P&D e Adoção de Novas Tecnologias

Aula 01

Rogério Mazali

Economia da Inovação

05/03/2018

Introdução

P&D entra no debate econômico

- Solow (R Econ Stat, 1957) mostrou que somente 10% do crescimento americano entre 1909-49 pode ser explicado por aumento da razão capital/trabalho.

Introdução

P&D entra no debate econômico

- Solow (R Econ Stat, 1957) mostrou que somente 10% do crescimento americano entre 1909-49 pode ser explicado por aumento da razão capital/trabalho.
- Isso mostrou que havia algo que a teoria econômica havia ignorado até então em suas tentativas de explicar o crescimento econômico: mudanças tecnológicas.

Introdução

P&D entra no debate econômico

- Solow (R Econ Stat, 1957) mostrou que somente 10% do crescimento americano entre 1909-49 pode ser explicado por aumento da razão capital/trabalho.
- Isso mostrou que havia algo que a teoria econômica havia ignorado até então em suas tentativas de explicar o crescimento econômico: mudanças tecnológicas.
    - Incentivos à criação de novos produtos e processos de produção;

Introdução

P&D entra no debate econômico

- Solow (R Econ Stat, 1957) mostrou que somente 10% do crescimento americano entre 1909-49 pode ser explicado por aumento da razão capital/trabalho.
- Isso mostrou que havia algo que a teoria econômica havia ignorado até então em suas tentativas de explicar o crescimento econômico: mudanças tecnológicas.
  - Incentivos à criação de novos produtos e processos de produção;
  - Incentivos à adoção de novas tecnologias já criadas.

Introdução

P&D entra no debate econômico

- Solow (R Econ Stat, 1957) mostrou que somente 10% do crescimento americano entre 1909-49 pode ser explicado por aumento da razão capital/trabalho.
- Isso mostrou que havia algo que a teoria econômica havia ignorado até então em suas tentativas de explicar o crescimento econômico: mudanças tecnológicas.
  - Incentivos à criação de novos produtos e processos de produção;
  - Incentivos à adoção de novas tecnologias já criadas.
- Neste capítulo, iremos abordar as principais questões estudadas até o momento sobre esses tópicos.

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;
  - **pesquisa aplicada:** normalmente associada a engenharia; aplicações do conhecimento básico com objetivo de desenvolver uma tecnologia que seja utilizável em um contexto prático;

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;
  - **pesquisa aplicada:** normalmente associada a engenharia; aplicações do conhecimento básico com objetivo de desenvolver uma tecnologia que seja utilizável em um contexto prático;
  - **desenvolvimento:** criação de novos produtos e processos; visa trazer as inovações desenvolvidas em estágios anteriores para uso comercial e prático.

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;
  - **pesquisa aplicada:** normalmente associada a engenharia; aplicações do conhecimento básico com objetivo de desenvolver uma tecnologia que seja utilizável em um contexto prático;
  - **desenvolvimento:** criação de novos produtos e processos; visa trazer as inovações desenvolvidas em estágios anteriores para uso comercial e prático.
- Quanto ao uso, uma inovação pode ser:

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;
  - **pesquisa aplicada:** normalmente associada a engenharia; aplicações do conhecimento básico com objetivo de desenvolver uma tecnologia que seja utilizável em um contexto prático;
  - **desenvolvimento:** criação de novos produtos e processos; visa trazer as inovações desenvolvidas em estágios anteriores para uso comercial e prático.
- Quanto ao uso, uma inovação pode ser:
  - **Inovação de produto:** criação de novos produtos e serviços;

Introdução

Tipos de Inovação

- É tradicional dividir inovações em categorias quanto ao estágio do seu desenvolvimento e quanto ao seu uso.
- Quanto ao estágio do seu desenvolvimento, uma inovação pode ser:
  - **pesquisa básica:** feita em universidades e agências de pesquisa; pesquisa destinada a adquirir conhecimento fundamental;
  - **pesquisa aplicada:** normalmente associada a engenharia; aplicações do conhecimento básico com objetivo de desenvolver uma tecnologia que seja utilizável em um contexto prático;
  - **desenvolvimento:** criação de novos produtos e processos; visa trazer as inovações desenvolvidas em estágios anteriores para uso comercial e prático.
- Quanto ao uso, uma inovação pode ser:
  - **Inovação de produto:** criação de novos produtos e serviços;
  - **Inovação de processo:** criação de novos processos de produção que reduzem o custo de produção de bens preexistentes.

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:
  - Existem retornos crescentes de escala em P&D;

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:
  - Existem retornos crescentes de escala em P&D;
  - Esse fato explicaria porque boa parte dos investimentos em P&D são feitos em grandes corporações.

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:
  - Existem retornos crescentes de escala em P&D;
  - Esse fato explicaria porque boa parte dos investimentos em P&D são feitos em grandes corporações.
- Embora seminais, os trabalhos de Schumpeter deixaram várias perguntas sem resposta:

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações => teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:
  - Existem retornos crescentes de escala em P&D;
  - Esse fato explicaria porque boa parte dos investimentos em P&D são feitos em grandes corporações.
- Embora seminais, os trabalhos de Schumpeter deixaram várias perguntas sem resposta:
  - O que motiva em primeiro lugar uma empresa a se dedicar a P&D?

Introdução

Primeiros trabalhos: Schumpeter (1913 e 1943)

- Schumpeter (1913) foi o primeiro a tentar entender o que motiva o processo de inovações $=>$ teoria da destruição criativa.
  - Pequenas firmas às margens da sociedade criam inovações que tornam tecnologias vigentes obsoletas.
  - Essas pequenas firmas tomam o lugar das firmas estabelecidas e viram o alvo da próxima revolução tecnológica.
- Schumpeter (1943) viria mais tarde corrigir sua teoria:
  - Existem retornos crescentes de escala em P&D;
  - Esse fato explicaria porque boa parte dos investimentos em P&D são feitos em grandes corporações.
- Embora seminais, os trabalhos de Schumpeter deixaram várias perguntas sem resposta:
  - O que motiva em primeiro lugar uma empresa a se dedicar a P&D?
  - Por que monopólios com grandes barreiras à entrada ainda se dedicam a P&D?

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado
  - Corridas de Patentes

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado
  - Corridas de Patentes
  - Análise de Bem-Estar da Concessão de Patentes

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado
  - Corridas de Patentes
  - Análise de Bem-Estar da Concessão de Patentes
  - Mecanismos Alternativos de Incentivos a P&D

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado
  - Corridas de Patentes
  - Análise de Bem-Estar da Concessão de Patentes
  - Mecanismos Alternativos de Incentivos a P&D
  - Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

- Desde então, inúmeros pesquisadores se dedicaram a estudar como P&D está relacionado à estrutura de um mercado.
- Em termos gerais, podemos enunciar seis linhas de pesquisa nessa área:
  - Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado
  - Corridas de Patentes
  - Análise de Bem-Estar da Concessão de Patentes
  - Mecanismos Alternativos de Incentivos a P&D
  - Adoção Estratégica de Novas Tecnologias
  - Externalidades de Rede, Padronização e Compatibilidade

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:
  - Qual o incentivo que uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos) tem em se dedicar a P&D?

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:
  - Qual o incentivo que uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos) tem em se dedicar a P&D?
  - Posteriormente essa hipótese é relaxada para se comparar essa situação com uma em que há competição duopolística entre firmas inovadoras.

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:
  - Qual o incentivo que uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos) tem em se dedicar a P&D?
  - Posteriormente essa hipótese é relaxada para se comparar essa situação com uma em que há competição duopolística entre firmas inovadoras.
- Suponha que um monopolista possa investir para criar uma **inovação de processo**.

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:
  - Qual o incentivo que uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos) tem em se dedicar a P&D?
  - Posteriormente essa hipótese é relaxada para se comparar essa situação com uma em que há competição duopolística entre firmas inovadoras.
- Suponha que um monopolista possa investir para criar uma **inovação de processo**.
- Essa inovação irá reduzir o custo marginal de $\overline{c}$ para $\underline{c}$, onde $\underline{c} < \overline{c}$.

- Arrow (Princeton U. Press, 1962) foi o primeiro a estudar P&D com um modelo formal.
- Ele se dispôs a estudar a seguinte questão:
  - Qual o incentivo que uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos) tem em se dedicar a P&D?
  - Posteriormente essa hipótese é relaxada para se comparar essa situação com uma em que há competição duopolística entre firmas inovadoras.
- Suponha que um monopolista possa investir para criar uma **inovação de processo**.
- Essa inovação irá reduzir o custo marginal de $\overline{c}$ para $\underline{c}$, onde $\underline{c} < \overline{c}$.
- Suponha que a inovação estaria protegida por uma patente de duração ilimitada.

- O ganho social de uma inovação será dado por:

$$v^s = \int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc$$

- O ganho social de uma inovação será dado por:

$$v^s = \int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc$$

- Se a patente dura para sempre, o valor da inovação, uma vez obtida, também durará.

- O ganho social de uma inovação será dado por:

$$v^s = \int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc$$

- Se a patente dura para sempre, o valor da inovação, uma vez obtida, também durará.
- Assim, o valor presente dos ganhos da inovação será:

$$V^s = \int_0^{\infty} e^{-rt} v^s dt = \frac{v^s}{r} = \frac{1}{r} \int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc$$

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólio

- Suponha agora uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos).

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólio

- Suponha agora uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos).
- Seja Π^m o lucro da empresa em um instante de tempo.

