. (2005), os jovens, muitas vezes, estão mais voltados para experiências que envolvem descoberta e crescimento, sentindo uma urgência em conquistar independência financeira, realizar seus sonhos profissionais e formar uma identidade social e profissional. Nessa fase, o propósito pode estar mais centrado em si mesmo, na autorrealização e na criação de um espaço próprio na sociedade.

À medida que o indivíduo avança para a idade adulta e atinge a fase da meia-idade, o propósito tende a ser moldado pelas responsabilidades adquiridas ao longo da vida, principalmente com a família e a carreira profissional. Segundo Cavanaugh e Blanchard-Fields (2018), um adulto em fase de criação de filhos pode ver seu propósito fortemente ligado ao bem-estar e ao desenvolvimento dos filhos, priorizando valores de segurança, estabilidade e suporte emocional para sua família. As decisões passam a ser orientadas pela busca de proporcionar um futuro melhor para os filhos e pela necessidade de equilibrar as demandas profissionais e pessoais. A sensação de responsabilidade pelo crescimento e pela educação dos filhos traz um propósito que vai além das conquistas individuais, alinhando-se aos objetivos coletivos e ao desejo de contribuir para o desenvolvimento da próxima geração.

Para indivíduos em uma fase mais avançada da vida, o propósito muitas vezes se volta para a busca de significado nas relações próximas, na transmissão de conhecimento e experiência, e no desejo de deixar um legado para as gerações futuras. Com o envelhecimento, há uma tendência de reflexão e de valorização de memórias, conquistas passadas e vínculos afetivos, em que o propósito ganha um caráter mais introspectivo e menos material (Carstensen, et al, 1999). Nesse estágio, manter a saúde, nutrir conexões familiares e cultivar amizades tornam-se prioridades. Muitos idosos encontram propósito em compartilhar suas vivências, em ser figuras de referência para filhos e netos, e em contribuir para a comunidade por meio de atividades voluntárias ou orientações.

Essas mudanças de propósito são reflexo de um processo de amadurecimento, em que o indivíduo ajusta suas metas e valores para se adequar à fase da vida em que se encontra, influenciado também pela percepção de tempo (Freund; Baltes, 2002). Para os jovens, o tempo pode parecer um recurso abundante, o que frequentemente os leva a ter propósitos de longo prazo, com uma visão de futuro mais idealista. Já para pessoas mais velhas, o tempo se torna mais escasso, e o propósito pode se concentrar em aproveitar o presente e em fortalecer o que já foi construído, valorizando a qualidade das experiências e o legado que desejam deixar.

Uma outra abordagem está centrada na sociologia, pois de acordo com Bauman (2005), o propósito é moldado pelas condições externas e internas de cada pessoa, sendo uma construção que reflete as oportunidades e limitações proporcionadas pelo ambiente. Em contextos socioeconômicos estáveis, os indivíduos têm a possibilidade de direcionar suas metas para a autorrealização e o desenvolvimento pessoal, pois, como destaca Maslow

(1970), a autorrealização é um dos estágios mais elevados das necessidades humanas, alcançada somente após a satisfação de necessidades básicas como segurança e pertencimento.

Nessa prima, Durkheim (1984) argumenta que o propósito individual está intimamente ligado ao papel que o indivíduo desempenha no tecido social, pois a integração em uma coletividade e a adesão a valores compartilhados são fundamentais para que o indivíduo encontre sentido e direção em sua vida. Assim, o propósito não é apenas uma questão de desejo individual, mas uma construção social influenciada pelas dinâmicas culturais, econômicas e institucionais.

As estruturas sociais e as instituições, como a família, a religião, a educação e o trabalho, fornecem os referenciais normativos que moldam o comportamento humano e influenciam a formação do propósito. Assim sendo, a sociedade é o fator determinante que regula as aspirações individuais e, sem a presença de normas e valores socialmente aceitos, o indivíduo pode cair em um estado de anomia, caracterizado pela ausência de um propósito claro ou de direção. Esse estado ocorre especialmente em sociedades que passam por rápidas transformações, onde as normas tradicionais são enfraquecidas sem que novas sejam solidificadas. Nesse sentido, o propósito individual é, em grande parte, resultado da interação entre o indivíduo e as forças sociais que o circundam, sendo a coesão social essencial para evitar o isolamento e a alienação que poderiam dificultar a definição de metas significativas (Durkheim, 1996).

Com base em tais fundamentos, percebe-se que os indivíduos que vivem em situações de vulnerabilidade socioeconômica, por outro lado, frequentemente têm seu propósito centrado na sobrevivência e na busca por segurança. Segundo Sen (2010), em condições de pobreza e exclusão social, as "liberdades substantivas" dos indivíduos são severamente limitadas, restringindo suas opções de vida e, conseqüentemente, suas possibilidades de desenvolvimento pessoal (Sen, 2010, p. 13). Nessas circunstâncias, o propósito torna-se uma questão prática, focada em objetivos imediatos e concretos, como acesso à saúde, educação e trabalho para assegurar as condições de vida mínimas para si e para a família (Carvalho, 2016).

Essas distinções entre contextos de estabilidade e vulnerabilidade evidenciam que o propósito de vida é influenciado diretamente pelo ambiente social e econômico, sendo, assim, uma construção coletiva e não apenas uma questão de escolha individual. Como argumenta Bronfenbrenner (1996), o desenvolvimento humano é influenciado por sistemas

ecológicos que se sobrepõem, desde o contexto familiar até o contexto cultural e econômico mais amplo, criando condições que moldam as oportunidades de cada indivíduo. Desse modo, políticas públicas que garantam segurança financeira e acesso a direitos básicos são fundamentais para que todos possam desenvolver seu propósito além da mera sobrevivência e buscar a autorrealização (Bourdieu, 2000).

O propósito pode ser uma construção social complexa, refletindo a interação entre o "eu" e o "meio." Ele não é apenas resultado de aspirações internas, mas é também moldado pelas condições externas que determinam as possibilidades de cada pessoa. Como observa Bourdieu (2000), o capital social e econômico disponível no contexto de cada indivíduo exerce um papel decisivo na definição de suas escolhas e oportunidades. Assim, criar condições que assegurem o atendimento das necessidades básicas e promovam a igualdade de oportunidades é um passo fundamental para permitir que os indivíduos transcendam as limitações da sobrevivência e busquem o desenvolvimento pleno e a realização pessoal.

O propósito também pode ser analisado no âmbito da convicção pessoal ou da fé, sendo um tema amplamente abordado em estudos religiosos. A ideia de que a fé pode conferir sentido e direção à vida de um indivíduo é corroborada por diversas tradições religiosas e linhas de pensamento.

No cristianismo, o propósito de vida frequentemente assume a forma de um chamado divino, em que o indivíduo cumpre uma missão dada por Deus e vive para honrá-la. O propósito cristão se fundamenta na obediência a Deus e no serviço ao próximo, sendo uma fonte sólida de identidade e propósito em um mundo permeado de incertezas (Lewis, 2005). De forma similar, no islamismo, o propósito de vida envolve a submissão à vontade divina, objetivando uma vida conforme os princípios sagrados, com objetivo de alcançar paz espiritual.

Nas tradições orientais, o budismo apresenta o “dharma”, conceito que remete ao caminho da virtude e à realização de um propósito maior, o qual transcende o ego e se alinha com a harmonia universal (Harvey, 2012). O propósito se relaciona a um despertar espiritual, em que a fé na natureza búdica e a prática da compaixão conduzem o indivíduo para uma vida equilibrada e pacífica (Keown, 2013). Nesse contexto, o desapego aos desejos materiais permite uma aproximação do estado de iluminação e reflete um propósito que vai além do bem pessoal.

No que se refere às questões das políticas governamentais, o propósito tem grande

importância para orientar as decisões e as ações destinadas ao bem comum, além de estabelecer a direção das políticas públicas, garantindo que sejam estruturadas e executadas de acordo com objetivos claros e alinhados aos interesses da sociedade. Conforme argumenta Weber (2004), a ação política deve ser pautada por uma ética de responsabilidade, na qual os impactos das decisões sejam cuidadosamente avaliados e ajustados a um propósito bem definido. Percebe-se que a definição de um propósito claro é fundamental para garantir que as políticas implementadas sejam eficazes e pertinentes à população.

Um propósito político eficaz deve dar prioridade ao bem-estar da população, garantindo o acesso a direitos fundamentais, como educação, saúde e segurança. Políticas orientadas por um propósito sustentável asseguram que os recursos naturais e econômicos sejam administrados de maneira consciente para o benefício das próximas gerações. Ademais, um propósito bem definido deve levar em consideração as desigualdades e incentivar a participação de todos os grupos sociais na criação e execução das políticas.

A diversidade de opiniões e objetivos na sociedade pode ser um obstáculo para chegar em um consenso sobre um propósito único. Alternâncias de poder podem resultar em uma redefinição dos propósitos, comprometendo a continuidade das políticas. Além disso, questões globais, tais como as alterações climáticas, requerem propósitos integrados e colaborações internacionais. No âmbito político, existem diferenças significativas entre propósitos alinhados às vertentes liberais e progressistas.

A definição de um propósito coletivo na sociedade é profundamente influenciada pelas divergências entre as vertentes liberais e progressistas, que refletem visões distintas sobre os valores prioritários e os meios para alcançá-los. Esses contrastes não apenas moldam políticas internas de cada sociedade, mas também afetam a capacidade de enfrentar desafios globais que demandam cooperação e alinhamento de propósitos. Assim, encontrar um equilíbrio entre esses paradigmas ideológicos pode ser de grande importância para construir políticas públicas sustentáveis e que atendam às demandas de um mundo cada vez mais interconectado.

Em suma, o propósito, seja no contexto individual ou coletivo, se apresenta como um componente imprescindível para dar significado às ações humanas e direcionar decisões em várias áreas da vida. No âmbito pessoal, ele reflete a interação entre características individuais, vivências particulares e circunstâncias socioeconômicas, moldando a busca por metas que estejam em consonância com os valores e as circunstâncias de cada etapa da vida. No âmbito social e político, a determinação do propósito é moldada por paradigmas

ideológicos que, mesmo com divergências em seus princípios e prioridades, se unem na necessidade de promover o bem-estar e fomentar o crescimento humano.

5 MODELAGEM OU CONHECIMENTO DO PROBLEMA

A modelagem em sistemas de controle é um dos alicerces fundamentais para a criação, avaliação e execução de estratégias de controle. Modelar significa estabelecer qualquer forma de representação do problema ou objeto em questão. Em sistemas de controle aplicados na engenharia, a modelagem pode ser definida como a construção de um modelo matemático de determinado sistema que represente seus elementos fundamentais de maneira apropriada para uso específico (diagnóstico, supervisão, otimização, controle) (Coelho, A.; Coelho, L., 2004). De acordo com Ljung e Glad (1994), os processos associados à criação de modelos matemáticos geralmente são classificados em análise físico-matemática e análise experimental.

A análise físico-matemática se fundamenta nas leis físicas, tais como as equações diferenciais que regem a conservação de massa, energia e momento. Franklin, Powell e Emami-Naeini (2019) ressaltam que, por meio dessa modelagem, é possível obter uma descrição precisa do comportamento do sistema, considerando que as condições e suposições escolhidas correspondam à realidade. Os modelos fundamentados nas leis de Newton para sistemas mecânicos e as equações de Kirchhoff para circuitos elétricos são exemplos dessa estratégia.

A vantagem desse método é a sua interpretação física clara, possibilitando que engenheiros compreendam e manipulem os parâmetros do sistema diretamente. Além disso, modelos físico-matemáticos permitem a execução de simulações e a previsão do comportamento do sistema em muitas condições operacionais. No entanto, essa estratégia pode ser limitada em sistemas complexos ou com dinâmicas altamente não lineares, onde a criação de um modelo exato se torna impraticável.

Por outro lado, a análise experimental se fundamenta na coleta de medições e observações do sistema. Ljung (1999) destaca que essa metodologia é de grande relevância quando a modelagem físico-matemática se torna complexa ou quando existem incertezas consideráveis nos parâmetros do sistema. Neste cenário, os modelos são adaptados a partir de dados experimentais, empregando métodos de identificação de sistemas, tais como Mínimos Quadrados Recursivo (MQR) e redes neurais artificiais (RNA). Pode-se empregar tais procedimentos em campos como o gerenciamento de processos industriais e o aprendizado de máquina aplicado a sistemas dinâmicos.

A identificação de sistemas é uma das principais técnicas de modelagem

experimental, na qual são coletadas entradas e saídas do sistema e um modelo matemático é ajustado a esses dados. Modelos como ARX (Auto-Regressive with Exogenous Input), ARMAX (Auto-Regressive Moving average with Exogenous Input) e modelos de espaço de estado são amplamente utilizados para representar a dinâmica do sistema (Ljung, 1999).

Além dos métodos estatísticos, abordagens como redes neurais artificiais (RNAs) e técnicas de aprendizado de máquina, têm sido empregadas para modelar sistemas não lineares. Pode-se citar como exemplo o treinamento de redes neurais com grandes quantidades de dados para aprender padrões complexos e antecipar o comportamento do sistema (Haykin, 1999). Essa estratégia é utilizada em campos como controle preditivo, sistemas embarcados inteligentes e automação industrial.

A vantagem da análise experimental está na sua capacidade de modelar sistemas sem a exigência de um entendimento aprofundado de suas leis físicas, tornando-se uma alternativa poderosa quando a modelagem físico-matemática é impraticável. No entanto, sua principal limitação está na dependência de dados de qualidade, pois modelos obtidos a partir de dados ruidosos ou insuficientes podem gerar previsões imprecisas.

Por meio da análise físico-matemática e da análise experimental pode-se obter modelos que representam a dinâmica do sistema. Independentemente do método utilizado, o objetivo da modelagem em engenharia de controle não é criar um modelo absolutamente preciso, mas sim um modelo que seja suficientemente representativo para uma determinada aplicação (Coelho, A.; Coelho, L., 2004). Isso ocorre porque os modelos são aproximações da realidade, e a fidelidade do modelo deve ser avaliada em função do objetivo específico para o qual será utilizado, seja ele análise, previsão, controle ou otimização.

Em suma, a seleção do método de modelagem é dependente do equilíbrio entre a precisão necessária, a complexidade do sistema, a disponibilidade de dados e conhecimento prévio. Para Ljung (1999), sistemas bem compreendidos do ponto de vista físico podem ser modelados analiticamente, enquanto sistemas complexos ou desconhecidos normalmente requerem métodos experimentais baseados em dados. Dessa forma, o equilíbrio entre os dois métodos pode resultar em modelos mais robustos e confiáveis para aplicação em engenharia de controle.

No contexto dos sistemas de controle aplicados às relações humanas, diferentes formas de representação podem ser consideradas modelagens válidas. Na engenharia, a modelagem usualmente adotada envolve o uso de modelos matemáticos, que, em essência,

representam um conhecimento aprofundado sobre a planta que se deseja controlar. De maneira análoga, para modelar um problema relacionado às relações humanas, é possível aplicar esse conceito: modelar um problema nesse contexto significa compreender detalhadamente a problemática que se deseja solucionar.

Assim como na engenharia, onde a modelagem é utilizada para descrever e prever o comportamento de sistemas físicos, nas ciências humanas ela pode ser aplicada para compreender e solucionar problemas sociais e interpessoais. A modelagem permite identificar estruturas subjacentes, compreender padrões de comportamento e testar hipóteses sobre possíveis intervenções. Modelos de sistemas dinâmicos podem auxiliar na compreensão de questões complexas, tais como o efeito de políticas governamentais e a interação em redes sociais (Carvalho, 2008; Myers, Leskovec, 2014).

No entanto, é fundamental salientar que, ao contrário da engenharia, onde os modelos são majoritariamente quantitativos e, muitas vezes, fundamentados em leis físicas bem definidas, a modelagem voltada para as relações humanas requer uma perspectiva mais integral, incluindo elementos subjetivos e intangíveis. Segundo Checkland (1981), ao abordar sistemas sociais, é fundamental levar em conta diversas perspectivas e identificar o impacto de elementos psicológicos, culturais e históricos. Assim, a modelagem de sistemas sociais pode ser constituída pelo conhecimento aprofundado de tais elementos.

Na subseção seguinte, será abordada uma possível modelagem para um contexto social envolvendo aspectos psicológicos, culturais e históricos.

5.1 MODELAGEM DE UM CONTEXTO SOCIAL

5.1.1 Aspectos Psicológicos

Em um primeiro momento serão analisados os fatores psicológicos que influenciam no contexto social. Os mesmos são responsáveis por moldar a percepção, o comportamento e a interação entre indivíduos. A cognição, os sentimentos e a personalidade de cada pessoa influenciam suas decisões e a maneira como interagem em um grupo. Um sistema social que negligencia esses elementos pode fracassar na tentativa de entender dinâmicas coletivas e prever reações humanas em certas circunstâncias (Checkland, 1981).

A motivação e a participação emocional podem ser consideradas elementos relevantes nas interações sociais. Segundo Deci e Ryan (1984), a teoria da autodeterminação enfatiza que as pessoas são afetadas por necessidades psicológicas essenciais, tais como

autonomia, competência e pertencimento. Esta teoria defende que a motivação intrínseca, originada do indivíduo, é fundamental para o engajamento e a satisfação em diversas atividades sociais. Ou seja, quanto mais um sistema social atende a essas necessidades, maior a chance de seus integrantes se sentirem satisfeitos e envolvidos.

A autonomia está relacionada à vontade de se sentir no comando das próprias ações e escolhas. No âmbito social, quando as pessoas percebem a liberdade de expressar suas opiniões e moldar o ambiente em que vivem, tendem a se envolver de maneira mais engajada. Em contrapartida, sistemas que estabelecem normas estritas e restringem a autonomia podem provocar desânimo e resistência.

Vale salientar que a autonomia não deve ser confundida com independência absoluta. Em vez disso, ela se refere à percepção de autodeterminação dentro de um contexto social, isto é, as pessoas podem atuar de acordo com normas e diretrizes externas, contanto que sintam a liberdade de escolher fazê-las voluntariamente. Quando alguém percebe que suas ações estão de acordo com seus valores e interesses pessoais, a motivação intrínseca tende a aumentar. Fato esse que reflete na produtividade, na criatividade e no bem-estar psicológico. Dessa forma, políticas institucionais que promovem autonomia contribuem significativamente para ambientes de trabalho mais saudáveis e para o fortalecimento da cidadania ativa.

A competência, por sua vez, diz respeito à sensação de capacidade de eficácia ao executar tarefas específicas. Sistemas sociais que promovem o aprendizado constante e oferecem um retorno construtivo contribuem para reforçar essa percepção. Outro exemplo seria empresas que investem na formação de seus membros e, assim, criam ambientes mais produtivos e saudáveis.

O desenvolvimento da competência depende de desafios adequados ao nível de habilidade do indivíduo e da disponibilidade de suporte para superá-los. Quando as tarefas são excessivamente fáceis, os indivíduos podem sentir tédio e desmotivação. Por outro lado, desafios demasiadamente difíceis podem gerar frustração e ansiedade. Dessa forma, ambientes que promovem uma curva de aprendizado gradual e oferecem suporte contínuo incentivam um senso mais profundo de competência, aumentando a disposição para novas aprendizagens e inovações.

O pertencimento refere-se à necessidade de conexão social e aceitação por parte do grupo. Em sistemas sociais inclusivos, caracterizados por relações interpessoais saudáveis e

suporte recíproco, os indivíduos costumam expressar maior contentamento e envolvimento. Por outro lado, a ausência de pertença pode resultar em isolamento e participação reduzida.

Quando as pessoas se sentem valorizadas e parte de um grupo, sua autoestima é fortalecida e a motivação intrínseca aumenta. Ambientes que cultivam relações saudáveis, seja no trabalho, na escola ou na comunidade, promovem maior engajamento e resiliência emocional.

Segundo Deci e Ryan (1984), contextos sociais que promovem essas três necessidades psicológicas fundamentais (autonomia, competência e pertencimento) resultam em maior bem-estar e motivação. Assim, as pessoas percebem que têm controle sobre suas escolhas, sentem-se aptas para desempenhar suas funções e estabelecem relações significativas com outros, demonstrando maior propensão para contribuir de maneira positiva para o sistema ao qual pertencem.

A teoria da autodeterminação também possui consequências na administração de grupos e instituições. Líderes que implementam estratégias fundamentadas nessa teoria geralmente estabelecem ambientes mais cooperativos e eficazes. Métodos como delegar tarefas, estimular a criatividade e estabelecer um ambiente de suporte são essenciais para aumentar o engajamento.

Além disso, a aplicação da teoria da autodeterminação pode ser observada em contextos educacionais, organizacionais e até mesmo comunitários. Instituições que respeitam e incentivam a autonomia, a competência e o pertencimento de seus membros geralmente apresentam melhores resultados em termos de engajamento e produtividade.

Em suma, ao considerar a teoria da autodeterminação na modelagem de sistemas sociais, é possível construir estruturas mais resilientes e adaptáveis. A valorização das necessidades autonomia, competência e pertencimento pode reforçar a coesão social e aprimorar as interações dentro de qualquer sistema levando a um funcionamento mais eficiente e gratificante para todos os envolvidos. Em contextos sociais, o atendimento ou não dessas necessidades pode impactar diretamente a dinâmica organizacional e o desempenho coletivo.

Outro conceito psicológico que influencia as relações sociais é o de inteligência emocional, proposto por Goleman (1995), esse conceito ressalta a importância do autoconhecimento e da regulação emocional na manutenção de relações sociais saudáveis. Possuir uma boa inteligência emocional, implica na capacidade de transformar dificuldades

em oportunidades de aprendizado, utilizando-as como estímulo para o desenvolvimento pessoal e profissional. A inteligência emocional engloba cinco habilidades fundamentais: autoconhecimento emocional, autorregulação, automotivação, empatia e habilidades sociais. Esses elementos são fundamentais para estabelecer relações interpessoais eficientes e fomentar harmonia nos ambientes sociais.

O autoconhecimento emocional diz respeito à habilidade de identificar e entender as próprias emoções, além dos efeitos que elas exercem no comportamento e nas decisões. Essa competência é um dos fundamentos da inteligência emocional e está intrinsecamente ligada à autopercepção. A autoconsciência emocional faz com que a pessoa seja capaz de avaliar suas reações de maneira objetiva, prevenindo comportamentos impulsivos e melhorando suas interações sociais. Um líder que entende suas emoções e acaba por prevenir decisões apressadas e manter uma postura equilibrada frente aos desafios é um exemplo de alguém com autoconsciência emocional.

O desenvolvimento do autoconhecimento emocional, segundo Goleman (1995), requer um processo constante de autorreflexão e avaliação das emoções em variados contextos. Isso pode ser obtido através de métodos como a meditação, a escrita reflexiva e a terapia, que auxiliam na identificação de padrões emocionais e na compreensão dos elementos que provocam reações específicas. Ademais, o desenvolvimento dessa competência requer a aceitação das próprias fragilidades e a disponibilidade para melhorar aspectos emocionais que possam comprometer o bem-estar e a interação social. O aumento da autopercepção permite um maior domínio sobre as emoções e favorece a tomada de decisão assertiva, em sintonia com os valores pessoais.

O autoconhecimento emocional impacta diretamente na interação social. Quando alguém possui uma melhor compreensão em relação às suas emoções, essa pessoa tende a ser mais empática, além de possuir uma melhor capacidade de interpretar as emoções alheias, o que facilita a comunicação e a resolução de conflitos (Goleman, 1995). Pode-se citar como exemplo, um indivíduo que identifica sua tendência a reagir de forma negativa a críticas, assim ao enfrentar uma situação social em que será necessário receber críticas, a pessoa pode se esforçar para adotar uma postura mais receptiva e construtiva. Portanto, o autoconhecimento emocional está intrinsecamente ligado ao crescimento pessoal e ao bem-estar psicológico.

