



IEA-P – DEPARTAMENTO DE PROJETOS  
(PROJECT DEPARTMENT)

# TE-265 – Engenharia de Sistemas baseada em Modelos

[2024]

Prof. Dr. Christopher S. Cerqueira



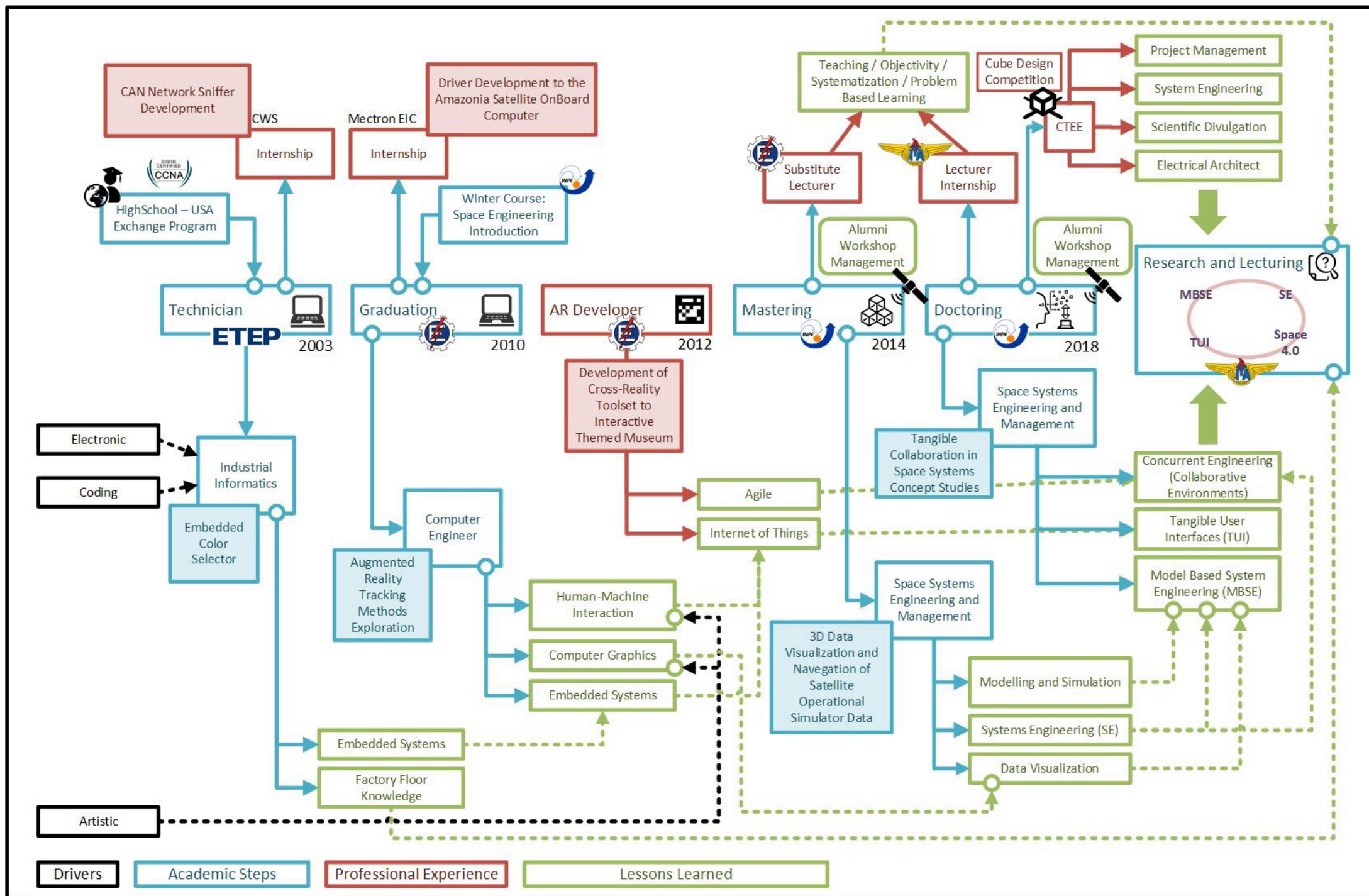
# Introdução ao curso



# Prof. Dr. Christopher Shneider Cerqueira

- Emails
  - [chris@ita.br](mailto:chris@ita.br)
  - [christopher.cerqueira@gp.ita.br](mailto:christopher.cerqueira@gp.ita.br)
- Site:
  - [www.cscerqueira.com.br](http://www.cscerqueira.com.br)
- Físicamente:
  - **1523 – CONCEPTIO**
  - 2011 – Sala do Professor







# Atividades



IEA-S – Departamento  
de Sistemas Espaciais

SIS-08 – Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais  
SIS-20 – Sistemas de Solo