- Suponha agora uma firma monopolista (em P&D e no mercado de produtos).
- Seja Π^m o lucro da empresa em um instante de tempo.
- Pelo Teorema da Envoltória (Envelope Theorem):

$$\begin{aligned}
\frac{d\Pi^m}{dc} &= \frac{d}{dc}\left[(p-c)\,D(p)\right] \\
&= \frac{\partial \Pi^m}{\partial c} + \frac{\partial \Pi^m}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial c} \\
&= \frac{\partial \Pi^m}{\partial c} \\
&= -D(p^m(c))
\end{aligned}$$

- O valor de uma inovação para o monopolista será então dado por:

$$
\begin{aligned}
V^m &= \int_0^{\infty} e^{-rt}\left[\Pi^m(\underline{c}) - \Pi^m(\overline{c})\right] dt \\
&= \frac{1}{r}\left[\Pi^m(\underline{c}) - \Pi^m(\overline{c})\right] \\
&= \frac{1}{r}\left[\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} \left(-\frac{\partial \Pi^m}{\partial c}\right) dc\right] \\
&= \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc
\end{aligned}
$$

- Regra de precificação de monopólio:

$$\frac{p^m - c}{p^m} = \frac{1}{\varepsilon}$$

- Regra de precificação de monopólio:

$$\frac{p^m - c}{p^m} = \frac{1}{\varepsilon}$$

- Portanto:

$$p^m = c\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)^{-1}$$

- Regra de precificação de monopólio:

$$\frac{p^m - c}{p^m} = \frac{1}{\varepsilon}$$

- Portanto:

$$p^m = c\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)^{-1}$$

- Temos que $dp^m / dc < 1$ se e somente se $\varepsilon < 0$. Como isso sempre para qualquer bem normal, temos que:

$$V^m = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc < \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc = V^s$$

- Regra de precificação de monopólio:

$$\frac{p^m - c}{p^m} = \frac{1}{\varepsilon}$$

- Portanto:

$$p^m = c\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)^{-1}$$

- Temos que $dp^m / dc < 1$ se e somente se $\varepsilon < 0$. Como isso sempre para qualquer bem normal, temos que:

$$V^m = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc < \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc = V^s$$

- Portanto, o incentivo para um monopolista inovar é menor do que seria socialmente ótimo.

- Regra de precificação de monopólio:

$$\frac{p^m - c}{p^m} = \frac{1}{\varepsilon}$$

- Portanto:

$$p^m = c\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)^{-1}$$

- Temos que $dp^m / dc < 1$ se e somente se $\varepsilon < 0$. Como isso sempre para qualquer bem normal, temos que:

$$V^m = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc < \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc = V^s$$

- Portanto, o incentivo para um monopolista inovar é menor do que seria socialmente ótimo.
- Assim, teremos sub-investimento em inovações.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Competição

- Considere agora um mercado competitivo.

- Considere agora um mercado competitivo.
- Um grande número de firmas produz um bem homogêneo a um custo marginal $\overline{c}$.

- Considere agora um mercado competitivo.
- Um grande número de firmas produz um bem homogêneo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Firmas estão envolvidas em competição de Bertrand.

- Considere agora um mercado competitivo.
- Um grande número de firmas produz um bem homogêneo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Firmas estão envolvidas em competição de Bertrand.
- Portanto, temos, inicialmente, $p = \overline{c}$.

- Considere agora um mercado competitivo.
- Um grande número de firmas produz um bem homogêneo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Firmas estão envolvidas em competição de Bertrand.
- Portanto, temos, inicialmente, $p = \overline{c}$.
- Suponha que a firma que obtiver uma inovação ganha uma patente de duração infinita.

- Considere agora um mercado competitivo.
- Um grande número de firmas produz um bem homogêneo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Firmas estão envolvidas em competição de Bertrand.
- Portanto, temos, inicialmente, $p = \overline{c}$.
- Suponha que a firma que obtiver uma inovação ganha uma patente de duração infinita.
- A inovação reduz o custo marginal da firma que a descobrir para $\underline{c} < \overline{c}$.

- Seja $p^m(c)$ o preço de monopólio.

- Seja $p^m(c)$ o preço de monopólio.
- Temos duas possibilidades:

- Seja $p^m(c)$ o preço de monopólio.
- Temos duas possibilidades:
  - $p^m(\underline{c}) \leq \overline{c}$ (**Inovação Drástica**): Neste caso a empresa inovadora fixa $p = p^m(\underline{c})$ e rouba todo o mercado para si; todas as outras empresas vão à falência. Voltamos assim ao caso de monopólio analisado na subseção anterior.

- Seja $p^m(c)$ o preço de monopólio.
- Temos duas possibilidades:
  - $p^m(\underline{c}) \leq \overline{c}$ (**Inovação Drástica**): Neste caso a empresa inovadora fixa $p = p^m(\underline{c})$ e rouba todo o mercado para si; todas as outras empresas vão à falência. Voltamos assim ao caso de monopólio analisado na subseção anterior.
  - $p^m(\underline{c}) > \overline{c}$ (**Inovação Não-Drástica**): Neste caso a empresa inovadora fixa $p = \overline{c}$, coexiste com as outras firmas que produzem a um risco maior e ganha lucros de

$$\Pi^c = (\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c})$$

todo período. Portanto:

$$V^c = \frac{1}{r}\,(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c})$$

- Considere o caso $p^m(\underline{c}) > \overline{c}$. Temos:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c})$$

- Considere o caso $p^m(\underline{c}) > \overline{c}$. Temos:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c})$$

- Neste caso, como temos $\overline{c} < p^m(\underline{c}) < p^m(c)$. Como $D(\cdot)$ é decrescente, $D(p^m(c)) > D(\overline{c})$ para todo $c \in (\underline{c}, \overline{c})$. Portanto, vale:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c}) = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(\overline{c})dc > \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc = V^m$$

- Considere o caso $p^m(\underline{c}) > \overline{c}$. Temos:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c})$$

- Neste caso, como temos $\overline{c} < p^m(\underline{c}) < p^m(c)$. Como $D(\cdot)$ é decrescente, $D(p^m(c)) > D(\overline{c})$ para todo $c \in (\underline{c}, \overline{c})$. Portanto, vale:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c}) = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(\overline{c})dc > \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(p^m(c))dc = V^m$$

- Da mesma forma, temos:

$$V^c = \frac{1}{r}(\overline{c} - \underline{c})\, D(\overline{c}) = \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(\overline{c})dc < \frac{1}{r}\int_{\underline{c}}^{\overline{c}} D(c)dc = V^s$$

- Portanto, temos:

$$V^m < V^c < V^s$$

- Portanto, temos:

$$V^m < V^c < V^s$$

- Em um mercado competitivo, ainda há subinvestimento em inovação.

- Portanto, temos:

$$V^m < V^c < V^s$$

- Em um mercado competitivo, ainda há subinvestimento em inovação.
- No entanto, o subinvestimento é menor do que no caso de monopólio.

- Portanto, temos:

$$V^m < V^c < V^s$$

- Em um mercado competitivo, ainda há subinvestimento em inovação.
- No entanto, o subinvestimento é menor do que no caso de monopólio.
- Portanto, temos mais uma razão para combater monopólios: **eles desaceleram o progresso técnico**.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.
- Firma 2: Potencial "entrante". Possui custo marginal infinito.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.
- Firma 2: Potencial "entrante". Possui custo marginal infinito.
- Todo o mercado é ocupado pela firma 1.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.
- Firma 2: Potencial "entrante". Possui custo marginal infinito.
- Todo o mercado é ocupado pela firma 1.
- Se a Firma 1 é a única que pode inovar $=>$ voltamos ao caso Monopólio.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.
- Firma 2: Potencial "entrante". Possui custo marginal infinito.
- Todo o mercado é ocupado pela firma 1.
- Se a Firma 1 é a única que pode inovar $=>$ voltamos ao caso Monopólio.
- Se a Firma 2 é a única que pode inovar $=>$ voltamos ao caso competição.

- Considere agora duas firmas no mercado de produto.
- Firma 1: monopolista que produz a um custo unitário (marginal) $\overline{c}$.
- Firma 2: Potencial "entrante". Possui custo marginal infinito.
- Todo o mercado é ocupado pela firma 1.
- Se a Firma 1 é a única que pode inovar $=>$ voltamos ao caso Monopólio.
- Se a Firma 2 é a única que pode inovar $=>$ voltamos ao caso competição.
- Como $V^c > V^m$, teríamos que inovação deveria ser mais valiosa para a firma 2.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.
- Firmas também precisam levar em conta o componente estratégico:

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.
- Firmas também precisam levar em conta o componente estratégico:
  - O que ocorrerá caso eu não obtenha a inovação, mas meu competidor obtenha?

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.
- Firmas também precisam levar em conta o componente estratégico:
  - O que ocorrerá caso eu não obtenha a inovação, mas meu competidor obtenha?
- Seja $\Pi^m(\overline{c})$ o lucro corrente do monopolista.

Incentivos a P&D como Função da Estrutura de Mercado

O Valor da Inovação: Monopólios Ameaçados por Entradas

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.
- Firmas também precisam levar em conta o componente estratégico:
  - O que ocorrerá caso eu não obtenha a inovação, mas meu competidor obtenha?
- Seja $\Pi^m(\overline{c})$ o lucro corrente do monopolista.
- Sejam $\Pi^d(\underline{c}, \overline{c})$ e $\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$ os lucros por instante do entrante e do monopolista se o entrante descobrir e adotar a nova tecnologia.

- Considere agora que nenhuma das duas firmas possui monopólio sobre a possibilidade de inovar.
- Agora, o valor de uma inovação não é apenas o ganho que a firma obtém ao adotá-la.
- Firmas também precisam levar em conta o componente estratégico:
  - O que ocorrerá caso eu não obtenha a inovação, mas meu competidor obtenha?
- Seja $\Pi^m(\overline{c})$ o lucro corrente do monopolista.
- Sejam $\Pi^d(\underline{c}, \overline{c})$ e $\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$ os lucros por instante do entrante e do monopolista se o entrante descobrir e adotar a nova tecnologia.
- Teremos:

$$V^c = \frac{\Pi^d(\underline{c}, \overline{c})}{r}$$

$$V^m = \frac{\Pi^m(\underline{c}) - \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})}{r}$$

- Suponha que o lucro de monopólio seja maior do que a soma dos lucros em competição de duopólio, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Suponha que o lucro de monopólio seja maior do que a soma dos lucros em competição de duopólio, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Esta propriedade é chamada de **efeito eficiência**.

- Suponha que o lucro de monopólio seja maior do que a soma dos lucros em competição de duopólio, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Esta propriedade é chamada de **efeito eficiência**.
- Note que o efeito eficiência não implica que o monopolista está sempre melhor.

- Suponha que o lucro de monopólio seja maior do que a soma dos lucros em competição de duopólio, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Esta propriedade é chamada de **efeito eficiência**.
- Note que o efeito eficiência não implica que o monopolista está sempre melhor.
- Considere, por exemplo, o caso de uma inovação drástica.

