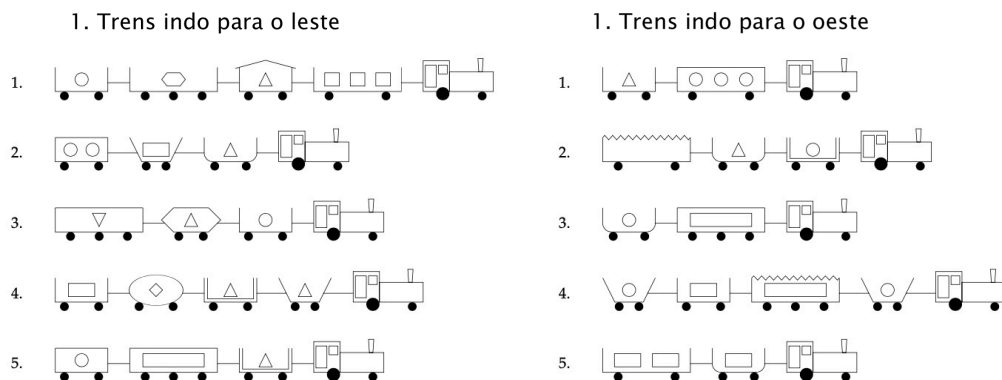




<b>Disciplina:</b>	<b>Inteligência Artificial</b>	<b>3a Avaliação e Trabalho final</b>	<b>Data: 03/07/23</b>
<b>Professors:</b>	Edjard Mota	Turma:	

Example do trem de Michalski. A meta (goal) é classificar quais os trens que vão para leste e os que vão para oeste.



Para cada trem temos os seguintes atributos:

1. quantidade de vagões (*car* em inglês) (valor entre 3 a 5)
2. quantidade de cargas diferentes que pode levar (valor entre 1 a 4)
3. para cada vagão de um trem:
  - a) a quantidade de eixo com rodas (valor entre 2 e 3)
  - b) o comprimento (valor curto ou longo)
  - c) o formato da carroceria do vagão, e pode ser
    1. retângulo-fechado,
    2. retângulo-aberto
    3. duplo retângulo-aberto
    4. elipse
  5. locomotiva
  6. hexágono
  7. topo dentado
  8. trapézio aberto
  9. topo triangular-fechado
- d) quantidade de cargas no vagão (0 a 3)
- e) o formato da carga (círculo, hexágono, retângulo ou triângulo)

Então, 10 variáveis booleanas (proposicionais) descrevem se qualquer par de tipos de carga estão ou não em vagões adjacentes do trem (já que cada carro carrega um único tipo de

carga).

Informações que podem ser úteis no seu modelo: Temos as seguintes relações com respeito aos vagões de um trem, cujo valor lógico varia entre -1 (**Falso**) e 1 (**Verdadeiro**).

1. existe um retângulo próximo de um retângulo (V ou F)
2. existe um retângulo próximo de um triângulo (V ou F)
3. existe um retângulo próximo de um hexágono (V ou F)
4. existe um retângulo próximo de um círculo (V ou F)
5. existe um triângulo próximo de um triângulo (V ou F)
6. existe um triângulo próximo de um hexágono (V ou F)
7. existe um triângulo próximo de um círculo (V ou F)
8. existe um círculo próximo de um círculo (V ou F)

Há um único atributo de classe que define a direção de um trem: *leste* ou *oeste*.

Observe que para atributos com múltiplos valores deve-se assinalar valores numéricos na ordem em que surgem. Por exemplo, o tipo de carga deve ser 1 para denotar círculo, 2 para hexágono, 3 para retângulo, e assim por diante. Os neurônios correspondentes devem usar função de ativação linear, i.e.  $h(x) = x$ .

**Questão 1.** Implemente uma rede neural que **classifique quando um dado trem vai para o leste ou oeste**. Você usará como função de ativação da camada de saída uma tangente hiperbólica e usará saída “1” para leste e “-1” para oeste. Realize os seguintes experimentos:

1. Repita de  $i=1$  até  $\text{numMAX\_Leste}$  (neste caso  $\text{numMAX\_Leste}=5$ )
  - a. Deixe de fora do treinamento da rede: um trem indo para oeste e dois (2) casos para leste, se  $i < 5$   
**então** pegue  $\text{caso}_i$  e  $\text{caso}_{i+1}$   
**senão** pegue  $\text{caso}_i$  e  $\text{caso}_{i-4}$  (primeiro e último casos)
  - b. treine a sua rede com os casos restantes
  - c. teste sua rede com os casos selecionados (no caso 3)
2. Compare a eficácia em casa experimento.
3. Repita os passos um e dois sendo que agora treine a rede retirando dois trens indo para oeste e um trem para leste.
4. Compare a eficácia dos testes e reporte.

**Questão 2.** Implemente uma solução com base no modelo de aprendizado relacional contendo meta-redes para conectar conceitos das premissas. Este modelo deve conter 11 redes, uma para cada um dos seguintes conceitos conforme definição das páginas 136 e 137:

1.  $\text{num\_cars}(t, nc)$ , em que  $t \in [1..10]$  e  $nc \in [3..5]$ .
2.  $\text{num\_loads}(t, nl)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $nl \in [1..4]$ .
3.  $\text{num\_wheels}(t, c, w)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $w \in [2..3]$ .
4.  $\text{length}(t, c, l)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $l \in [-1..1]$  (-1 denota curto e 1 longo)
5.  $\text{shape}(t, c, s)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $s \in [1..10]$  (um número para cada forma).
6.  $\text{num\_cars\_loads}(t, c, ncl)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $ncl \in [0..3]$ .