IEA-P – Departamento  
de Projetos

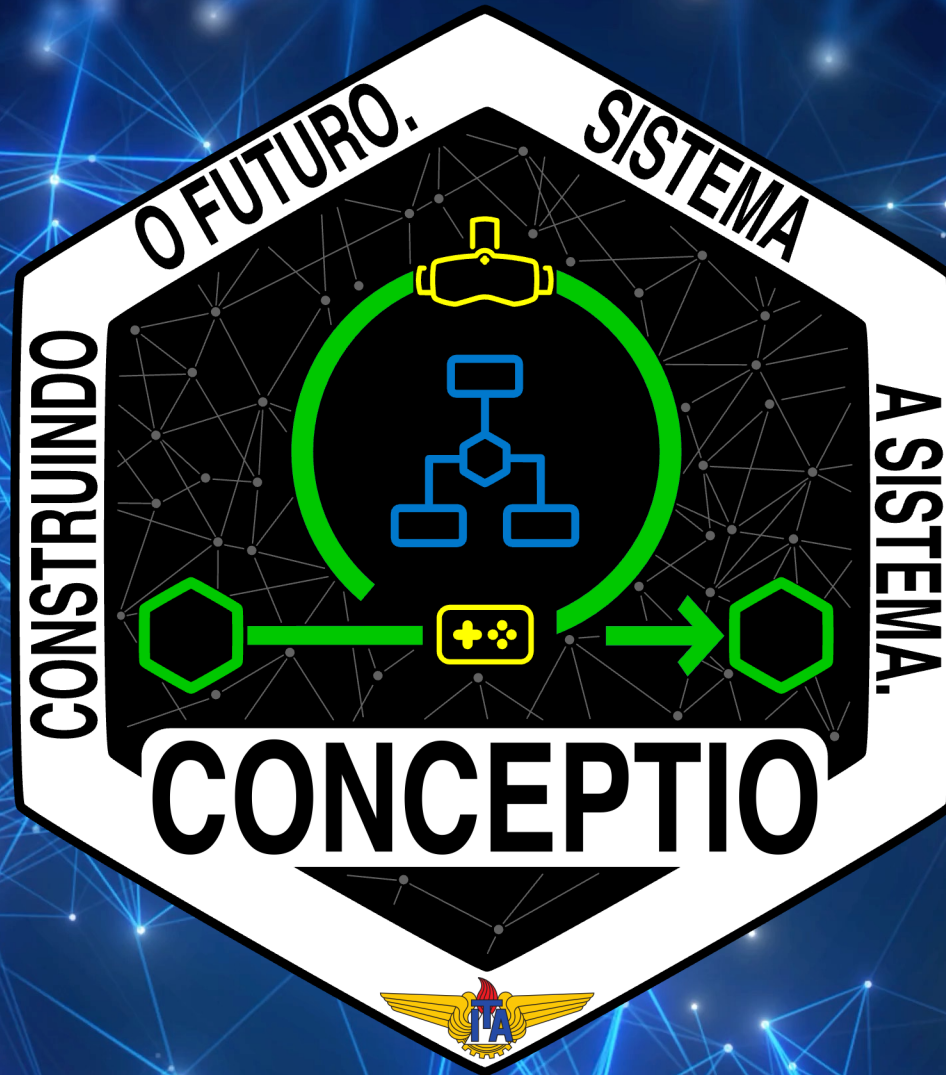
PRJ-XX - Engenharia de Sistemas (AER)

CTE-E

**TE-265 – Engenharia de Sistemas baseada em Modelos**  
TE-219 – Engenharia Simultânea



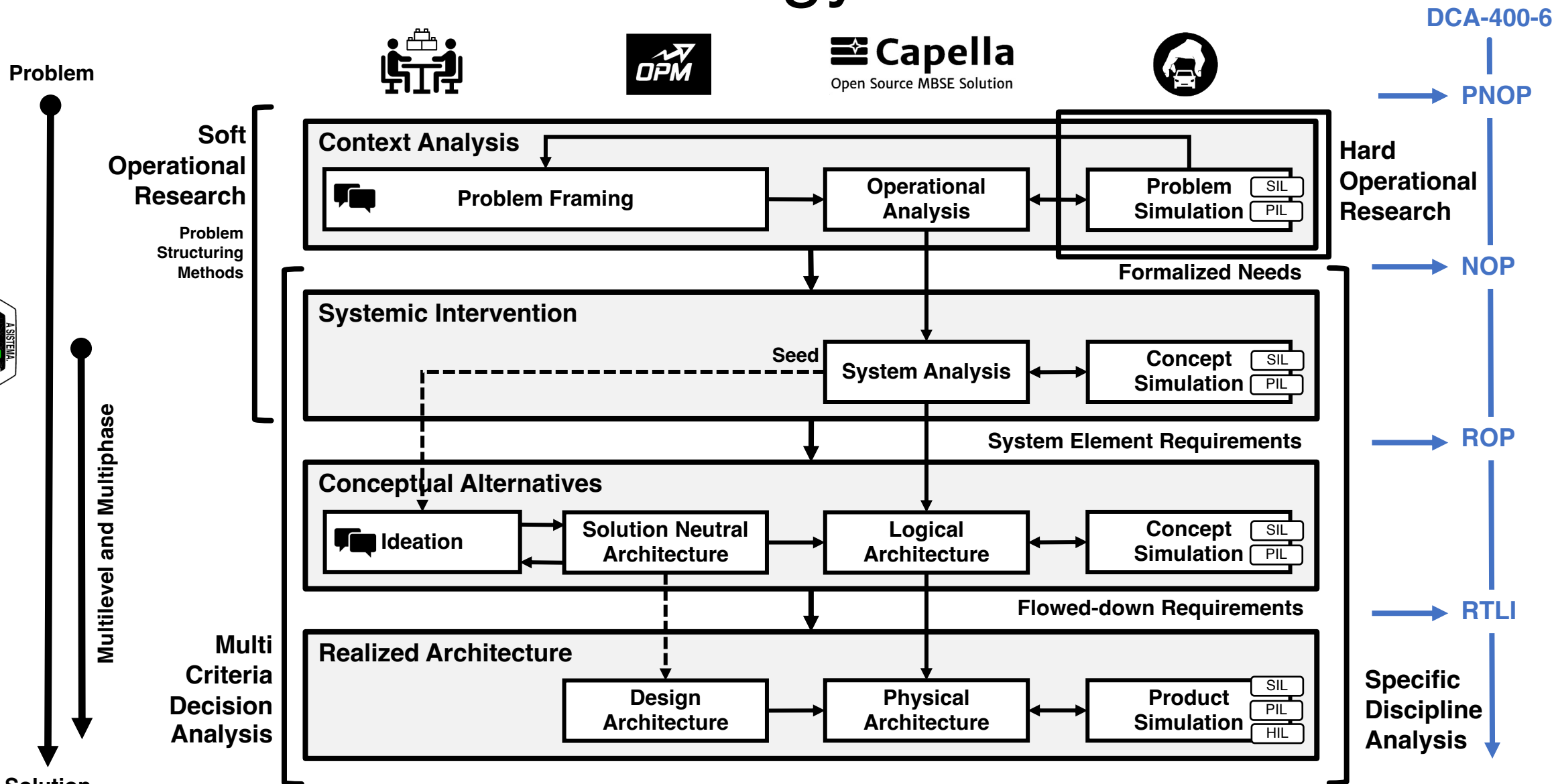
*GP ESC – Grupo de Pesquisa em Engenharia de Sistemas e Complexidade*