- Suponha que o lucro de monopólio seja maior do que a soma dos lucros em competição de duopólio, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Esta propriedade é chamada de **efeito eficiência**.
- Note que o efeito eficiência não implica que o monopolista está sempre melhor.
- Considere, por exemplo, o caso de uma inovação drástica.
- Nesse caso, se a firma entrante é a que inova, ela tira o monopolista incumbente completamente do mercado, e teremos:

$$\begin{aligned} \Pi^d(\overline{c}, \underline{c}) &= 0 \\ \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) &= \Pi^m(\underline{c}) \end{aligned}$$

- Portanto, teremos:

$$\begin{aligned} V^m &\geq V^c, \text{ se inovação não-drástica} \\ V^m &= V^c, \text{ se inovação drástica} \end{aligned}$$

- Portanto, teremos:

$$\begin{aligned} V^m &\geq V^c, \text{ se inovação não-drástica} \\ V^m &= V^c, \text{ se inovação drástica} \end{aligned}$$

- Segue que $V^m \geq V^c$ sempre vale.

- Portanto, teremos:

$$\begin{aligned} V^m &\geq V^c, \text{ se inovação não-drástica} \\ V^m &= V^c, \text{ se inovação drástica} \end{aligned}$$

- Segue que $V^m \geq V^c$ sempre vale.
- Portanto, **o incentivo para um monopolista manter seu monopólio é maior do que o incentivo para um entrante virar duopolista**.

- Portanto, teremos:

$$\begin{aligned} V^m &\geq V^c, \text{ se inovação não-drástica} \\ V^m &= V^c, \text{ se inovação drástica} \end{aligned}$$

- Segue que $V^m \geq V^c$ sempre vale.
- Portanto, **o incentivo para um monopolista manter seu monopólio é maior do que o incentivo para um entrante virar duopolista**.
- O monopolista irá, portanto, ter o maior incentivo para se engajar em atividades inovadoras.

- A ideia acima está de acordo com o segundo trabalho de Schumpeter (1943).

- A ideia acima está de acordo com o segundo trabalho de Schumpeter (1943).
- A razão, no entanto, é outra: o monopólio se engaja em P&D para impedir que um entrante tome seu lugar ou destrua seu poder de monopólio.

- A ideia acima está de acordo com o segundo trabalho de Schumpeter (1943).
- A razão, no entanto, é outra: o monopólio se engaja em P&D para impedir que um entrante tome seu lugar ou destrua seu poder de monopólio.
- O entrante não tem os mesmos incentivos, pois, caso entre, deve dividir o espaço com o incumbente, ou, no máximo, se conseguir uma inovação drástica, ocupar o mesmo lugar que o incumbente.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.
- A discussão do caso de ameaça de entrada mostra que a competição por um prêmio alto pode induzir uma firma que a princípio não teria muitos incentivos a investir em P&D a fazê-lo.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.
- A discussão do caso de ameaça de entrada mostra que a competição por um prêmio alto pode induzir uma firma que a princípio não teria muitos incentivos a investir em P&D a fazê-lo.
- Essa competição muitas vezes leva a uma "corrida por patentes".

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.
- A discussão do caso de ameaça de entrada mostra que a competição por um prêmio alto pode induzir uma firma que a princípio não teria muitos incentivos a investir em P&D a fazê-lo.
- Essa competição muitas vezes leva a uma "corrida por patentes".
- Isto ocorre porque uma patente pode ser interpretada como um troféu, uma renda.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.
- A discussão do caso de ameaça de entrada mostra que a competição por um prêmio alto pode induzir uma firma que a princípio não teria muitos incentivos a investir em P&D a fazê-lo.
- Essa competição muitas vezes leva a uma "corrida por patentes".
- Isto ocorre porque uma patente pode ser interpretada como um troféu, uma renda.
- Toda vez que uma agência regulatória cria uma renda, haverá uma competição por ela.

Corrida por Patentes

Introdução às Corridas por Patentes

- A discussão da seção anterior mostrou situações nas quais uma firma possui monopólio sobre P&D.
- Isso normalmente não é o caso.
- A discussão do caso de ameaça de entrada mostra que a competição por um prêmio alto pode induzir uma firma que a princípio não teria muitos incentivos a investir em P&D a fazê-lo.
- Essa competição muitas vezes leva a uma "corrida por patentes".
- Isto ocorre porque uma patente pode ser interpretada como um troféu, uma renda.
- Toda vez que uma agência regulatória cria uma renda, haverá uma competição por ela.
- A renda criada tende a ser parcialmente dissipada pelos custos adicionais incorridos na tentativa de obtê-la.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:
  - P&D é a busca por uma descoberta;

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:
  - P&D é a busca por uma descoberta;
  - Se você não conseguiu a descoberta até agora, a prob. de alcançar a descoberta hoje é igual à de quando você começou;

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:
  - P&D é a busca por uma descoberta;
  - Se você não conseguiu a descoberta até agora, a prob. de alcançar a descoberta hoje é igual à de quando você começou;
  - Experiência não torna a descoberta mais provável, apenas o investimento corrente e P&D importa.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:
  - P&D é a busca por uma descoberta;
  - Se você não conseguiu a descoberta até agora, a prob. de alcançar a descoberta hoje é igual à de quando você começou;
  - Experiência não torna a descoberta mais provável, apenas o investimento corrente e P&D importa.
- Essas hipóteses são satisfeitas se supusermos que P&D seguem um processo de Poisson cujo parâmetro λ seja função do nível de investimentos em P&D.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- A discussão que segue é baseada em Dasgupta e Stiglitz (Bell JE, 1980), Lee e Wilde (QJE, 1980), Loury (QJE, 1979) e Reinganum (NW Ph.D. Thesis 1979, Econometrica 1982).
- Suponha que a pesquisa em P&D seja sem memória:
  - P&D é a busca por uma descoberta;
  - Se você não conseguiu a descoberta até agora, a prob. de alcançar a descoberta hoje é igual à de quando você começou;
  - Experiência não torna a descoberta mais provável, apenas o investimento corrente e P&D importa.
- Essas hipóteses são satisfeitas se supusermos que P&D seguem um processo de Poisson cujo parâmetro λ seja função do nível de investimentos em P&D.
- Este modelo pode ser usado para se estudar a persistência de monopólios.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).
- Suponha que valha o efeito eficiência, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).
- Suponha que valha o efeito eficiência, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Se a firma i gastar x_i em P&D entre t e $t + dt$, a probabilidade de fazer uma descoberta é de $h(x_i)$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).
- Suponha que valha o efeito eficiência, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Se a firma i gastar x_i em P&D entre t e $t + dt$, a probabilidade de fazer uma descoberta é de $h(x_i)$.
- $h(\cdot)$ é uma função crescente e côncava, com $\lim_{x_i \to 0} h'(x_i) = +\infty$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).
- Suponha que valha o efeito eficiência, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Se a firma i gastar x_i em P&D entre t e $t + dt$, a probabilidade de fazer uma descoberta é de $h(x_i)$.
- $h(\cdot)$ é uma função crescente e côncava, com $\lim_{x_i \to 0} h'(x_i) = +\infty$.
- Competição entre as duas firmas é caracterizada por trajetórias de investimento em P&D $x_1(t)$ e $x_2(t)$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Suponha, como antes, que exista um monopolista produzindo a um custo marginal $\overline{c}$.
- Suponha também que uma inovação de processo pode reduzir esse custo para $\underline{c} < \overline{c}$.
- Mais uma vez, temos um monopolista incumbente (firma 1) e um potencial entrante (firma 2).
- Suponha que valha o efeito eficiência, isto é:

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

- Se a firma i gastar x_i em P&D entre t e $t + dt$, a probabilidade de fazer uma descoberta é de $h(x_i)$.
- $h(\cdot)$ é uma função crescente e côncava, com $\lim_{x_i \to 0} h'(x_i) = +\infty$.
- Competição entre as duas firmas é caracterizada por trajetórias de investimento em P&D $x_1(t)$ e $x_2(t)$.
- Se uma firma consegue a inovação, obtém uma patente perpétua.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Seja τ a data da descoberta da inovação.

- Seja τ a data da descoberta da inovação.
- Processo de Poisson: probabilidade de que em t nenhuma das firmas tenha feito a descoberta:

$$\Pr\{\tau > t\} = e^{-[h(x_1)+h(x_2)]t}$$

- Seja τ a data da descoberta da inovação.
- Processo de Poisson: probabilidade de que em t nenhuma das firmas tenha feito a descoberta:

$$\Pr\{\tau > t\} = e^{-[h(x_1)+h(x_2)]t}$$

- Condicional a não ter tido inovação até t, o lucro da firma 1 (monopolista) entre t e dt será:

$$[\Pi^m(\overline{c}) - x_1]\, dt$$

- Com prob. $h(x_1)$, a firma 1 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.

- Com prob. $h(x_1)$, a firma 1 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.
- A partir de então, a firma 1 obterá lucro $\Pi^m(\underline{c})$, que dará VP $\Pi^m(\underline{c})/r$.

- Com prob. $h(x_1)$, a firma 1 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.
- A partir de então, a firma 1 obterá lucro $\Pi^m(\underline{c})$, que dará VP $\Pi^m(\underline{c})/r$.
- Com prob. $h(x_2)$, a firma 2 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.

- Com prob. $h(x_1)$, a firma 1 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.
- A partir de então, a firma 1 obterá lucro $\Pi^m(\underline{c})$, que dará VP $\Pi^m(\underline{c})/r$.
- Com prob. $h(x_2)$, a firma 2 é a primeira a conseguir a inovação e obtém a patente.
- A partir de então, a firma 1 obterá lucro $\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$, que dará VP $\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})/r$.