A autorregulação, por sua vez, é a habilidade de controlar as próprias emoções e

comportamentos diante de desafios e adversidades. Em sistemas sociais, indivíduos que conseguem administrar seus sentimentos de frustração e ansiedade têm maior capacidade de adaptação e resiliência.

A autorregulação envolve a habilidade de reavaliar situações a partir de uma visão racional, prevenindo atitudes impulsivas que possam interferir na tomada de decisão. As pessoas que possuem essa habilidade são menos propensas a explosões emocionais e conseguem gerenciar melhor suas respostas a estímulos negativos. Ou seja, a autorregulação contribui para a manutenção de relacionamentos saudáveis, pois evita que emoções momentâneas, como raiva ou frustração, comprometam interações interpessoais.

No que se refere à automotivação, é a competência de manter-se focado em objetivos de longo prazo, independentemente de obstáculos e dificuldades. Em um sistema social, essa característica é de grande importância para promover o engajamento e a persistência em projetos colaborativos. Profissionais altamente motivados, por exemplo, tendem a inspirar e influenciar positivamente seus colegas de trabalho.

A automotivação está intrinsecamente relacionada à paixão pelo trabalho que se realiza e à habilidade de manter a paixão mesmo diante de desafios. Essa qualidade é fundamental para o desenvolvimento da resiliência, pois possibilita que os indivíduos vençam obstáculos sem desviar o foco de seus propósitos. Ademais a automotivação está ligada à habilidade de definir objetivos claros e manter um pensamento positivo, elementos de grande relevância para atingir o êxito em qualquer área da vida. Ou seja, da Teoria de Controle aplicada à vida cotidiana, ser automotivado é ter firmeza de propósito e ser robusto.

Pode-se relacionar a automotivação com a capacidade de postergar recompensas imediatas em prol de realizações mais significativas no futuro. Para Goleman (1995), quando alguém está motivado, geralmente essa pessoa exibe autodisciplina e persistência, qualidades fundamentais para atingir grandes propósitos. No contexto profissional, essa competência se evidencia em estar sempre pronto para desafios e na constante procura por aprimoramentos. Um possível exemplo dessa competência é um pesquisador que se mantém motivado ao longo de anos de estudo e experimentação, mesmo diante dos desafios, esta habilidade de manter a concentração e a dedicação a longo prazo é o que distingue pessoas altamente bem-sucedidas das demais.

A automotivação também possui uma forte ligação com otimismo e a mentalidade de desenvolvimento. Ver o lado positivo das circunstâncias e manter uma visão construtiva,

mesmo diante de desafios, são características presentes em pessoas emocionalmente inteligentes. Esse otimismo não implica desconsiderar os desafios, mas sim enfrentá-los com uma atitude resiliente e focada em soluções. Assim, a automotivação se estabelece como um dos principais estímulos para o êxito pessoal e profissional.

Outra habilidade importante para se ter uma estabilidade emocional, segundo Goleman (1995) é a empatia. Essa se refere à capacidade de se colocar no lugar do outro, compreendendo seus sentimentos e perspectivas. Além disso, essa habilidade fortalece a coesão social e reduz conflitos interpessoais.

A empatia não se limita apenas a entender as emoções alheias, mas também inclui a habilidade de reagir de maneira apropriada a elas. Ser empático, implica na capacidade de identificar sinais emocionais sutis e modificar seu comportamento para oferecer conforto e suporte aos demais. Esta competência é fundamental em contextos profissionais, particularmente em cargos de liderança, uma vez que possibilita aos gestores entender as necessidades de seus funcionários e estabelecer um ambiente de trabalho mais cooperativo e motivador. Além disso, a empatia auxilia na construção de relações interpessoais mais equilibradas e saudáveis, diminuindo a incidência de equívocos e conflitos desnecessários.

Outro aspecto essencial da empatia é sua relação com a inteligência social. Possuir empatia pode significar ter uma percepção apurada das dinâmicas sociais e ser capaz de interpretar melhor as emoções alheias. Isso possibilita agir de forma sensível em várias circunstâncias, prevenindo respostas impróprias que possam provocar desconforto ou afastamento. Ademais, a empatia tem uma ligação direta com a habilidade de negociar e solucionar conflitos, tornando-se um fator competitivo em contextos empresariais e institucionais.

É importante destacar que a empatia pode ser cultivada por meio de ações deliberadas e do aprimoramento da inteligência emocional. Atividades como ouvir ativamente, praticar a gratidão e ter contato com diferentes perspectivas culturais podem ajudar no desenvolvimento dessa habilidade. Além disso, fomentar a empatia pode iniciar na infância, através da educação emocional e do exemplo dado por pais e professores. As organizações também podem investir em treinamentos voltados para o desenvolvimento da empatia, melhorando o ambiente de trabalho e promovendo relações mais justas entre os colaboradores. Dessa forma, a empatia não apenas melhora a qualidade das relações entre pessoas, mas também se configura como um aspecto fundamental para a harmonia

emocional e o sucesso nas interações humanas.

As habilidades sociais, por sua vez, são caracterizadas pela construção de relações interpessoais saudáveis e também por ser uma característica fundamental para a inteligência emocional (Goleman, 1995). Pode-se citar como exemplo dessa competência a comunicação de forma clara, a resolução de conflitos e o trabalho em equipe, tais exemplos facilitam a cooperação e o entendimento mútuo entre diferentes grupos sociais em uma sociedade.

O desenvolvimento das habilidades sociais ocorre por meio de um processo contínuo de aprendizado e adaptação, sendo influenciados por fatores como ambiente familiar, experiências educacionais e interações cotidianas. A capacidade de socialização é construída desde a infância, momento em que se aprende a se comunicar de maneira assertiva, a interpretar expressões faciais, a compreender diferentes perspectivas e a expressar emoções de forma adequada. No contexto profissional, as habilidades sociais assumem um relevante papel, uma vez que um ambiente de trabalho produtivo depende da capacidade de comunicação, da resolução de conflitos e do relacionamento interpessoal eficiente. Assim, profissionais que dominam essa competência tendem a conseguir colaborar melhor com os colegas, demonstrar empatia com possíveis clientes e parceiros e negociar soluções de forma diplomática.

A teoria da autodeterminação proposta por Deci e Ryan (1985) e os componentes da inteligência emocional proposta por Goleman (1995) são aspectos psicológicos que influenciam o meio social, portanto conhecê-los integra uma parte da modelagem referente ao meio social. Checkland (1981) afirma ainda que é necessário conhecer a questão cultural e os aspectos históricos quando se trata de sistemas sociais.

5.1.2 Aspectos Culturais

O conceito de cultura durante muito tempo foi analisado como único e universal, sempre se referia ao que de melhor havia sido construído, considerava-se universal porque estava relacionada à humanidade. Então existia um conceito totalizante, especialmente na modernidade, tinha-se uma perspectiva monocultural.

A ideia da palavra cultura iniciou na França. Como afirma Cucho (2002), a invenção do conceito de cultura ocorreu na França, no século XVIII, e só depois se difundiu, por empréstimo linguístico, às línguas alemã e inglesa. O termo “cultura” no sentido figurado começa a ser utilizado, com mais frequência, no século XVIII, inicialmente, seguido de um

complemento, “cultura das artes”, “cultura das letras”, “cultura das ciências”. A “cultura” no século XVIII foi exclusivamente designada à ação do ser humano, e neste contexto se fazia sempre diferença entre grupos ou classes sociais, a palavra cultura era ligada as ideias de instrução, evolução, razão, pois eram o centro do pensamento da época.

Thompson (2009) ressalta que, no final do século XVIII, a palavra francesa é incorporada ao alemão, grafada primeiramente como *Cultur* e, mais tarde, como *Kultur*. A cultura ocupava um status de alto padrão nas sociedades da Europa Central, sendo compreendida como única. Então, cultura seria as variadas formas de pensar e organizar os sistemas religiosos e filosóficos que, por conseguinte, se diferenciavam do resto do mundo. E, obviamente, se era considerada como linear e de nível elevado, foi gradualmente sendo modelo a ser atingido por outras sociedades. Foi a partir desses pensamentos que surgiu a concepção de alta cultura e baixa cultura (Veiga-Neto, 2002).

Nesse sentido, a alta cultura servia sempre como modelo pronto e ideal. Contrariamente, a “baixa cultura” seria daqueles menos favorecidos aos conhecimentos científicos, e que, conseqüentemente ainda não haviam chegado no alto patamar. Daí, se originou o fundamento elitista que se focava principalmente na expressão “sujeito letrado ou culto” que, conseqüentemente, era um indivíduo diverso, melhor que os demais sujeitos. Nesses termos, a cultura era entendida como um conjunto de representações relacionadas à sabedoria e à sensibilidade. Seria exclusivamente dos homens das sociedades superiores na instrução.

Foi a partir do século XX, surgiram outros conceitos sobre cultura, especialmente nas discussões provenientes da antropologia, da filosofia e da sociologia. Passou-se a contrapor essa concepção monocultural e houve uma desconstrução no contexto da modernidade. Nesse período, os historiadores europeus iniciam novos debates com fundamentos pautados na antropologia, passando a analisar no contexto da cultura os hábitos e costumes como as festas, a literatura, a família. Desvinculados do conservadorismo do século XIX, seus estudos mostraram que havia uma grande diversidade no contexto da produção cultural popular.

Nesse prisma, pode-se citar Bakhtin (2008) que ampliou a compreensão de cultura popular como possibilidade de romper com barreiras sociais a partir da carnavalização, do destronamento das instituições de poder. A cultura popular ou a cultura do povo atua de forma a estabelecer um diálogo igualitário com a cultura hegemônica da burguesia, da cultura oficial a partir dos ritos populares.

Tal conceito criado exatamente na primeira forma de cultura de mercado se propagou gradualmente pelos recursos tecnológicos impressos, havendo a produção e circulação de jornais, revistas, livros, coincidindo também com o período no qual os países europeus alfabetizavam em massa as suas populações. Outro fator preponderante foi quando a indústria do entretenimento, possibilitou meios de diversões, como cafés, teatros, cinemas, locais de espetáculos populares, etc., que originou formas diversificadas de convivências

No Brasil, o contexto histórico se assemelha quanto à cultura popular, especialmente quando se reconhece a cientificidade do folclore brasileiro, especialmente por Mário de Andrade até o Movimento Folclórico Brasileiro, criado por Renato Almeida em 1947 (Vilhena, 1997). Também vale ressaltar Hall (2003), quando pontua que a cultura popular não poderia ser compreendida como um conjunto de práticas ou objetos, mas como forma de apropriação.

Hall (1997) considera que toda ação social é cultural, que todas as práticas sociais expressam ou comunicam um significado e, neste sentido, são práticas de significação, que toda prática social tem uma dimensão cultural, da mesma forma que as práticas política e econômica, também possuem uma dimensão cultural. Nesse prisma, Veiga-Neto (2003) afirma: “não é tomar a cultura como uma instância superior às demais instâncias sociais, mas sim tomá-la atravessando tudo aquilo que é do social”. Na atualidade, as questões culturais são discutidas tanto no âmbito acadêmico, quanto em segmentos variados, como no contexto político e econômico, e há um crescente debate sobre a relevância da cultura na contemporaneidade.

O novo ordenamento mundial, como o nomeou Mattelart (2005), funda-se na consideração da diversidade cultural como um valor em si mesma. Em um mundo majoritariamente dominado pela crença no achatamento das diferenças pessoais e coletivas pela globalização, o diferente é bem-vindo em qualquer situação e ganha operacionalidade por meio do conceito de diversidade cultural. Assim sendo, a cultura popular torna-se plural, na medida em que se considera expressões, sotaques, hábitos diferenciados, surgindo a produção de novas identidades.

A cultura possui grande importância na modelagem de sistemas sociais, ela influencia normas, valores, comportamentos e estruturas organizacionais dentro de uma sociedade. Pode-se compreender cultura como um sistema de significados compartilhados que molda as interações humanas e estrutura a vida em sociedade (Geertz, 1973). Isto é, a cultura não é imutável, é um sistema dinâmico de significados, crenças e práticas que se

processam no decorrer dos anos, influenciando nas mudanças sociais, e implicando nas formas como os sujeitos vivenciam. Tal caráter dinâmico da cultura possibilita ao sistema social enfrentar mudanças e adaptações constantes, o que exige perspectiva de reconhecer a necessidade de se adaptar às novidades e originalidade que se constrói no meio social.

Os sistemas sociais necessitam considerar a cultura como fator importante na construção de comportamentos, e na criação de instituições que produzam ações inovadoras de incentivo quanto ao respeito aos hábitos e costumes historicamente vividos pelos grupos sociais, já que homens e mulheres expressam os valores e práticas criativas no cotidiano de suas vidas diárias. O conceito de *habitus*, proposto por Bourdieu (1986), se refere a um conjunto de predisposições internalizadas que guiam a maneira como os indivíduos enxergam e reagem ao ambiente que os cercam, essas características são adquiridas ao longo da vida, através da socialização, e representam a cultura e a estrutura social nas quais o indivíduo está inserido.

Dessa forma, o *habitus* afeta diretamente a conduta das pessoas nos segmentos da sociedade, incentivam suas escolhas, preferências e interações. Ao construir um sistema social, é fundamental entender de que maneira esses valores incorporados se convertem em normas e práticas coletivas que governam o funcionamento da sociedade. Como um exemplo evidente dessa influência, pode ser visto o contexto familiar, onde a cultura desse grupo específico pode definir não apenas as formas do indivíduo se comportar mediante o gerenciamento do pai, da mãe ou do responsável, mas também os princípios e valores éticos e morais que os filhos podem exercer no mundo social.

É importante também ressaltar sobre as implicações dos aspectos culturais nos mecanismos de poder e nas relações sociais no contexto de um determinado sistema. Sobre isso, é significativo apontar Bourdieu (1979) que destaca o conceito de capital cultural, que se refere ao conjunto de conhecimentos, habilidades e comportamentos adquiridos por meio da socialização em determinado contexto cultural. O referido capital cultural interfere diretamente no acesso às oportunidades no âmbito das relações de dominação e subordinação no meio social. Por exemplo, no que diz respeito ao desenvolvimento educacional, constata-se que a maioria das políticas públicas não valorizam a cultura local, impondo modelos externos, geralmente se defrontam com resistências e, por consequência, promovem o fracasso escolar dos alunos.

Assim sendo, o capital cultural é incorporado quando o indivíduo adquire

conhecimentos e habilidades ao longo da vida, especialmente na infância, por meio da socialização familiar e educacional. Esse é um capital subjetivo, pois se manifesta na linguagem, nos gostos, nas formas de pensar e agir. Além disso, existe o capital cultural objetivado, que diz respeito a bens culturais materiais, como livros, obras de arte, instrumentos musicais, entre outros. Embora esses objetos tenham valor por si mesmos, seu real aproveitamento depende do capital cultural incorporado de quem os possui. Já o capital cultural institucionalizado corresponde às certificações educacionais e diplomas, que conferem legitimidade e reconhecimento oficial ao conhecimento e às competências adquiridas (Bourdieu, 1979).

Assim sendo, o capital cultural é um dos mecanismos que contribuem para a reprodução das desigualdades sociais, pois as famílias de classes mais favorecidas transmitem esse capital a seus filhos, facilitando seu sucesso escolar e profissional. Nesse sentido, o capital cultural desempenha papel crucial na manutenção das hierarquias sociais, pois a posse e o reconhecimento desse capital influenciam no surgimento e aproveitamento de oportunidades e no status dos indivíduos na sociedade.

Outro ponto importante na modelagem de sistemas sociais é a relação entre cultura e hierarquia de poder, considerando que valores e normas culturais têm um papel de grande relevância na alocação de autoridade e no funcionamento das instituições sociais. As relações de poder são formadas e perpetuadas por meio de práticas discursivas e normativas que representam os valores culturais de uma sociedade (Foucault, 1977). Assim, o exercício de poder acontece por meio de discursos que influenciam na percepção da realidade e definem o que é visto como legítimo em um contexto social específico e não apenas por mecanismos de coerção.

Em estruturas sociais com alta hierarquia, onde se valoriza bastante a autoridade e a submissão, os sistemas de controle e supervisão costumam ser mais inflexíveis e centralizados. Nas sociedades mais democráticas e participativas é o contrário e isso possibilita maior autonomia para os indivíduos e grupos dentro do sistema. Esse aspecto deve ser considerado na modelagem de sistemas sociais, pois a estrutura de poder afeta diretamente a maneira como as regras e normas são criadas e implementadas. A cultura também influencia diretamente a forma como o poder é considerado e acatado pelos grupos sociais. Existem algumas culturas em que a autoridade tem relevância para manter a ordem social, diferentemente de outras, onde a descentralização do poder é significativa como um meio de incentivar a participação de todos os envolvidos nas decisões. As referidas

mudanças na concepção de poder influenciam definitivamente nas estruturações de como os sistemas sociais se organizam, pois influenciam na forma de como as pessoas e grupos respondem às estruturas de controle e regulamentação. Ou seja, nas formas de como esses sujeitos produzem conhecimentos tendo como referência as estratégias de controle.

No que concerne à construção de conhecimento, Foucault (1971) argumenta que esse conhecimento não é neutro, mas sim condicionado por estruturas de poder e discursos culturais que delimitam o que é considerado verdade em determinada época e sociedade. Para ele, a cultura não é apenas um conjunto de práticas e valores compartilhados, mas um campo no qual o poder opera, moldando as formas de pensar, agir e ser. Foucault entende a cultura como um domínio em que certos discursos e conhecimentos são legitimados enquanto outros são marginalizados. Ele argumenta que o poder não está concentrado apenas em instituições como o Estado ou a polícia, mas se manifesta em diferentes esferas da sociedade, incluindo a ciência, a medicina, a educação e a mídia. Esses espaços definem o que é considerado verdadeiro, normal ou aceitável, criando hierarquias e formas de controle social.

Uma das principais contribuições de Foucault é a noção de que saber e poder estão intrinsecamente ligados. Ele mostra que o que é aceito como "conhecimento válido" não é neutro, mas resultado de relações de poder que estabelecem verdades dominantes. Assim, certos grupos ou instituições detêm mais poder porque controlam o discurso e a produção do saber dentro de um determinado contexto cultural. Foucault também destaca como as hierarquias de poder são reforçadas por mecanismos de disciplina e vigilância. Em sua obra "Como Vigiar e Punir" (1975), ele analisa instituições como escolas, prisões e hospitais utilizam normas culturais para moldar o comportamento dos indivíduos. Esses espaços impõem regras, categorias e classificações, criando uma hierarquia entre os que se encaixam nas normas e os que são considerados desviantes.

Outro conceito central em Foucault é o biopoder, que se refere ao modo como o poder moderno regula a vida dos indivíduos, controlando seus corpos e comportamentos. Isso se manifesta em discursos sobre saúde, sexualidade, raça e gênero, nos quais a cultura serve como meio para impor normas e excluir aqueles que não se adequam. Para Foucault, a cultura não é um espaço neutro, mas um campo de disputa onde diferentes formas de poder operam para definir o que é legítimo, normal ou verdadeiro. A hierarquia de poder dentro da cultura é sustentada por discursos e práticas que disciplinam os indivíduos e mantêm certas estruturas sociais. Portanto, a cultura não apenas reflete o poder, mas é um dos principais

mecanismos pelos quais ele é exercido e reproduzido.

Nesse enfoque, Gramsci (2001) argumenta que o poder não é exercido apenas pela coerção que pode ocorrer pela força física ou repressão do Estado, mas também pelo consenso, ou seja, pela hegemonia cultural. Isso significa que as classes dominantes impõem sua visão de mundo de maneira sutil e persuasiva, de modo que ela seja aceita como “natural” ou “comum” pela sociedade.

Diferente de Foucault, que enfatiza a microfísica do poder e as instituições disciplinares, Gramsci foca nas instituições culturais, como escolas, igrejas, mídia e intelectuais, que desempenham um papel essencial na manutenção da cultura na sociedade. Esses espaços promovem ideologias que favorecem os grupos dominantes, garantindo que as pessoas aceitem voluntariamente normas que perpetuam as desigualdades sociais.

Nesse processo, o papel dos intelectuais é relevante na construção da cultura e do poder. Para ele, há dois tipos de intelectuais: Intelectuais tradicionais, que são aqueles que aparentam ser neutros, mas na verdade reforçam a ideologia dominante (professores, jornalistas, religiosos, etc.); e os Intelectuais orgânicos, aqueles que emergem das classes populares para contestar a hegemonia e criar uma nova cultura revolucionária.

Enquanto Foucault vê a cultura como um campo onde o poder opera de maneira difusa, Gramsci enfatiza a cultura como um espaço de disputa entre classes sociais. Para ele, é possível construir um movimento cultural e político que desafia a dominação e cria uma nova forma de organização social.

Tanto Gramsci quanto Foucault mostram que o poder está profundamente ligado à cultura, mas com ênfases diferentes. Foucault destaca o papel dos discursos e instituições disciplinares, enquanto Gramsci enfatiza a luta de classes e o papel da ideologia. Ambos, no entanto, ajudam a compreender como a cultura molda o poder e como ele pode ser contestado.

Diante desses fundamentos, se verifica que o desenvolvimento cultural tem como eixo norteador o respeito as liberdades individuais e coletivas. Para isso, é primordial entender a importância e valorização da diversidade cultural, no sentido de considerar os modos de vida dos grupos sociais. Diante de tais fundamentos, elimina-se paradigmas universalistas, na medida em que quando se abre ao debate com grupos no âmbito social, possibilita-se o respeito as suas identidades culturais, sendo possível garantir soluções eficazes e sustentáveis na realidade do qual vivenciam.

5.1.3 Aspectos Históricos

A história de uma sociedade não é apenas um registro de eventos passados, mas de ações que influenciam sua identidade, cultura, instituições e desenvolvimento. As experiências históricas influenciam nos comportamentos coletivos, padrões de pensamento e a organização social, refletindo-se em todas as esferas da vida, desde a política até a economia, passando pela moral e pelas relações interpessoais. Conforme pontua Braudel (1992, p.89), “[...] a história é um processo contínuo, onde diferentes tempos históricos – o tempo curto dos eventos, o tempo médio das conjunturas e o tempo longo das estruturas – interagem para compor a realidade social [...]”. Essa perspectiva demonstra que a herança histórica não é apenas um relato de fatos, mas um conjunto de processos que implicam na trajetória das sociedades, reforçando padrões ou promovendo rupturas e transformações.

A influência dos aspectos históricos pode ser observada, primeiramente, na construção das instituições políticas e jurídicas. Sistemas de governo, constituições e estruturas legais são frequentemente frutos de processos históricos que podem remontar a séculos anteriores. A Revolução Francesa (1789), por exemplo, ao questionar a legitimidade do absolutismo monárquico e introduzir princípios como liberdade, igualdade e fraternidade, teve um impacto global, inspirando movimentos constitucionais em diversos países. Esse fenômeno demonstra como acontecimentos históricos podem reverberar no tempo, influenciando modelos de governança e a concepção de direitos e deveres dos cidadãos (Tocqueville, 2005). Já no Brasil, por exemplo, a Proclamação da República em 1889 marcou uma mudança fundamental na estrutura política, substituindo o regime monárquico herdado do período colonial por uma república presidencialista, cuja organização ainda reflete heranças daquele período, como a centralização do poder e as disputas entre oligarquias (Faoro, 2000).