**Laboratório de Pesquisa em Concepção  
de Sistemas Complexos**



# MBSE MultiMethodology Framework (3MF)



Produto preliminar do projeto FNDCT-FINEP-EMBM-VD

*Apoio Técnico à  
Projetos da  
FAB*

*Air Domain Study (ADS)*

- *SIMUA*
- *VD*

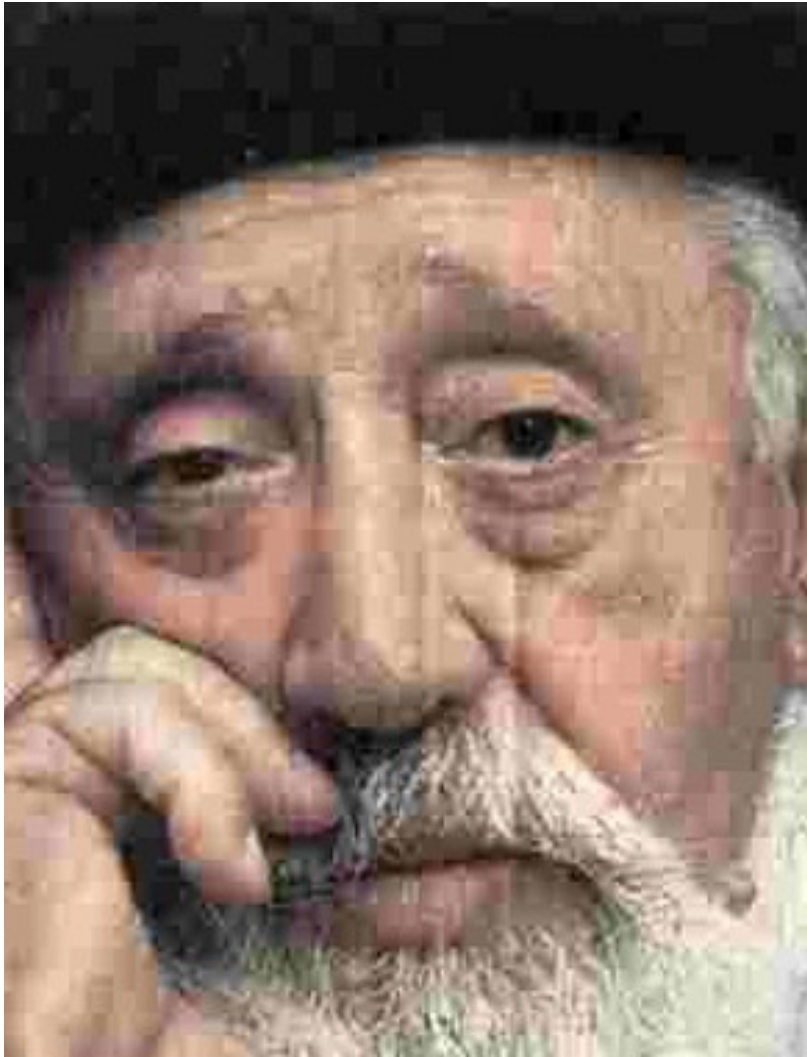
*Projetos Curtos com  
Empresas e outras  
Organizações*



*Engenharia de  
Missões baseada  
em Modelos  
(EMBM)*

*Arena de Pesquisa e  
Demonstração Multidomínio  
(System of Systems)*





A goal of education is. to assist growth toward greater complexity and integration and to assist in the process of self-organization - to modify individuals capacity to modify themselves.

— Reuven Feuerstein —

AZ QUOTES

[#escolasempartido](#)



# Apresentações

Quem são vocês?