- Assim, podemos escrever:

$$
\begin{aligned}
V_1(x_1, x_2) &= \int_0^{+\infty} e^{-rt} e^{-[h(x_1)+h(x_2)]t} \times \\
&\quad \times \left[\Pi^m(\overline{c}) - x_1 + h(x_1) \frac{\Pi^m(\underline{c})}{r} + h(x_2) \frac{\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})}{r} \right] dt \\
&= \frac{\Pi^m(\overline{c}) - x_1 + h(x_1) \left[\Pi^m(\underline{c}) / r \right] + h(x_2) \left[\Pi^d(\overline{c}, \underline{c}) / r \right]}{r + h(x_1) + h(x_2)}
\end{aligned}
$$

- Assim, podemos escrever:

$$V_1(x_1, x_2) = \int_0^{+\infty} e^{-rt} e^{-[h(x_1)+h(x_2)]t} \times$$
$$\times \left[\Pi^m(\overline{c}) - x_1 + h(x_1) \frac{\Pi^m(\underline{c})}{r} + h(x_2) \frac{\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})}{r} \right] dt$$
$$= \frac{\Pi^m(\overline{c}) - x_1 + h(x_1) \left[\Pi^m(\underline{c})/r \right] + h(x_2) \left[\Pi^d(\overline{c}, \underline{c})/r \right]}{r + h(x_1) + h(x_2)}$$

- Da mesma forma:

$$V_2(x_1, x_2) = \int_0^{+\infty} e^{-rt} e^{-[h(x_1)+h(x_2)]t} \left[h(x_2) \frac{\Pi^d(\underline{c}, \overline{c})}{r} - x_2 \right] dt$$
$$= \frac{h(x_2) \left[\Pi^d(\underline{c}, \overline{c})/r \right] - x_2}{r + h(x_1) + h(x_2)}$$

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Equilíbrio de Nash: firma i maximiza V_i encontrando solução x_i^* dado que a firma j joga x_j^*.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Equilíbrio de Nash: firma i maximiza V_i encontrando solução x_i^* dado que a firma j joga x_j^*.
- Qual firma investe mais em P&D? Depende de dois efeitos:

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Equilíbrio de Nash: firma i maximiza V_i encontrando solução x_i^* dado que a firma j joga x_j^*.
- Qual firma investe mais em P&D? Depende de dois efeitos:
  - **Efeito Eficiência**: como supomos

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

haveria um incentivo maior para que a firma 1 investisse mais em P&D. Esse ganho viria de evitar que sua posição vantajosa fosse ameaçada pela entrada da firma 2 no mercado.

- Equilíbrio de Nash: firma i maximiza V_i encontrando solução x_i^* dado que a firma j joga x_j^*.
- Qual firma investe mais em P&D? Depende de dois efeitos:
  - **Efeito Eficiência**: como supomos

$$\Pi^m(\underline{c}) \geq \Pi^d(\underline{c}, \overline{c}) + \Pi^d(\overline{c}, \underline{c})$$

    haveria um incentivo maior para que a firma 1 investisse mais em P&D. Esse ganho viria de evitar que sua posição vantajosa fosse ameaçada pela entrada da firma 2 no mercado.
  - **Efeito Substituição:** suposição de que a produtividade do investimento em P&D decresce com o lucro inicial, isto é:

$$\frac{\partial}{\partial \left[\Pi^m(\overline{c})\right]} \left[\frac{\partial V_1}{\partial x_1}\right] < 0$$

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.
- Não há dissipação da renda gerada pela patente $=>$ **não há efeito eficiência**.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.
- Não há dissipação da renda gerada pela patente $=>$ **não há efeito eficiência**.
- Portanto, **o efeito substituição deve dominar**.

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.
- Não há dissipação da renda gerada pela patente $=>$ **não há efeito eficiência**.
- Portanto, **o efeito substituição deve dominar**.
- Assim, teremos $x_1^* < x_2^*$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.
- Não há dissipação da renda gerada pela patente $=>$ **não há efeito eficiência**.
- Portanto, **o efeito substituição deve dominar**.
- Assim, teremos $x_1^* < x_2^*$.
- Portanto, a firma entrante tem maior incentivo a investir em P&D.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação drástica**.
- A firma entrante se torna a nova monopolista e substitui o monopolista incumbente.
- Não há dissipação da renda gerada pela patente $=>$ **não há efeito eficiência**.
- Portanto, **o efeito substituição deve dominar**.
- Assim, teremos $x_1^* < x_2^*$.
- Portanto, a firma entrante tem maior incentivo a investir em P&D.
- Incentivo vem dos ganhos que obterá se "destronar" a firma incumbente.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.
- Para isso, irá reagir investindo mais em P&D, o que induzirá resposta semelhante na firma 2.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.
- Para isso, irá reagir investindo mais em P&D, o que induzirá resposta semelhante na firma 2.
- Como parte dos ganhos que a firma 2 obtem se dissipam caso ela consiga a inovação, ela não tem o mesmo incentivo para aumentar o investimento em P&D.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.
- Para isso, irá reagir investindo mais em P&D, o que induzirá resposta semelhante na firma 2.
- Como parte dos ganhos que a firma 2 obtem se dissipam caso ela consiga a inovação, ela não tem o mesmo incentivo para aumentar o investimento em P&D.
- Segue que, neste caso, temos $x_1^* > x_2^*$.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.
- Para isso, irá reagir investindo mais em P&D, o que induzirá resposta semelhante na firma 2.
- Como parte dos ganhos que a firma 2 obtem se dissipam caso ela consiga a inovação, ela não tem o mesmo incentivo para aumentar o investimento em P&D.
- Segue que, neste caso, temos $x_1^* > x_2^*$.
- Neste caso, o **efeito eficiência deve dominar**.

Corrida por Patentes

Um Modelo

- Considere o caso de uma **inovação não-drástica**.
- Para eliminar o efeito substituição, a firma 1 precisa reduzir a probabilidade de firma 2 conseguir a inovação.
- Para isso, irá reagir investindo mais em P&D, o que induzirá resposta semelhante na firma 2.
- Como parte dos ganhos que a firma 2 obtem se dissipam caso ela consiga a inovação, ela não tem o mesmo incentivo para aumentar o investimento em P&D.
- Segue que, neste caso, temos $x_1^* > x_2^*$.
- Neste caso, o **efeito eficiência deve dominar**.
- Segue que, neste caso, monopólios tenderão a se perpetuar.

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.
- Considere que podemos investir em duas tecnologias com o mesmo tempo esperado até a descoberta, mas com variância diferente.

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.
- Considere que podemos investir em duas tecnologias com o mesmo tempo esperado até a descoberta, mas com variância diferente.
- Qual será o projeto escolhido? Investir na tecnologia "mais arriscada" ou "menos arriscada"?

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.
- Considere que podemos investir em duas tecnologias com o mesmo tempo esperado até a descoberta, mas com variância diferente.
- Qual será o projeto escolhido? Investir na tecnologia "mais arriscada" ou "menos arriscada"?
- Como o vencedor (quem descobre primeiro) leva todo o prêmio, a mais arriscada será a escolhida.

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.
- Considere que podemos investir em duas tecnologias com o mesmo tempo esperado até a descoberta, mas com variância diferente.
- Qual será o projeto escolhido? Investir na tecnologia "mais arriscada" ou "menos arriscada"?
- Como o vencedor (quem descobre primeiro) leva todo o prêmio, a mais arriscada será a escolhida.
- Isto ocorre pelo formato "valor de opção" dos payoffs do investimento em P&D.

Corrida por Patentes

Extensões: Escolha de Tecnologias

- O modelo acima pode ser estendido para escolha de tecnologias onde investir.
- Considere que podemos investir em duas tecnologias com o mesmo tempo esperado até a descoberta, mas com variância diferente.
- Qual será o projeto escolhido? Investir na tecnologia "mais arriscada" ou "menos arriscada"?
- Como o vencedor (quem descobre primeiro) leva todo o prêmio, a mais arriscada será a escolhida.
- Isto ocorre pelo formato "valor de opção" dos payoffs do investimento em P&D.
- Assim, temos outra forma de ineficiência do investimento em P&D: investimento em P&D tende a ser excessivamente arriscado.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- O modelo básico supõe que o processo de P&D é sem memória.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- O modelo básico supõe que o processo de P&D é sem memória.
- Obviamente, não é isso o que observamos.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- O modelo básico supõe que o processo de P&D é sem memória.
- Obviamente, não é isso o que observamos.
- P&D não é um simples "garimpo": aprende-se muito com investimentos feitos anteriormente.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- O modelo básico supõe que o processo de P&D é sem memória.
- Obviamente, não é isso o que observamos.
- P&D não é um simples "garimpo": aprende-se muito com investimentos feitos anteriormente.
- Isso mudaria as conclusões obtidas com o modelo básico?

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- O modelo básico supõe que o processo de P&D é sem memória.
- Obviamente, não é isso o que observamos.
- P&D não é um simples "garimpo": aprende-se muito com investimentos feitos anteriormente.
- Isso mudaria as conclusões obtidas com o modelo básico?
- Podemos refazer o modelo anterior onde $h(\cdot)$ passa a ser função não do fluxo de investimentos em P&D, mas sim do estoque acumulado de conhecimento $\omega_i(t)$.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- Neste caso, os incentivos são de tornar o estoque de conhecimento necessário para ingressar no setor ser tão brutalmente alto, que qualquer entrante fica desencorajado de entrar na disputa.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- Neste caso, os incentivos são de tornar o estoque de conhecimento necessário para ingressar no setor ser tão brutalmente alto, que qualquer entrante fica desencorajado de entrar na disputa.
- Para que exista qualquer chance de o jogo não ter solução trivial, precisa-se introduzir mais ineficiências nos modelos.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- Neste caso, os incentivos são de tornar o estoque de conhecimento necessário para ingressar no setor ser tão brutalmente alto, que qualquer entrante fica desencorajado de entrar na disputa.
- Para que exista qualquer chance de o jogo não ter solução trivial, precisa-se introduzir mais ineficiências nos modelos.
- Uma delas é a de que não se pode continuamente checar os resultados e investimentos em P&D do oponente.

- Neste caso, os incentivos são de tornar o estoque de conhecimento necessário para ingressar no setor ser tão brutalmente alto, que qualquer entrante fica desencorajado de entrar na disputa.
- Para que exista qualquer chance de o jogo não ter solução trivial, precisa-se introduzir mais ineficiências nos modelos.
- Uma delas é a de que não se pode continuamente checar os resultados e investimentos em P&D do oponente.
- Existem "checkpoints" no tempo nos quais você pode descobrir o status do investimento do oponente.

Corrida por Patentes

Extensões: Experiência em Corrida por Patentes

- Neste caso, os incentivos são de tornar o estoque de conhecimento necessário para ingressar no setor ser tão brutalmente alto, que qualquer entrante fica desencorajado de entrar na disputa.
- Para que exista qualquer chance de o jogo não ter solução trivial, precisa-se introduzir mais ineficiências nos modelos.
- Uma delas é a de que não se pode continuamente checar os resultados e investimentos em P&D do oponente.
- Existem "checkpoints" no tempo nos quais você pode descobrir o status do investimento do oponente.
- Neste caso, pode existir oportunidade para um entrante acelerar sua pesquisa entre checkpoints e aparecer na frente no próximo checkpoint, revertendo o jogo.

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:
  - Arrow (Princeton U. Press, 1962).

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:
  - Arrow (Princeton U. Press, 1962).
  - Nelson (JPE, 1959)

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:
  - Arrow (Princeton U. Press, 1962).
  - Nelson (JPE, 1959)
- Além disso, externalidades (spillover effects) reduzem o payoff do inovador.