Além das instituições políticas, a história de um povo está intrinsecamente ligada à sua cultura e identidade nacional. A maneira como um país narra sua própria história e lida com seu passado influencia a formação da identidade coletiva. No caso do Brasil, a herança da escravidão, que perdurou por mais de três séculos, ainda se manifesta em desigualdades socioeconômicas, preconceitos raciais e na luta pela equidade de direitos. Segundo Schwarcz (1993), o mito da democracia racial no Brasil, bastante difundido ao longo do século XX, foi uma construção histórica que mascarou a persistência da discriminação estrutural, tornando o combate ao racismo um desafio complexo e de longa duração. Do mesmo modo, eventos como a colonização, as guerras e as migrações impactam profundamente a cultura

de um povo, influenciando desde a língua e as artes até os valores e crenças predominantes em determinada sociedade.

No Brasil, um dos mitos mais difundidos ao longo do século XX foi o da democracia racial, serviu para mascarar a persistência da discriminação estrutural no país. [...] Esse discurso propagou a ideia de que, devido à intensa miscigenação entre indígenas, negros e europeus, a sociedade brasileira teria se tornado racialmente harmônica e isenta de preconceitos [...]” (Schwarcz,1993, p.98). No entanto, essa narrativa desconsidera as profundas desigualdades raciais e sociais que se perpetuaram desde a colonização, pois sabe-se que a história de um povo é um fator determinante na formação de sua identidade cultural, influenciando suas estruturas sociais, econômicas e políticas.

A escravidão, que perdurou por mais de três séculos no Brasil, deixou marcas profundas nas relações raciais do país. Mesmo após a abolição formal da escravatura em 1888, não houve políticas públicas eficazes para a inclusão da população negra na sociedade. Pelo contrário, houve um processo de marginalização dessa população, enquanto a imigração europeia foi incentivada como forma de "branqueamento" da sociedade (Schwarcz, 1993). Esse contexto histórico evidencia que a democracia racial foi mais um ideal criado do que uma realidade vivida, dificultando o reconhecimento da existência do racismo estrutural e, conseqüentemente, a luta por igualdade racial.

Além desse mito da democracia racial, outros processos históricos, como a colonização, as guerras e as migrações, desempenham papéis fundamentais na formação da cultura e identidade dos povos. A colonização, por exemplo, impôs línguas, religiões e costumes aos povos nativos, muitas vezes resultando na destruição de suas tradições e na imposição de valores europeus. No Brasil, isso se refletiu na imposição do português como idioma oficial e na predominância da religião católica, apagando ou subordinando as expressões culturais indígenas e africanas.

Quanto a tais fatores, no caso brasileiro, a chegada de imigrantes europeus, asiáticos e árabes trouxe influências significativas para a gastronomia, a arquitetura e até as práticas comerciais. Contudo, essas migrações não ocorreram em um contexto de igualdade: enquanto os imigrantes europeus foram amplamente incentivados, os africanos foram trazidos à força e seus descendentes enfrentaram décadas de exclusão. Daí se verifica que as migrações também moldam a identidade de uma sociedade.

Diante desses aspectos, ao analisar a cultura e a estrutura social de um país, é

fundamental compreender os processos históricos que moldaram sua realidade. O mito da democracia racial não apenas dificultou o reconhecimento do racismo estrutural no Brasil, mas também tornou a luta contra ele um desafio de longa duração. Apenas por meio do reconhecimento dessas desigualdades históricas e do compromisso com políticas de reparação e inclusão é possível construir uma sociedade mais justa e equitativa.

Os aspectos históricos também desempenham um papel central na economia, uma vez que modelos produtivos, relações de trabalho e desigualdades sociais são frequentemente produtos de processos históricos de longa duração. A Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, transformou radicalmente as sociedades ao introduzir a mecanização da produção, alterando o papel do trabalho humano e promovendo a urbanização acelerada. Esse evento histórico não apenas reconfigurou a economia mundial, mas também gerou novas formas de desigualdade, com a exploração da classe trabalhadora e o aumento da disparidade entre países industrializados e não industrializados (Hobsbawm, 1996). No Brasil, a estrutura econômica foi marcada por ciclos históricos, como a economia açucareira, a mineração e o café, que influenciaram a distribuição de terras e riquezas, criando padrões de concentração que ainda persistem na atualidade (Furtado, 2005).

Outro ponto crucial é a forma como a história influencia o comportamento social e a mentalidade coletiva. Certos eventos históricos podem gerar traumas coletivos, consolidando medos, desconfianças ou resistências a determinadas mudanças. Um exemplo disso é o impacto do Holocausto na cultura judaica e mundial, que não apenas moldou a memória coletiva da comunidade judaica, mas também resultou em mudanças significativas no direito internacional, nas relações diplomáticas e na forma como a humanidade lida com crimes contra a humanidade (Arendt, 2009). O Holocausto não apenas moldou a identidade e a memória coletiva da comunidade judaica, mas também teve impactos significativos na forma como a humanidade compreende e responde a crimes contra a humanidade.

“[...] O Holocausto foi um dos momentos mais sombrios da história do século XX, no qual milhões de judeus, além de outros grupos perseguidos, foram sistematicamente assassinados pelo regime nazista [...]” (Arendt, 2009, p. 93). Esse evento deixou cicatrizes profundas na comunidade judaica, influenciando sua cultura, suas políticas e sua relação com o mundo. A memória do Holocausto se tornou um elemento central na identidade judaica contemporânea, reforçando a necessidade de preservar a história para evitar que atrocidades semelhantes se repitam. Museus, memorializações e instituições educacionais desempenham um papel essencial na perpetuação dessa lembrança, garantindo que o horror do passado

sirva como um alerta para as gerações futuras.

Além do impacto sobre a comunidade judaica, o Holocausto gerou mudanças significativas no direito internacional e nas relações diplomáticas, na medida em que a criação da ONU e a formulação da Convenção para a Prevenção e Punição do Crime de Genocídio, em 1948, foram respostas diretas às atrocidades cometidas pelos nazistas (Arendt, 2009). Esse evento também foi um dos catalisadores para a formulação da Declaração Universal dos Direitos Humanos, reforçando a necessidade de um compromisso global com a dignidade e a proteção de todas as populações vulneráveis. A maneira como a humanidade passou a lidar com crimes contra a humanidade também mudou drasticamente após o Holocausto. Tribunais internacionais, como o Tribunal de Nuremberg e, posteriormente, o Tribunal Penal Internacional, foram estabelecidos para garantir que líderes responsáveis por genocídios e crimes de guerra fossem julgados e punidos. A própria noção de justiça internacional foi fortalecida, tornando-se um mecanismo essencial na tentativa de prevenir atrocidades futuras. Mesmo que hoje, a correlação de forças e a imposição de uma narrativa dominante (pelos meios tradicionais ou pelas redes sociais) nem sempre permitam a pronta aplicação dessa justiça.

Dessa forma, como Arendt (2009) argumenta, a história não apenas reflete os acontecimentos do passado, mas também molda o presente e o futuro. Traumas coletivos resultantes de eventos históricos geram impactos profundos na mentalidade social, influenciando valores, políticas e instituições. Compreender essas marcas deixadas pelo passado é essencial para a construção de um mundo mais consciente e comprometido com a justiça e os direitos humanos

Vale ressaltar também que no Brasil, a ditadura militar (1964-1985) deixou marcas profundas na sociedade, influenciando debates sobre direitos humanos, liberdade de expressão e a própria estrutura das forças de segurança. O medo da repressão, a cultura do sigilo e a dificuldade de tratar o passado de maneira transparente são legados desse período que ainda se fazem presentes (Val; Rocha; Silva, 2024).

Os conflitos históricos também desempenham um papel importante na organização das relações internacionais e na geopolítica. O colonialismo europeu, por exemplo, moldou as fronteiras de diversos países na África e na Ásia de maneira artificial, desconsiderando divisões étnicas e culturais, o que gerou conflitos internos que persistem até hoje. A Guerra Fria (1947-1991), por sua vez, estabeleceu um paradigma de bipolaridade mundial que influenciou políticas econômicas, alianças militares e ideologias em diversos países (Gaddis,

2005). Esses eventos mostram como a história internacional impacta não apenas as relações entre Estados, mas também as condições internas de muitas nações, afetando seu desenvolvimento e estabilidade social.

A educação é outro campo profundamente impactado pela história. O modo como os sistemas educacionais são estruturados, os currículos escolares e até mesmo os métodos pedagógicos estão frequentemente vinculados a processos históricos. No Brasil, a influência da Igreja Católica na educação durante o período colonial deixou marcas na organização escolar, enquanto as reformas educacionais do século XX refletiram mudanças sociais e políticas. “[...] A universalização do ensino e a luta por uma educação de qualidade são pautas que carregam um forte componente histórico, pois decorrem de processos de exclusão e de reivindicações por direitos ao longo do tempo [...]” (Saviani, 2008, p.78).

A educação, enquanto prática social, não pode ser desvinculada do contexto histórico em que está inserida. Como afirma Saviani (2008), os debates sobre a universalização do ensino e a luta por uma educação de qualidade são processos profundamente marcados por dinâmicas históricas. Isso ocorre porque os sistemas educacionais não surgem de forma isolada, mas refletem as condições sociais, políticas e econômicas de cada época.

No Brasil, a trajetória da educação demonstra como fatores históricos influenciaram sua estruturação e suas transformações. Pode-se exemplificar que no período colonial, a educação estava sob forte influência da Igreja Católica, que tinha o controle das instituições escolares e as utilizava como meio de evangelização e manutenção do status quo. Tal modelo excluía grande parte da população, privilegiando apenas as elites.

Já com a chegada da República, ocorreram tentativas de laicização da educação, influenciando no movimento mais amplo de separação entre Estado e Igreja. Porém, as desigualdades permaneceram evidentes, pois a expansão da escola pública foi um processo gradual e marcado por disputas entre grupos sociais com diferentes interesses. Apenas no século XX, especialmente a partir das reformas educacionais da década de 1930 e das políticas de universalização do ensino básico na segunda metade do século, o acesso à educação começou a ser ampliado de forma mais significativa (Saviani, 2008).

No Brasil, a luta por uma educação de qualidade também carrega marcas históricas, podendo-se citar a exclusão educacional que foi uma realidade durante maior parte de sua história, impactando sobretudo os grupos mais vulneráveis, como as populações negra, indígena e as camadas mais pobres. A própria Constituição de 1988 representou um marco

ao reconhecer a educação como um direito fundamental, resultado de longos processos de reivindicações e movimentos sociais.

Dessa forma, compreender a educação como um fenômeno histórico é essencial para analisar os desafios do presente e pensar em soluções para o futuro. As desigualdades no acesso ao ensino, a qualidade da formação docente e as políticas educacionais são reflexos de lutas e mudanças ocorridas ao longo do tempo. Como aponta Saviani (2008), a educação não é apenas uma prática pedagógica isolada, mas uma construção histórica permeada por exclusões e conquistas, sendo um elemento central para a transformação social. Portanto, estudar a história da educação não significa apenas revisitar o passado, mas entender como ele influencia as decisões e desafios atuais. Somente com essa compreensão é possível avançar na construção de um sistema educacional mais justo, democrático e acessível a todos.

Dessa forma, compreender os impactos dos aspectos históricos em uma sociedade é fundamental para a construção de um futuro mais consciente e equitativo. A história não é um elemento estático, mas sim um processo dinâmico que continua a influenciar a organização social, as mentalidades e as estruturas institucionais. O estudo dos eventos passados permite não apenas entender como chegamos à sociedade contemporânea, mas também identificar padrões e tendências que podem guiar ações futuras. Como argumenta Bloch (2001), a história não é apenas o estudo do passado, mas uma ferramenta para compreender o presente e projetar o futuro. Assim, ao se analisar os impactos da história em diferentes esferas, percebe-se que o conhecimento histórico não é apenas um exercício acadêmico, mas uma necessidade para a construção de uma sociedade mais justa e consciente de sua trajetória.

O conhecimento histórico permite identificar padrões, compreender mudanças sociais e políticas e evitar a repetição de erros que marcaram épocas anteriores. Além disso, ao examinar as relações entre o passado e o presente, torna-se possível desenvolver uma visão crítica sobre os desafios atuais, promovendo decisões mais conscientes e embasadas. Desse modo, a história não se limita a um exercício acadêmico, mas assume um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e engajados. O estudo da trajetória da humanidade contribui para a construção de uma sociedade mais justa e informada, capaz de reconhecer sua herança cultural e projetar um futuro com base em lições aprendidas. Portanto, compreender a história não é apenas um olhar para trás, mas um compromisso com a construção de um amanhã melhor.

Em conclusão, a modelagem de um objeto de estudo pode ser viabilizada por meio do conhecimento aprofundado desse referido estudo. Nas seções anteriores, foi exemplificado como ocorre uma possível modelagem de uma certa sociedade que, segundo os conceitos de Checkland (1981), constitui-se num grande desafio devido à sua complexidade e à presença de fatores subjetivos. Diferente dos modelos quantitativos aplicados na engenharia, onde as leis físicas estabelecem relações previsíveis, os sistemas sociais são dinâmicos, multifacetados e influenciados por variáveis que transcendem o mensurável. Elementos como cultura, história, psicologia desempenham papéis importantes na construção e na interpretação desses sistemas, exigindo uma abordagem integradora.

Como destaca Checkland (1981), a compreensão dos sistemas sociais exige a consideração de diferentes perspectivas, uma vez que esses sistemas são formados por indivíduos e grupos cujas experiências e valores moldam suas interações. Dessa forma, a modelagem eficaz desses sistemas não pode ser baseada apenas em dados numéricos, mas deve incluir análises qualitativas que permitam interpretar as dinâmicas humanas em sua totalidade.

Portanto, para que a modelagem social seja representativa do sistema, é necessário um conhecimento aprofundado das influências psicológicas, culturais e históricas que regem suas relações humanas. Essa abordagem possibilita não apenas uma compreensão mais precisa da realidade social, mas também a formulação de estratégias e soluções mais adaptadas às complexidades do comportamento humano. Ao reconhecer a interdependência desses fatores, torna-se possível criar modelos que sejam mais eficazes na análise e na intervenção em contextos sociais.

6 ESTRATÉGIA DE CONTROLE OU TOMADA DE DECISÃO

O desenvolvimento de estratégias de controle na engenharia visa assegurar que sistemas dinâmicos operem de maneira estável, eficiente e segura, mesmo diante de perturbações externas e incertezas internas. A ação de controle, nesse contexto, é a intervenção do controlador sobre uma variável manipulável do sistema, a fim de direcionar seu comportamento para um objetivo previamente definido. Essa ação é aplicada diretamente sobre a planta ou processo, que pode representar, por exemplo, um motor elétrico, um sistema de climatização, um conversor de potência ou uma linha de transmissão (Ogata, 2010).

Entre as estratégias de controle clássicas, destaca-se o controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo), amplamente utilizado devido à sua simplicidade estrutural e facilidade de implementação. Portanto, o controlador PID processa a diferença entre o valor de referência e a saída do processo (erro), compondo sua ação em três partes fundamentais. A ação proporcional é responsável por produzir um sinal de controle proporcional ao erro atual, ou seja, quanto maior o erro, maior será a resposta do controlador, na tentativa de reduzir esse desvio. Para isso, a constante proporcional (K_P) ajusta a intensidade dessa resposta. Se, por exemplo, um motor estiver operando abaixo da velocidade desejada, a ação proporcional aumentará a tensão aplicada para corrigir o desvio. No entanto, essa ação sozinha não garante eliminação completa do erro estacionário.

Nesse processo, introduz-se a ação integral, que acumula o erro ao longo do tempo. A referida ação considera a soma de todos os erros passados e aplica um reforço contínuo até que o erro seja totalmente eliminado, para esse fim a constante integral (K_I) regula a velocidade com que esse acúmulo ocorre. Em sistemas de temperatura, por exemplo, a ação integral é de grande importância para que o controlador não apenas se aproxime do valor desejado, mas o alcance exatamente, corrigindo desvios residuais que a ação proporcional sozinha não conseguiria eliminar. Entretanto, o excesso de ação integral pode levar à oscilações ou instabilidade, especialmente em sistemas com atraso de transporte significativo.

A terceira componente, a ação derivativa, atua sobre a taxa de variação do erro. Sua função é prever o comportamento futuro do sistema com base na tendência atual. Ela se operacionaliza ao detectar uma mudança abrupta no erro. A ação derivativa funciona de forma antecipada para suavizar a resposta. A constante derivativa (K_D) ajusta a sensibilidade dessa previsão, tal ação é útil em sistemas que exigem repostas rápidas e suaves, como em

malhas de controle de posição em braços robóticos ou servomecanismos. Ao antecipar a direção e a velocidade da mudança, a ação derivativa reduz o máximo sobressinal (*overshoot*) e melhora a estabilidade do sistema, embora seja sensível a ruídos de alta frequência.

O controle PID é amplamente aplicado na engenharia elétrica em situações como controle de velocidade de motores CC, regulação de tensão em fontes de alimentação, controle de temperatura em sistema HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), estabilização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, dentre outras aplicações. Apesar de sua robustez, o PID apresenta limitações em sistema com múltiplas variáveis, ordem elevada, atrasos relevantes ou comportamento não linear, exigindo, em tais casos, ajustes adicionais ou métodos de controle mais avançados (Dorf; Bishop, 2001).

Existe uma ampla gama de métodos de controle que utilizam explicitamente um modelo do processo para calcular o sinal de controle, minimizando uma função objetivo ao longo de um horizonte de predição, os MPCs (Model Predictive Control) (Camacho; Bordons, 2007). Essa classe de controladores compartilha como princípio comum a previsão do comportamento futuro do sistema, a avaliação desse comportamento segundo critérios de desempenho, além de implementar a determinação de ações de controle ótimas que respeitem restrições operacionais.

No MPC, o controlador utiliza um modelo matemático explícito da planta para prever a evolução futura da variável controlada ao longo de um horizonte de tempo, com base nessas previsões e no valor atual da variável medida (proveniente do sensor), a operação do MPC envolve, a cada instante de tempo, a resolução de um problema de otimização que busca minimizar uma função de custo. Essa função geralmente considera tanto o erro de rastreamento da variável controlada em relação à referência quanto o esforço associado à variação do sinal de controle. Após a otimização, apenas a primeira ação da sequência calculada é aplicada ao sistema, e o procedimento é reiterado a cada novo instante de amostragem, em uma estratégia conhecida como receding horizon (Maciejowski, 2002). Essa característica permite que o MPC se adapte dinamicamente as mudanças nas condições operacionais, perturbações externas e variações no modelo do processo.

Apesar das inúmeras vantagens, a aplicação do MPC apresenta alguns desafios, como por exemplo a necessidade de solucionar questões de otimização em tempo real, o que demanda uma capacidade computacional apropriada e algoritmos eficazes. Além disso, a qualidade do modelo é um fator crítico, pois os modelos muito simplificados podem

comprometer o desempenho, enquanto modelos excessivamente complexos podem tornar o cálculo ineficaz. No entanto, progressos em técnicas de reconhecimento de sistemas, algoritmos de otimização rápida e hardware embarcado têm tornado o MPC cada vez mais acessível para sistemas com dinâmicas rápidas ou com restrições de processamento (Rawlings; Mayne; Diehl, 2017).

Outra estratégia de controle empregada na engenharia é o controle baseado em lógica difusa (ou *fuzzy*), também denominado de controle *fuzzy*. No contexto de sistemas realimentados, o controlador *fuzzy* é responsável por gerar a ação de controle $u(t)$ a partir de entradas como o erro $e(t)$ entre a referência e a saída medida do processo. A tais variáveis são atribuídos valores linguísticos (por exemplo, “erro grande positivo”, “erro pequeno negativo”), que são processados por uma máquina de inferência *fuzzy*, encarregado por avaliá-las em função das regras armazenadas na base de regras. O resultado do sistema *fuzzy* é então convertido ao atuador da planta. Todo o ciclo ocorre em malha fechada, utilizando medições atualizadas do sistema físico, em estrutura semelhante ao PID (Ross, 2010).

O diferencial do controle *fuzzy* está na capacidade de lidar com a incerteza, imprecisão e falta de modelagem formal, ao permitir que o conhecimento empírico ou heurístico de operadores humanos seja formalizado em regras *fuzzy*. Os controladores *fuzzy* não necessitam de modelos matemáticos detalhados e utilizam um conjunto de regras lógico-linguísticas e funções de pertinência bem definidas, as quais podem ser ajustadas com base na experiência operacional ou em dados experimentais.

Pode-se citar como limitação do controle *fuzzy* a dependência da qualidade da base de regras, que, se mal elaborada ou contraditória, pode comprometer o desempenho do sistema. Além disso, o ajuste das funções de pertinência e o processo de defuzzificação exigem atenção cuidadosa, sob pena de tornar o sistema lento ou instável. Para superar essas limitações, avanços importantes foram desenvolvidos, como o controle *fuzzy* adaptativo, que ajusta as regras em tempo real com base no comportamento do sistema, e o controle *fuzzy* robusto, que busca garantir margens de segurança mesmo diante de incertezas. Ademais, combinações de controle *fuzzy* com outras técnicas clássicas e modernas, como PID, MPC ou LQG, têm sido propostas na literatura para tirar proveito das virtudes de ambas as abordagens.

Na teoria de Sistemas de Controle, para se aplicar uma ação de controle em uma planta é recomendável utilizar a topologia de malha fechada, onde é necessário realizar a comparação entre o sinal de referência e a saída da planta, obtida por meio de um sensor.

Esse princípio também é válido no contexto dos Sistemas de Controle Aplicados às Relações Humanas, onde essa topologia é chamada em (Costa et al., 2024) de Sistemas de Controle às Claras.

Ao transpor a metodologia da Teoria de Sistemas de Controle para o contexto das relações humanas, deve-se considerar o propósito ou objetivo previamente estabelecido como o sinal de referência da malha de controle, considerando que esse representa o estado desejado por um indivíduo ou grupo em determinado aspecto da vida, seja pessoal, profissional, educacional ou social. A realidade atual, observada por meio de percepções, análises reflexivas ou dados concretos, equivale à saída do sistema. Então, analogamente à ação de controle no campo da engenharia, estão as decisões e atitudes tomadas ou intervenções realizadas para reduzir o descompasso entre o estado atual e o propósito desejado no campo das relações humanas.

Nesse processo, a percepção da realidade assume o papel análogo ao sensor, sendo fundamental sua acurácia para uma ação de controle eficaz. Entretanto, nas relações humanas, os “sensores” são sujeitos a ruídos interpretativos, vieses cognitivos, emoções momentâneas, experiências passadas, pressões sociais, fatores culturais, normas sociais internalizadas, bem como heurísticas mentais, que frequentemente distorcem a leitura da realidade e podem conduzir a decisões inadequadas ou incoerentes (Kahneman, 2012). Além disso, inúmeros fatores interferem na tomada de decisão tais como os sentimentos, as crenças, a influência das instituições sociais e a ação do tempo. Todas essas imprecisões e incertezas tornam a lógica e os sistemas *fuzzy* ferramentas promissoras a serem utilizadas nos sistemas de controle aplicados ao contexto das relações humanas. Nas seções seguintes, será sucintamente discutido como os fatores acima podem influenciar a tomada de decisão nesses sistemas de controle.

6.1 FATORES SENTIMENTAIS E A TOMADA DE DECISÃO

Na teoria de controle, a eficiência de uma ação corretiva depende diretamente da precisão com que o sensor percebe o estado atual do sistema. Analogamente, na tomada de decisão humana, essa percepção é mediada por um “sensor interno” altamente subjetivo: a consciência. Contudo, esse sensor não opera em um ambiente neutro e é intensamente influenciado pelos estados emocionais do sujeito no momento da decisão. Em Damásio (2011), é afirmado que o sentimento é a percepção interna do corpo em resposta a emoção,

sendo uma espécie de tradução mental que permite ao indivíduo refletir sobre seu estado emocional. Por exemplo, diante de uma ameaça, o corpo reage com taquicardia e sudorese (emoção de medo), mas a consciência dessa experiência pode gerar sentimentos como a insegurança, ansiedade ou pânico, dependendo da interpretação ou história pessoal do sujeito.