# Estrutura do curso



# Ementa atualizada

- Requisito: não há.
- Horas Semanais: 3-0-0-3.
- Ementa:
  - Conceitos básicos e princípios do pensamento sistêmico e da Engenharia de Sistemas. Frameworks e stakeholders. Tipos de arquiteturas, funções e análise da coesão e acoplamento. Ciclo de vida e CONOPs. Requisitos. Modelagem da estrutura e comportamento dos sistemas. Análise de contexto. Intervenção sistêmica. Exploração de alternativas. Arquitetura conceitual e desdobramento. Processo de Verificação e Validação. Arquitetura Concreta e Carta Morfológica. Desdobramento para especialidades.
- Bibliografia:
  - SEBoK Editorial Board, 2022, The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), v. 2.7, R.J. Cloutier (Editor in Chief).
  - CRAWLEY, E., CAMERON, B., SELVA, D. System Architecture – Strategy and Product Development for Complex Systems. England. Pearson. 2016. ISBN 1-292-11084-8.
  - VOIRIN, J.L. Model-based System and Architecture Engineering with the Arcadia Method. Elsevier, 2017. ISBN 978-0-0810-1794-4.



# Objetivos de Aprendizagem

- OA-P - Ser capaz de **aplicar** modelos para formalizar o pensamento sistêmico como ferramenta de engenharia para o desenvolvimento de sistemas
  - OA-1 - Ser capaz de **estruturar** o desenvolvimento de sistemas utilizando Engenharia de Sistemas baseada em Modelos.
  - OA-2 - Ser capaz de **identificar** a necessidade do uso de modelos.
  - OA-3 - Ser capaz de **identificar** as limitações e benefícios da aplicação de modelos



# Regras do Jogo

- 80% de comparecimento
  - 12 encontros (48h/a) – (9,6h/a – 2 encontros)
- Notas:
  - 1o Bim: 80% atividades individuais e 20% uma atividade de grupo
  - 2o Bim: 40% atividades individuais e 60% atividades de grupo
  - Exame: Entregável de grupo
  - $NF = (1o\ Bim + 2o\ Bim) * 0,5 + Ex * 0,5$



# Ferramentas



## • Capella

- Arcadia Case Software (Ferramenta em Java – opensource/free)
- <https://www.eclipse.org/capella/>

## • OPCloud

- Web (proprietária mas “free” pra uso educacional)
- <https://opcloud-trial.firebaseio.com>

The screenshot shows the Capella website homepage. At the top, there is a navigation bar with links for WORKBENCH, ARCADIA METHOD, ADOPTERS, COMMUNITY, SERVICES, CONTACT, and a prominent DOWNLOAD button. The main content area features a large blue-tinted image of a wind turbine's internal structure. Overlaid on this image is the text "OPEN SOURCE SOLUTION FOR MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING". Below this, a paragraph describes Eclipse Capella as a comprehensive, extensible, and field-proven MBSE tool and method. Two play button icons are present, with text indicating video durations: "Discover Capella in 2 minutes" and "The spirit of Arcadia and Capella in 8 minutes". At the bottom, the text "YOUR INDUSTRIAL-GRADE MBSE WORKBENCH" is displayed.

The screenshot displays the OPCloud web interface. The browser address bar shows the URL "https://opcloud-trial.firebaseio.com". The interface includes a left-hand sidebar with a tree view of system components such as SD1, SD1.1, SD1.1.1, SD1.1.2, SD1.1.3, SD1.1.4, SD1.2, and SD1.2.1. Below the tree view is a search bar and a list of "Draggable OPM Things" including items like ABS Data, ABS System, Abs Database, Actuating Pulse Set, Actuating Wheel Signal, Applied Force of Brake Pedal, Brake Assembly, Brake Duration, Brake Fluid, Brake Pedal, Brake Pulse Duration Table, Car, Clock, Close Signal, Converted Signal Set, and Driver. The main workspace shows a state machine diagram for an "Emergency Braking" system. The diagram features a central state "Emergency Braking" with transitions to states like "Velocity Status" (with sub-states "high" and "zero"), "Driver", "Safety", and "Applied Force" (with sub-states "below threshold" and "above threshold"). Other components like "Car", "ABS System", and "Brake Pedal" are also shown with their respective connections. At the bottom, an "OPL" (Object Property List) section provides definitions for the objects used in the diagram.



SEMANA	TEORIA	INDIVIDUAL	PESO	GRUPO	PESO
<b>1</b>	1 Estrutura e Filosofia do Curso				
05-Aug	1 O que é Engenharia de Sistemas? INCOSE	AI-01 - Resumo Cap 1 - HB INCOSE	10%		
	1 Elementos da Eng Sis.				
	1 Introdução aos diagrams clássicos.				
<b>2</b>	* (Viagem ao EUA)				
12-Aug		AI-02 - Leitura/Resumo paper sobre representações clássicas.	10%		
<b>3</b>	* (Viagem ao EUA)				
19-Aug		AI-03 - Exercício sobre arquitetura e escrita de requisitos.	10%		
<b>4</b>	1 Metodologias de MBSE e uso de modelos.				
26-Aug	1 Revisão de UML-SysML.	AI-04 - Resumo Artigo de Metodologias	10%		
	1 OPM				
	1 Arcadia				
<b>5</b>	1 OPM				
02-Sep	1	AI-05 - Lista de exercícios	10%		
	1				
	1				
<b>6</b>	1 Blocos e Classes				
09-Sep	1	AI-06 - Lista de Exercícios	20%		
	1 Máquina de Estados				
	1				
<b>7</b>	1 Casos de Uso				
16-Sep	1	AI-07 - Lista de Exercícios	20%		
	1 Sequência				
	1				
<b>8</b>	1 Integração dos pontos de vistas em um				
23-Sep	1 Associação dos artefatos de SE com modelos	AI-08 - Resumo sobre Ciclo de Vida de Modelos	10%	AI-08 - Descrição e Contorno do Problema.	100%
	1 Análise Operacional				
	1				
			<b>100%</b>		<b>100%</b>
<b>SEM</b>					
30-Sep					





