



# JOGOS

Redes Sociais e Econômicas

Prof. André Vignatti

# TEORIA DOS JOGOS

neste curso, queremos olhar para redes a partir de **duas perspectivas**:

- 1) uma **estrutura subjacente** dos links de conexão
- 2) o **comportamentos dos indivíduos** que habitam o sistema  
o resultado para um indivíduo depende dos comportamentos combinados dos outros

a questão (1) - estrutura de rede - **foi abordada nas últimas aulas** usando exclusivamente a **teoria dos grafos**

agora, vamos estudar as conexões a nível de comportamento dos usuários

- para expressar esses comportamentos, a linguagem de **teoria dos jogos é ideal**

# JOGO DO “EXAME OU APRESENTAÇÃO”

você é um estudante que deixa as coisas para a **última hora**

no dia seguinte, você tem um **exame** e uma **apresentação** para fazer

mas se dá conta que, por deixar para a última hora, você **só vai conseguir fazer um dos dois**

ou seja, você precisa **escolher** entre o **exame ou apresentação**

# JOGO DO “EXAME OU APRESENTAÇÃO”

se você **estudar para o exame**, sua nota será **92**, caso contrário será **80**

a **apresentação** deve ser preparada em **conjunto com um parceiro**, que está na mesma situação que você:

- se **você e seu parceiro se preparam**, você obterá **100**
- se **apenas um de vocês se prepara**, você obterá **92**
- se **nenhum de vocês se prepara**, você obterá **84**

você **não pode contactar o seu parceiro** de apresentação, então você não sabe o que ele vai escolher

as notas são **simétricas** para o seu parceiro de apresentação

# JOGO DO “EXAME OU APRESENTAÇÃO”

se **ambos estudam para a apresentação**, ambos terão nota **100 na apresentação** e **80 no exame**, dando uma **média de 90**

se **ambos estudam para o exame**, ambos terão nota **92 no exame** e **84 na apresentação**, dando uma **média de 88**

se **um estuda para o exame e outro para a apresentação**, temos:

- o que **estudou para a apresentação** terá nota **92 na apresentação**, e **80 no exame**, dando uma **média de 86**
- o que **estudou para o exame** terá nota **92 na apresentação** (porque o seu parceiro se esforçou), e **92 no exame**, dando uma **média de 92**

# JOGO DO “EXAME OU APRESENTAÇÃO”

agora você precisa descobrir o **que fazer**:

estudar para a **apresentação** ou o **exame**?

a seguinte matriz resume essa situação:

		Your Partner	
		<i>Presentation</i>	<i>Exam</i>
You	<i>Presentation</i>	90, 90	86, 92
	<i>Exam</i>	92, 86	88, 88

# INGREDIENTES BÁSICOS DE UM JOGO

a situação descrita é um exemplo de um jogo

um **jogo** é uma situação com três aspectos:

- um conjunto de participantes, que chamamos de **jogadores**
- cada jogador tem um conjunto de opções de como se comportar: escolhe uma **estratégia**
- para cada escolha de estratégias, um jogador recebe uma recompensa (**payoff**) que pode depender das estratégias selecionadas pelos outros

# INGREDIENTES BÁSICOS DE UM JOGO

**matriz de payoff:** os payoffs para todos os jogadores e todas estratégias possíveis (os payoffs são geralmente números)

		Your Partner	
		<i>Presentation</i>	<i>Exam</i>
You	<i>Presentation</i>	90, 90	86, 92
	<i>Exam</i>	92, 86	88, 88

o nosso **interesse** é entender como os jogadores vão se comportar em um determinado jogo

para responder a pergunta “**como os jogadores selecionam as estratégias?**” devemos fazer algumas **suposições**



# SUPOSIÇÕES BÁSICAS

**suposição 1** - assumimos que tudo o que um jogador se preocupa é resumido nos payoffs

- no “exame ou apresentação” significa que os jogadores só se preocupam em **maximizar suas médias**
- no entanto, nada em teoria dos jogos diz que os jogadores só se preocupam com os payoffs pessoais, ou seja, **não significa que eles sejam totalmente egoístas**
- por exemplo, um jogador que é **altruísta** pode se preocupar com os benefícios próprios e de outros
  - neste caso, **o payoff deve refletir isso**
- uma vez que os payoffs sejam definidos, eles constituem uma **descrição completa da “felicidade”** do jogador com cada resultado possível do jogo