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:
  - Arrow (Princeton U. Press, 1962).
  - Nelson (JPE, 1959)
- Além disso, externalidades (spillover effects) reduzem o payoff do inovador.
- Quanto maior a externalidade, maior o desincentivo à inovação.

Análise de Bem-Estar da Proteção por Patentes

Principais Questões

- Vimos que pode haver sub-investimento ou superinvestimento em inovações.
- Uma forma de se ajustar o investimento em P&D para o nível ótimo é limitar a duração da patente (em caso de superinvestimento).
- Alguns estudos se dedicaram a mostrar qual seria a duração ótima de uma patente.
- No entanto, vários artigos mostram que a possibilidade de imitação pode comprometer os incentivos para inovação:
  - Arrow (Princeton U. Press, 1962).
  - Nelson (JPE, 1959)
- Além disso, externalidades (spillover effects) reduzem o payoff do inovador.
- Quanto maior a externalidade, maior o desincentivo à inovação.
- Assim, recomenda-se o incentivo governamental à inovação (via subsídios, prêmios, etc.) em indústrias onde externalidades são altas.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Principais Questões

- Além do mecanismo de patentes, a literatura tem considerado mecanismos alternativos para se estimular a atividade inovadora:

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Principais Questões

- Além do mecanismo de patentes, a literatura tem considerado mecanismos alternativos para se estimular a atividade inovadora:
  - Premiação em dinheiro

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Principais Questões

- Além do mecanismo de patentes, a literatura tem considerado mecanismos alternativos para se estimular a atividade inovadora:
  - Premiação em dinheiro
  - Mecanismo Contratual

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Principais Questões

- Além do mecanismo de patentes, a literatura tem considerado mecanismos alternativos para se estimular a atividade inovadora:
  - Premiação em dinheiro
  - Mecanismo Contratual
- Literatura compara vantagens e desvantagens de cada sistema em comparação com o mecanismo de patentes.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica
  - Exemplo: prêmios da Aviação Francesa no início do século XX para quem conseguisse voar em uma máquina sobre rodas mais pesada que o ar.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica
  - Exemplo: prêmios da Aviação Francesa no início do século XX para quem conseguisse voar em uma máquina sobre rodas mais pesada que o ar.
    - Prêmio Archdeacon: 3.000 francos (600 dólares) para quem voasse 25 metros;

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica
  - Exemplo: prêmios da Aviação Francesa no início do século XX para quem conseguisse voar em uma máquina sobre rodas mais pesada que o ar.
    - Prêmio Archdeacon: 3.000 francos (600 dólares) para quem voasse 25 metros;
    - Prêmio do Aeroclube da França: 1.500 francos (300 dólares) para quem voasse 100 metros;

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica
  - Exemplo: prêmios da Aviação Francesa no início do século XX para quem conseguisse voar em uma máquina sobre rodas mais pesada que o ar.
    - Prêmio Archdeacon: 3.000 francos (600 dólares) para quem voasse 25 metros;
    - Prêmio do Aeroclube da França: 1.500 francos (300 dólares) para quem voasse 100 metros;
    - Prêmio Deutsch-Archdeacon: 50.000 francos (10.000 dólares) para quem voasse 1.000 metros em circuito fechado.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Premiação

- **Premiação em Dinheiro:** neste sistema paga-se um prêmio para aquele que conseguir desenvolver uma inovação específica
  - Exemplo: prêmios da Aviação Francesa no início do século XX para quem conseguisse voar em uma máquina sobre rodas mais pesada que o ar.
    - Prêmio Archdeacon: 3.000 francos (600 dólares) para quem voasse 25 metros;
    - Prêmio do Aeroclube da França: 1.500 francos (300 dólares) para quem voasse 100 metros;
    - Prêmio Deutsch-Archdeacon: 50.000 francos (10.000 dólares) para quem voasse 1.000 metros em circuito fechado.
- Os prêmios estimularam Santos Dumont a se dedicar à construção de aviões (anteriormente, só havia inventado dirigíveis).

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.
- Além disso, com prêmios, todo o investimento em P&D é enterrado. Para não sofrer do problema de hold-up, há incentivos para que o prêmio seja determinado *ex post*.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.
- Além disso, com prêmios, todo o investimento em P&D é enterrado. Para não sofrer do problema de hold-up, há incentivos para que o prêmio seja determinado *ex post*.
- Governo precisa saber o valor de uma inovação.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.
- Além disso, com prêmios, todo o investimento em P&D é enterrado. Para não sofrer do problema de hold-up, há incentivos para que o prêmio seja determinado *ex post*.
- Governo precisa saber o valor de uma inovação.
- **Mecanismo Contratual:** neste sistema, contrata-se um indivíduo ou instituição para desenvolver um produto particular sob pagamento

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.
- Além disso, com prêmios, todo o investimento em P&D é enterrado. Para não sofrer do problema de hold-up, há incentivos para que o prêmio seja determinado *ex post*.
- Governo precisa saber o valor de uma inovação.
- **Mecanismo Contratual:** neste sistema, contrata-se um indivíduo ou instituição para desenvolver um produto particular sob pagamento
  - Exemplo: Contratos da RAF e ESA com a Rolls-Royce para construção de turbinas para aviões e foguetes.

Formas Alternativas de se Induzir P&D

Mecanismo Contratual

- Prêmios sofrem dos mesmos problemas que patentes, e podem levar ao super ou subinvestimento.
- Além disso, com prêmios, todo o investimento em P&D é enterrado. Para não sofrer do problema de hold-up, há incentivos para que o prêmio seja determinado *ex post*.
- Governo precisa saber o valor de uma inovação.
- **Mecanismo Contratual:** neste sistema, contrata-se um indivíduo ou instituição para desenvolver um produto particular sob pagamento
  - Exemplo: Contratos da RAF e ESA com a Rolls-Royce para construção de turbinas para aviões e foguetes.
- Problema: assim como com premiação, o governo precisa saber o valor da inovação.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Adoção de Tecnologias

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Adoção de Tecnologias

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.
- Poucas inovações são adotadas instantaneamente.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Adoção de Tecnologias

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.
- Poucas inovações são adotadas instantaneamente.
- Mansfield (Norton Ed., 1968) estimou um modelo "curva S" para adoção de tecnologias e mostra que este modelo explica bem o padrão de difusão de tecnologias pela economia.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Adoção de Tecnologias

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.
- Poucas inovações são adotadas instantaneamente.
- Mansfield (Norton Ed., 1968) estimou um modelo "curva S" para adoção de tecnologias e mostra que este modelo explica bem o padrão de difusão de tecnologias pela economia.
- Kamien e Schwartz (Cambridge U. Press, 1982) comentam que a adoção de novas tecnologias tende a ser mais rápida em setores menos concentrados.

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.
- Poucas inovações são adotadas instantaneamente.
- Mansfield (Norton Ed., 1968) estimou um modelo "curva S" para adoção de tecnologias e mostra que este modelo explica bem o padrão de difusão de tecnologias pela economia.
- Kamien e Schwartz (Cambridge U. Press, 1982) comentam que a adoção de novas tecnologias tende a ser mais rápida em setores menos concentrados.
- Assim, o estudo preciso do processo de difusão de tecnologias se faz necessário.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Adoção de Tecnologias

- Tão importante quanto a invenção de tecnologias está a sua adoção.
- Poucas inovações são adotadas instantaneamente.
- Mansfield (Norton Ed., 1968) estimou um modelo "curva S" para adoção de tecnologias e mostra que este modelo explica bem o padrão de difusão de tecnologias pela economia.
- Kamien e Schwartz (Cambridge U. Press, 1982) comentam que a adoção de novas tecnologias tende a ser mais rápida em setores menos concentrados.
- Assim, o estudo preciso do processo de difusão de tecnologias se faz necessário.
- Vários modelos foram desenvolvidos com o objetivo de explicar esses padrões empíricos. Vamos resumir alguns nos próximos slides.

- Considere um bem homogêneo

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Inovação para Deter Imitação: Esvaziamento e Difusão

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand
- Custo unitário inicial: $\overline{c}$.

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand
- Custo unitário inicial: $\overline{c}$.
- Portanto, temos $p = \overline{c}$.

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand
- Custo unitário inicial: $\overline{c}$.
- Portanto, temos $p = \overline{c}$.
- Nova tecnologia reduz custo de produção para $\underline{c}$.

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand
- Custo unitário inicial: $\overline{c}$.
- Portanto, temos $p = \overline{c}$.
- Nova tecnologia reduz custo de produção para $\underline{c}$.
- Inovação é não-drástica (não tira o competidor do mercado).

- Considere um bem homogêneo
- 2 firmas produzem o bem e competem em jogo de Bertrand
- Custo unitário inicial: $\overline{c}$.
- Portanto, temos $p = \overline{c}$.
- Nova tecnologia reduz custo de produção para $\underline{c}$.
- Inovação é não-drástica (não tira o competidor do mercado).
- Como vimos em seção anterior, se uma empresa adota a inovação e a outra não, o valor da inovação para a firma inovadora será:

$$V = \frac{\overline{c} - \underline{c}}{r}$$

- Suponha também que, para adotar a nova tecnologia, a firma precisa pagar um custo $C(t)$, que cai como tempo.

- Suponha também que, para adotar a nova tecnologia, a firma precisa pagar um custo $C(t)$, que cai como tempo.
- Mais precisamente, suponha $C'(t) < 0$, $C''(t) > 0$, e $\lim_{t \to 0} C(t) = +\infty$.

- Suponha também que, para adotar a nova tecnologia, a firma precisa pagar um custo $C(t)$, que cai como tempo.
- Mais precisamente, suponha $C'(t) < 0$, $C''(t) > 0$, e $\lim_{t \to 0} C(t) = +\infty$.
- Os ganhos líquidos da firma inovadora por adotar a nova tecnologia serão dados por:

$$V - C(t)$$

- Suponha também que, para adotar a nova tecnologia, a firma precisa pagar um custo $C(t)$, que cai como tempo.
- Mais precisamente, suponha $C'(t) < 0$, $C''(t) > 0$, e $\lim_{t \to 0} C(t) = +\infty$.
- Os ganhos líquidos da firma inovadora por adotar a nova tecnologia serão dados por:

$$V - C(t)$$

- Podemos então descrever o valor presente dos ganhos da firma inovadora em adotar a nova tecnologia por:

$$L(t) = e^{-rt} \left[V - C(t) \right]$$

- Os ganhos de uma firma que adote a nova tecnologia dado que seu concorrente já a adotou não será o mesmo.