SEMANA		TEORIA	INDIVIDUAL	PESO	GRUPO	PESO
<b>9</b>	1	Apresentação das necessidades			AG-09 - Apresentação Necessidades	20%
	07-Oct	Intervenção Sistêmica				
	1	Associação com Requisitos				
	1					
<b>10</b>	1	Apresentação da Arq e Req de sistema	AI-10 - Exercícios de Arquitetura Funcional	20%	AG-10- Apresentação Arq / Caixa Preta	20%
	14-Oct	Conceitos de Arquitetura Funcional				
	1	Arquitetura Conceitual				
	1					
<b>11</b>	1	Utilização de modelos para outros processos			AG-11 - Geração de documentos	10%
	21-Oct					
	1	Exportação automática de documentos				
	1					
<b>12</b>	1	Apresentação da arquitetura Conceitual	AI-12 - Explorar RCE lendo arquivo do Capella	20%	AG-12 - Apresentação Arq. Conceitual e Proposta de VV	20%
	28-Oct	Co-Engineering / CDF / RCE				
	1	Arquitetura Concreta				
	1					
<b>13</b>		* (ADS-HLG)	AG.13 - Explorar Plugin M2DOC (extra)	20%		
	04-Nov					
<b>14</b>		* (ADS-HLG)	AG-14 - Explorar Plug in P4C (extra)	20%		
	11-Nov					
<b>15</b>	1	Metamodelo	AG=5 - Figura do Metamodelo	20%	AG-15 = Relatório de Proposta de plugin	20%
	18-Nov	Capella Studio - Criação de plugins				
	1					
	1					
<b>16</b>	1	Apresentação final			AG-16 - Apresentação do Projeto Completo	20%
	25-Nov					
	1					
	1	Encerramento do Curso				
				<b>100%</b>		<b>110%</b>
<b>EXAME</b>						
02-Dec		<b>Grupo: Apresentação / Relatório / Gravação / Código de um: plugin ou doc</b>				<b>100%</b>
13-Dec						