Nesse prisma, Beck (2013) ressalta que os sentimentos representam um nível mais complexo de elaboração emocional profundamente influenciado pelas crenças, valores e experiências do indivíduo. Além disso, enquanto as emoções são mais breves e instintivas, os sentimentos tendem a ser mais duradouros e modulam a tomada de decisão.

Assim sendo, emoções como medo, raiva, tristeza, entusiasmo ou euforia alteram significativamente a forma como uma pessoa percebe a realidade, julga alternativas e estima riscos. Isso significa que a emoção atua como um filtro no sistema de controle interno, distorcendo tanto a leitura da saída (situação real) quanto a escolha da ação de controle (decisão).

Segundo Damásio (2011), o processo de decidir é inevitavelmente permeado por componentes sentimentais e emocionais, que funcionam como “marcadores somáticos” associados a experiências anteriores e que influenciam a avaliação de opções futuras. Esses marcadores contribuem para a eficiência da tomada de decisão em situações corriqueiras, ao reduzir o espaço de alternativas viáveis com base em memórias afetivas. No entanto, eles também podem induzir ao erro quando a emoção associada não corresponde adequadamente ao novo contexto. Por exemplo, uma emoção mal calibrada pode operar como um ruído no sistema, comprometendo a correspondência entre a ação tomada e o estado real da situação.

Assim como, em um sistema de controle na engenharia, quando um sensor está descalibrado ou sofre muita interferência de ruídos, o sistema tende à instabilidade ou à perda de desempenho, o mesmo ocorre no campo das relações humanas: um estado afetivo desregulado pode levar a decisões impulsivas, incongruentes com os objetivos de longo prazo ou desproporcionais aos estímulos reais.

Benartzi e Richard (1995) ressaltam que, na literatura, a psicologia comportamental chama atenção para o papel dos sentimentos na miopia temporal. Ou seja, a tendência de focar em gratificações imediatas em detrimento de ganhos futuros. Esse comportamento é bastante observado em decisões financeiras de maneiras impulsivas, em comportamento de procrastinação ou em atitudes reativas em relações interpessoais, nos quais o sujeito,

dominado por estados emocionais momentâneos, compromete resultados mais importantes por não conseguir se autorregular. Do ponto de vista da teoria de controle, isso equivale a um sistema que age apenas com base em perturbações de curto prazo, sem considerar o estado de referência que deveria guiar sua trajetória.

Adicionalmente, as emoções não atuam de forma isolada, mas em interação com fatores fisiológicos e contextuais como a fadiga, o estresse, a falta de sono ou mesmo alterações hormonais, que impactam diretamente a estabilidade emocional e, conseqüentemente, a qualidade da decisão. Nesse sentido, desenvolver inteligência emocional, como propõe Goleman (1995), é de grande importância para a manutenção de um sistema decisório estável e robusto. A capacidade de reconhecer e nomear emoções, compreender seus gatilhos e gerir sua intensidade permite ao sujeito recuperar a estabilidade necessária para tomar decisões coerentes com seus propósitos.

É importante salientar que a emoção também tem função adaptativa e não pode ser eliminada do processo decisório, como se fosse uma interferência indesejada, em muitas situações, ela indica algumas incongruências entre o propósito estabelecido e a realidade percebida. A indignação diante de uma injustiça, por exemplo, pode ser a motivação que impulsiona uma ação corretiva. Por isso, o desafio não é eliminar a emoção do processo de decisão, mas sim integrá-la conscientemente à malha de controle, de modo que ela colabore com a percepção e ajuste da ação, em vez de desestabilizar o sistema.

A tomada de decisão, sob esse prisma, não é apenas um cálculo racional, mas um processo dinâmico e retroalimentado que ocorre em um sistema sujeito a flutuações afetivas, interferências externas e modificações internas. Ao compreender a influência das emoções como parte estrutural do processo, é possível estabelecer estratégias mais eficazes da autorregulação, alinhamento com o propósito e estabilidade do comportamento. Em resumo, a emoção, quando reconhecida e modulada, deixa de ser um ruído desestabilizador e passa a ser um componente sensível do controle, capaz de enriquecer a decisão e fortalecer sua conexão com o mundo vivido.

6.2 AS CRENÇAS NA TOMADA DE DECISÃO

As crenças podem ser vistas como estruturas mentais relativamente estáveis, formadas por experiências passadas, modelos familiares, valores culturais e interpretações individuais do mundo. Essas estruturas funcionam como lentes através das quais o sujeito

percebe, avalia e responde às situações do cotidiano. Para Beck (2013), as crenças centrais, muitas vezes inconscientes, moldam a maneira de interpretar os fatos, influenciam o estado emocional e determinam os padrões de comportamento, podendo ser disfuncionais e autossabotadoras. Isso significa que antes mesmo de uma decisão ser tomada, ela já está sendo condicionada por pressupostos que orientam o que se acredita ser possível, permitido, desejável ou legítimo.

A partir dessa compreensão, torna-se evidente que a tomada de decisão não é um ato puramente racional, mas profundamente subjetivo, que leva em conta fatores emocionais e cognitivos. Bandura (1997) explica que o senso de autoeficácia, ou seja, a crença na própria capacidade de realizar tarefas de enfrentar desafios, influencia significativamente as escolhas que o indivíduo faz, o nível do esforço que aplica, a persistência diante de dificuldades e a resiliência após fracassos. Por exemplo, uma pessoa que possui a crença de que “não é boa o suficiente” pode, inconscientemente, evitar oportunidades de crescimento, subestimar seu desempenho ou até mesmo sabotar seus próprios esforços, mesmo quando deseja progredir em determinada área da vida. Isto é, uma crença negativa pode limitar de forma significativa as possibilidades de ação, enquanto uma crença positiva tende a expandi-las.

As crenças influenciam no modo como os indivíduos interpretam os acontecimentos que ocorrem no mundo cotidiano. Pode-se evidenciar que dois sujeitos diante de um evento neutro podem ter reações completamente distintas, dependendo das crenças que sustentam sobre si mesmos e sobre os outros. Por exemplo, alguém que acredita que o mundo é um lugar hostil tende a reagir com desconfiança e defensividade, enquanto outra pessoa, com crenças mais positivas sobre o ambiente social, pode reagir com empatia e abertura.

No campo da psicologia do desenvolvimento, Kelly (1963) introduziu a ideia dos construtos pessoais, afirmando que os seres humanos constroem teorias subjetivas sobre o mundo e testam essas teorias ao longo da vida. Quando essas hipóteses são consistentes com a realidade, elas se mantêm e fortalecem o senso de identidade. Contrariamente, quando as crenças são disfuncionais ou baseadas em interpretações distorcidas, elas podem conduzir a erros de julgamento, sofrimento emocional e padrões de comportamento autolimitantes. Essa condição se torna particularmente problemática quando o sujeito não está consciente dessas crenças, o que o impede de revisar suas decisões com base em novos dados ou experiências.

Outro aspecto importante sobre a influência das crenças é o modo como elas moldam os objetivos de vida. Muitas vezes, o que se deseja conscientemente entra em conflito com o que se acredita inconscientemente. Isso pode gerar tensões internas, sentimento de culpa

ou inadequação, e até mesmo a desistência de metas significativas, como ressalta Kegan (1994). Grande parte das decisões humanas são tomadas com base em mapas mentais herdados de sistemas culturais, educacionais ou familiares, que nem sempre foram escolhidos conscientemente pelo indivíduo. Nesse sentido, o processo de maturação emocional e intelectual envolve também a revisão dessas estruturas, de modo a possibilitar decisões mais autênticas e alinhadas com a identidade pessoal.

A influência das crenças na tomada de decisão também se manifesta na forma como o indivíduo lida com o erro, o fracasso e o sucesso, ou seja, para algumas pessoas, o erro é interpretado como uma oportunidade de aprendizado; para outras, como uma prova de incapacidade. Tal diferença está diretamente relacionada ao sistema de crenças que cada um desenvolveu ao longo da vida. Diante disso, Siegel e Bryson (2016) destacam que o cérebro humano responde aos eventos com base em padrões neurais formados por experiências passadas. O que significa que decisões atuais são, muitas vezes, repetições de estratégias aprendidas em contextos anteriores, reforçando a necessidade de autoconhecimento e reflexão, já que crenças antigas podem não ser mais adequadas às exigências atuais.

Mezirow (2000), ao tratar da aprendizagem transformadora, afirma que as mudanças mais significativas ocorrem quando as pessoas conseguem questionar suas perspectivas anteriores e adotar visões de mundo mais complexas e integradoras. É nesse ponto que a revisão das crenças se torna fundamental, pois através de processos como a psicoterapia, a educação crítica ou a prática reflexiva, o sujeito pode reavaliar os pressupostos que orientam suas escolhas e, com isso, ampliar seu repertório decisório. A mudança de crenças, embora desafiadora, é possível e extremamente benéfica para a saúde mental e realização pessoal, essa transformação permite decisões mais conscientes, menos reativas e mais coerentes com os objetivos pessoais.

As crenças não são apenas ideias que se tem sobre o mundo, mas estruturas profundas que moldam a forma de perceber, pensar, sentir e agir das pessoas. Elas estão na raiz das decisões que o indivíduo toma, desde as mais triviais até as mais complexas e, em grande parte, determina os caminhos que ele pode seguir ou evitar. A consciência sobre essas crenças, sua origem e seus efeitos permitem ao indivíduo assumir maior responsabilidade sobre suas escolhas e se libertar de padrões limitantes, pois ao revisar crenças disfuncionais, o sujeito pode redefinir seus objetivos, ampliar suas possibilidades e tomar decisões mais alinhadas com seus valores, com sua identidade e, enfim, com seus propósitos.

6.3 AS INSTITUIÇÕES SOCIAIS E A TOMADA DE DECISÃO

As instituições sociais exercem um papel central na formação das estruturas de pensamento e comportamento dos indivíduos, influenciando diretamente a forma como tomam decisões ao longo da vida. Desde a infância, cada ser humano é inserido em um contexto cultural, normativo e simbólico que se manifesta por meio dessas instituições, como a família, a escola, a religião, o Estado, a mídia e o mercado. Essas organizações não apenas regulam comportamentos por meio de regras explícitas, mas influenciam por meio de valores, expectativas e discursos internalizados.

De acordo com Berger e Luckmann (2004), a socialização do sujeito ocorre inicialmente no interior da família e representa o primeiro contato do sujeito com a realidade social. O indivíduo aprende os significados socialmente construídos, as condutas esperadas e os critérios de certo e errado, que posteriormente servirão de base para suas decisões. O impacto desse aprendizado inicial é tão profundo que muitas das escolhas feitas na vida adulta derivam de modelos internalizados nessa etapa da formação, mesmo quando o sujeito não está plenamente consciente disso.

Na prática, o que se observa é que a tomada de decisão individual nunca é puramente autônoma ou desvinculada de contextos, ela reflete as estruturas sociais nas quais o sujeito está inserido. A escola como instituição de socialização secundária, atua reforçando normas culturais, promovendo padrões de sucesso e fracasso, e orientando expectativas de futuro. Como aborda Bourdieu e Passeron (1992), o sistema educacional é um espaço de reprodução simbólica das classes sociais, onde decisões como a escolha da carreira, do estilo de vida ou do comportamento são moldadas por um habitus socialmente construído. Esse habitus refere-se a esquemas de percepção e ação interiorizados que conduzem os indivíduos a agir de forma coerente com sua origem social, mesmo sem um cálculo racional deliberado. Por exemplo, alguém que cresce em um ambiente onde o ensino superior não é valorizado ou acessível pode, mesmo tendo capacidade intelectual, decidir não seguir estudos mais avançados, por não se perceber pertencente a esse espaço.

Outra instituição que influencia nas decisões é a igreja. Durkheim (1989), ao analisar o papel da igreja na coesão social, afirma que ela estrutura a percepção do sagrado e do profano, do permitido e do proibido, moldando os limites éticos da ação. As crenças religiosas fornecem uma matriz moral que orienta julgamentos, comportamentos. Ou seja, doutrinas, ritos e ensinamentos influenciam desde decisões cotidianas, como o que vestir ou comer, até escolhas existenciais, como o casamento, o trabalho e o sentido da vida. Em

sociedades altamente religiosas, a pressão institucional pode ser tão intensa que decisões tomadas individualmente passam a ser vistas como expressão da vontade divina ou do dever moral, e não da autonomia pessoal. Essa influência se manifesta inclusive em sociedades modernas, nas quais a secularização não eliminou completamente o peso simbólico da igreja na vida cotidiana.

Além disso, a mídia contemporânea, compreendida aqui como uma poderosa instituição social exerce influência decisiva sobre os padrões de decisão dos indivíduos. Por meio da produção de discursos, imagens e representações sociais, os meios de comunicação constroem imaginários coletivos que orientam o desejo, a opinião e o consumo. De acordo com Thompson (1995), os meios de comunicação exercem poder simbólico ao mediar o acesso à informação e ao estruturar as formas de ver o mundo. Nesse contexto, vale ressaltar que a publicidade induz decisões de compra associando produtos a valores subjetivos como felicidade, status ou beleza. Nesse prisma, também molda o entendimento das pessoas sobre a realidade social e política, influenciando decisões eleitorais, posicionamentos ideológicos ou atitudes diante de problemas públicos.

O Estado, é outra instituição organizadora da vida coletiva que exerce influência significativa sobre a tomada de decisão. Segundo Giddens (2002), as instituições modernas, como o Estado-nação, não apenas impõem regras formais, mas também produzem subjetividades por meio de dispositivos disciplinares e biopolíticos, conforme posteriormente aprofundado por Foucault (1979). Desse modo, o indivíduo é constantemente atravessado por uma racionalidade institucional que define os modos legítimos de viver e decidir, pois suas políticas públicas, legislações e normas criam condições objetivas para determinadas escolhas e inviabilizam outras, a depender da estrutura do Estado e de sua ideologia dominante. Decisões pessoais como ter filhos, estudar, trabalhar ou migrar podem ser facilitadas ou dificultadas.

O mercado, por sua vez, é uma instituição que, embora operando sob a lógica da oferta e da demanda, condiciona profundamente as decisões pessoais. A escolha de uma carreira, por exemplo, muitas vezes não se dá apenas por vocação, mas pela expectativa de retorno financeiro e estabilidade. A lógica do consumo, a cultura do desempenho e a pressão por produtividade impõem um modo de vida acelerado e competitivo que influencia a tomada de decisões inclusive nos campos afetivos e familiares. Bauman (2008) observa que se vive em uma sociedade líquida, na qual os vínculos e decisões se tornam cada vez mais voláteis e utilitaristas, reflexo direto da mercantilização das relações e da instabilidade

estrutural dos laços sociais.

Portanto, fica evidente que as instituições sociais participam ativamente da construção das possibilidades, limites e sentidos atribuídos às escolhas humanas. Essas, por sua vez, modelam o que é percebido como viável, moral, desejável ou legítimo, operando como moldes invisíveis que orientam o agir sem, muitas vezes, parecerem coercitivas. Reconhecer essa influência é fundamental para uma compreensão mais ampla e crítica da ação humana, permitindo ao sujeito identificar até que ponto suas decisões são realmente autônomas ou condicionadas por estruturas históricas, culturais e simbólicas que o precedem.

6.4 A AÇÃO DO TEMPO E A TOMADA DE DECISÃO

O tempo é uma variável fundamental na dinâmica da tomada de decisão humana, atuando como fator modulador da percepção, da urgência e da racionalidade envolvidas no processo decisório. Diferentemente das variáveis mensuráveis e objetivas dos sistemas físicos, o tempo na experiência humana carrega dimensões subjetivas e simbólicas que influenciam profundamente o comportamento e as escolhas. Em situações práticas do cotidiano, o tempo pode ser percebido como um recurso limitado, exigindo respostas rápidas e gerando pressão que afeta o julgamento. Por outro lado, quando há tempo disponível para refletir, ponderar e analisar diferentes alternativas, o sujeito tende a exercer maior controle cognitivo sobre suas ações, favorecendo decisões mais racionais e coerentes com seus objetivos de longo prazo.

Diante desses pressupostos, é significativo evidenciar que a psicologia cognitiva demonstra que o tempo disponível influencia o tipo de processamento mental ativado. De acordo com Kahneman (2012), o cérebro humano opera por meio de dois sistemas: o Sistema 1, rápido, intuitivo e emocional, e o Sistema 2, mais lento, deliberativo e lógico. Quando o tempo é escasso, as pessoas tendem a depender do Sistema 1, tomando decisões mais automáticas e sujeitas a vieses cognitivos. Em contrapartida, a disponibilidade temporal permite a ativação do Sistema 2, favorecendo o raciocínio analítico, a avaliação de consequências e a reavaliação de alternativas.

Além da dimensão cognitiva, o tempo exerce influência emocional sobre a tomada de decisão. A proximidade de um evento, prazo ou consequência futura tende a intensificar o estado emocional do decisor, podendo gerar ansiedade, medo, entusiasmo ou hesitação.

Essa dimensão afetiva do tempo, também conhecida como “horizonte temporal percebido”, foi estudada por Carstensen et al. (1999), que demonstraram como a percepção da finitude temporal altera prioridades e estratégias de ação. Indivíduos que percebem o tempo como abundante tendem a tomar decisões com foco em metas de aprendizado e expansão. Porém, quando o tempo é percebido como escasso, há uma tendência de priorização de metas emocionais, relacionais e imediatas. Esse fenômeno tem implicações importantes tanto na vida pessoal quanto profissional. Um jovem que acredita ter “todo o tempo do mundo” pode procrastinar escolhas importantes como carreira ou educação, já um idoso pode investir tempo e energia na consolidação de vínculos afetivos, valorizando mais a qualidade do presente do que a preparação para o futuro.

O tempo também possui uma função organizadora na cultura, condicionando o ritmo das instituições sociais e das estruturas de poder que regulam a vida dos indivíduos, pode-se evidenciar que nas sociedades modernas ocidentais, o tempo é tratado como mercadoria, sendo quantificado, otimizado e distribuído de acordo com as exigências do mercado e da produtividade. Rosa (2010) chama esse fenômeno de “aceleração social do tempo”, onde a pressão por rapidez e eficiência transforma a experiência temporal em uma fonte de estresse constante, afetando diretamente a forma como decisões são tomadas. A lógica do “tempo é dinheiro” se impõe sobre múltiplas esferas da vida, da educação ao lazer, gerando um ambiente em que as pessoas são levadas a decidir com pressa, muitas vezes sem tempo para a reflexão crítica. Essa aceleração compromete a qualidade das decisões e favorece a adoção de comportamentos reativos, imediatistas e de curto prazo. Em um contexto como esse, torna-se difícil manter a coerência com metas de longo prazo ou com valores pessoais mais profundos, pois o tempo disponível é colonizado por urgências externas que sequestram a atenção e reduzem a autonomia subjetiva.

No plano existencial, o tempo também se apresenta como condição fundamental da liberdade humana, conforme ressalta o filósofo francês Jean-Paul Sartre (1987) quando argumenta que a consciência humana é projetiva, vive voltada para o futuro, sendo constantemente interpelada pela necessidade de escolher e se responsabilizar pelo que escolhe. A angústia existencial surge justamente do confronto entre a infinitude das possibilidades e a finitude do tempo disponível para realizá-las. Portanto, cada decisão tomada implica uma renúncia, um fechamento de caminhos alternativos, e essa limitação temporal torna o ato de decidir um processo carregado de significado e de responsabilidade.

O tempo é uma força ativa, que interage com as emoções, bem como com as estruturas sociais, mecanismos cognitivos e os sentidos existenciais atribuídos às escolhas. O tempo condiciona o modo como se percebe as alternativas disponíveis, como se avalia os riscos e benefícios, como se projeta o futuro e como a pessoa se posiciona diante da incerteza. Ele é simultaneamente recurso, limite e horizonte, e sua influência pode ser benéfica ou prejudicial, dependendo da forma como é administrado e da consciência que o sujeito tem de sua ação temporal.

Em contextos em que há tempo para refletir, revisar e deliberar, a tomada de decisão tende a ser mais coerente com os propósitos de longo prazo e com os valores internos do indivíduo. Já em contextos marcados pela escassez de tempo, pela urgência e pela aceleração, as decisões tendem a ser mais impulsivas, fragmentadas e sujeitas a arrependimentos futuros. Por isso, se faz necessário compreender que a complexidade do tempo na experiência humana é relevante para aprimorar a qualidade das decisões individuais e coletivas.

A análise das estratégias de controle, quando transposta para a compreensão do comportamento humano, revela que a tomada de decisão pode ser compreendida de modo mais aprofundado ao se considerar o arcabouço conceitual da teoria de controle. Neste contexto, a ação de controle não se restringe à Engenharia de Controle e Automação, mas serve como analogia poderosa para explicar como indivíduos e grupos ajustam seus comportamentos visando alcançar metas estabelecidas, enfrentando perturbações e incertezas que compõem a realidade.

O controle PID, com suas ações proporcional, integral e derivativa, exemplifica como ajustes podem ser feitos com base no erro atual, no acúmulo de erros passados e na previsão de tendências futuras. Essas considerações, que são aplicáveis em motores e outras plantas físicas, podem também ser aplicadas com adaptações em ações humanas que exigem correção, aprendizado e antecipação. Já o controle preditivo baseado em modelo, como o MPC, que traz à tona a ideia de antecipar os estados futuros de um sistema e otimizar ações levando em conta restrições, também se baseia em um conceito muito presente nas decisões humanas que exigem planejamento, análise de consequências e adaptação contínua a cenários mutáveis. O controle *fuzzy*, por sua vez, que destaca a importância de lidar com incertezas e informações imprecisas, recorrendo a regras linguísticas baseadas na experiência de experts, é ainda mais apropriado para ser usado na tomada de decisão em

contextos complexos e ambíguos, nos quais não há modelo matemático exato, mas sim intuições e conhecimentos acumulados.

A convergência entre esses três tipos de controle mostra que a ação de controlar, tanto em sistemas técnicos quanto em sistemas humanos, envolve a percepção acurada do estado atual, a clareza sobre o estado desejado e a capacidade de agir com eficácia, respeitando limitações e considerando influências externas. Essa perspectiva é enriquecida ao se compreender que tanto fatores subjetivos, como emoções e crenças, quanto fatores contextuais, como instituições sociais e tempo, modulam a percepção e a eficácia da ação humana, funcionando como elementos adicionais que afetam a estabilidade e a robustez do sistema decisório. Assim, pensar a estratégia de controle como tomada de decisão nas relações humanas implica integrar múltiplas dimensões da experiência humana e técnica, buscando um agir intencional, adaptativo e coerente com os propósitos estabelecidos, promovendo a autorregulação e o alinhamento entre o que se deseja, o que se percebe e o que se faz.

7 ESTUDOS DE CASOS

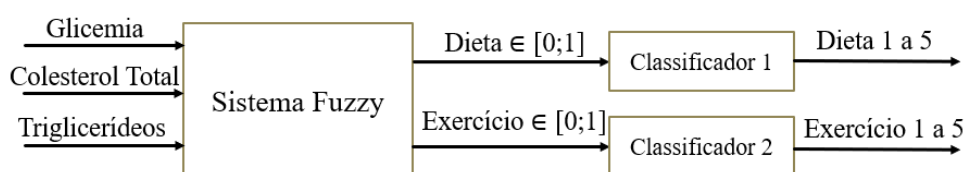
Neste capítulo, serão desenvolvidos dois estudos de casos com o intuito de implementar a teoria de sistemas de controle e a lógica *fuzzy* em aplicações puramente humanas. O primeiro estudo de caso consegue fornecer uma possível dieta e um possível exercício físico de acordo com alguns indicadores de saúde, enquanto o segundo estudo de caso se trata da aplicação da teoria de controle e da lógica *fuzzy* no processo educativo ao se ministrar uma aula.