- Os ganhos de uma firma que adote a nova tecnologia dado que seu concorrente já a adotou não será o mesmo.
- Note que, quando a segunda firma adota a nova tecnologia, as duas firmas passam a operar com custo marginal $\underline{c}$.

- Os ganhos de uma firma que adote a nova tecnologia dado que seu concorrente já a adotou não será o mesmo.
- Note que, quando a segunda firma adota a nova tecnologia, as duas firmas passam a operar com custo marginal $\underline{c}$.
- Assim, como a competição é de preços, o novo preço será $p = \underline{c}$.

- Os ganhos de uma firma que adote a nova tecnologia dado que seu concorrente já a adotou não será o mesmo.
- Note que, quando a segunda firma adota a nova tecnologia, as duas firmas passam a operar com custo marginal $\underline{c}$.
- Assim, como a competição é de preços, o novo preço será $p = \underline{c}$.
- Ambas as firmas passarão a ter lucro zero.

- Os ganhos de uma firma que adote a nova tecnologia dado que seu concorrente já a adotou não será o mesmo.
- Note que, quando a segunda firma adota a nova tecnologia, as duas firmas passam a operar com custo marginal $\underline{c}$.
- Assim, como a competição é de preços, o novo preço será $p = \underline{c}$.
- Ambas as firmas passarão a ter lucro zero.
- Podemos escrever o ganho da firma seguidora em adotar a nova tecnologia como:

$$F(t) = 0$$

- Seja t^m o valor ótimo para adoção da nova tecnologia caso ela tenha uma patente desde $t = 0$.

- Seja t^m o valor ótimo para adoção da nova tecnologia caso ela tenha uma patente desde $t = 0$.
- Teremos:

$$t^m = \arg\max_t e^{-rt} \left[V - C(t) \right]$$

- Seja t^m o valor ótimo para adoção da nova tecnologia caso ela tenha uma patente desde $t = 0$.
- Teremos:

$$t^m = \arg\max_t e^{-rt} \left[V - C(t) \right]$$

- Condições de 1a. ordem:

$$\begin{aligned} r(V - C(t^m)) &= -C'(t^m) \\ (\overline{c} - \underline{c}) - rC(t^m) &= -C'(t^m) \end{aligned}$$

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.
- Se V for alto o suficiente, a um momento $\widehat{t}$ a função $L(t)$ cruza o eixo das abscissas.

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.
- Se V for alto o suficiente, a um momento $\widehat{t}$ a função $L(t)$ cruza o eixo das abscissas.
- A partir de $\widehat{t}$, passa a ser lucrativo para a firma líder adotar a tecnologia.

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.
- Se V for alto o suficiente, a um momento $\widehat{t}$ a função $L(t)$ cruza o eixo das abscissas.
- A partir de $\widehat{t}$, passa a ser lucrativo para a firma líder adotar a tecnologia.
- Se ela não a adotar, a outra firma a adotará e será a firma líder.

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.
- Se V for alto o suficiente, a um momento $\widehat{t}$ a função $L(t)$ cruza o eixo das abscissas.
- A partir de $\widehat{t}$, passa a ser lucrativo para a firma líder adotar a tecnologia.
- Se ela não a adotar, a outra firma a adotará e será a firma líder.
- Segue que em competição teremos que ambas as firmas escolherão

$$t^c = \widehat{t}$$

- Seja t^c o valor ótimo para adoção da nova tecnologia em caso de competição (sem a existência de patentes).
- Como $C(0) = +\infty$, temos que $L(0) < 0$. À medida em que o tempo passa, $L(t)$ cresce.
- Se V for alto o suficiente, a um momento $\widehat{t}$ a função $L(t)$ cruza o eixo das abscissas.
- A partir de $\widehat{t}$, passa a ser lucrativo para a firma líder adotar a tecnologia.
- Se ela não a adotar, a outra firma a adotará e será a firma líder.
- Segue que em competição teremos que ambas as firmas escolherão

$$t^c = \widehat{t}$$

- Este perfil de estratégias constitui um equilíbrio perfeito em subjogos.

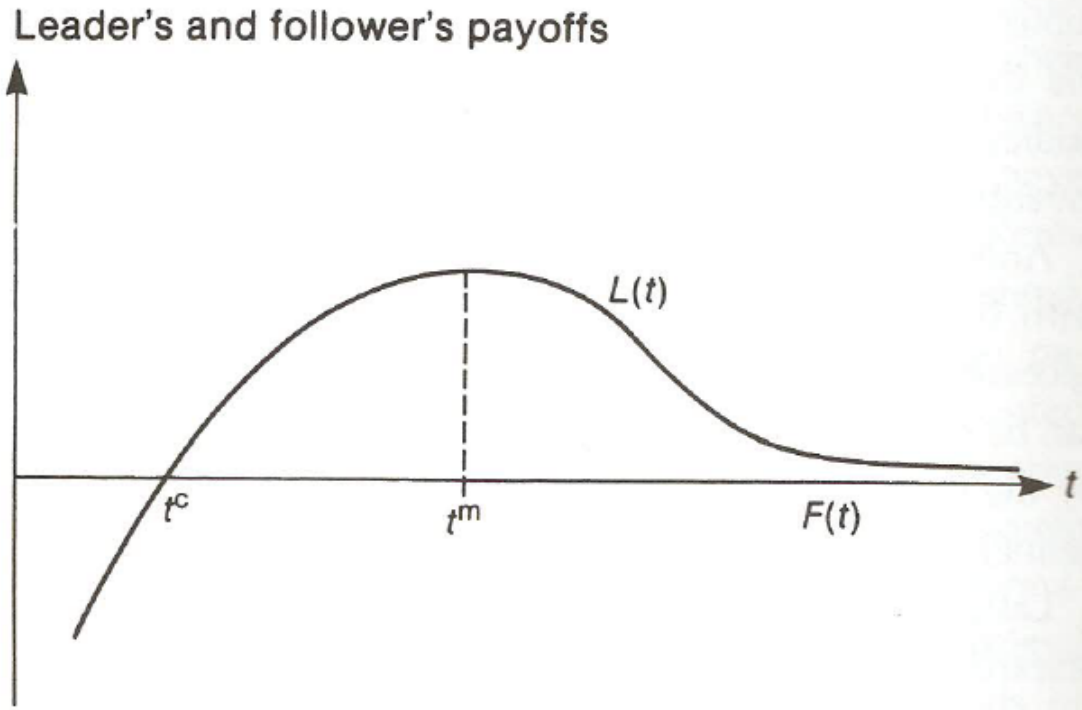


Figure 10.1
Preemption and diffusion. The leader's payoff is $L(t) = [V - C(t)]e^{-rt}$; the follower's is $F(t) = 0$.

- Portanto, temos:

$$t^c < t^m$$

- Portanto, temos:

$$t^c < t^m$$

- Assim, **a adoção da nova tecnologia ocorrerá antes se não existirem patentes concedendo monopólio para utilização de novas tecnologias**.

- Portanto, temos:

$$t^c < t^m$$

- Assim, **a adoção da nova tecnologia ocorrerá antes se não existirem patentes concedendo monopólio para utilização de novas tecnologias**.
- Vimos em seções anteriores que, se não houverem patentes, firmas não desenvolverão novas tecnologias.

- Os dois modelos, tomados juntos, sugerem que patentes devem existir, ou não haverá incentivos para inovação.

- Os dois modelos, tomados juntos, sugerem que patentes devem existir, ou não haverá incentivos para inovação.
- No entanto, patentes perpétuas tendem a atrasar a adoção das novas tecnologias criadas.

- Os dois modelos, tomados juntos, sugerem que patentes devem existir, ou não haverá incentivos para inovação.
- No entanto, patentes perpétuas tendem a atrasar a adoção das novas tecnologias criadas.
- Consequentemente, precisa-se limitar a duração de uma patente, de tal forma que haja incentivos para que novas tecnologias sejam criadas, mas que o adiamento na adoção da nova tecnologia seja adiado o mínimo possível de tempo.

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Imitação Rápida e Adoção Conjunta Retardada

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.
- Custo de adotar nova tecnologia: C, constante ao longo do tempo, com

$$1 < C < \frac{1+r}{r}$$

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.
- Custo de adotar nova tecnologia: C, constante ao longo do tempo, com

$$1 < C < \frac{1+r}{r}$$

- Adotar a nova tecnologia rouba \$1 do lucro da outra empresa.

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.
- Custo de adotar nova tecnologia: C, constante ao longo do tempo, com

$$1 < C < \frac{1+r}{r}$$

- Adotar a nova tecnologia rouba \$1 do lucro da outra empresa.
- Se adotar nova tecnologia, a firma obtém $\Pi + 1$, enquanto sua rival obtém $\Pi - 1$.

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.
- Custo de adotar nova tecnologia: C, constante ao longo do tempo, com

$$1 < C < \frac{1+r}{r}$$

- Adotar a nova tecnologia rouba \$1 do lucro da outra empresa.
- Se adotar nova tecnologia, a firma obtém $\Pi + 1$, enquanto sua rival obtém $\Pi - 1$.
- Se ambas as firmas adotam a nova tecnologia, cada uma obtêm Π.

- Considere a seguinte alteração do modelo anterior: cada duopolista consegue lucro de Π por período.
- Tempo discreto.
- Custo de adotar nova tecnologia: C, constante ao longo do tempo, com

$$1 < C < \frac{1+r}{r}$$

- Adotar a nova tecnologia rouba \$1 do lucro da outra empresa.
- Se adotar nova tecnologia, a firma obtém $\Pi + 1$, enquanto sua rival obtém $\Pi - 1$.
- Se ambas as firmas adotam a nova tecnologia, cada uma obtêm Π.
- Em cada período, as firmas escolhem se adotam a nova tecnologia ou não.

- Existem vários equilíbrios de Nash neste jogo.

Adoção Estratégica de Novas Tecnologias

Imitação Rápida e Adoção Conjunta Retardada

- Existem vários equilíbrios de Nash neste jogo.
- Tirole (MIT Press, 1997) se concentra em dois: o Pareto-superior e o Pareto-inferior.