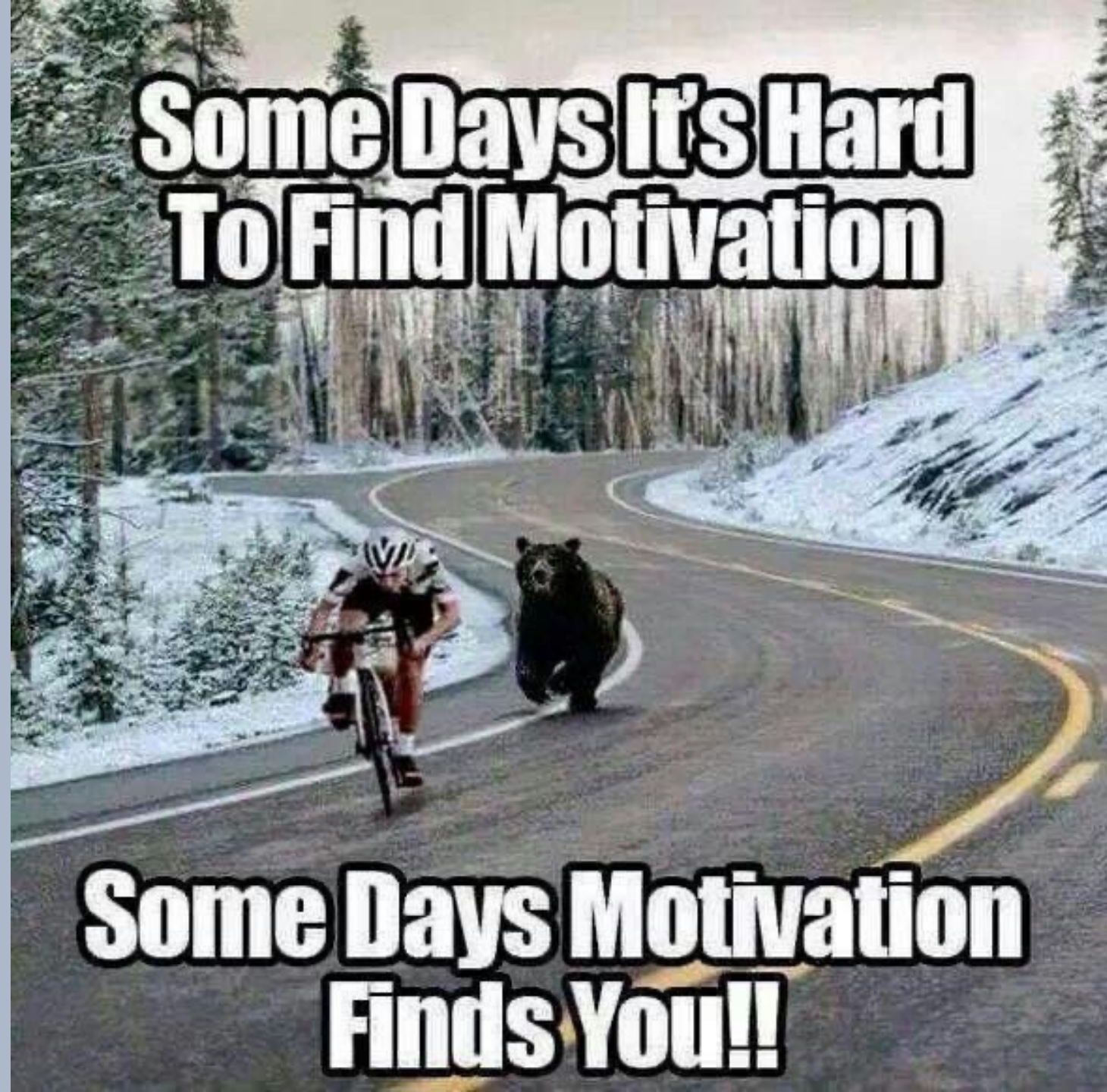
# Detalhamento das atividades

B1 - IND (80%)	AI-01	AI-02	AI-03	AI-04	AI-05	AI-06	AI-07	AI-08(P1)	
	10%	10%	10%	10%	10%	20%	20%	10%	<b>100%</b>
	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	4,0%	4,0%	2,0%	20,0%
B1 - GRU (20%)	AG-01	AG-02	AG-03	AG-04	AG-05	AG-06	AG-07	AG-08(P1)	
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	<b>100%</b>
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%
								Total no semestre:	25,0%

B2 - IND (40%)	AI-09	AI-10	AI-11	AI-12	AI-13	AI-14	AI-15	AI-16 (P2)	
	0%	20%	0%	20%	20%	20%	20%	0%	<b>100%</b>
	0,0%	2,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	0,0%	10,0%
B2 - GRU (60%)	AG-09	AG-10	AG-11	AG-12	AG-13	AG-14	AG-15	AG-16 (P2)	
	20%	20%	10%	20%	0%	0%	20%	20%	<b>110%</b>
	3,0%	3,0%	1,5%	3,0%	0,0%	0,0%	3,0%	3,0%	16,5%
								Total no semestre:	27%
Exame (100%)	100%								
	50%							Total no semestre:	101,5%



# Motivação



**Some Days It's Hard  
To Find Motivation**

**Some Days Motivation  
Finds You!!**





■ MUAC







A aviação é mais do que o desenvolvimento de uma aeronave. É a capacidade de deslocamento/transporte em um ecossistema integrado com diferentes elementos que devem ser considerados para que as necessidades dos interessados sejam atendidas...





# Ensino Baseado em Projetos

PROJECT BASED LEARNING



## Como será...

- Engenharia de Sistemas pode ser aplicada em qualquer nível.
- Nosso estudo de caso será um Sistema Complexo Lúdico
  - Usem a imaginação / não precisamos ficar presos às regras da realidade.
  - Cada grupo vai pegar parte desse sistema.
- De forma a exercitar, vamos assumir que o nível estratégico já criou um conceito de alto nível.



# DISCLAIMER



As visões expressadas são do autor do material e não refletem uma política ou posição da Força Aérea Brasileira, Ministério da Defesa, Governo Brasileiro ou do Instituto Tecnológico de Aeronautica.

**NETFLIX**

**TRAILER  
OFICIAL**





Ministério da Defesa

# Força Aérea Brasileira

ASAS QUE PROTEGEM O PAÍS

Buscar nas notícias



Ministério da Defesa | Marinha | Exército | Ouvidoria | Área de imprensa

PÁGINA INICIAL > NOTÍCIAS > 42594

CENTRAL DE  
CONTEÚDO



Esquadilha da  
Fumaça - EDA



FAB TV



Rádio Força  
Aérea FM



Imagens



FABCAST



Notaer



Aerovisão



Turma do  
Fabinho



Aplicativo FAB



Reserva  
Interativa



Publicações da  
FAB

TODOS PELO SUL

## FAB realiza maior missão de UTI Aérea no RS transportando cinco pacientes

A operação, considerada complexa, contou com o envolvimento de mais de 50 profissionais

Publicada em: 20/05/2024 10:25



Fonte: Agência Força Aérea, por Tenente Vieira

Edição: Cap Emília



<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42594/>

lavras

que definem a maior operação de Evacuação Aeromédica (EVAM) até



C-105 (Amazonas)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Aeromedical\\_evacuation](https://en.wikipedia.org/wiki/Aeromedical_evacuation)