Nas seções seguintes, tem-se o desenvolvimento dos respectivos estudos de caso. Vale ressaltar que nos dois estudos de caso desenvolvidos neste trabalho, inicialmente, é estabelecido o propósito; em seguida, realiza-se a modelagem ou conhecimento do problema para, em seguida, ser executada a ação de controle ou tomada de decisão.

7.1 SISTEMA DE CONTROLE E LÓGICA FUZZY COMO AUXÍLIO EM INDICADORES DE SAÚDE

Para este estudo de caso, será desenvolvido um sistema fuzzy de Mamdani em que as entradas correspondem à glicemia, colesterol total e triglicerídeos, enquanto as saídas são compostas pela dieta e exercício físico. O objetivo é fazer com que o sistema *fuzzy* forneça uma possível dieta e um possível exercício físico de acordo com os níveis de glicemia, colesterol total e triglicerídeos de um indivíduo. O diagrama esquemático do sistema fuzzy é mostrada na figura 8.

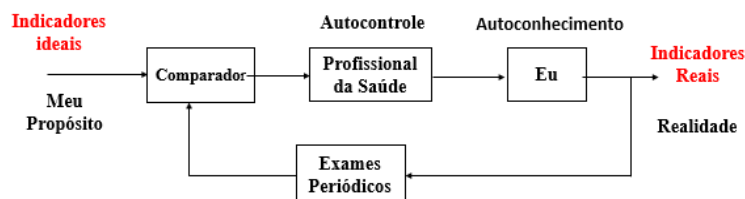
Figura 8 – Diagrama Esquemático do Sistema fuzzy



Fonte: Próprio Autor

Em termos de sistemas de controle, uma possível representação é ilustrada na Figura 9.

Figura 9 – Tratamento de Saúde Como Sistema de Controle



Fonte: Próprio Autor

De acordo com a figura 9, o sistema começa com o “Meu Propósito”, que representa a meta de saúde idealizada pelo indivíduo e pode incluir qualidade de vida, controle de doenças, bem-estar físico e mental, longevidade saudável, entre outros. Esse propósito fornece os indicadores ideais (em vermelho), ou seja, os valores-alvo esperados para as variáveis Glicemia, Colesterol Total e Triglicerídeos. Na engenharia de controle, isso é análogo ao Sinal de Referência de um sistema de controle, isto é, o valor desejado para o qual o sistema tenta convergir.

O bloco comparador tem a função de executar a comparação entre os indicadores ideais com os indicadores reais (medidos a partir de exames periódicos). Essa comparação gera um erro, ou seja, a diferença entre o que se deseja e o que se está vivendo. É a partir do erro que são tomadas decisões corretivas.

O profissional de saúde atua como um controlador humano, capaz de interpretar os dados, julgar o erro e decidir qual ação será aplicada ao sistema. Ele propõe intervenções, como mudanças na alimentação, na prática de exercícios, no uso de medicamentos, ou encaminhamentos para exames e especialistas. Esse processo corresponde à ação de controle, que é transmitida ao indivíduo.

O bloco “Eu” representa o próprio indivíduo como sistema controlado, mas também como agente consciente, pois é ele quem recebe as ações de controle e as coloca (ou não) em prática. Esse bloco envolve autoconhecimento, pois, ao perceber os efeitos das ações, o indivíduo aprende mais sobre o próprio corpo e comportamento.

Os exames periódicos são instrumentos de retroalimentação (*feedback*). Eles captam a realidade do corpo e a transformam em indicadores reais, que são levados de volta ao comparador. Esses dados são de grande importância para fechar o ciclo de controle: medir, comparar, decidir, agir e reavaliar.

Nas subseções seguintes, desenvolve-se este estudo de caso com maior nível de detalhamento, adotando uma sequência estruturada que contempla, inicialmente, a definição do propósito. Em seguida, realiza-se a modelagem ou conhecimento do problema e, por fim,

procede-se à implementação da ação de controle ou à tomada de decisão, conforme os princípios estabelecidos ao longo deste trabalho.

7.1.1 A Definição do Propósito

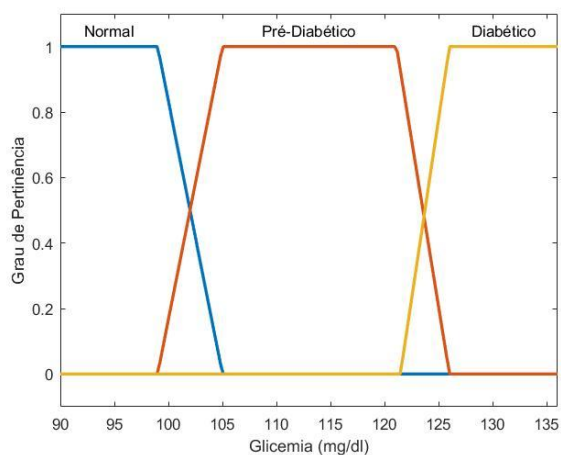
Tem-se como propósito, para este estudo de caso, manter os níveis de Glicemia, Colesterol Total e Triglicerídeos dentro dos níveis considerados normais.

7.1.2 Modelagem ou Conhecimento do Problema

Para se manter os níveis de glicemia, colesterol total e triglicerídeos em níveis ideais, é necessário conhecer a faixa de valores em que tais indicadores são considerados normais e que tipo de ações podem manter ou trazer de volta essas variáveis para as faixas de normalidade. Neste trabalho, as ações a considerar são as intensidades de permissão alimentar e de exercícios. No Tomador de Decisão a ser apresentado na subseção seguinte, os 03 (três) indicadores serão considerados como variáveis de entrada, enquanto que as intensidades de permissão alimentar e de exercícios serão as variáveis de saída.

Os valores de Glicemia considerados para este trabalho, segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2019), são: Glicemia normal para o caso em que o indivíduo tiver menor que 100 mg/dl, entre 100 mg/dl e 126 mg/dl o indivíduo é considerado pré-diabético e para valores superiores a 126 mg/dl, o indivíduo é considerado diabético. A função de pertinência para esta entrada é do tipo trapezoidal em que a partir do valor de 99 mg/dl até 105 mg/dl, há uma região de transição (característica dos sistemas fuzzy) em que o indivíduo se torna cada vez mais pré-diabético e menos normal. O mesmo acontece entre o valor de 121 mg/dl até 126 mg/dl, em que o indivíduo se torna menos pré-diabético para se tornar mais diabético. A função de pertinência dos valores linguísticos assumidos pela entrada Glicemia são mostradas na Figura 10.

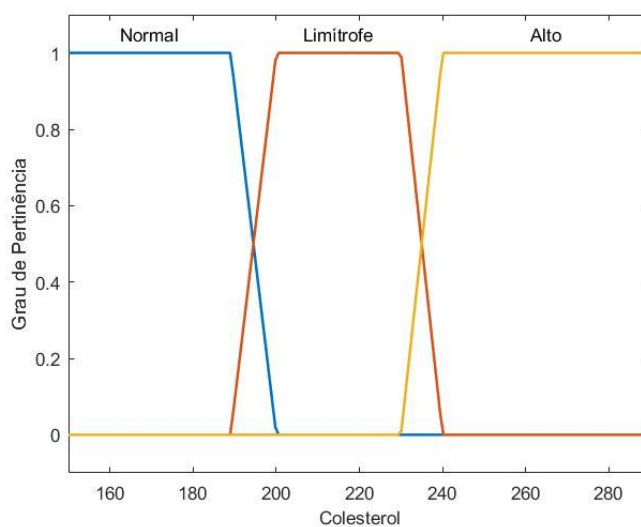
Figura 10 – Função de Pertinência da Entrada Glicemia



Fonte: Próprio Autor

Para a entrada Colesterol Total, seguindo os níveis estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2017), é considerado normal o indivíduo que tenha em seu sangue níveis abaixo de 190 mg/dl, limítrofe para valores entre 190 mg/dl e 239 mg/dl e alto para valores superiores a 240 mg/dl. A função de pertinência dos três conjuntos fuzzy desta entrada é do tipo trapezoidal em que a partir do valor 189 mg/dl até 210 mg/dl há uma região de transição (característica dos sistemas fuzzy) em que o indivíduo fica com níveis de colesterol total cada vez menos normal e mais limítrofe. O mesmo acontece entre o valor de 230 mg/dl a 240 mg/dl em que os níveis de colesterol total passam a ser menos limítrofe para ser nível alto. A função de pertinência da entrada Colesterol Total é mostrada na Figura 11.

Figura 11 – Função de Pertinência da Entrada Colesterol Total

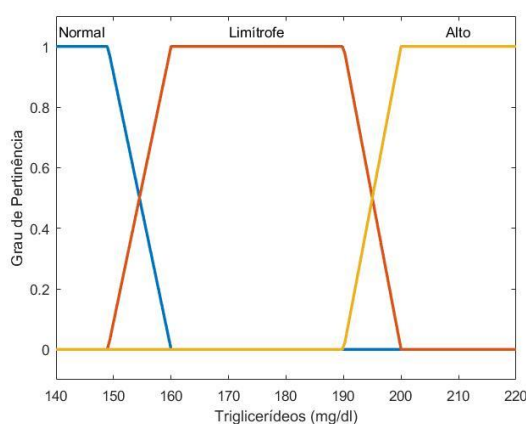


Fonte: Próprio Autor

No que se refere à entrada Triglicerídeos, os valores normais, segundo a Sociedade

Brasileira de Cardiologia (2017), são níveis menores que 150 mg/dl, limítrofe entre 150 mg/dl a 199 mg/dl e alto para valores superiores a 200 mg/dl. A função de pertinência dos três conjuntos *fuzzy* desta entrada é do tipo trapezoidal em que a partir do valor de 149 mg/dl a 160 mg/dl, há uma região de transição (característica dos sistemas fuzzy) o indivíduo fica com níveis de triglicerídeos menos normais e mais limítrofe. O mesmo acontece entre o valor de 190 md/dl a 200 mg/dl, em que o nível de triglicerídeo fica cada vez menos limítrofe para se tornar alto. A função de pertinência da entrada Triglicerídeos é mostrada na Figura 12 abaixo.

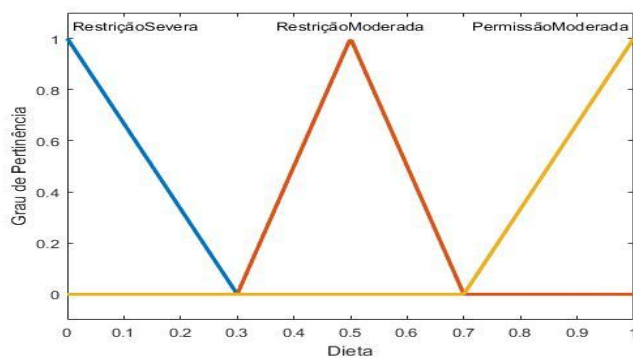
Figura 12 – Função de Pertinência para a Entrada Triglicerídeos



Fonte: Próprio Autor

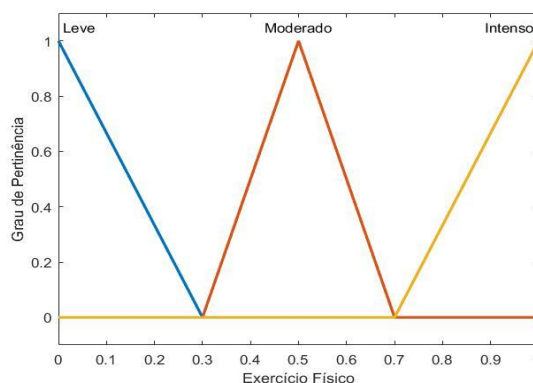
As saídas do Tomador de Decisão (Ação de Controle) do sistema serão as intensidades da permissão alimentar e dos exercícios, representados aqui, respectivamente, pelas variáveis Dieta e Exercício Físico. As funções de pertinência das saídas Dieta e Exercício Físico são mostradas, respectivamente, nas figuras 13 e 14 abaixo:

Figura 13 – Função de Pertinência para Saída Dieta



Fonte: Próprio Autor

Figura 14 – Função de Pertinência para Saida Exercício Físico



Fonte: Próprio Autor

Uma vez que há o conhecimento dos valores referentes aos níveis de Glicemia, Colesterol Total e Triglicerídeos, das funções de pertinência dessas entradas e de que tanto a intensidade de exercício direcionados, quanto a de permissão alimentar (dieta) influenciam de maneira inversa os valores reais medidos nos indicadores, pode-se afirmar que há um modelo de funcionamento do sistema. Na subseção seguinte, serão apresentadas as ações a serem aplicadas em função dos valores dos indicadores considerados.

7.1.3 Ação de Controle ou Tomada de Decisão

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, foram consultados profissionais das áreas de Nutrição e da Educação Física, com o intuito de elaborar a base de regras e de compreender quais possíveis dietas, classificadas nos conjuntos fuzzy Restrição Severa, Restrição Moderada e Permissão Moderada, e quais prováveis exercícios físicos, classificados nos conjuntos fuzzy Leve, Moderado e Intenso, são recomendados conforme os indicadores de saúde: Glicemia, Colesterol Total e Triglicerídeos. A base de regras deste sistema fuzzy é composta por 27 regras, apresentadas a seguir:

1. SE Glicemia é normal E Colesterol é normal E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é permissão moderada e Exercício é moderado;
2. SE Glicemia é normal E Colesterol é normal E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é permissão moderada e Exercício é Intenso;
3. SE Glicemia é normal E Colesterol é normal E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é moderado;
4. SE Glicemia é normal E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é moderado;

5. SE Glicemia é normal E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é moderado;
6. SE Glicemia é normal E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
7. SE Glicemia é normal E Colesterol é alto E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é moderado;
8. SE Glicemia é normal E Colesterol é alto E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é moderado;
9. SE Glicemia é normal E Colesterol é alto E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
10. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
11. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
12. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
13. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
14. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
15. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
16. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
17. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é leve;
18. SE Glicemia é pré-diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
19. SE Glicemia é diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é moderado;
20. SE Glicemia é diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é moderado;

21. SE Glicemia é diabético E Colesterol é normal E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
22. SE Glicemia é diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição moderada e Exercício é moderado;
23. SE Glicemia é diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é moderado;
24. SE Glicemia é diabético E Colesterol é limítrofe E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
25. SE Glicemia é diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é normal, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
26. SE Glicemia é diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é limítrofe, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve;
27. SE Glicemia é diabético E Colesterol é alto E Triglicerídeos é alto, ENTÃO Dieta é restrição severa e Exercício é leve.

O sistema *fuzzy* fornecerá valores defuzzificados entre 0 e 1 para as duas saídas. Em função desses valores, serão propostos, com o auxílio de profissionais das áreas de educação física e nutrição, possíveis exercícios físicos e possíveis dietas de acordo com as Tabelas 1 e 2, abaixo.

Tabela 1 – Possíveis Exercícios Físico

Número	Índice Fuzzy (0-1)	Exercício
1	0,00	Caminhada lenta (ritmo relaxado)
2	0,25	Yoga ou Alongamento
3	0,50	Corrida leve ou pedalada casual
4	0,75	HIIT (treino intervalado) de média intensidade
5	1,00	Sprint (corrida de alta velocidade) ou levantamento de peso máximo

Fonte: Próprio Autor

Tabela 2 – Possíveis Dietas

Número	Índice Fuzzy (0-1)	Dieta
1	0,00	Dieta cetogênica rígida (baixo carboidrato, alta gordura, sem açúcar e grãos)
2	0,25	Dieta hipocalórica controlada, com redução significativa de carboidratos e gorduras, priorizando proteínas magras e vegetais
3	0,50	Dieta mediterrânea ou DASH, com ingestão equilibrada de carboidratos complexos, proteínas magras e gorduras saudáveis
4	0,75	Alimentação flexível, permitindo algumas indulgências ocasionais
5	1,00	Dieta livre, com maior variedade de alimentos, mas mantendo equilíbrio nutricional

Fonte: Próprio Autor

Em função dos valores obtidos na saída do Tomador de Decisão, pode-se classificar qual ou quais dietas e os exercícios a serem adotados ou mesclados para se atingir o propósito definido. Com o auxílio do Simulink/Matlab é possível implementar o sistema fuzzy desenvolvido até o presente momento. Para efeito de simulação, serão arbitrados possíveis valores de Glicemia, Colesterol Total e Triglicerídeos, tem-se, portanto, a Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Resposta do Sistema Fuzzy

GLICEMIA (mg/dl)	COLESTEROL (mg/dl)	TRIGLICERÍDEOS (mg/dl)	Índice Fuzzy (Dieta)	Índice Fuzzy (Exercício)	Dieta	Exercício
80	180	130	0,903	0,903	5	5
89	201	160	0,50	0,50	3	3
90	160	170	0,903	0,50	5	3
100	200	175	0,429	0,429	3	3

110	185	189	0,50	0,096	3	1
102	260	800	0,11	0,11	2	2
127	177	130	0,50	0,50	3	3
129	220	122	0,50	0,50	3	3

Fonte: Próprio Autor

A tabela 3 sintetiza os resultados obtidos a partir da aplicação de um sistema *fuzzy* voltado para recomendações personalizadas de dietas e exercício físico, considerando como variáveis de entrada os principais indicadores de saúde metabólica: glicemia, colesterol total e triglicerídeos. Esses dados são processados pelo sistema a partir de funções de pertinência trapezoidais e de uma base de regras cuidadosamente estruturada, resultando em dois índices *fuzzy* que variam de zero a um, um para a dieta e outro para o exercício físico. Esses índices, por sua vez, são mapeados para níveis linguísticos organizados em uma escala de cinco categorias, onde o valor um representa a máxima restrição alimentar, bem como a intensidade leve de exercício físico e o valor cinco, a máxima permissão alimentar ou intensidade física.

Os primeiros registros de tabela revelam perfis de saúde considerados ideais. Indivíduos com glicemia abaixo de 90 mg/dl, colesterol total em torno de 160 mg/dl a 180 mg/dl e triglicerídeos na faixa de 130 mg/dl a 170 mg/dl obtiveram índices *fuzzy* de 0,903 tanto para dieta quanto para exercício físico. Esses resultados, arredondados para o nível cinco, correspondem à recomendação de uma dieta livre, com maior variedade de alimentos, e à prática de exercícios físicos intensos, como corrida ou treinos intervalados de alta intensidade. Este comportamento do sistema está de acordo com sua base de regras, a qual privilegia combinações em que todas as entradas pertencem ao conjunto “Normal”, ativando a regra que indica permissão moderada para a dieta e intensidade elevada para a atividade física.

À medida que os valores de entrada se distanciam dos centros dos conjuntos *fuzzy* classificados como normais, o sistema passa a oferecer recomendações mais moderadas. Por exemplo, quando a glicemia está em torno de 89 mg/dl e 100 mg/dl, o colesterol ultrapassa os 200 mg/dl e os triglicerídeos atingem valores entre 160 mg/dl e 175 mg/dl, o índice *fuzzy* da dieta varia entre 0,429 e 0,903, e o do exercício físico situa-se entre 0,429 e 0,5. Isso reflete uma condição metabólica intermediária, em que o sistema interpreta a saúde como boa, porém com sinais de alerta. A resposta *fuzzy*, nesse caso, oferece recomendações mais conservadoras, como dietas do tipo DASH ou hipocalóricas, e exercício de intensidade

moderada, como caminhada acelerada ou pedalada leve. É importante destacar que essa transição entre os níveis ocorre de maneira progressiva. O sistema evidencia uma transição suave entre os conjuntos *fuzzy*, característica que respeita a natureza contínua das condições biológicas e da avaliação do estado de saúde.

Nos casos mais críticos, em que os indicadores ultrapassam limites considerados seguros, como glicemia acima de 120 mg/dl, colesterol total superior a 240 mg/dl ou triglicerídeos em torno de 800 mg/dl, os índices *fuzzy* para dieta e exercício físico caem significativamente. Por exemplo, com glicemia de 102 mg/dl, colesterol total de 260 mg/dl e triglicerídeos em 800 mg/dl, os dois índices *fuzzy* das saídas atingem o valor de 0,11, o que resulta em recomendações altamente restritiva e exercício físico leve. Nesses cenários, o sistema atua com sensibilidade clínica, reduzindo a intensidade dos exercícios como forma de proteger o usuário de riscos metabólicos ou cardiovasculares, ao mesmo tempo em que recomenda controle alimentar mais rigoroso. Esse comportamento destaca uma importante característica dos sistemas a capacidade de considerar múltiplos fatores de risco simultaneamente, ponderando suas influências de maneira proporcional à sua gravidade.

Em contraste, há casos como o do indivíduo com glicemia de 127 mg/dl, colesterol de 177 mg/dl e triglicerídeos de 130 mg/dl, nos quais apenas uma das variáveis apresenta valor elevado. Apesar de a glicemia estar acima do intervalo classificado como normal, os outros dois indicadores ainda permanecem em boas condições. O resultado do sistema, nesse caso, foi um índice de 0,5 para ambas as saídas, o que gerou a recomendação de dieta moderada e exercício físico de intensidade também moderada. Essa resposta demonstra que o sistema *fuzzy* é capaz de considerar a interação entre as variáveis de entrada, não reagindo de forma extrema diante de um único valor alterado, mas oferecendo recomendações equilibradas com base no conjunto completo das informações.

Em síntese, a análise da tabela 3 revela que o sistema *fuzzy* desenvolvido é coerente com os princípios da lógica difusa e da prática clínica. Ele demonstra consistência com sua base de regras, sensibilidade às variações nos dados de entrada e uma capacidade notável de adaptação a cenários complexos. Além disso, a fluidez das transições entre os níveis de recomendação confirma a adequação da abordagem *fuzzy* para representar a complexidade e a gradualidade próprias das decisões relacionadas à promoção de saúde.

Com o passar do tempo é recomendável que o indivíduo faça novamente os exames a fim de verificar possíveis melhoras nos referidos indicadores de saúde. Dessa forma, pode-

se implementar a comparação com o propósito inicialmente estabelecido de deixar os indicadores de saúde em níveis considerados ideais.

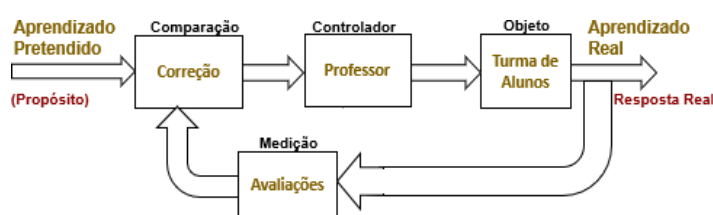
7.2 O PROCESSO EDUCATIVO NA ESCOLA VISTO COMO SISTEMA DE CONTROLE

Este estudo de caso centra-se em análises e investigações relativos à didática do professor na educação básica e na educação superior. O objetivo é demonstrar que é possível aplicar uma topologia de Sistema de Controle às Claras às práticas educacionais, de forma a se ter mais objetividade e previsibilidade das situações pedagógicas. A principal análise é entender especialmente sobre os saberes construídos no cotidiano de sala de aula, tendo como parâmetro a ação do professor, a realidade dos alunos, além do processo de ensino e aprendizagem, na perspectiva de entender as estratégias que possibilitam realmente as variadas formas para os estudantes aprenderem.

Para implementar o processo educacional em termos de sistema de controle, será utilizada uma metodologia em que se define no primeiro momento claramente o propósito, posteriormente é feita a modelagem ou diagnóstico do problema, e por fim executar a ação de controle e a tomada de decisão.