# SUPOSIÇÕES BÁSICAS

**suposição 2** - assumimos que todo jogador conhece a estrutura do jogo

isso significa que cada jogador conhece seu **própria lista de estratégias** possíveis

além disso, um jogador **também conhece as outras estratégias e payoffs** dos outros jogadores

e sabe também com precisão **o payoff esperado para cada resultado** do jogo

nos **jogos com informação incompleta** os jogadores não tem conhecimento de toda a estrutura do jogo (veremos a partir de leilões)

# SUPOSIÇÕES BÁSICAS

**suposição 3** - assumimos que os jogadores são racionais

essa suposição envolve duas ideias:

a **primeira ideia** é que cada jogador quer **maximizar seu próprio payoff**

- como o payoff é definido como tudo que o indivíduo se preocupa, esta hipótese parece razoável

a **segunda ideia** é que cada jogador **realmente consegue selecionar a melhor estratégia**

- em **situações simples**, ou para jogos com jogadores experientes, isso também parece razoável
- em **situações complexas**, ou pelos jogos disputados por jogadores inexperientes, é certamente menos razoável
- é interessante considerar jogadores que **cometem erros e aprendem com isso** (não iremos ver nesse curso)

# COMPORTAMENTO NO “EXAME OU APRESENTAÇÃO”

vamos focar no **seu ponto de vista** (o ponto de vista do parceiro é *simétrico*)

é mais fácil decidir o que fazer se **analisarmos separadamente cada estratégia** possível escolhida pelo parceiro

se o seu parceiro se **prepara para o exame**, você obtém:

- **88** se você estudar para o exame
- **86** se você se preparar para a apresentação

se o parceiro se **prepara para a apresentação**, você obtém:

- **90** se você se preparar para a apresentação
- **92** se estudar para o exame

assim, não importa o que seu parceiro vai fazer, **o melhor para você é estudar para o exame!**

# ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

**estratégia estritamente dominante:** é uma estratégia que é **sempre melhor**, independente da escolha de estratégia feita pelos outros jogadores

ex: **estudar para o exame** é uma **estratégia estritamente dominante** para você

- para o seu parceiro também, já que os payoffs são simétricos
- neste caso, ambos obtém **média 88**

**mas!** se você e seu parceiro pudessem de alguma forma **concordar em se preparar para a apresentação**, seria melhor para ambos (**média 90** cada)

# ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

mesmo ambos sabendo disso, esse resultado **não seria obtido pela racionalidade** dos jogadores:

- se seu parceiro *sabe que você está se preparando para a apresentação*, ele pode escolher **se preparar para o exame**, pois vai ser sair melhor ainda **(92)**

# ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

esse resultado depende da **suposição de que os payoffs refletem tudo** o que cada jogador se preocupa

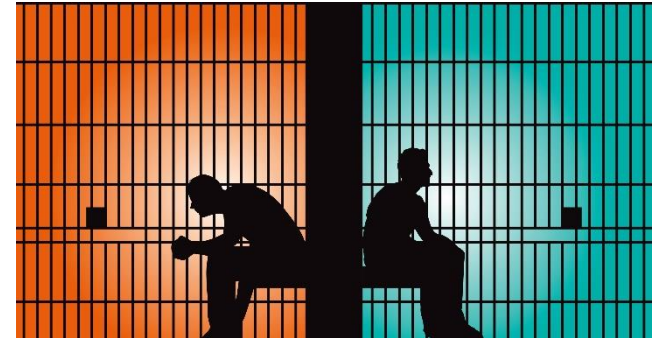
neste caso, ambos se preocupam só em **maximizar a sua própria nota**

por exemplo, se você **se preocupa também com a nota do parceiro**, então **os payoffs seriam diferentes**, e o **resultado poderia ser diferente**

se você se preocupa se o parceiro vai ficar com **raiva de você se ambos não estudam para a apresentação**, então isso também deve ser **incorporado no payoffs**

mas do jeito que definimos o jogo, somos obrigados a aceitar que **há um resultado melhor para ambos (90)** que **não pode ser obtido pelo jogo racional**

# DILEMA DO PRISIONEIRO



dois suspeitos foram detidos pela polícia e são interrogados em salas separadas

a polícia suspeita que ambos são responsáveis por um assalto

mas não há provas suficientes para condenar eles

no entanto, ambos resistiram à prisão, e podem ser culpados por esse crime menor, o que daria uma pena de um ano