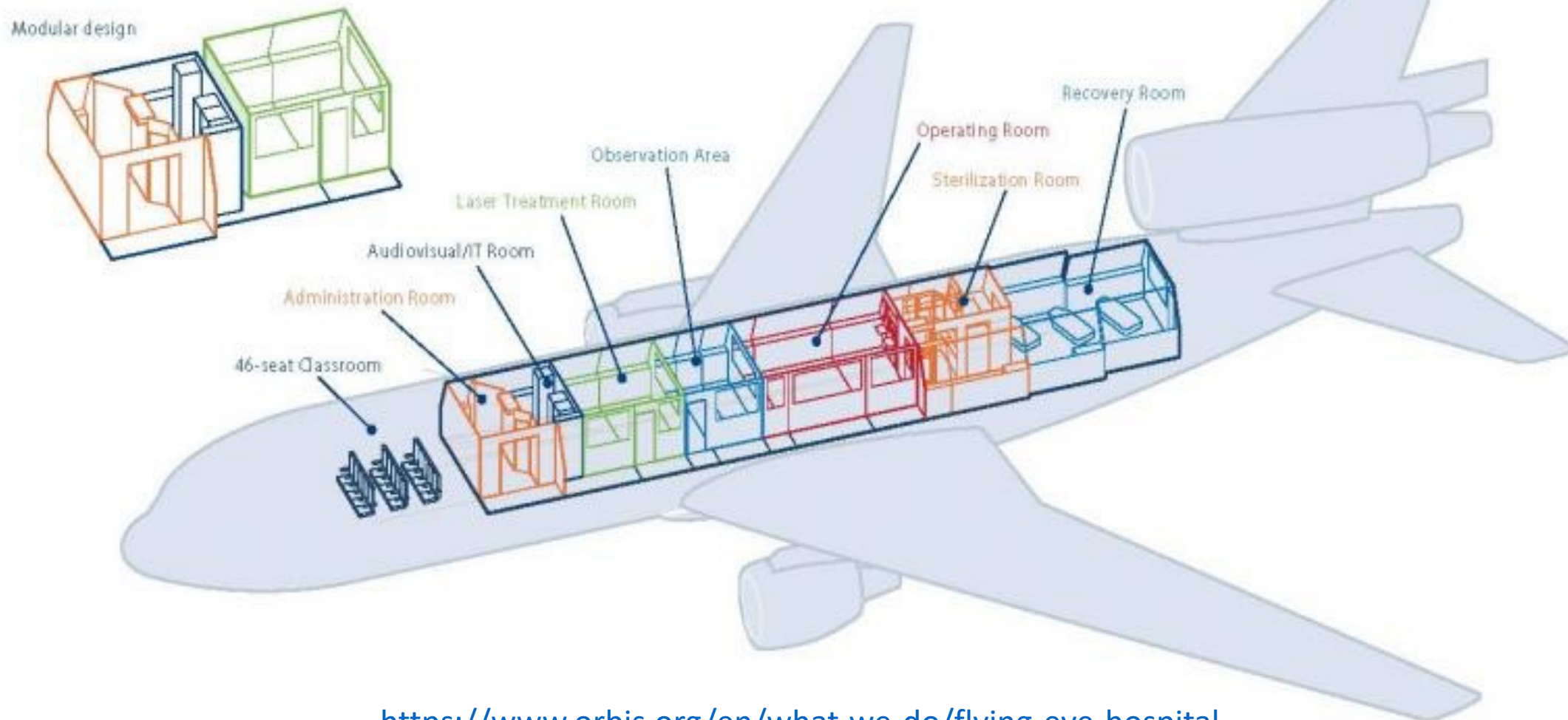


# Proposta Estratégica

- Pedidos:
  - Permitir que o **C105** seja utilizado como base hospitalar em caso de emergências.
  - O “container” hospitalar deve ser todo inserido na aeronave com as funções de acordo com o tipo de ocorrência.
  - Deve respeitar os limites da aeronave.
- Liberdades de design:
  - Interação com a aeronave (e tripulação), interação com as operações, interação com os pacientes, etc.



# MD-10-30 Flying Eye Hospital N330AU





# Um pouco de filosofia

Explicando a organização do curso



# Hortus Deliciarum

(Garden of Delights)

- Texto compilado pela **Irmã Herrad de Landsberg** (1167).
- Foi usado como modelo pedagógico para jovens noviças nos conventos.
- *Philosophia et septem artes liberales* (Filosofia e as sete artes liberais)



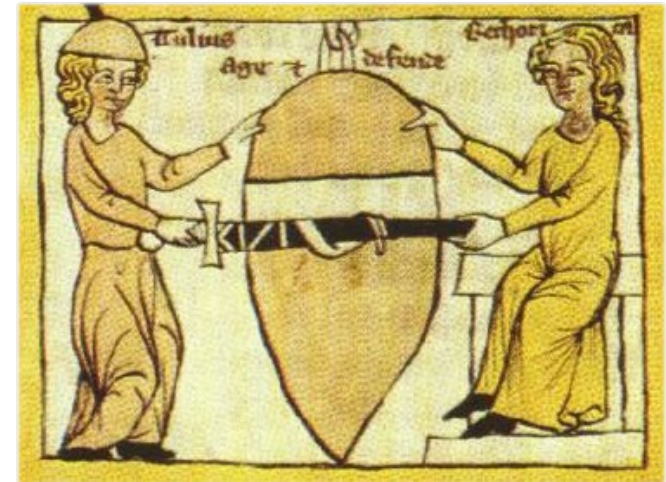
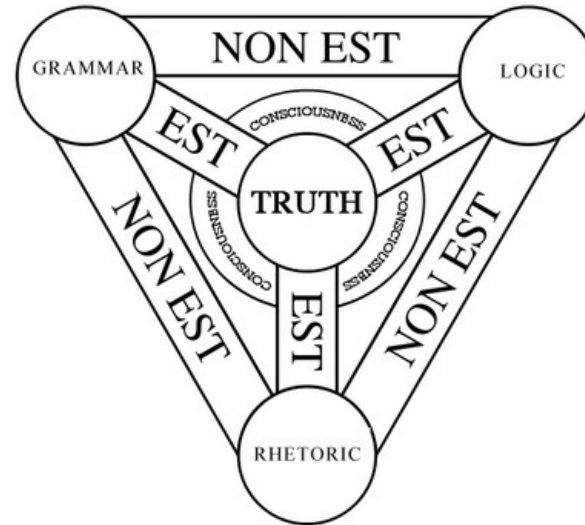


# Trivium e Quadrivium

- O **trivium** é a parte, formada por: gramática, lógica e retórica. O Trivium é o estudo da transmissão da verdade (linguagem).
  - Gramática é a arte de inventar símbolos (signos) e suas combinações
  - Lógica é a arte do pensamento, estruturando sequência de combinações.
  - Retórica é a arte da comunicação, adaptando a lógica à circunstância.
- O **quadrivium** é a parte superior, formada por: aritmética, geometria, música e astronomia. O quadrivium é o estudo do número e sua relação de espaço/tempo.
  - Aritmética é o estudo dos números.
  - Geometria é o estudo da representação espacial.
  - Música é o estudo do tempo.
  - Astronomia é o estudo do espaço-tempo.