Há uma incessante busca para promover a qualidade do ensino para aprendizagem dos alunos na intenção de encontrar raízes que expliquem os índices de evasão e reprovação que ocorrem principalmente no ensino fundamental e no ensino médio. Por isso, é relevante relacionar a educação a um sistema de controle por meio da topologia da Figura 15 abaixo:

Figura 15 – Malha de Controle de uma Sala de Aula



Fonte: adaptado de Franklin *et al.* 2019

Para entender essa relação entre educação e sistema de controle, é importante ter como parâmetro o campo da didática. Segundo Libâneo (2019), o objeto de estudo da didática é o ensino para a aprendizagem. Nesse prisma, criam-se desafios e configurações a partir dos quais é possível se libertar da prática tradicional que sempre foi focada na repetição e memorização, e, gradualmente, tornar o processo didático numa perspectiva democrática,

na medida em que a sociedade, estados, municípios e União reavaliam seus reais papéis de comprometimento com a qualidade do ensino. Nesse contexto, os professores buscam redescobrir em suas práticas educativas possíveis estratégias de ensinar e, por conseguinte, criar os procedimentos eficientes e eficazes à equidade do sistema educacional, como afirma Freire:

A prática educativa é algo muito sério. Lidamos com gente, com crianças, adolescentes ou adultos[...]. Ajudamo-los ou os prejudicamos nesta busca[...]. Podemos concorrer com nossa incompetência, má preparação, [...] para o seu fracasso. Mas podemos, também com nossa seriedade e testemunho de luta contra as injustiças, contribuir para que os educandos vão se tornando presenças marcantes no mundo (1993, p. 48).

Isto é, a partir dessas reflexões, será viável aos diversos docentes e demais profissionais da educação, enquanto sujeitos que exercem a sua cidadania, comprometerem-se com a justiça social, desenvolvendo ações didáticas que permitam aos estudantes analisarem criticamente os aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos do mundo contemporâneo. Dessa forma, o desenvolvimento do processo didático passa a ser um instrumento que pode assegurar a formação dos estudantes, tendo em vista a superação dos problemas que vivenciam na realidade na qual estão inseridos, permitindo a busca de práticas que podem obter resultados satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem. Tais intenções estão relacionadas à concepção do professor de que é realmente importante planejar o processo didático.

Para a superação das problemáticas, é premente o planejamento didático, pois, considera-se como um processo de construção do conhecimento para os sujeitos que participam dessa tarefa. É, portanto, semelhante a uma aprendizagem: se foi bem-feito, interioriza-se e passa a fazer parte da pessoa (Haydt, 2011). Conforme essa premissa, o professor necessita de habilidades criativas, ou seja, esse precisa planejar com o propósito de saber o que vai vivenciar na prática docente, visando assegurar a aprendizagem pelos estudantes, pois, é um processo sistemático em que se deve considerar o espaço multicultural dos sujeitos aprendizes.

Assim sendo, a ação de planejar exige: conhecimento da realidade, preparação da proposta de ação, execução e avaliação (Candau, 2014), sendo esses inter-relacionados, é necessária uma relação humana interativa entre professor e alunos, para conseguirem o alcance do conhecimento almejado. Tais exigências estão explícitas na figura 15.

7.2.1 A Definição do Propósito

Nesse ato de planejar o processo didático, existe a etapa da preparação, em que o

professor tem como “propósito” que os estudantes aprendam o conteúdo. Esse é o momento da definição dos objetivos, que, de acordo com Libâneo (2019), dizem respeito aos propósitos definidos, que se relacionam ao desenvolvimento das qualidades humanas, tendo em vista a necessidade de os alunos adquirirem conhecimento para se capacitarem nas relações sociais nas quais estão inseridos. A sua dimensão pedagógica na prática educativa está direcionada em explicar fins e meios que orientem tarefas da escola e do professor para uma determinada direção. Isto é, pode-se afirmar que não há prática educativa sem objetivos.

Constata-se que os objetivos estão intrinsecamente relacionados ao propósito de uma topologia de Sistemas de Controle às Claras, sendo a primeira ação, que determina a intenção de conseguir que os estudantes realmente aprendam o conteúdo trabalhado, conforme se exemplifica na Figura 15.

O propósito e as metas de um professor na sala de aula são essenciais para conduzir o processo de ensino-aprendizagem, assegurando o desenvolvimento integral dos estudantes e atingir dos objetivos educacionais. Tais propósitos se modificam de acordo com o contexto, mas geralmente a intenção é, além da assimilação do conteúdo da disciplina em questão, promover o pensamento crítico, a inclusão, o engajamento e a formação cidadã.

Um dos principais propósitos de um professor é propiciar competências e habilidades intelectuais, tendo em vista a argumentação crítica dos alunos, incentivando-os ao raciocínio lógico e à capacidade de análise. Além disso, busca-se fomentar um aprendizado contínuo, criando um ambiente em que os estudantes se sintam motivados a aprender ao longo da vida.

Outro propósito importante é a educação inclusiva, garantindo que todos tenham acesso igualitário ao ensino, independentemente de suas necessidades ou origens. Também é crucial o desenvolvimento das habilidades socioemocionais, como empatia, cooperação e respeito, preparando os alunos para os desafios interpessoais. Por fim, o professor contribui para a formação cidadã, capacitando os alunos a serem cidadãos éticos e participativos, conscientes dos valores democráticos e dos direitos humanos (Freire, 1997).

As metas estabelecidas pelo professor também refletem esses propósitos. Entre elas, está o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos, elevando o seu aproveitamento em provas ou projetos sobre os conteúdos específicos ensinados por ele, por exemplo.

Além disso, pode-se citar o aumento do engajamento do educando em sala de aula, utilizando métodos diversificados e dinâmicos que despertem o interesse e a participação dos estudantes. É essencial também desenvolver habilidades específicas, como leitura, escrita, pensamento crítico e resolução de problemas, todas fundamentais para o sucesso dos

alunos. O professor também pode fomentar a autonomia, incentivando os alunos a serem aprendizes independentes, capazes de buscar soluções e adquirir conhecimento por conta própria. Por meio desses exemplos, é possível estabelecer um ambiente de respeito e cooperação, garantindo que a sala de aula seja um espaço seguro e inclusivo, onde a diversidade é valorizada e o comportamento colaborativo é incentivado.

Outro exemplo, com base nesses pressupostos, pode-se citar o componente curricular matemática, no segundo ano do ensino médio, em que o professor terá como propósito desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar conceitos matemáticos em situações do dia a dia, estimulando o raciocínio lógico e a resolução de problemas complexos. Nessa situação didática, o professor busca tornar a matemática acessível e relevante, articulando o conteúdo teórico às aplicações práticas e preparando os estudantes para desafios pessoais e profissionais futuros.

Com base no exemplo citado acima, como meta o professor terá que aumentar em 20% o desempenho dos alunos em cálculos algébricos e geométricos nas avaliações ao longo do semestre, por meio de atividades práticas e exercícios de resolução de problemas que promovam o entendimento profundo dos conceitos e a aplicação correta das fórmulas matemáticas. Ademais, incentivar a participação dos alunos em competições de matemática e em grupos de estudo, fortalecendo o interesse pela disciplina e o engajamento na aula.

Esse exemplo mostra o foco em relacionar a matemática ao cotidiano dos alunos, ao mesmo tempo que estabelece uma meta concreta de melhora no desempenho e no engajamento com a disciplina.

Esses propósitos e metas não apenas orientam as práticas pedagógicas do professor, mas também visam assegurar um aprendizado eficaz, estimulando o crescimento pessoal, escolar e social dos alunos.

Este estudo de caso também terá como propósito que os alunos atinjam pelo menos 50% da média total (nota 5) em cada uma das três avaliações (Simpósio, Resenha Crítica e Aspecto Formativo voltado para o senso crítico).

7.2.2 A Modelagem ou Diagnóstico do Problema

Uma vez definido o propósito, descrito na subseção anterior, conforme está explícito na Figura 15, tem-se a necessidade de modelar o problema analisado, como ressalta Ogata (2010, p. 11) a “[...] modelagem matemática significa o conjunto de equações que representa a dinâmica do sistema com precisão ou, pelo menos, razoavelmente bem [...]”. Entretanto, a

modelagem também pode ser entendida como qualquer outra forma de compreensão do objeto a ser controlado.

Assim sendo, verifica-se na Figura 15 que a modelagem subjetivamente exige do “controlador” (do professor) a necessidade de conhecer a realidade sociocultural dos alunos, que são os “objetos” a serem controlados. Isso não significa coisificar os estudantes, mas principalmente considerá-los como protagonistas ou sujeitos do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, cabe ao educador pensar nas ações de controle em que se definem os “conteúdos, métodos e recursos” que poderão ser desenvolvidos em busca de promover a qualidade do ato de ensinar para os alunos aprenderem.

7.2.3 As Ações de Controle ou Tomada de Decisão

Ao pensar nas ações de controle, é relevante entender que o controlador (professor) deve dispor de uma ideia sobre o objeto (alunos), na perspectiva de compreender o conteúdo que, com base nas ideias de Luckesi (2009), referem-se ao conjunto de conhecimentos, conceitos, modos valorativos e atitudes que podem ser incorporados à realidade social dos estudantes, pois, na medida que são organizados didaticamente, faz-se necessário a busca da assimilação ativa para sua aplicação prática na vida dos referidos alunos. Nesse sentido, o professor toma a decisão em relação a forma em que os conteúdos serão incorporados à realidades sociocultural dos alunos.

Já Zabala (1998) define os conteúdos em três categorias: Conceitual, Procedimental e Atitudinal. O conteúdo conceitual diz respeito aos conhecimentos que o professor detém e transmite de forma teórica ao aluno. O conteúdo procedimental expressa um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta. Está presente nos projetos de ensino, como, por exemplo, realizar uma pesquisa, desenvolver um experimento, fazer um resumo. Isto é, envolve práticas executadas pelos estudantes. O conteúdo atitudinal é formado pelas normas e valores que, através da função socializadora possibilitam ao aluno diferentes leituras e interpretações do mundo em que vive.

No que se refere aos métodos de ensino, eles “são as ações do professor pelas quais se organizam as atividades pedagógicas para atingir os objetivos do trabalho docente em relação a um conteúdo específico” (Libâneo, 2019). São um conjunto de estratégias que possibilitam assegurar a aprendizagem de forma eficiente, mas principalmente significativa, por meio de recursos materiais ou ferramentas tecnológicas, que podem ser audiovisuais, ou digitais, ou

textuais, que viabilizem o incentivo para a motivação dos estudantes na sala de aula.

Ainda sobre os métodos de ensino vale ressaltar também Zabala (2012), que divide em 3 (três) tipos, sendo: os métodos de ensino individualizados; os métodos de ensino socio-individualizados e os métodos de ensino socializados.

Segundo o referido autor, os métodos de ensino individualizados são abordagens que focam nas necessidades e características específicas de cada aluno. O objetivo é adaptar o processo de ensino para atender às diferenças individuais em termos de ritmo de aprendizado, estilos de aprendizagem e interesses. Suas características principais se efetivam por meio do diagnóstico inicial, em que se faz a avaliação detalhada das habilidades, interesses e necessidades do aluno. Por conseguinte, se elabora os planos de ensino personalizados adaptados a cada aluno, que podem incluir materiais e atividades específicas.

Para desenvolver os métodos de ensino individualizados é premente a flexibilidade, pois se faz ajustes contínuos no processo de ensino com base no progresso e nas necessidades dos alunos. As principais vantagens é que promove um aprendizado eficiente, permitindo que os alunos com dificuldades ou talentos especiais sejam bem atendidos, podendo também aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes ao trabalhar em áreas de interesse pessoal. Por exemplo, um aluno com dificuldades em matemática pode ter atividades adicionais e recursos adaptados para ajudá-lo a compreender melhor os conceitos. Além disso, se pode fornecer textos de leitura em diferentes níveis de dificuldade ou criar tarefas com diferentes graus de complexidade para atender às diversas habilidades dos alunos.

Com base nos pressupostos de Zabala (2012), os métodos de ensino socio-individualizados combinam elementos dos métodos individualizados com uma perspectiva social, reconhecendo a importância das interações sociais no processo de aprendizagem. Esses métodos visam equilibrar as necessidades individuais dos alunos com a dinâmica de grupo. Os alunos recebem retorno (*feedback*) não apenas do professor, mas também dos colegas, e colaboram em projetos que refletem a diversidade de habilidades e perspectivas. Além de se focar em necessidades individuais, esses métodos também promovem habilidades sociais e emocionais. Por exemplo, os alunos analisam estudos de caso em grupos, mas cada um é responsável por pesquisar e apresentar uma parte específica do caso, de acordo com seus interesses.

Já os métodos de ensino socializados enfocam a aprendizagem em um ambiente de grupo, promovendo a interação entre os alunos como parte central do processo educativo. Esses métodos priorizam a colaboração e a construção do conhecimento coletivo. Sua

principal característica é a aprendizagem colaborativa, na medida em que os alunos trabalham em grupos para resolver problemas, discutir conceitos e criar projetos conjuntos. Como exemplo, em uma aula de ciências, os alunos participam de um debate sobre questões contemporâneas, como mudanças climáticas ou políticas públicas, defendendo diferentes pontos de vista com base em pesquisas e evidências.

O professor, portanto, deve tomar a decisão sobre qual método de ensino ele deverá utilizar que pode ser individualizado, socio-individualizado ou socializado, segundo os pressupostos de Zabala (2012).

Na operacionalização da aula, além dos conteúdos e métodos, o professor deve tomar a decisão em relação aos recursos didáticos, que são os materiais utilizados no decorrer do desenvolvimento pedagógico, como por exemplo, o quadro magnético, o *datashow*, o livro, etc., que ajudarão a manter a atenção dos alunos.

Pode-se afirmar, portanto, que as ações de controle, que se trata da aplicabilidade dos “conteúdos”, “métodos” e “recursos”, tem como finalidade fazer com que a resposta real do sistema convirja para o propósito, para assim proceder à avaliação da aprendizagem, e, por conseguinte, fazer a “comparação”, analisando se os resultados obtidos pelos alunos estão de acordo com o “propósito” inicial que se contextualiza por meio dos “objetivos”, conforme a Figura 15.

Nesse processo, é relevante compreender que, em sistemas de controle, para aferir a saída real do sistema, se usa um sensor de medição. Assim, é possível realizar a comparação entre o sinal de referência e a resposta real do sistema. Da mesma forma, será possível implementar uma maneira de entender o nível de aprendizagem dos alunos no âmbito educacional, as avaliações, tendo como foco o que os alunos conseguiram apreender ou não sobre os objetivos atingidos, conteúdos organizados, métodos aplicados e recursos utilizados.

Por meio da operacionalização desses elementos, pode-se obter um panorama do estado atual da aprendizagem dos alunos, na identificação de aspectos que precisam de melhorias. Com base na análise dos resultados da avaliação do nível de aprendizagem dos estudantes, observa-se que o professor deve procurar estratégias para mitigar lacunas de aprendizado, seja por meio da modificação integral da estratégia pedagógica inicialmente empregada, seja por meio da adaptação dos próprios métodos (Hoffmann, 1993). No momento dessa vivência, ou seja, da execução da aula, tanto o professor como os educandos gradualmente vão detectando se estão ocorrendo avanços nos aspectos relativos ao processo de

ensino e aprendizagem, na medida em que são fatores fundamentais no cotidiano de sala de aula.

Nesse contexto, a aula não se restringe à programação de um conteúdo desvinculado da realidade dos alunos, tampouco o professor pode atuar como um repassador de conteúdos, nem os alunos como meros receptores, sem o direito de questionar ou de participar da dinâmica da aula. Ao contrário, a aula é o momento de interação entre professor e alunos. Por meio das estratégias vividas é possível interpretar, ler, escrever, analisar e perguntar. Isto é, neste momento, ocorrem variadas situações de *feedback* (retorno), em que se desenvolvem as competências e habilidades dos estudantes, dentro de cada disciplina que integra o currículo da educação básica ou da educação superior.

A aula se torna um fenômeno, pois há articulação entre os conhecimentos popular, teológico, filosófico e científico. Sabe-se que o conhecimento popular diz respeito àquilo que o aluno aprendeu no cotidiano da vida empírica, nas relações da vida em família e com os grupos sociais do qual fazem parte. O conhecimento teológico está relacionado às variadas crenças a um deus, ou deuses, que o aluno apreende na vida cotidiana ou na igreja. Já o conhecimento filosófico permite ao sujeito pensar sobre o mundo de acordo com suas concepções individuais. Por outro lado, o conhecimento científico é produzido por conceitos, pensamentos e raciocínios que se combinam por regras lógicas, e seus resultados são claros (Chauí, 2002).

Esses conhecimentos popular, teológico e filosófico fazem parte da realidade de cada sujeito aprendiz, que, por conseguinte, devem se articular com o conhecimento científico o qual a escola tem o dever de ensinar. Nessa articulação de se viver tais conhecimentos na sala de aula, faz-se necessário que o professor considere os alunos como sujeitos críticos, criativos e descobridores, tendo sempre a intenção de estabelecer uma relação humanizada, respeitando sua liberdade de pensar e intervir no momento que se explica certo conteúdo.

Com base nesses pressupostos, pode-se garantir ao educando a capacidade de se tornar cidadão político, sendo capaz de se manifestar nas decisões sociais; e ao professor, e os demais profissionais, que atuam nos variados segmentos da escola, pode-se garantir condições de assegurar ensino de qualidade, considerando-se que esses têm a responsabilidade de desenvolver a formação, tendo como finalidade principal o pleno exercício de cidadania do estudante.

7.2.4 A Lógica Fuzzy na Avaliação da Aprendizagem da Escola do Ensino Médio

Uma vez que "As Ações de Controle ou Tomada de Decisão" descritas na seção anterior foram esclarecidas, torna-se fundamental verificar se a saída real está, de fato, alinhada com o propósito previamente definido. Essa verificação é a função do bloco de medição, conforme descrito na Malha de Controle de uma Sala de Aula, ilustrada na Figura 15.

Assim sendo, nesta seção se apresenta uma análise sobre a articulação do processo de avaliação da aprendizagem aos pressupostos da lógica fuzzy. Por meio do *software* Matlab, foi realizada uma simulação de um sistema fuzzy que permite aplicar os conceitos "insuficiente", "regular", "bom", "muito bom" e "excelente" no que se refere aos conhecimentos aprendidos pelos alunos.

O principal objetivo é avaliar as competências e habilidades dos alunos por meio de um sistema fuzzy de Mamdani, tendo como fundamento teórico a avaliação diagnóstica de Luckesi (2018) e os conceitos de sistemas fuzzy de Wang (1996). A proposta é de avaliar os estudantes por meio de instrumentos adequados como o simpósio, a resenha crítica e um aspecto formativo focado na criticidade que perpassam no cotidiano de sala de aula no sistema presencial, nas disciplinas do currículo, na busca de compreender suas condições qualitativas e quantitativas, contribuindo para a construção de novas práticas de avaliação.

É importante evidenciar que o processo de avaliação da aprendizagem, durante muito tempo, se vinculou unicamente à prática de aplicação de provas e questionários, exclusivamente para medir o rendimento escolar, sendo estes decorrentes de uma pedagogia tradicional, em que a ênfase se limitava naquilo que é plenamente observável pelo professor em relação aos alunos. Ou seja, não se considerava os aspectos sociais, econômicos e culturais dos estudantes. Essas práticas estavam unicamente relacionadas aos mecanismos de controle de resultados quantitativos. Isto é, o aluno era avaliado pontualmente pela nota no final de cada bimestre. Então as relações de avaliação da aprendizagem visavam sempre para o ato de medir, resultando numa prática pedagógica que se limitava exclusivamente a exposição de conteúdos prontos e determinados pelo educador, tendo em vista classificar os alunos por meio de uma abordagem eminentemente quantitativa (Libâneo, 2019).

Nesse procedimento avaliativo, ainda presente atualmente nas sistemáticas de avaliações das escolas públicas, podem ser realizadas duas ou três provas durante o bimestre. Nesse período, é calculado uma média aritmética para se obter uma nota final daquele respectivo bimestre, e na culminância do ano letivo, é calculada a mesma média aritmética

a partir dos resultados dos bimestres para se chegar a uma nota no final de cada componente curricular.

Por meio dos resultados dos cálculos matemáticos aplicados, não fica evidente o conhecimento que o aluno conseguiu obter. O educando poderá atingir uma nota excelente na prova referente a um certo conteúdo como geometria, por exemplo, e uma nota ruim sobre álgebra. Entretanto, ao se calcular a média, irá conseguir uma nota suficiente para ser aprovado. Por conseguinte, a aprovação ocorreu pelo fato de conhecer sobre geometria, porém sempre apresentará dificuldade em álgebra. Geralmente, não há qualquer tipo de revisão após o resultado da avaliação para que esse compreenda os conteúdos que não conseguiu apreender como, no caso exemplificado, o conhecimento sobre álgebra. O que interessa geralmente para professores, alunos e pais é alcançar a nota mínima de aprovação normatizada na sistemática de avaliação. Porém, as dificuldades que os estudantes apresentam não são sanadas, ficando sempre essas limitações para anos posteriores de sua educação formal.

Uma das formas de contornar a problemática exposta e obter um modelo matemático mais fiel à realidade em relação ao nível de aprendizagem dos alunos, seria entender que a turma de alunos será o objeto ou problema em questão. O professor tem como função avaliar os alunos, executando a medição por meio das avaliações realizadas na sala de aula. Nesse processo, a ação de controle será por meio da aplicabilidade dos diferentes procedimentos executados pelo professor junto aos estudantes, e, por conseguinte, a saída real resulta no aprendizado que foi conquistado pelos alunos.

Para explicitar a saída real, que é o aprendizado dos alunos, Barrantes (2011) propõe um sistema fuzzy utilizando, para este fim, a prova escrita, as atividades em classe e as atividades extraclasse, como entrada. A referida proposta se contrapõe às maneiras tradicionais que consideram válidas as ações mecanicistas de avaliar. Nela, pode-se aplicar instrumentos avaliativos que levam em consideração o comportamento do aluno, considerando suas competências e habilidades no cotidiano de sala de aula. Assim, nesta subseção, sugere-se avaliar por meio da execução do “Simpósio”, elaboração de “Resenha Crítica”, e um “Aspecto Formativo” focado na argumentação crítica do estudante, que ocorrerá durante as discussões das temáticas desenvolvidas nas aulas.

Tais instrumentos avaliativos contrapõem as ideias tradicionais, pois, a avaliação teve como fundamento a prática vivida desde a colonização que considerava a avaliação como sinônimo de exames. É herança desde 1599, trazida ao Brasil pelos jesuítas, uma vez

que enfatiza a memorização e dava especial atenção a retórica. O professor era o detentor do saber e transmissor absoluto dos conteúdos, os alunos eram meros receptores, sendo castigados ou premiados conforme os resultados quantitativos (Luckesi, 1995).

Somente a partir da década de 1990, houve uma produção relevante de pesquisas que concebem a avaliação no contexto das interações entre educação e sociedade, em decorrência das mudanças nos processos educacionais que ocorreram a partir de diversas teorias e metodologias progressistas do processo de ensino e aprendizagem. Dentre estas, ressaltam-se os estudos de Luckesi (1995) e Hoffmann (1993), além de outros.

Segundo esses autores, a avaliação da aprendizagem no ensino pode ser entendida como acompanhamento da formação de um aluno, pois permite “[...] identificar os progressos e dificuldades dos estudantes, e a atuação do professor que determinam modificações do processo de ensino para melhor cumprir as exigências dos objetivos” (Luckesi, 2009, p. 55).

Assim, por meio da avaliação da aprendizagem qualitativa se pode interferir e perceber os indicadores das formas como os alunos aprendem, produzindo uma prática avaliativa realmente qualitativa e comprometida com o crescimento intelectual, bem como com seus princípios e valores éticos e morais. Para isso, é significativo um ato educativo que considere as necessidades dos atores que buscam entender a realidade como ela se apresenta, objetivando propiciar possibilidades aos estudantes, com a intenção de superar as dificuldades.