# DILEMA DO PRISIONEIRO

para cada suspeito, os **policiais contaram a seguinte história:**

- se  **você confessar** e seu **parceiro não**, então  **você será solto** e seu **parceiro será culpado** pelo crime, recebendo **pena de 10 anos**
- se **ambos confessarem**, cada um recebe **pena de 4 anos**, pois confessaram o crime
- se **nenhum de confessar**, então cada um de vocês pega **pena de 1 ano**

# DILEMA DO PRISIONEIRO

para formalizar esta história como um jogo, precisamos para identificar os jogadores, estratégias e payoffs

- os **jogadores** são os dois suspeitos
- as estratégias são **confesse** (C) ou **não-confesse** (NC)
- os **payoffs** podem ser retirados da história acima

(note que os payoffs são todos 0 ou menos, já que não há bons resultados para os suspeitos)

		Suspect 2	
		<i>NC</i>	<i>C</i>
Suspect 1	<i>NC</i>	-1, -1	-10, 0
	<i>C</i>	0, -10	-4, -4

# DILEMA DO PRISIONEIRO

como antes, podemos **fixar um jogador**, digamos o suspeito 1, e raciocinar sobre o suas opções

se o **suspeito 2 confessa**, então o suspeito 1 tem:

- **-4** se confessa
- **-10** se não confessa

se o **suspeito 2 não confessa**, então o suspeito 1 tem:

- **0**, se confessa
- **-1** se não confessa

# DILEMA DO PRISIONEIRO

assim, **confessar** (C) é uma **estratégia estritamente dominante**

como resultado, **ambos os suspeitos confessam**, cada um recebendo um **payoff** de **-4**

temos o mesmo fenômeno de antes: há um resultado que os suspeitos sabem que é melhor para ambos - **se ambos não confessarem**

mas sob o **jogo racional**, eles não alcançam este resultado

# DILEMA DO PRISIONEIRO

em vez disso, eles acabam com um resultado que é **pio**r para ambos

e aqui também, é importante que os **payoffs reflitam tudo** sobre o jogo

se, por exemplo, os suspeitos sofressem uma **ameaça de retaliação por confessar**, então isso **afetaria os payoffs** e, potencialmente, o **resultado**

# INTERPRETAÇÕES DO DILEMA DO PRISIONEIRO

drogas em esportes profissionais:

		Athlete 2	
		<i>Don't Use Drugs</i>	<i>Use Drugs</i>
Athlete 1	<i>Don't Use Drugs</i>	3, 3	1, 4
	<i>Use Drugs</i>	4, 1	2, 2

a estratégia **estritamente dominante** é **usar drogas**, mesmo sabendo que *se ambos não usassem drogas seria melhor*

# INTERPRETAÇÕES DO DILEMA DO PRISIONEIRO

situações deste tipo são chamadas de **corridas armamentistas**

são **dois competidores** que usam um **arsenal cada vez maior** para permanecer equilibrados

- no exemplo acima, as drogas fazem o papel das armas

o dilema do prisioneiro também tem sido usado para literalmente *interpretar a corrida armamentista entre as nações inimigas*

# INTERPRETAÇÕES DO DILEMA DO PRISIONEIRO

jogos do tipo do Dilema do Prisioneiro surgem quando os payoffs **estão alinhados de maneiras específicas** na matriz (como generalizar esses valores?)

mas vamos ver a seguir, que há muitos outros jogos cujos **resultados são totalmente diferentes**



# MELHOR RESPOSTA E ESTRATÉGIAS DOMINANTES

já usamos alguns conceitos fundamentais de jogos, agora vamos **defini-las**

**melhor resposta:** é a melhor escolha de um jogador, dada que sabemos a estratégia escolhida pelo(s) outro(s) jogador(es)

**por exemplo,** no “Exame ou Apresentação”, determinamos a melhor resposta para cada possível escolha de seu parceiro

# MELHOR RESPOSTA E ESTRATÉGIAS DOMINANTES

seja  $S$  a **estratégia** escolhida pelo Jogador  $1$  e  $T$  a **estratégia** escolhida pelo Jogador  $2$

- então existe uma entrada  $(S, T)$  na matriz de payoff

seja  $P1(S, T)$  o **payoff** para o jogador  $1$  na estratégia  $(S, T)$

seja  $P2(S, T)$  o **payoff** para o jogador  $2$  na estratégia  $(S, T)$

$S$  é uma **melhor resposta** para o jogador  $1$ , dada a estratégia  $T$  do jogador  $2$  se:

- $P1(S, T) \geq P1(S', T)$ , onde  $S'$  é qualquer outra estratégia do jogador  $1$

# MELHOR RESPOSTA E ESTRATÉGIAS DOMINANTES

seja  $S$  a **estratégia** escolhida pelo Jogador **1** e  $T$  a **estratégia** escolhida pelo Jogador **2**

- então existe uma entrada  $(S, T)$  na matriz de payoff

seja  $P1(S, T)$  o **payoff** para o jogador **1** na estratégia  $(S, T)$

seja  $P2(S, T)$  o **payoff** para o jogador **2** na estratégia  $(S, T)$

$S$  é uma **melhor resposta estrita** para o jogador **1** se:

- $P1(S, T) > P1(S', T)$ , onde  $S'$  é qualquer outra estratégia do jogador **1**

# ESTRATÉGIA DOMINANTE

uma **estratégia dominante** para o **jogador 1** é uma estratégia que é **melhor resposta** para toda estratégia de **Jogador 2**

uma **estratégia estritamente dominante** para o **jogador 1** é uma estratégia que é uma **melhor resposta estrita** para toda estratégia de **Jogador 2**

# ESTRATÉGIA DOMINANTE

no Dilema do Prisioneiro ambos os jogadores tinham **estratégias estritamente dominantes**, por isso foi fácil raciocinar sobre o que aconteceria

se fosse somente uma estratégia dominante (**sem ser estrita**) os jogadores poderiam ter **várias opções** com mesmo payoff, e **não seria tão óbvio prever** o que acontece no jogo

# QUANDO SÓ UM JOGADOR TEM UMA ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

**empresa 1** e **empresa 2** escolhem entre fabricar produto de **baixo preço** ou **produto de luxo**

o mercado está dividido em **dois segmentos**: versão de baixo preço (**60%**) e a versão de luxo (**40%**)

a **empresa 1** é mais popular, ficando com **80%** do mercado se compete diretamente com a **empresa 2** (**20%**)

		Firm 2	
		<i>Low-Priced</i>	<i>Upscale</i>
Firm 1	<i>Low-Priced</i>	.48, .12	.60, .40
	<i>Upscale</i>	.40, .60	.32, .08

# QUANDO SÓ UM JOGADOR TEM UMA ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

a **empresa 1** tem uma **estratégia estritamente dominante**:

- fabricar produto de baixo preço

se a **empresa 2** sabe o payoff da **empresa 1** e que quer maximizar os lucros, então ela decide **fabricar o produto de luxo**

desta forma, as empresas **não competem diretamente**

# QUANDO NENHUM JOGADOR TEM ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

**jogo dos três clientes:** (2 empresas, três clientes **A**, **B** e **C**)

- se ambas as empresas negociarem com o **mesmo cliente**  $\Rightarrow$  o cliente dá **metade** de seus negócios
- a **empresa 1** é muito **pequena** para atrair negócio sozinha
  - se tentar negociar com um cliente só o **payoff** é **0**
- **A** é um cliente **grande**  $\Rightarrow$  só é possível ambas empresas fazerem negócio **juntas**
- se a **empresa 2** negocia com **B** ou **C**  $\Rightarrow$  fica com o negócio **inteiro**
- **A** dá lucro de **8**, **B** ou **C** dá lucro de **2**



# QUANDO NENHUM JOGADOR TEM ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

		Firm 2		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Firm 1	<i>A</i>	4, 4	0, 2	0, 2
	<i>B</i>	0, 0	1, 1	0, 2
	<i>C</i>	0, 0	0, 2	1, 1

**nenhum** jogador tem **estratégia estritamente dominante!**

de fato, cada estratégia de uma empresa é **uma melhor resposta para outra empresa**

# QUANDO NENHUM JOGADOR TEM ESTRATÉGIA ESTRITAMENTE DOMINANTE

para a Empresa 1:

- **A** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **A** da Empresa 2
- **B** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **B** da Empresa 2
- **C** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **C** da Empresa 2

para a Empresa 2:

- **A** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **A** da Empresa 1
- **C** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **B** da Empresa 1
- **B** é **melhor resposta estrita** para a estratégia **C** da Empresa 1

como devemos raciocinar sobre o resultado esperado (estratégias escolhidas) do jogo?