

**Notas sobre Sistemas – Arqo. Benjamim Reif, 1974** (material indicado pelo Prof. Urban, com adaptação da Profa. Laura)

**Exemplos de sistemas no dia-a-dia:**

- sistemas de transporte (aéreo, viário, marítimo,...);
- sistemas residenciais (moradia individual, condomínio,...) ;
- sistemas sociais (SUS, sistema de transporte,...);
- sistemas políticos (monarquia, presidencialismo, parlamentarismo,...)
- Sistema Solar;
- Sistema Atômico;
- Sistema Nervoso, Sistema Muscular,...
- sistema das bactérias; ...

*O que faz com que “coisas” extremamente grandes, como o Universo e extremamente pequenas como o átomo possam ser enquadradas num mesmo conceito?*

**Definição 1 de “sistema”:** Um sistema é um conjunto de elementos altamente relacionados entre si.

**Definição de Teoria Geral de Sistemas:** A TGS estuda os aspectos subjacentes aos sistemas em geral, com o intuito de proporcionar apoio ao estudo do comportamento dos sistemas passível de utilização em toda e qualquer área do conhecimento.

**Observação:** O conhecimento sobre um S específico pode facilitar a construção de conhecimento sobre sistemas semelhantes, mesmo que de áreas do saber bem afastadas entre si.

**Exemplo:** O S de fluxo de automóveis numa rede viária pode ser estudado a partir do S de fluxo d'água num aqueduto.

**Definição 2 de “sistema”:** Um S é uma série de elementos que trabalham conjuntamente em prol do objetivo do todo, coletivo.

**Origem do conceito de S:** O conceito de “sistema” tem origem na Teoria de Conjuntos - TC.

Um conjunto é uma coleção de objetos com uma regra que determina se um dado objeto pertence ou não ao conjunto.

Se substituirmos a regra da TC pelo objetivo, o conjunto torna-se um sistema.

**Observações:**

- Ao se considerar os relacionamentos entre os elementos de um sistema, deve-se questionar o grau de relevância do relacionamento específico para o propósito do sistema em análise.
- Somente relações úteis ao objetivo do S é que devem ser consideradas.

**Exemplo:** Se considerarmos o Sistema de abastecimento como aquele que tem por objetivo proporcionar a comida e a bebida aos convidados de uma festa, seus elementos serão:

humanos: garçons, cozinheiros, choferes,...

físicos: pratos, talheres, toalhas,...

e, ao buscar identificar os relacionamentos entre eles, podemos lembrar de que o garçon Mário prefere toalhas brancas, enquanto a garçonete Maria gosta das toalhas xadrez.

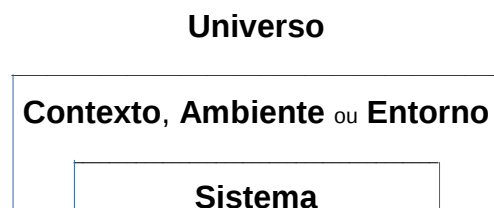
Este relacionamento não é pertinente e, assim, deve ser desconsiderado, pois ele não aporta qualquer informação de interesse para o funcionamento do sistema.

Conceito 1 de “**contexto**” de um S: O conjunto de elementos do Universo que guarda relação com um S é seu contexto, ambiente ou entorno.

O contexto de um S determina o foco de observação.

Conceito 2 de “**contexto**” de um sistema: Contexto ou ambiente de um S é o conjunto de elementos externos ao mesmo onde qualquer modificação de suas propriedades afeta o S, e cujas propriedades, por sua vez, podem ser alteradas pelo S.

É possível olharmos para um S como uma parte da realidade selecionada do restante do Universo. Este olhar determina uma hierarquia:



É importante notar que tanto o Sistema como o Contexto têm focos arbitrários.

É o observador, ao se deparar com um problema, quem delimita o S e seu contexto, a partir dos objetivos.

**Desafio:** identificar a fronteira ou os limites de um S – A determinação da fronteira ou dos limites de um S é uma tarefa que pode ser fácil ou de extrema complexidade.

**Exemplo de fácil decisão:** A fronteira do S Solar é facilmente determinada pelo fato de a distância do planeta mais próximo do planeta mais afastado do S Solar em relação a este ser de uma ordem de grandeza significativamente maior do que a distância entre os diversos planetas que compõem o S Solar.

**(Uma) classificação de sistemas:** De acordo com a relação entre um S e seu contexto é possível classificar os Ss em dois tipos: Ss abertos e Ss fechados.

**Definição de S aberto:** Um S aberto é um S que interage com seu contexto.

**Definição de um S fechado:** Um S fechado é um S cujos elementos *não* interagem com o seu ambiente.

**Exemplo da relatividade e da arbitrariedade destas determinações:**

Consideremos os sistemas “casa” e “cidade”:

- Ambos podem ser vistos numa mesma hierarquia de sistemas (casa, bairro, zona, cidade, região metropolitana, ...)

Este caráter relativo pode ser facilmente percebido ao manipular um mapa no Google.

- Cada um dos conceitos pode ser visto, alternativamente, como sistema em si mesmo, ou como contexto.

**Observação (corolário):** Um S aberto pode ser fechado se se considerar, como novo sistema, o S anterior juntamente com seu contexto.

Estas determinações (de sistema, contexto, limites ou fronteira, Ss abertos ou fechados,...) são arbitrárias e dependentes do objetivo.

Conceitos de “**entrada**” e “**saída**”: Entradas e saídas são interações com sentido definido entre um S e seu contexto.

Conceito de “**entrada**”: Uma entrada é uma interação *do contexto para o sistema.*

Conceito de “**saída**”: Uma saída é uma interação *do sistema para o contexto.*

Conceito de **comportamento de um S**: O comportamento de um sistema é o que o sistema faz, a partir das entradas, para gerar as saídas.