- Existem vários equilíbrios de Nash neste jogo.
- Tirole (MIT Press, 1997) se concentra em dois: o Pareto-superior e o Pareto-inferior.
- Primeiro, note que a reação de cada firma será sempre imediata: se uma firma adota a nova tecnologia em t, sua competidora a adotará em $t + 1$.

- Existem vários equilíbrios de Nash neste jogo.
- Tirole (MIT Press, 1997) se concentra em dois: o Pareto-superior e o Pareto-inferior.
- Primeiro, note que a reação de cada firma será sempre imediata: se uma firma adota a nova tecnologia em t, sua competidora a adotará em $t+1$.
- Dado que seu competidor adotou a nova tecnologia, se a firma seguidora adotar a nova tecnologia, obterá, a partir de $t+1$:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C$$

- Existem vários equilíbrios de Nash neste jogo.
- Tirole (MIT Press, 1997) se concentra em dois: o Pareto-superior e o Pareto-inferior.
- Primeiro, note que a reação de cada firma será sempre imediata: se uma firma adota a nova tecnologia em t, sua competidora a adotará em $t+1$.
- Dado que seu competidor adotou a nova tecnologia, se a firma seguidora adotar a nova tecnologia, obterá, a partir de $t+1$:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C$$

- Se não a adotar, obterá:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)(\Pi - 1) = \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - \left(\frac{1+r}{r}\right) < \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C$$

dada nossa hipótese de que $C < (1+r)/r$.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-superior:**

- **Equilíbrio de Nash Pareto-superior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia apenas se sua concorrente tiver adotado a nova tecnologia em algum período anterior.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-superior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia apenas se sua concorrente tiver adotado a nova tecnologia em algum período anterior.
  - Cada firma obtém payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

- **Equilíbrio de Nash Pareto-superior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia apenas se sua concorrente tiver adotado a nova tecnologia em algum período anterior.
  - Cada firma obtém payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

  - Isto é um equilíbrio porque, se uma firma adota a nova tecnologia, só obterá lucro extra por um período, pois no período seguinte sua concorrente fará o mesmo.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-superior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia apenas se sua concorrente tiver adotado a nova tecnologia em algum período anterior.
  - Cada firma obtém payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

  - Isto é um equilíbrio porque, se uma firma adota a nova tecnologia, só obterá lucro extra por um período, pois no período seguinte sua concorrente fará o mesmo.
  - Assim, se uma firma adotar a nova tecnologia, obterá:

$$\Pi + 1 - C + \frac{\Pi}{r} < \Pi + \frac{\Pi}{r} = \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

dada nossa hipótese de que $C < (1+r)/r$.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia no período 0, independentemente da ação da outra firma.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia no período 0, independentemente da ação da outra firma.
  - Neste equilíbrio, a firma que adota a nova tecnologia tem payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C < \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia no período 0, independentemente da ação da outra firma.
  - Neste equilíbrio, a firma que adota a nova tecnologia tem payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C < \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

  - Portanto, o payoff de cada firma é menor do que se elas nunca adotarem a nova tecnologia.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia no período 0, independentemente da ação da outra firma.
  - Neste equilíbrio, a firma que adota a nova tecnologia tem payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C < \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

  - Portanto, o payoff de cada firma é menor do que se elas nunca adotarem a nova tecnologia.
  - Não há dissipação de renda neste equilíbrio.

- **Equilíbrio de Nash Pareto-inferior:**
  - Cada firma adota a nova tecnologia no período 0, independentemente da ação da outra firma.
  - Neste equilíbrio, a firma que adota a nova tecnologia tem payoff:

$$\left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi - C < \left(\frac{1+r}{r}\right)\Pi$$

  - Portanto, o payoff de cada firma é menor do que se elas nunca adotarem a nova tecnologia.
  - Não há dissipação de renda neste equilíbrio.
  - Firmas prefeririam se coordenar neste equilíbrio.

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:
  - VHS x Betamax

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:
  - VHS x Betamax
  - Mac x PC

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:
  - VHS x Betamax
  - Mac x PC
  - Xbox x Playstation

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:
  - VHS x Betamax
  - Mac x PC
  - Xbox x Playstation
- O que faz com que uma tecnologia predomine sobre a concorrente?

- A difusão de tecnologias muitas vezes depende da expectativa de sua utilização futura.
- Muitas vezes temos tecnologias novas que competem entre si.
- Muitas vezes a melhor tecnologia não é a que se torna mais difundida. Exemplos:
  - VHS x Betamax
  - Mac x PC
  - Xbox x Playstation
- O que faz com que uma tecnologia predomine sobre a concorrente?
- Nesta seção, veremos alguns "toy models" que sintetizam parte da literatura sobre o assunto.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.

Externalidades de Rede, Padronização e Compatibilidade

O Lado da Demanda: Coordenação de Expectativas dos Usuários

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.
- O tamanho da rede (no. de usuários que usam o mesmo sistema) é dado por $q \in \{1, 2\}$.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.
- O tamanho da rede (no. de usuários que usam o mesmo sistema) é dado por $q \in \{1, 2\}$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia antiga: $u(q)$.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.
- O tamanho da rede (no. de usuários que usam o mesmo sistema) é dado por $q \in \{1, 2\}$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia antiga: $u(q)$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia nova: $v(q)$.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.
- O tamanho da rede (no. de usuários que usam o mesmo sistema) é dado por $q \in \{1, 2\}$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia antiga: $u(q)$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia nova: $v(q)$.
- As duas tecnologias são **incompatíveis**.

- Considere que existam dois usuários de um sistema: $i \in \{1, 2\}$.
- Cada um pode adotar a nova tecnologia ou continuar usando a antiga.
- O tamanho da rede (no. de usuários que usam o mesmo sistema) é dado por $q \in \{1, 2\}$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia antiga: $u(q)$.
- Utilidade obtida ao se utilizar a tecnologia nova: $v(q)$.
- As duas tecnologias são **incompatíveis**.
- Hipóteses:

$$\begin{aligned} u(2) &> u(1) \\ v(2) &> v(1) \\ u(2) &> v(1) \\ v(2) &> u(1) \end{aligned}$$

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:
  - os dois usuários escolhem a tecnologia nova;

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:
  - os dois usuários escolhem a tecnologia nova;
  - os dois usuários escolhem a tecnologia antiga;

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:
  - os dois usuários escolhem a tecnologia nova;
  - os dois usuários escolhem a tecnologia antiga;
- Podemos ter duas situações de ineficiência:

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:
  - os dois usuários escolhem a tecnologia nova;
  - os dois usuários escolhem a tecnologia antiga;
- Podemos ter duas situações de ineficiência:
  - Excesso de inércia: equilíbrio escolhe tecnologia antiga e $v(2) > u(2)$;

- Os dois usuários escolhem qual tecnologia usar simultaneamente.
- Assim, temos dois equilíbrios de Nash com estratégias puras:
  - os dois usuários escolhem a tecnologia nova;
  - os dois usuários escolhem a tecnologia antiga;
- Podemos ter duas situações de ineficiência:
  - Excesso de inércia: equilíbrio escolhe tecnologia antiga e $v(2) > u(2)$;
  - Excesso de momentum: equilíbrio escolhe tecnologia nova e $v(2) < u(2)$;

- A análise acima é bastante simplista.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.
- Considere que as preferências por tecnologias do modelo acima sejam funções crescentes de um parâmetro $\theta \sim u[0,1]$.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.
- Considere que as preferências por tecnologias do modelo acima sejam funções crescentes de um parâmetro $\theta \sim u\left[0,1\right]$.
- Suponha que $u_\theta(q)$ e $v_\theta(q)$ sejam ambos crescentes em θ.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.
- Considere que as preferências por tecnologias do modelo acima sejam funções crescentes de um parâmetro $\theta \sim u\,[0,1]$.
- Suponha que $u_\theta(q)$ e $v_\theta(q)$ sejam ambos crescentes em θ.
- Cada usuário conhece seu θ, mas desconhece o valor de θ do outro.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.
- Considere que as preferências por tecnologias do modelo acima sejam funções crescentes de um parâmetro $\theta \sim u\,[0,1]$.
- Suponha que $u_\theta(q)$ e $v_\theta(q)$ sejam ambos crescentes em θ.
- Cada usuário conhece seu θ, mas desconhece o valor de θ do outro.
- Suponha $v_1(1) > u_1(2)$ e $v_0(2) < u_0(1)$.

- A análise acima é bastante simplista.
- Farrell e Saloner (Rand J Econ, 1985) analisaram um modelo em que preferências por tecnologia podem variar.
- Reconsidere o modelo anterior.
- Considere que as preferências por tecnologias do modelo acima sejam funções crescentes de um parâmetro $\theta \sim u\,[0,1]$.
- Suponha que $u_\theta(q)$ e $v_\theta(q)$ sejam ambos crescentes em θ.
- Cada usuário conhece seu θ, mas desconhece o valor de θ do outro.
- Suponha $v_1(1) > u_1(2)$ e $v_0(2) < u_0(1)$.
- Os dois usuários interagem por 2 períodos.

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);
  3. Mudar para a nova tecnologia na data 1, qualquer que seja a estratégia do outro usuário.

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);
  3. Mudar para a nova tecnologia na data 1, qualquer que seja a estratégia do outro usuário.
  4. **Obs.:** a estratégia usar a tecnologia antiga no período 1 e mudar para a nova no período 2 qualquer que seja a estratégia do outro usuário é estritamente dominada.

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);
  3. Mudar para a nova tecnologia na data 1, qualquer que seja a estratégia do outro usuário.
  4. **Obs.:** a estratégia usar a tecnologia antiga no período 1 e mudar para a nova no período 2 qualquer que seja a estratégia do outro usuário é estritamente dominada.
- Para valores de θ muito altos, o usuário irá usar a estratégia 1.

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);
  3. Mudar para a nova tecnologia na data 1, qualquer que seja a estratégia do outro usuário.
  4. **Obs.:** a estratégia usar a tecnologia antiga no período 1 e mudar para a nova no período 2 qualquer que seja a estratégia do outro usuário é estritamente dominada.
- Para valores de θ muito altos, o usuário irá usar a estratégia 1.
- Para valores de θ muito baixos, o usuário irá usar a estratégia 3.