Luckesi (2009) enfatiza a importância da avaliação como um processo contínuo, em vez de uma ferramenta puramente classificatória. A avaliação pode ser integrada ao processo de ensino/aprendizagem, servindo como um meio para compreender as necessidades dos alunos e orientar o desenvolvimento de suas habilidades e conhecimentos.

“Em primeiro lugar, vem o processo de diagnosticar, que se constitui de uma constatação e de uma qualificação do objeto da avaliação, tendo por base suas propriedades específicas [...]” (Luckesi, 2009, p. 67). O autor argumenta que a avaliação deve ser diagnóstica, permitindo a identificação de dificuldades e o planejamento de estratégias para superá-las, promovendo assim um aprendizado mais significativo e duradouro.

Hoffmann (2004) também defende uma abordagem mais mediadora e menos punitiva da avaliação. Ela vê a avaliação como um instrumento para o desenvolvimento de competências críticas e reflexivas, tanto para os alunos quanto para os professores. Também propõe que a avaliação pode ser utilizada para promover a autoanálise e a autocrítica, incentivando os estudantes a refletirem sobre seu próprio progresso e aprendizado.

“É função da avaliação a promoção permanente de espaços interativos, privilegiando

a evolução individual ou de promover ações mediadoras que tenham sentido para o coletivo [...]” (HOFFMANN, 2004, p. 56). Nesse sentido, a avaliação é um processo dinâmico, que deve ser constantemente revisado e adaptado às mudanças nas necessidades e contextos educacionais.

Essa perspectiva ressalta a importância de se criar um ambiente de aprendizagem acolhedor e inclusivo, onde os alunos se sintam valorizados e apoiados em seu processo educacional. A avaliação da aprendizagem é um procedimento complexo que vai além da mera mensuração do desempenho dos estudantes. É uma ferramenta essencial para compreender as necessidades individuais dos alunos e ao mesmo tempo respondê-las, promover o desenvolvimento integral e construir uma base sólida para o aprendizado contínuo. Ambos os educadores enfatizam a necessidade de uma abordagem mais humana e reflexiva da avaliação, que reconheça e valorize a diversidade de experiências e capacidades dos alunos.

Além disso numa abordagem quantitativa, como determina a legislação em vigor nº 9394-96, no seu artigo 24, inciso V, estabelece que “[...] a avaliação deve ser contínua e cumulativa e que os aspectos qualitativos sempre prevaleçam sobre os quantitativos, priorizando, dessa forma, a qualidade no processo de aprendizagem”.

Percebe-se na legislação em vigor que se deve avaliar tanto os aspectos qualitativos como os quantitativos da aprendizagem. Neste sentido, nesta subseção, se discutirá a avaliação da aprendizagem tendo como base a implementação de um sistema *fuzzy* de Mamdani no *software* Matlab, levando-se em consideração o desempenho em atividades avaliativas como o simpósio, a resenha crítica e o aspecto formativo.

Assim, o aluno será avaliado de forma que sejam considerados subjetivamente e objetivamente o seu aprendizado, na perspectiva de buscar mudanças inovadoras no processo de avaliação do ensino e da aprendizagem. O objetivo é propor avaliação de cunho qualitativo e quantitativo para a educação básica, especificamente na disciplina matemática, no 3º ano do ensino médio, por meio do sistema presencial, tendo como fundamento a Lógica Fuzzy.

Para mostrar a aplicabilidade do Sistema Fuzzy ao processo de avaliação, faz-se necessário articulá-lo aos fundamentos da avaliação da aprendizagem no cotidiano de sala de aula, considerando que é um tema crucial no campo da educação. A análise de suas perspectivas oferece uma visão profunda sobre como a avaliação pode ser efetivamente utilizada para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem.

Essa relação da aplicabilidade do Sistema Fuzzy com os instrumentos avaliativos possibilita entender as abordagens qualitativas e quantitativas da prática pedagógica, sendo um pressuposto multifacetado que não apenas mede o conhecimento dos estudantes, mas também por meio do qual se reconhecem as habilidades críticas, e se promove o autoconhecimento entre os alunos.

Para melhor entender sobre os instrumentos avaliativos citados, será relevante explicar de forma objetiva sobre os procedimentos dos referidos instrumentos avaliativos que serão utilizados como entrada no sistema fuzzy implementado neste trabalho.

Nesse prisma, sabe-se que o simpósio, como instrumento avaliativo em grupo, consiste em o professor dividir a turma em variados subgrupos, caracterizando-se por apresentações e discussões dos alunos sobre temas específicos, sendo uma forma eficaz de avaliação. Proporciona aos estudantes a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos em um assunto, desenvolver habilidades de pesquisa e apresentação, bem como de aprender a articular suas ideias de forma clara e persuasiva, incentivando dessa forma o pensamento crítico, pois os alunos não apenas apresentam suas próprias ideias, mas também interagem com os pensamentos de seus colegas. Esta forma de avaliação também é útil para avaliar habilidades interpessoais e de comunicação (Libâneo, 2019).

De acordo com Allal, Cardinet e Perrenoud (2020) os aspectos formativos envolvem variados critérios subjetivos do comportamento dos alunos tais como: participação, interesse, responsabilidade, pontualidade, assiduidade, criatividade, argumentação crítica, entre outros que podem ser definidos pela unidade de ensino, conforme a sistemática de avaliação. Porém, neste trabalho, tem-se como foco a argumentação crítica do aluno, que possibilita colocar a sua opinião oralmente sobre os conteúdos abordados, questionando o professor e os demais colegas da sala. Além de expressar suas ideias relacionadas ao tema estudado com destreza, vinculando às questões culturais, econômicas, políticas que perpassam na sua realidade social.

A resenha crítica é outra ferramenta no processo avaliativo, na medida em que os alunos podem escrever criticamente e refletirem sobre uma certa literatura, sendo um texto predominantemente argumentativo, prevalece nele a concisão, a linguagem denotativa e o uso da norma padrão da língua. De acordo com Libâneo (2019), nesse processo de escrita é de fundamental importância ler e anotar os principais pontos do conteúdo analisado, sempre pensando nas pessoas que não conhecem a obra.

Tais instrumentos avaliativos são centrados no processo de aprendizagem, em vez de

focarem exclusivamente no resultado final, permitem uma avaliação contínua, reflexões e discussões que ajudam os alunos a entenderem suas áreas que precisam de melhoria. Esta abordagem promove um ambiente de aprendizagem em que os erros são vistos como oportunidades de crescimento e desenvolvimento.

A importância de aplicar instrumentos avaliativos variados reside na capacidade de fornecer uma compreensão mais completa e holística do progresso e das capacidades dos alunos. O simpósio, a resenha crítica e o aspecto formativo (argumentação crítica) são instrumentos que promovem não apenas a aquisição de conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida, como pensamento crítico, comunicação eficaz e autoconsciência. Essas atividades integradas podem preparar os alunos não apenas para exames, mas também para os desafios e oportunidades do mundo real.

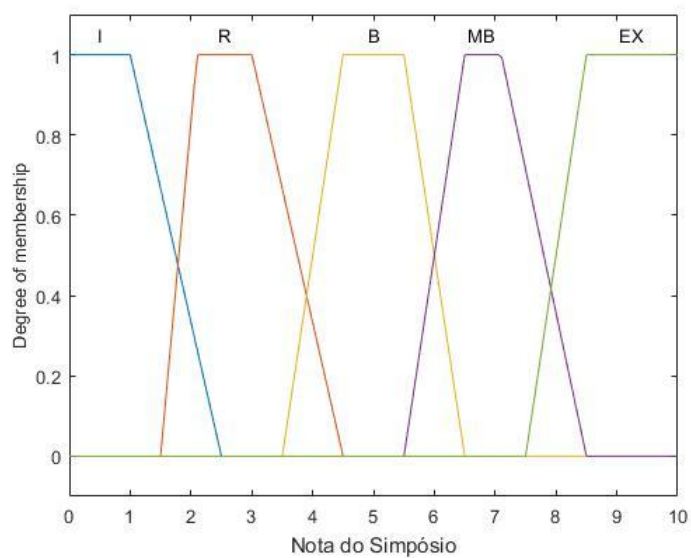
Para melhor explicitar essa relação do Sistema Fuzzy com os instrumentos avaliativos será exemplificado por meio das figuras abaixo as quantificações. Primeiramente, definem-se as variáveis de entrada no sistema *fuzzy*, ou seja, a variável simpósio (SIMP), a variável aspectos formativos (AF) e a variável resenha crítica (RC).

O formato no que se refere às funções de pertinência das variáveis de entrada e da saída é trapezoidal, neste sistema utilizou-se o modelo do tipo Mamdani e o método de defuzzificação centróide. As funções de pertinência foram elaboradas da seguinte forma:

- para a entrada simpósio: Insuficiente (I), Regular (R), Bom (B), Muito Bom (MB), Excelente (EX).
- para a entrada resenha crítica: Insuficiente (I) e Satisfatório (S),
- para a entrada aspecto formativo: Insuficiente (I) e Satisfatório (S).
- para saída que representa o conceito final do aluno: Insuficiente (I), Regular (R), Bom (B), Muito Bom (MB), Excelente (EX).

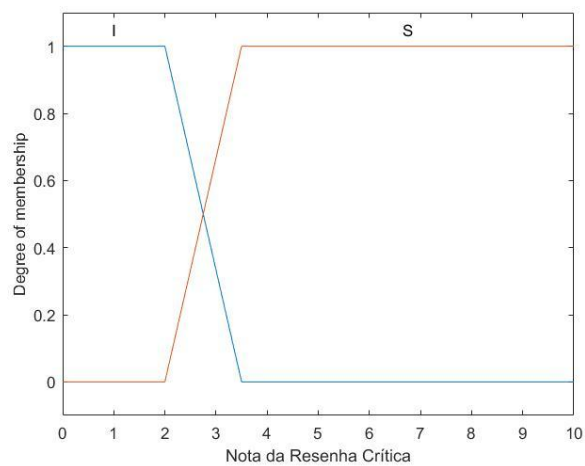
As respectivas funções de pertinência são mostradas abaixo:

Figura 16 – Função de Pertinência da Entrada Simpósio



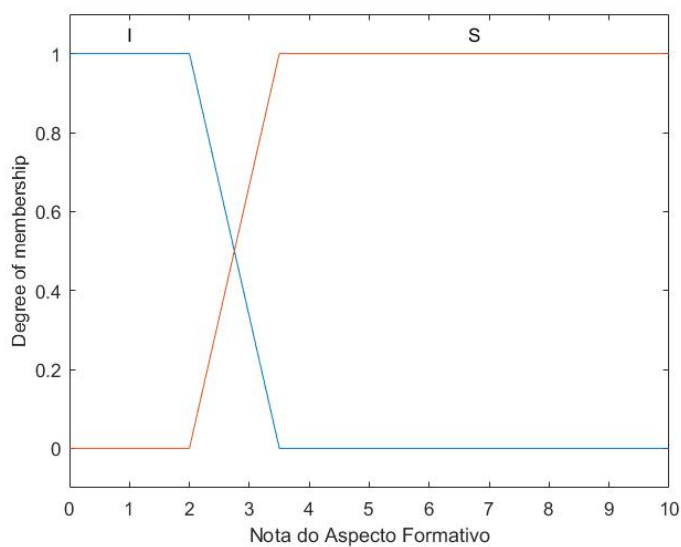
Fonte: Próprio Autor

Figura 17 – Função de Pertinência da Entrada Resenha Crítica



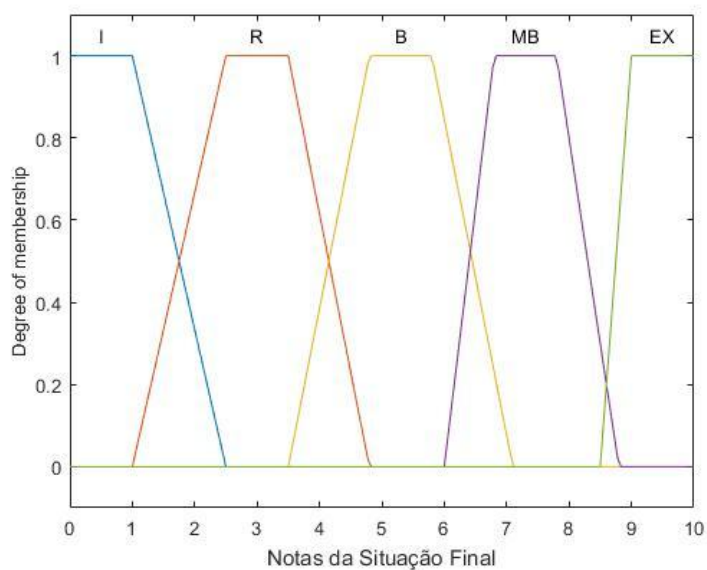
Fonte: Próprio Autor

Figura 18 – Função de Pertinência da Entrada Aspecto Formativo



Fonte: Próprio Autor

Figura 19 – Função de Pertinência para Saída Situação Final



Fonte: Próprio Autor

A base de dados pode ser escolhida de forma a abranger a maior quantidade de situações possíveis para melhor avaliar o aluno, segue abaixo as 20 regras utilizadas, todas com o mesmo peso:

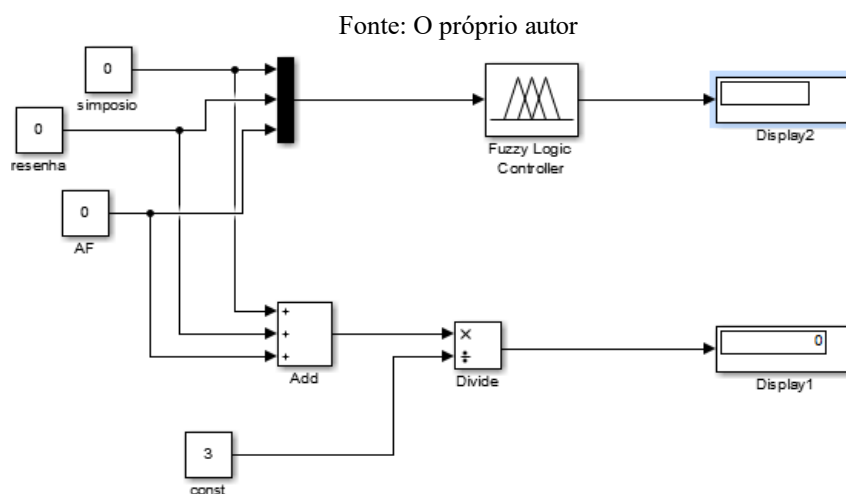
1. SE simpósio é Insuficiente e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Insuficiente.

2. SE simpósio é Insuficiente e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Regular.
3. SE simpósio é Insuficiente e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Regular.
4. SE simpósio é Insuficiente e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Regular.
5. SE simpósio é Regular e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Insuficiente.
6. SE simpósio é Regular e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Regular.
7. SE simpósio é Regular e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Bom.
8. SE simpósio é Regular e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Bom.
9. SE simpósio é Bom e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Regular.
10. SE simpósio é Bom e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Bom.
11. SE simpósio é Bom e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Bom.
12. SE simpósio é Bom e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Muito Bom.

13. SE simpósio é Muito Bom e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Bom.
14. SE simpósio é Muito Bom e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Bom.
15. SE simpósio é Muito Bom e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Bom.
16. SE simpósio é Muito Bom e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Muito Bom.
17. SE simpósio é Excelente e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Muito Bom.
18. SE simpósio é Excelente e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Excelente.
19. SE simpósio é Excelente e resenha crítica é Satisfatório e aspecto formativo é Insuficiente ENTÃO a situação final é Muito Bom.
20. SE simpósio é Excelente e resenha crítica é Insuficiente e aspecto formativo é Satisfatório ENTÃO a situação final é Muito Bom.

Com o intuito de ilustrar algumas situações possíveis referentes às notas dos alunos, foram escolhidos de forma aleatória os valores do simpósio, da resenha crítica e do aspecto formativo. Vale ressaltar que foi calculada a média aritmética das notas referente aos alunos, para fins de comparação. O esquemático no Simulink para obtenção dos resultados é mostrado na figura 20 abaixo.

Figura 20 - Esquemático no Simulink para Obtenção dos Resultados



Para a média aritmética, tem-se a seguinte classificação:

- Notas de $[0,2[$ situação Insuficiente;
- Notas de $[2,4[$ situação Regular;
- Notas de $[4,6[$ situação Bom;
- Notas de $[6,8[$ situação Muito Bom;
- Notas de $[8,10[$ situação Excelente.

Os resultados podem ser observados na tabela 1 abaixo:

Tabela 4 – Comparação Entre a Classificação Clássica e Classificação Fuzzy

Alunos	SIMP	RC	AF	Média	Classificação Clássica	Índice fuzzy	Classificação fuzzy
1	3,0	4,0	3,0	3,33	R	4,42	B
2	1,2	5,0	2,5	2,90	R	3,00	R
3	8,0	4,3	1,0	4,43	B	6,31	MB
4	2,1	7,0	4,3	4,46	B	4,68	B
5	7,2	1,5	2,0	3,56	R	5,35	B
6	1,0	1,0	6,0	2,66	R	3,00	R

7	5,7	1,2	3,6	3,50	R	5,33	B
8	8,0	2,0	5,0	5,00	B	6,31	MB
9	4,0	3,0	6,0	4,33	B	6,50	MB
10	5,0	2,0	2,0	3,00	R	3,00	R

Pode-se perceber que uma nota baixa em uma das três avaliações diminui consideravelmente a média em comparação com o índice fuzzy. Em alguns casos, como os dos alunos 1, 3, 7, 8 e 9, houve uma melhora na classificação final dos alunos, fato este que evidencia que a forma tradicional de calcular pode não representar a maneira mais realista em relação ao nível de aprendizagem dos alunos.

Ao aplicar instrumentos avaliativos diversificados, incluindo simpósios, resenhas críticas e aspectos formativos, este sistema complementa a avaliação quantitativa com uma perspectiva qualitativa. Tal abordagem promove um entendimento mais profundo do desenvolvimento educacional dos alunos, desafiando práticas convencionais e abrindo caminho para metodologias inovadoras. Estas podem se mostrar mais eficazes em um ambiente educacional que está em constante evolução.

A análise aqui apresentada desafia as práticas tradicionais de avaliação, mostrando o potencial de novas abordagens na medição e compreensão do progresso dos alunos. A implementação de sistemas de avaliação baseados na lógica fuzzy pode levar a uma melhor compreensão do desempenho dos alunos, incentivando métodos de ensino mais adaptativos e focados nas necessidades individuais dos estudantes.

7.2.5 Fechando a Malha de Controle

Para seguir a topologia referente a uma malha fechada de controle ilustrada na Figura 14, é necessário que após os resultados obtidos por meio da avaliação da aprendizagem proposta, o professor faça uma comparação entre o resultado final da avaliação e o resultado do propósito que se pensou no início do planejamento. É relevante ressaltar que caso os resultados finais da avaliação da aprendizagem não correspondam a média de 50% do valor total, o professor poderá mudar suas ações de controle, visando sempre resultados satisfatórios pelos alunos.

Caso o aluno não consiga atingir a média de 50% no simpósio e/ou na resenha crítica, o professor poderá fazer uma nova explicação sobre essas atividades e promover uma

reavaliação. Para o caso do aluno não conseguir atingir uma média de 50% no aspecto formativo voltado para o senso crítico, o professor pode reavaliar aplicando a leitura de um texto para que o estudante faça uma argumentação crítica desse texto.

O professor pode também implementar uma reavaliação de seu método de ensino para entender as possíveis causas do fracasso dos alunos e ajustar suas práticas pedagógicas. Nessa análise, no primeiro momento o professor deve atentar para os padrões de erros nas avaliações, ou seja, pode verificar se diversos alunos cometeram os mesmos tipos de equívocos, pois isso pode indicar que certos conceitos não foram bem compreendidos. Nesse caso, o professor pode revisar como abordou o conteúdo e aplicar novas estratégias, como o uso de exemplos mais concretos, diagramas ou atividades práticas (Luckesi, 2009).

O professor também pode solicitar um retorno (*feedback*) dos alunos aplicando questionários anônimos ou promovendo discussões abertas. Nesse processo, é possível o professor identificar como os alunos percebem suas aulas e quais dificuldades enfrentam. Por exemplo, se os alunos relatam que as aulas são muito teóricas, o professor pode inserir atividades mais práticas, como debates ou exercícios em grupo.

Se o resultado negativo for um único método como aulas expositivas, o professor pode adotar novas estratégias desenvolvendo aulas baseadas em projetos, estudos de caso ou o uso de tecnologia e recursos visuais. Dessa forma, diferentes estilos de aprendizado são contemplados.

Outro fator importante a ser revisto é o ritmo da aula, ou seja, pode-se verificar se os alunos não acompanham o conteúdo. Nesse caso o professor pode estar avançando muito rápido a explicação do referido conteúdo. Uma proposta seria, conforme Libâneo (2019), rever o planejamento, dedicar mais tempo para revisar conceitos e fornecer materiais de apoio, como vídeos explicativos ou exercícios adicionais para estudo em casa.

Além disso, é importante ajustar a avaliação ao processo de aprendizado, pois se os resultados negativos forem reflexo de provas muito difíceis ou desconectadas do conteúdo ensinado, o professor pode alinhar melhor suas avaliações às atividades realizadas em sala. Isso pode incluir a introdução de diferentes formas de avaliação, como trabalhos em grupo, apresentações ou avaliações formativas.

O professor também pode adotar uma abordagem mais personalizada, oferecendo apoio individualizado para alunos com dificuldades. Grupos de estudo ou tutorias específicas podem ajudar a melhorar o desempenho dos estudantes que estão com mais problemas, ou adaptar as atividades e oferecer materiais diferenciados para esses alunos.

Outra proposta é promover a autocrítica e a formação continuada do professor, dando oportunidade de o professor refletir sobre sua prática e buscar atualização para conhecer outras estratégias de ensino (Tardif, 2014). Para isso, o educador pode participar de eventos científicos como seminários, simpósios, *workshops*, minicursos de formação que possibilite trocar experiências para aprimorar suas ações didáticas e descobrir novas formas de incentivo para motivação dos alunos no cotidiano de sala de aula. Por meio desses estudos de formação continuada, o professor pode reavaliar seu método de ensino com base em resultados negativos, tendo a oportunidade de crescer profissionalmente e, ao mesmo tempo, garantir que os alunos alcancem um aprendizado mais eficaz e significativo.

Essa conexão entre o sistema de controle e a educação representa um avanço importante, pois oferece uma alternativa ao modelo tradicional, que se restringe aos interesses unilaterais do professor. Ao contextualizar o sistema de controle na educação, é possível manter um padrão de qualidade significativo, permitindo a implementação qualitativa de uma aula.

8 CONCLUSÃO

O percurso desta dissertação buscou estabelecer pontes entre a teoria clássica de controle, originalmente concebida para modelar, regular e otimizar sistemas dinâmicos físicos (Ogata, 2010), e a complexa realidade das relações humanas, com ênfase na tomada de decisão em contextos educacionais e de saúde. A originalidade do trabalho reside na articulação entre técnica e subjetividade, mostrando que princípios da engenharia podem ser reinterpretados para analisar fenômenos humanos, ao mesmo tempo em que se ampliam os horizontes de aplicação da própria teoria de controle.

A proposta se fundamentou na ideia de que, assim como uma planta física controlada exige um modelo, um sinal de referência, medições constantes e ações de controle eficazes para alcançar determinado comportamento desejado, o ser humano, ao tomar decisões, também opera a partir de propósitos definidos, interpretações da realidade, retornos internos e externos, além de crenças e valores que funcionam como reguladores subjetivos do comportamento (Damásio, 2011; Deci; Ryan, 1985). O método de análise aprofundou-se ao compreender o conceito de sistema de controle na dimensão humana e social, destacando a correlação entre o sinal de referência e os propósitos individuais, entre a modelagem do sistema e o autoconhecimento.