7.  $load\_shape(t, c, ls)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $ls \in [1..4]$ .
8.  $next\_crc(t, c, x)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $x \in [-1..1]$ , em que o vagão  $c$  do trem  $t$  tem um vagão adjacente com cargas em círculo.
9.  $next\_hex(t, c, x)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $x \in [-1..1]$ , em que o vagão  $c$  do trem  $t$  tem um vagão adjacente com cargas em hexágono.
10.  $next\_rec(t, c, x)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $x \in [-1..1]$ , em que o vagão  $c$  do trem  $t$  tem um vagão adjacente com cargas em retângulo.
11.  $next\_tri(t, c, x)$  em que  $t \in [1..10]$  e  $c \in [1..4]$  e  $x \in [-1..1]$ , em que o vagão  $c$  do trem  $t$  tem um vagão adjacente com cargas em triângulo

**COMPARE** seus resultados do modelo da questão 1 com o desta questão (2 no caso), e

- a. explique o porque das diferenças baseado nas características de arquitetura dos dois modelos e nos resultados numéricos.
- b. Verifique, se é possível extrair dos dois modelos a seguinte regra genérica que classifica trens indo para o leste (east), apenas descreva como seria a extração baseado no algoritmo de extração visto em sala (e no material de classe). :

$$car(T,C) \wedge short(C) \wedge closed\_top(C) \rightarrow east(T)$$

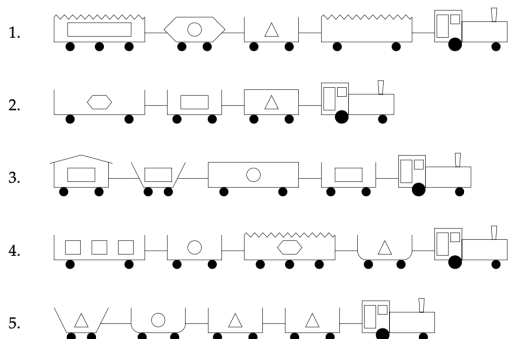
Se não for possível o que falta na descrição ?

**Questão 3.** Estenda seus modelos das questões 1 e 2 para demais tipos de casos como mostrado na Figura 2.

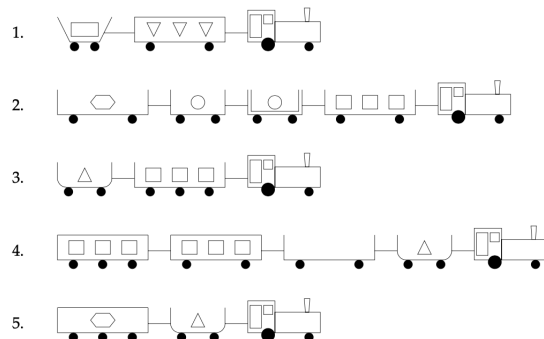
- a. Repetindo o mesmo experimento, agora para numMAX\_Leste = 10.
- b. Misture os dois conjuntos de dados (das duas Figuras), e repita os experimentos e faça a mesma análise.
- c. Analise se é possível aplicar sua descrição de extração de regras para derivar a regra genérica surgida na questão 2.b. Explique suas conclusões com argumentos fundamentados nos seus experimentos e propósito de extração de regras e explicação da rede como visto no material fornecido sobre extração (Artigo do Garcez, Borda e Gabbay arquivo KnowledgeExtraction.pdf )

Note que em ambos os cenários os trens indo para oeste tem o mesmo numero de casos dos indo para o leste,

Trens indo para o leste



Trens indo para o oeste



### O que voce deve entregar?

Sua solução disponível no github, código e os dados: **NAO MANDE ARQUIVO COMPACTADO!!!** Deixe tudo no git hub, e **se usar o Colab indique isso** no github.

### O que voce deve entregar?

1. O relatório em formato tex do overleaf e um arquivo txt com **faça um HOW TO de como executar sua solução para as 3 questões**. Não coloque arquivos que estejam em post local!!!!!! Deixe tudo em pastas do git e que possam ser lidos do próprio colar ou quando clonados localmente.
2. Relatório no template em tex similar ao trabalho exemplo fornecido, que contenha as seções:
  1. Um Referencial Teórico que brevemente descreve sistemas neuro-simbólicos de aprendizado (use o capítulo 4 do livro como referencia básica, mas pegue outras referencias - veja a lista de artigos no site da disciplina) ,
  2. Descrição do problema do trem (**escrevam a descrição**), **inclusive com figuras para cada meta-rede**,
  3. Verifique se sua solução classifica corretamente de acordo com as seguintes teorias
    - A. *Se um trem tem um vagão curto e fechado, então ele vai para o leste, caso contrário, vai para o oeste (note que isto é uma descrição textual da regra lógica da questão 2.b)*
    - B. *Se um trem tem dois vagões, ou tem um vagão com teto irregular, então ele vai para o oeste, caso contrário, vai para o leste*
    - C. *Se um trem tiver mais de dois tipos diferentes de carga, então ele vai para o leste, caso contrário, vai para o oeste*