- Cada usuário pode tomar uma das três seguintes estratégias
  1. nunca mudar para a nova tecnologia, qualquer que seja a estratégia do outro usuário;
  2. Mudar na data 2 se o outro usuário tiver mudado para a nova tecnologia na data 1 (Maria vai com as outras);
  3. Mudar para a nova tecnologia na data 1, qualquer que seja a estratégia do outro usuário.
  4. **Obs.:** a estratégia usar a tecnologia antiga no período 1 e mudar para a nova no período 2 qualquer que seja a estratégia do outro usuário é estritamente dominada.
- Para valores de θ muito altos, o usuário irá usar a estratégia 1.
- Para valores de θ muito baixos, o usuário irá usar a estratégia 3.
- Para valores intermediários de θ, o usuário irá usar a estratégia 2.

- Portanto, haverá um usuário θ^* que estará indiferente entre 1 e 2.

- Portanto, haverá um usuário θ^* que estará indiferente entre 1 e 2.
- Portanto, haverá um usuário θ^{**} que estará indiferente entre 2 e 3.

- Portanto, haverá um usuário θ^* que estará indiferente entre 1 e 2.
- Portanto, haverá um usuário θ^{**} que estará indiferente entre 2 e 3.
- Resolvendo o modelo por backward induction, vemos que, para que θ^* esteja indiferente entre 1 e 2, no segundo período, ele deve estar indiferente entre mudar para a nova tecnologia ou permanecer com a antiga, dado que no primeiro período ele escolheu a antiga.

- Portanto, haverá um usuário θ^* que estará indiferente entre 1 e 2.
- Portanto, haverá um usuário θ^{**} que estará indiferente entre 2 e 3.
- Resolvendo o modelo por backward induction, vemos que, para que θ^* esteja indiferente entre 1 e 2, no segundo período, ele deve estar indiferente entre mudar para a nova tecnologia ou permanecer com a antiga, dado que no primeiro período ele escolheu a antiga.
- Isto implica em:

$$u_{\theta^*}(1) = v_{\theta^*}(2)$$

- Portanto, haverá um usuário θ^* que estará indiferente entre 1 e 2.
- Portanto, haverá um usuário θ^{**} que estará indiferente entre 2 e 3.
- Resolvendo o modelo por backward induction, vemos que, para que θ^* esteja indiferente entre 1 e 2, no segundo período, ele deve estar indiferente entre mudar para a nova tecnologia ou permanecer com a antiga, dado que no primeiro período ele escolheu a antiga.
- Isto implica em:

$$u_{\theta^*}(1) = v_{\theta^*}(2)$$

- Da mesma forma, para que θ^{**} esteja indiferente entre 2 e 3, devemos ter, no período 2:

$$(1-\theta^*)\, v_{\theta^{**}}(2) + \theta^* v_{\theta^{**}}(1) = (1-\theta^{**})\, v_{\theta^{**}}(2) + \theta^{**} u_{\theta^{**}}(2)$$

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.
- Se os dois usuários tiverem valores intermediários de θ, isto é,

$$\theta_1, \theta_2 \in [\theta^*, \theta^{**}],$$

ambos permanecerão com a tecnologia antiga, sendo que ambos prefeririam a tecnologia nova.

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.
- Se os dois usuários tiverem valores intermediários de θ, isto é,

$$\theta_1, \theta_2 \in [\theta^*, \theta^{**}],$$

ambos permanecerão com a tecnologia antiga, sendo que ambos prefeririam a tecnologia nova.

- Formas de aliviar o problema de coordenação:

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.
- Se os dois usuários tiverem valores intermediários de θ, isto é,

$$\theta_1, \theta_2 \in [\theta^*, \theta^{**}],$$

ambos permanecerão com a tecnologia antiga, sendo que ambos prefeririam a tecnologia nova.

- Formas de aliviar o problema de coordenação:
  - permitir comunicação entre os usuários;

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.
- Se os dois usuários tiverem valores intermediários de θ, isto é,

$$\theta_1, \theta_2 \in [\theta^*, \theta^{**}],$$

ambos permanecerão com a tecnologia antiga, sendo que ambos prefeririam a tecnologia nova.

- Formas de aliviar o problema de coordenação:
  - permitir comunicação entre os usuários;
  - permitir aos usuários que assinem contratos especificando a tecnologia a ser usada;

- Equilíbrio exibe excesso de inércia.
- Se os dois usuários tiverem valores intermediários de θ, isto é,

$$\theta_1, \theta_2 \in [\theta^*, \theta^{**}],$$

ambos permanecerão com a tecnologia antiga, sendo que ambos prefeririam a tecnologia nova.

- Formas de aliviar o problema de coordenação:
  - permitir comunicação entre os usuários;
  - permitir aos usuários que assinem contratos especificando a tecnologia a ser usada;
  - dar subsídios governamentais para a adoção da nova tecnologia.

- Firmas muitas vezes estabelecem um "preço de penetração" para que seus produtos fiquem conhecidos no mercado antes de cobrar um preço que reflita as qualidades do produto.

- Firmas muitas vezes estabelecem um "preço de penetração" para que seus produtos fiquem conhecidos no mercado antes de cobrar um preço que reflita as qualidades do produto.
- Katz e Shapiro (AER 1985; JPE 1986; Rand J Econ 1986) se dedicaram a estudar este problema.

- Firmas muitas vezes estabelecem um "preço de penetração" para que seus produtos fiquem conhecidos no mercado antes de cobrar um preço que reflita as qualidades do produto.
- Katz e Shapiro (AER 1985; JPE 1986; Rand J Econ 1986) se dedicaram a estudar este problema.
- Considere duas firmas operando em um duopólio competindo em um jogo de Cournot.

- Firmas muitas vezes estabelecem um "preço de penetração" para que seus produtos fiquem conhecidos no mercado antes de cobrar um preço que reflita as qualidades do produto.
- Katz e Shapiro (AER 1985; JPE 1986; Rand J Econ 1986) se dedicaram a estudar este problema.
- Considere duas firmas operando em um duopólio competindo em um jogo de Cournot.
- Os produtos oferecidos são incompatíveis.

- Firmas muitas vezes estabelecem um "preço de penetração" para que seus produtos fiquem conhecidos no mercado antes de cobrar um preço que reflita as qualidades do produto.
- Katz e Shapiro (AER 1985; JPE 1986; Rand J Econ 1986) se dedicaram a estudar este problema.
- Considere duas firmas operando em um duopólio competindo em um jogo de Cournot.
- Os produtos oferecidos são incompatíveis.
- Consumidor j obtêm utilidade $\theta_j + v(q_i)$.

- Podemos interpretar o preço ao consumidor como sendo

$$\widetilde{p}_i = p_i - v(q_i^e)$$

- Podemos interpretar o preço ao consumidor como sendo

$$\widetilde{p}_i = p_i - v(q_i^e)$$

- Consumidores possuem demanda unitária, dada pela curva:

$$q = 1 - \widetilde{p}$$

onde $\widetilde{p}$ é o custo total ao consumidor, dado por:

$$\widetilde{p} = \min\{\widetilde{p}_1, \widetilde{p}_2\}$$

- A demanda inversa será então:

$$\widetilde{p} = 1 - q_1 - q_2$$

- A demanda inversa será então:

$$\widetilde{p} = 1 - q_1 - q_2$$

- Substituindo $\widetilde{p}_i = p_i - v(q_i^e)$ na equação acima, obtemos:

$$p_i = v(q_i^e) + 1 - q_1 - q_2$$

- A demanda inversa será então:

$$\widetilde{p} = 1 - q_1 - q_2$$

- Substituindo $\widetilde{p}_i = p_i - v(q_i^e)$ na equação acima, obtemos:

$$p_i = v(q_i^e) + 1 - q_1 - q_2$$

- Podemos então calcular o equilíbrio de Nash do jogo de Cournot:

$$\Pi^i(q_i, q_j) = q_i \left[v(q_i^e) + 1 - q_i - q_j\right] - cq_i$$

- Problema da firma:

$$q_i^* = \arg\max_{q_i} q_i \left[v(q_i^e) + 1 - q_i - q_j \right] - cq_i$$

- Problema da firma:

$$q_i^* = \arg\max_{q_i} q_i \left[v(q_i^e) + 1 - q_i - q_j \right] - cq_i$$

- Condições de 1a. ordem:

$$v(q_i^e) + 1 - 2q_i - q_j - c = 0$$

- Problema da firma:

$$q_i^* = \arg\max_{q_i} q_i \left[v(q_i^e) + 1 - q_i - q_j \right] - cq_i$$

- Condições de 1a. ordem:

$$v(q_i^e) + 1 - 2q_i - q_j - c = 0$$

- Temos que os consumidores possuem expectativas racionais, portanto:

$$q_i^e = q_i$$

- Problema da firma:

$$q_i^* = \arg\max_{q_i} q_i \left[v(q_i^e) + 1 - q_i - q_j \right] - cq_i$$

- Condições de 1a. ordem:

$$v(q_i^e) + 1 - 2q_i - q_j - c = 0$$

- Temos que os consumidores possuem expectativas racionais, portanto:

$$q_i^e = q_i$$

- Substituindo esta equação nas CPOs e resolvendo para q_i:

$$q_i + \frac{1}{2} v(q_i) = \frac{1 - c - q_j}{2}$$

- Suponha $v(q_i) = \beta q_i$. Teremos:

$$q_i = \frac{1 - c - q_j}{2 - \beta}$$

- Suponha $v(q_i) = \beta q_i$. Teremos:

$$q_i = \frac{1 - c - q_j}{2 - \beta}$$

- Em um equilíbrio simétrico, teremos:

$$q_i^* = \frac{1 - c}{3 - \beta}$$

- Quanto maiores forem os ganhos de rede (β), maior será a quantidade oferecida e menor será o preço do produto.

- Quanto maiores forem os ganhos de rede (β), maior será a quantidade oferecida e menor será o preço do produto.
- Empresas irão reduzir os preços para tirar vantagem do fato de que a demanda é função do número de usuários.

- Quanto maiores forem os ganhos de rede (β), maior será a quantidade oferecida e menor será o preço do produto.
- Empresas irão reduzir os preços para tirar vantagem do fato de que a demanda é função do número de usuários.
- Como o jogo é simétrico, ambas as firmas fazem o mesmo.

- Quanto maiores forem os ganhos de rede (β), maior será a quantidade oferecida e menor será o preço do produto.
- Empresas irão reduzir os preços para tirar vantagem do fato de que a demanda é função do número de usuários.
- Como o jogo é simétrico, ambas as firmas fazem o mesmo.
- O resultado, em equilíbrio, é uma oferta de mercadorias mais próxima do equilíbrio competitivo e mais distante do equilíbrio de Cournot tradicional.