No campo da teoria de controle, este trabalho contribui ao propor novas analogias e aplicações conceituais, ao demonstrar que elementos clássicos como estabilidade e robustez podem ser reinterpretados na análise da subjetividade e do comportamento humano. Além disso, ao estabelecer essas aproximações entre a engenharia e as relações humanas, a pesquisa favorece uma compreensão mais lúdica e acessível da teoria de controle, permitindo que conceitos tradicionalmente técnicos sejam assimilados de maneira mais clara por públicos diversos, ampliando tanto sua dimensão didática quanto sua aplicabilidade interdisciplinar. Essa contribuição amplia a compreensão da teoria de controle para além do domínio técnico, fortalecendo sua relevância interdisciplinar e abrindo espaço para novas linhas de pesquisa que integrem engenharia, ciências humanas e inteligência artificial.

Na área da saúde, a contribuição principal está na aplicação prática de um sistema *fuzzy*, voltado ao apoio à tomada de decisão clínica e preventiva. Ao utilizar indicadores laboratoriais como glicemia, colesterol total e triglicerídeos, o sistema desenvolvido mostrou-se capaz de traduzir dados quantitativos em recomendações qualitativas, compreensíveis e úteis para orientar hábitos alimentares e de exercício físico. Essa abordagem se mostra particularmente relevante no fortalecimento da medicina preventiva,

pois possibilita que potenciais riscos à saúde sejam identificados a partir de exames de rotina e que o paciente receba orientações de autocuidado antes da instalação de quadros clínicos graves. Conforme ressaltam Starfield et al. (2005), a prevenção precoce reduz a necessidade de intervenções de alta complexidade e contribui para a sustentabilidade do sistemas de saúde.

Na área da educação, a dissertação oferece um modelo conceitual que enxerga o ensino como um sistema de controle em malha fechada, no qual o professor atua como mediador e os alunos constituem a variável de saída. Essa perspectiva enfatiza que a eficácia pedagógica depende da qualidade da percepção do erro, da velocidade de resposta e da adequação do modelo mental que o educador possui sobre os estudantes e sobre o processo de ensino-aprendizagem (Freire, 1997). A contribuição aqui está em fornecer uma estrutura de análise que auxilia professores e gestores educacionais a compreenderem o processo de ensino-aprendizagem como dinâmico, adaptativo e sujeito a realimentações contínuas, o que favorece práticas pedagógicas mais conscientes, éticas e eficazes.

Outro aspecto relevante discutido foi a influência do tempo no processo de decisão. Assim como em sistemas dinâmicos, onde o tempo de resposta impacta a estabilidade e a eficiência), nas decisões humanas a disponibilidade ou escassez temporal condiciona a qualidade das escolhas. Essa analogia reforça que a gestão do tempo constitui uma competência essencial, tanto para indivíduos quanto para instituições, a fim de equilibrar rapidez e consistência no processo decisório.

A interdisciplinaridade foi consolidada por meio dos estudos de caso em saúde e educação, que evidenciaram a aplicabilidade prática do quadro conceitual proposto. Esses exemplos demonstram que a mesma lógica de controle pode ser útil tanto para orientar escolhas individuais relacionadas ao bem-estar quanto para estruturar práticas pedagógicas coletivas, validando a universalidade da abordagem e reforçando sua função didática ao aproximar teoria e prática.

Assim, conclui-se que a pesquisa cumpriu seu objetivo central ao integrar a teoria de controle a contextos humanos e sociais, trazendo contribuições específicas para a área de controle, para a educação e para a saúde, ao mesmo tempo em que favoreceu uma compreensão mais acessível e interdisciplinar desse campo de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALLAL, L.; CARDINET, J.; PERRENOUD, P. **A avaliação formativa num ensino diferenciado**. Coimbra: Livraria Almedina, 2018.
- ARENDR, Hannah. **Eichmann em Jerusalém: um relato sobre a banalidade do mal**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
- BAKHTIN, Mikhail. **A Cultura Popular na Idade Média e no Renascimento: o contexto de François Rabelais**. Tradução de Yara Frateschi Vieira. São Paulo/Brasília: Hucitec/Editora Universidade de Brasília, 2008.
- BANDURA, Albert. **Self-efficacy: the exercise of control**. New York: Freeman, 1997.
- BARRANTES, Andreza Carla. **Avaliação Discente Baseado em Lógica Fuzzy**. São Paulo: IFSP 2011.
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.
- BAUMAN, Zygmunt. **Vida líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- BAUMEISTER, Roy F. *Meanings of Life*. New York: Guilford Press, 1991.
- BEARD, Randal; MCLAIN, Timothy. *Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice*. Princeton: Princeton University Press, 2012.
- BECK, Judith S. **Terapia Cognitiva: teoria e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- BENARTZI, Shlomo; Richard H. Thaler. Myopic Loss Aversion and the Equity Premium Puzzle. **Quart. J. Econ.**, 110, pp. 73–92, 1995.
- BERGER, Peter L.; LUCKMANN, Thomas. **A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BLOCH, Marc. **Apologia da História ou o ofício do historiador**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.
- BOURDIEU, Pierre. **A distinção: crítica social do julgamento**. São Paulo: Edusp, 2000.
- BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1992.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil**. Brasília: Secretaria Especial de Editoração e Publicação, 1988.
- BRAUDEL, Fernand. **História e ciências sociais: a longa duração**. São Paulo: Hucitec,

1992.

BRONFENBRENNER, Urie. **A ecologia do desenvolvimento humano: experimentos naturais e planejados**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

CAMACHO, E. F.; BORDONS, C. **Model Predictive Control**. 2. ed. London: Springer, 2007.

CANDAU, Vera Maria. **Rumo a uma Nova Didática**. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

CARVALHO, José Murilo de. **Cidadania no Brasil: o longo caminho**. 16. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2016.

CARVALHO, Márcio. *Simulando por meio da dinâmica de sistemas a influência dos tribunais de contas estaduais na qualidade da gestão pública e na atração de investimentos privados*. Cadernos EBAPE.BR, v. 6, n. esp., p. 1–26, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/ShfyYK8K9qwjfswWfG3X9G/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2025.

CARSTENSEN, L. L.; ISAACOWITZ, D. M.; CHARLES, S. T. Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. **American Psychologist**, v. 54, n. 3, p. 165, 1999.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CAVANAUGH, J. C.; BLANCHARD-FIELDS, F. **Adult development and aging**. Boston: Cengage Learning, 2018.

CHAUÍ, M. **Primeira filosofia: aspectos da história da filosofia**. São Paulo: Brasiliense, 2002.

CHECKLAND, P. **Systems Thinking, Systems Practice**. Chichester: John Wiley & Sons, 1981.

COELHO, A. A. R.; COELHO, L. S. **Identificação de sistemas dinâmicos lineares**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.

COPI, I. M.; COHEN, C.; FLAGE, D. E. **Introduction to Logic**. 14. ed. New York: Routledge, 2016.

CORTELLA, Mário Sérgio. *Qual é a tua obra? Inquietações propositivas sobre gestão, liderança e ética*. Petrópolis: Vozes, 2010.

COSTA JUNIOR, C. T.; MAGALHÃES, M. V. S.; COSTA, C. P. C.; DIAS, A. V. Sistemas de controle na vida cotidiana. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 2024**, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: SBA, 2024.

CUCHE, Denys. **A Noção de Cultura nas Ciências Sociais**. Bauru: EDUSC, 2002.

DAMÁSIO, Antonio R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York: Springer Science & Business Media, 1985.

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de Controle Modernos**. 8. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2001.

DURKHEIM, Émile. **As regras do método sociológico**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DURKHEIM, Émile. **As formas elementares da vida religiosa**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

DURKHEIM, Émile. **O suicídio: estudo de sociologia**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996

D'AZZO, J.J.; HOUPIS, C.H. **Linear Control System Analysis and Design**. Mc Graw-Hill, Inc., 1975.

ERICSON, Robert; MAKSIMOVIC, Dragan. **Fundamentals of power electronics**. 2. ed. Springer, 2001.

FAORO, Raymundo. **Os Donos do Poder: Formação do Patronato Político Brasileiro**. São Paulo: Globo, 2000.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. Tradução de Lúcia M. Pondé Vassalo. Petrópolis, RJ: Vozes, 1977.

FOUCAULT, Michel. **A ordem do discurso**. São Paulo: Loyola, 1971.

FOUCAULT, Michel. **Discipline and punish: the birth of the prison**. New York: Pantheon Books, 1975.

FRANKL, Viktor E. **Em busca de sentido: um psicólogo no campo de concentração**. Tradução de José Oliveira. 28. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. **Feedback Control of Dynamic Systems**. 8th Edition. Person Edition, 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 15. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, Paulo. **Professora sim, tia não**. São Paulo: Olho D'água, 2008.

FREUND, A. M.; BALTES, P. B. Life-management strategies of selection, optimization, and compensation: Measurement by self-report and construct validity. **Journal of**

Personality and Social Psychology, v. 82, n. 4, p. 642, 2002.

FREUND, A. M.; RIEDIGER, M. **Goals as building blocks of personality and development in adulthood**. In: MROCZEK, D. K.; LITTLE, T. D. (Eds.). *Handbook of personality development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. p. 353-372.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

GADDIS, John Lewis. **A Guerra Fria: Uma Nova História**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.

GEERTZ, Clifford. **The Interpretation of Cultures: Selected Essays**. New York: Basic Books, 1973.

GIDDENS, Anthony. **Mundo em descontrole: o que a globalização está fazendo de nós**. Rio de Janeiro: Record, 2002.

GOLEMAN, D. **Emotional Intelligence**. New York: Bantam Books, 1995.

GOMIDE, Fernando; PEDRYCZ, Witold. **Fuzzy Systems Engineering: Toward Human-Centric Computing**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

GRAMSCI, Antonio. **Cadernos do Cárcere**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

HALL, S. **Notas sobre a desconstrução do popular**. In: SOVIK, L. (Org.). *Da diáspora: identidades e mediações culturais*. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

HALL, S. **A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo**. **Educação & Realidade**, v. 22, n° 2, jul./dez., p. 17-46, 1997.

HARVEY, Peter. **An Introduction to Buddhism: Teachings, History and Practices**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

HAYDT, Regina Célia C. **Curso de Didática Geral**. São Paulo: Ática, 2011.

HAYKIN, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. 2. ed. Prentice Hall, 1999.

HOBSBAWM, Eric. **A Era das Revoluções: 1789-1848**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 1. Ed. Porto Alegre: Mediação, 1993.

HOFFMANN, J. **Avaliação Mediadora: uma Prática em Construção da Pré-escola à Universidade**. 23. Ed. Porto Alegre: Mediação, 2004

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar: duas formas de pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KANT, Immanuel. **Sobre a pedagogia. Piracicaba: UNIMEP.** Tradução de Francisco Cock Fontanella, 1996.

KEGAN, Robert. **In over our heads: the mental demands of modern life.** Cambridge: Harvard University Press, 1994.

KELLY, George A. **The psychology of personal constructs.** New York: Norton, 1963.

KEOWN, Damien. **Buddhism: A Very Short Introduction.** Oxford: Oxford University Press, 2013.

LAGE, Rodolfo Lima. **Projeto de um sistema de controle de nível para tanques industriais.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2429/1/MONOGRRAFIA_ProjetoSistemaControle.pdf. Acesso em: 29 set. 2025.

LEWIS, C. S. **Mero Cristianismo.** São Paulo: Martins Fontes, 2005.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 2019.

LJUNG, L. GLAD, T. **Modeling of Dinamic Systems.** Uper Sadlle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

LJUNG, L. **System identification: theory for the user.** 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.

LÜCK, H. **Dimensões da prática pedagógica.** Petrópolis: Vozes, 2000.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar.** 1. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem escolar.** 20. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação em educação: questões epistemológicas e práticas.** São Paulo: Cortez, 2018.

MACIEJOWSKI, J. M. **Predictive Control with Constraints.** Harlow: Prentice Hall, 2002.

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 1975.

MASLOW, Abraham. **Motivação e personalidade.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1970.

MATTELART, A. **Diversidade cultural e mundialização.** São Paulo: Parábola, 2005.

McCRAE, Robert R.; COSTA, Paul T. **Personality in Adulthood: A Five-Factor Theory Perspective**. 2. ed. New York: Guilford Press, 2004.

MENDEL, J. M. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. **Proceedings of the IEEE**, v. 83, n. 3, p. 345–377, 1995.

MEZIROW, Jack. **Learning as transformation: critical perspectives on a theory in progress**. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.

MYERS, Seth A.; LESKOVEC, Jure. *The Bursty Dynamics of the Twitter Information Network*. arXiv preprint arXiv:1403.2732, 2014. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1403.2732>. Acesso em: 25 ago. 2025.

NISE, N. S. **Engenharia de Sistema de Controle**. 8. Ed Rio de Janeiro: LTC, 2023.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010.

RAWLINGS, J. B.; MAYNE, D. Q.; DIEHL, M. **Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design**. 2. ed. Madison: Nob Hill Publishing, 2017.

ROSA, Hartmut. **Aceleração e alienação: por uma crítica do tempo na modernidade**. São Paulo: Unesp, 2010.

ROSS, T. J. **Fuzzy logic with engineering applications**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

SADOH, A. **Fuzzy Logic Based in Optimization Methods and Control Systems and its applications**. Londres: IntechOpen, 2018.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SARTRE, Jean-Paul. **O ser e o nada: ensaio de ontologia fenomenológica**. Petrópolis: Vozes, 1987.

SAVIANI, Dermeval. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2008.

SCHWARCZ, Lilia Moritz. **O espetáculo das raças: cientistas, instituições e questão racial no Brasil: 1870-1930**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

SCHWARTZ, S. J.; ZAMBOANGA, B. L.; LUYCKX, K.; MECA, A.; RITCHIE, R. A. Identity in emerging adulthood: Reviewing the field and looking forward. **Emerging Adulthood**, v. 1, n. 2, p. 96–113, 2005.

SELIGMAN, Martin E. P. **Flourish: A Visionary New Understanding of Happiness and Well-being**. New York: Free Press, 2011.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SENGE, Peter M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. 18. ed. Rio de Janeiro: BestSeller, 2006.

SIEGEL, Daniel J.; BRYSON, Tina Payne. **O cérebro da criança: 12 estratégias revolucionárias para nutrir a mente em desenvolvimento do seu filho**. Rio de Janeiro: Fontanar, 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose -2017**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, V. 109, supl. 1 p. 1-76, 2017. Disponível em: https://abccardiol.org/wp-content/uploads/articles_xml/0066-782X-abc-109-02-s1-0001/0066-782X-abc-109-02-s1-0001.x71817.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Clannad, 2019. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/08/Diretrizes-Sociedade-Brasileira-de-Diabetes-2019-20201.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SORDI, Mara Regina Leme de; LUDKE, Menga. Da avaliação da aprendizagem à avaliação institucional: aprendizagens necessárias. **Revista da Avaliação da Educação Superior**. Campinas; Sorocaba, v. 14, n. 2, p. 253- 266, jul. 2009.

STARFIELD, Barbara; SHI, Leiyu; MACINKO, James. Contribution of primary care to health systems and health. *Milbank Quarterly*, v. 83, n. 3, p. 457–502, 2005.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

TAYLOR, Carson W. **Power System Voltage Stability**. New York: McGraw-Hill, 1994.

THOMPSON, E. P. **Tempo, disciplina de trabalho e capitalismo industrial**. In: _____. *Costumes em comum: estudos sobre a cultura popular tradicional*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

THOMPSON, E. P. **Costumes em comum: estudos sobre a cultura popular tradicional**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

THOMPSON, John B. **A mídia e a modernidade: uma teoria social da mídia**. Petrópolis: Vozes, 1995.

TOCQUEVILLE, Alexis de. **A Democracia na América**. Brasília: Editora UnB, 2005.

VAL, Eduardo Manuel; ROCHA, Arminda Ludmila Deveza Martins da; SILVA, Keller. **Direitos humanos e justiça de transição no Brasil: o legado dos crimes da ditadura militar**. *Revista de Estudos de Direitos Humanos*, 2024. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9897343>. Acesso em: 26 ago. 2025.

VEIGA-NETO, Alfredo. **Cultura e currículo. Contrapontos**, v. 2, n° 4, jan-abr., 2002.

VEIGA-NETO, Alfredo. Cultura, culturas e educação. **Revista Brasileira de Educação**, n. 23, p. 5-18, 2003.

VILHENA, L. R. **Projeto e missão: o movimento folclórico brasileiro (1947-1964)**. Rio de Janeiro: FGV: Funarte, 1997.

WANG, L. **A Course in Fuzzy Systems and Control**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997.

WEBER, M. **Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology**. Berkeley: University of California Press, 2004.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa**. Tradução Emani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. **Como Ensinar: Quadro Teórico e Prático**. Tradução Emani F. da Rosa. Porto Alegre: Editora Artmed, 2012.

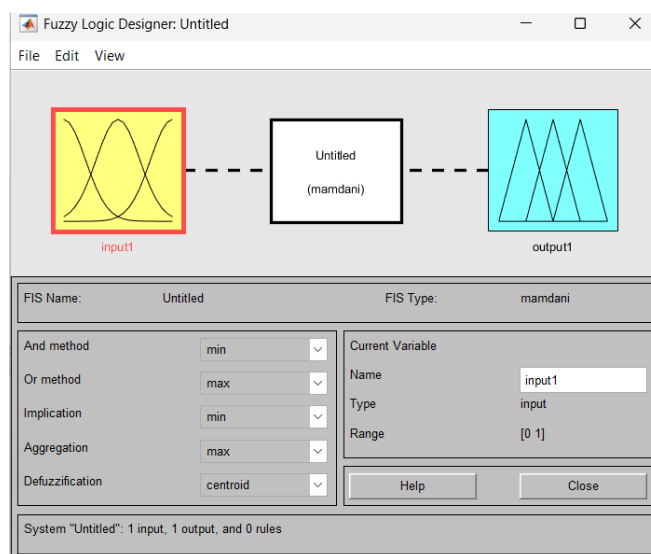
ZADEH, L.A. **Fuzzy Sets**. *Inf Contr.* 8: 338–53. 1965.

ZADEH, Lotfi A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning – I, II, III. **Information Sciences**, v. 8, n. 3, p. 199-249, 1975; v. 8, n. 4, p. 301-357, 1975; v. 9, n. 1, p. 43-80, 1975.

Anexo A – Passos para Simulação de um Sistema Fuzzy no Matlab

Faz-se necessário ter o Matlab com o Fuzzy Logic Toolbox instalado. Em um primeiro momento, deve-se digitar na janela de comando a palavra “fuzzy”, o que irá abrir a interface gráfica FIS Editor conforme a figura 21, que permite criar sistemas fuzzy de forma visual.

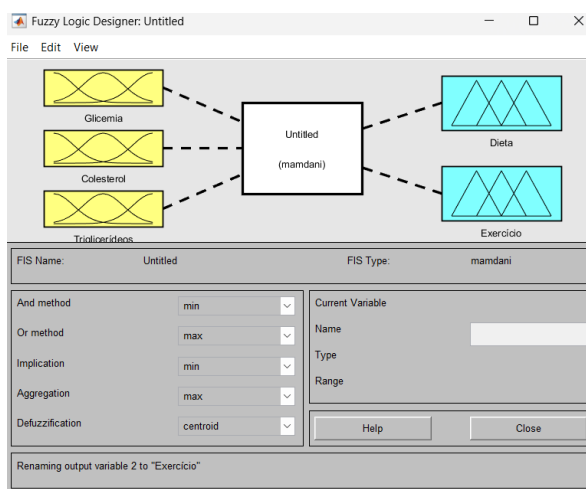
Figura 21- Interface Gráfica FIS Editor



Fonte: Próprio Autor

Para adicionar variáveis de entrada/saída, deve-se ir em Edit > add Variable... > Input/Output, em seguida renomeia-se as entradas e saídas. Assim, tem-se a figura 22.

Figura 22 - Sistema Fuzzy da Saúde Com Entradas e Saídas



Fonte: Próprio Autor

No estudo de caso relacionada à saúde, tem-se três conjuntos fuzzy para cada entrada

e saída. As funções de pertinência das entradas serão do tipo trapezoidal, a entrada Glicemia terá os conjuntos fuzzy Normal, Pré-diabético e Diabético. Os parâmetros trapezoidais para os conjuntos fuzzy são elucidados abaixo:

- Normal: [0 0 99 105];
- Pré-Diabético: [99 105 121 126];
- Diabético: [121 126 800 800],

Para a entrada Colesterol total, tem-se:

- Normal: [0 0 189 200];
- Limítrofe: [189 200 230 240];
- Alto: [230 240 900 900],

Para a entrada Triglicerídeos, tem-se

- Normal: [0 0 149 160];
- Limítrofe: [149 160 190 200];
- Alto: [190 200 900 900],

Para a saída Dieta, tem-se a função de pertinência triangular para os três conjuntos fuzzy, os parâmetros são:

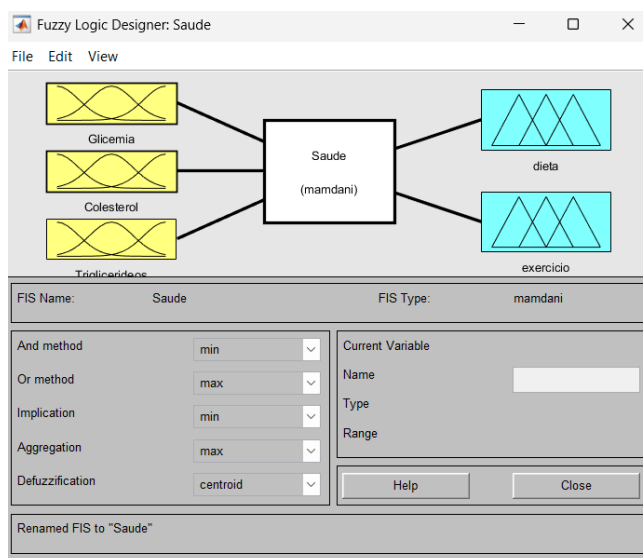
- Restrição Severa: [0 0 0.3];
- Restrição Moderada: [0.3 0.5 0.7];
- Permissão Moderada: [0.7 1 1],

Para a saída Exercício físico, tem-se a função de pertinência triangular para os três conjuntos fuzzy, os parâmetros são:

- Leve: [0 0 0.3];
- Moderado: [0.3 0.5 0.7];
- Intenso: [0.7 1 1],

Pode-se salvar o arquivo com o nome de “Saúde” e em seguida adicionar as 27 regras, tem-se a figura 23:

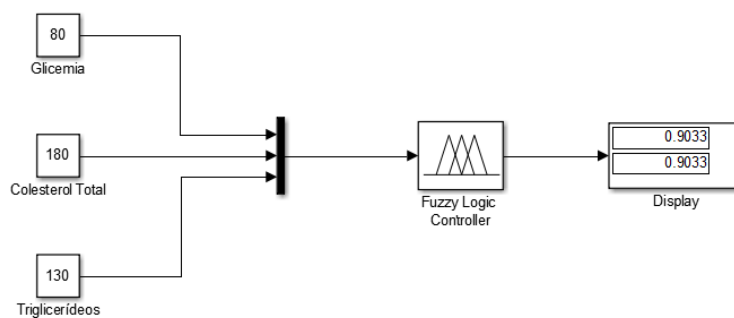
Figura 23- Sistema Fuzzy com Regras Adicionadas



Fonte: Próprio Autor

Pode-se utilizar o Simulink para fazer a simulação, tem-se a seguinte configuração no Simulink elucidada na figura 24.

Figura 24- Esquemático do Sistema Fuzzy da Saúde no Simulink



Fonte: Próprio Autor