# Trivium

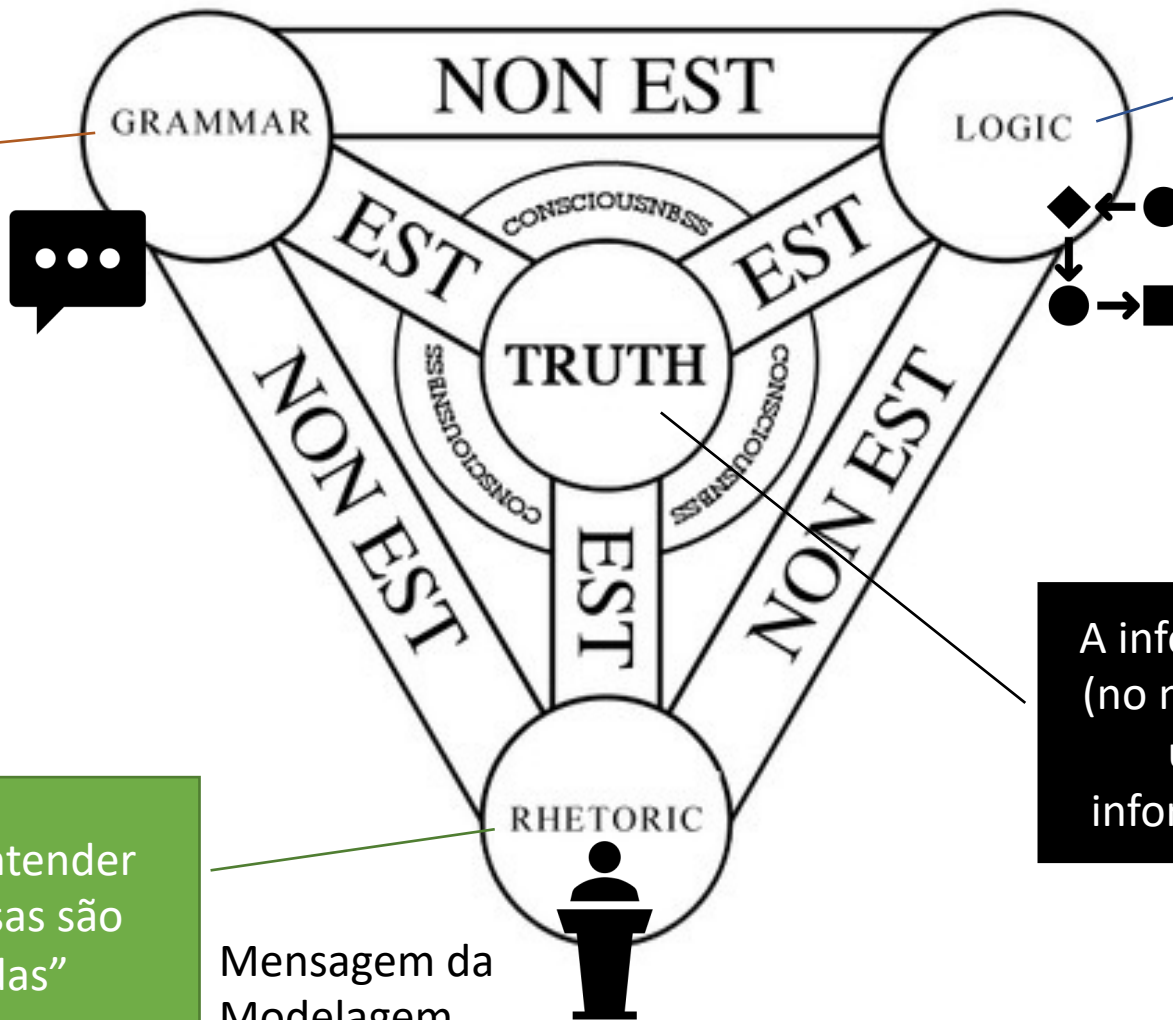




# Trivium e esse curso

Precisamos entender "como as coisas são representadas"

Símbolos da MBSE



Precisamos entender "como as coisas são conhecidas"

Interpretação dos diagramas

Precisamos entender "como as coisas são comunicadas"

Mensagem da Modelagem

A informação integrada (no modelo) deve ser a única fonte de informação (verdade).



# Considerações finais



Obs.:

- Este curso está sempre em evolução – este ano experimentaremos adicionar o desenvolvimento de plugins. 🙄
- **Problemas são esperados**
  - *Não se furtem de fazer comentários (construtivos) da condução do curso.*
  - *Tentarei sempre manter o mapa da disciplina para sabermos onde estamos no processo de aprendizado.*