Definição de **mecanismo de controle**: Um mecanismo de controle de um sistema é um componente que consegue:

1. Comparar a situação atual (corrente) com a situação final (esperada);
2. Tomar ações corretivas eventualmente necessárias para a consecução dos objetivos do S.

**Exemplo:**

Consideremos como sistema uma nave espacial cujo propósito é ir para o planeta Marte.

Para isto, o sistema precisa de um mecanismo que, a cada momento, possa comparar a posição corrente da nave com a posição desejada e, também, realize as ações corretivas caso elas sejam necessárias para recuperar a direção e o sentido que levarão a nave a Marte.

Definição de **retroalimentação**: Retroalimentação é o processo mediante o qual o resultado da comparação entre a situação atual e a esperada é utilizado como base para a determinação da ação seguinte.

Definição de **Cibernética**: A Cibernética é a ciência que procura estudar os aspectos comuns entre os mecanismos de controle dos diversos tipos de sistema, sejam eles máquinas, moléculas, empresas, seres humanos ou qualquer outro.

**Objeto de estudo**: A Cibernética estuda o fluxo de informação ao redor do sistema e a forma como esta informação é empregada pelo mecanismo de controle.

Definição de **Análise de sistemas**: A Análise de Sistemas (acepção geral) consiste

- na decomposição de sistemas em seus elementos menores (**subsistemas**) que, por sua vez, podem ser decompostos em subsistemas ainda menores,
- e assim sucessivamente, enquanto houver “substância” e “liga” entre os elementos agregados capazes de justificar um novo subsistema no passo corrente de detalhamento do foco.

**Exemplo**: A análise do ser humano em geral não pode ser decomposta na análise de seus tecidos sem passar pelas etapas (subsistemas) intermediárias de aparelhos e órgãos.

**Observação**: Desta forma, quando aplicamos estes princípios aos sistemas computacionais, temos que um problema complexo pode ser dividido em problemas passíveis de tratamento.

Definição de **enfoque sistêmico**:

O enfoque sistêmico permite considerar uma organização como um complexo inter-relacionado de **componentes** onde

o comportamento de cada parte depende de sua relação com as demais e onde

o comportamento do todo depende do funcionamento de cada elemento.

(Churchman)

Definimos um **sistema** como  
uma série de elementos  
que trabalham conjuntamente  
em prol de um objetivo comum.

Nesta definição, podemos observar dois aspectos relevantes:

- o **nível de recursos**: corresponde aos elementos que, relacionados entre si, podem ser observados como componentes do sistema;
- o **nível de objetivos**: É o nível que permite selecionar os elementos, assim como os relacionamentos entre eles, que vão compor o sistema.

**Sinônimos nesta Disciplina:** “**objetivo**”, “**propósito**”, “**função**” e “**missão**”

**Exemplo:** um transportador aéreo

**Objetivo do sistema:** transportar matéria (passageiros e/ou carga) de um ponto A para um ponto B pelo meio aéreo

**Instância histórica:** um dirigível

**Processo infrutífero de melhoria do S:** Análise dos componentes (recursos) e tentativa de aperfeiçoá-los:

“E se a gente aumentasse o tamanho da câmara?”

“E se a gente diminuísse a altura máxima?”

“E se a gente usasse uma madeira mais leve?”

**Causa:** O foco nos recursos inviabiliza inovações no sistema, pois restringe o potencial inovador, na medida em que o conjunto de entrada é imposto.

**Alternativa (indicada):** O foco nos objetivos leva a investigações sobre recursos alternativos capazes de melhorar o resultado (o alcance dos objetivos).

**Analogia:** O enfoque sistêmico se identifica com a concepção orgânica das ciências, que defende que “**O todo é maior que a soma das partes.**”

A concepção mecanicista, por outro lado, enxerga o todo como a soma das partes.

**Observação:** O propósito do sistema é quem deve ditar a forma como os elementos devem se relacionar entre si.

**Exemplo:**

Um assento, quatro pés e um encosto (que, encaixados com esse intuito, podem levar à obtenção de uma cadeira), podem ser montados num todo de diversas formas sem utilidade para este propósito.

**Observação:** Notem que estas formas alternativas infrutíferas para o propósito de uma cadeira podem ser eventualmente úteis, por exemplo, para um brinquedo de montar para crianças.

**Exemplo da subdivisão de um sistema: S de lavagem de roupa**

A lavagem de roupa é composta por três processos (subsistemas):

1. lavar;
2. secar;
3. passar.

Cada (sub)objetivo pode ser alcançado de mais de uma forma.

lavar: a mão ou à máquina;

secar: ao sol ou na secadora;

passar: a ferro sobre uma mesa de passar ou pendurado, com ferro a vapor.

Isto determina uma estrutura de árvore.

**Tipos de recursos:** Com base no problema particular a ser representado e resolvido, podemos classificar os recursos em recursos humanos, materiais, financeiros,...

Conceito de recursos “**mutáveis**” ou “**temporários**”: Recursos mutáveis ou temporários são aqueles recursos sobre os quais existe a expectativa de que sejam transformados na sua passagem pelo sistema.

**Exemplos:** No sistema de lavagem de roupa, a própria roupa, o sabão, a água seriam recursos móveis.

**Observação:** Existe expectativa semelhante em relação aos alunos (e aos professores!) ao passarem pela Universidade (pública)!

Conceito de **estrutura**: Estrutura (ou arquitetura, nesta disciplina) é a forma em que os elementos de um sistema estão relacionados entre si.

Conceito de **modelo**: Um modelo de uma situação é uma representação da realidade da maneira como a percebemos ou como escolhemos considerá-la.

**Exemplo de modelos de arquiteturas:**

