



Insper Instituto de Ensino e Pesquisa
Faculdade de Economia e Administração

Vinícius dos Reis Borges

Avanços recentes na teoria da escolha sob ambiguidade: Consequências e fenômenos relacionados

São Paulo

2020

Vinícius dos Reis Borges

Avanços recentes na teoria da escolha sob ambiguidade: Consequências e fenômenos relacionados

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Economia do Insper.

Orientador: Prof. Dr. José Heleno Faro

São Paulo

2020

Borges, Vinícius dos Reis.

Avanços recentes na teoria da escolha sob ambiguidade:
Consequências e fenômenos relacionados/ Vinícius dos Reis
Borges — São Paulo, 2020.

Monografia: Faculdade de Ciências Econômicas. Insper.

Orientador: Prof. Dr. José Heleno Faro

1. Ambiguidade 2. Incerteza 3. Risco 4. Decisão

Vinícius dos Reis Borges

Avanços recentes na teoria da escolha sob ambiguidade: Consequências e fenômenos relacionados

Monografia, aprovação no curso de
bacharelado de ciências econômicas; Insper
Instituto de Ensino e Pesquisa

Data de aprovação: __/__/__

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Heleno

Insper

Prof. Dr. Lucas M. Novaes

Insper

Resumo

Neste trabalho é realizada uma revisão da literatura relativa à teoria da decisão sob incerteza, mais especificamente à evolução das contribuições acadêmicas sobre os comportamentos e atitudes frente à ambiguidade. Naturalmente, previamente a tal discussão os modelos de utilidade esperada sobre risco e incerteza subjetiva são analisados.

Tendo como ponto de partida o importante paradoxo de Ellsberg, essa dissertação passa a apresentar os conceitos fundamentais e os modelos que permitem tratar ambiguidade. Mais importante, são discutidas e apresentadas as consequências para alguns modelos que anteriormente se baseavam somente no modelo de utilidade esperada. Por fim, são discutidos alguns trabalhos que lançam luz à alguns fenômenos relacionados à ambiguidade que podem condicioná-la.

Palavras-chaves: Ambiguidade, Incerteza, Decisão, Risco, Utilidade, Inovação, paradoxo de Ellsberg

Abstract

In this essay, was done a literature review regarding the theory of decision making, more specifically the evolution in the literature in the matter oh ambiguity. For the development of this work, it was important to study some models that were dated before ambiguity was proposed.

Starting by the development of Ellsberg (1961) paradox, the essay enters in the ambiguity concepts and modeling. More importantly, consequences for models that were based on the model of expected utility. By the end, are discussed some papers that show insights to some phenomenon related to ambiguity that can condition ambiguity.

Keywords: Ambiguity, Uncertainty, Decision, Risk, Utility, Innovation, Ellsberg Paradox

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução | 8 |
| 2. Evolução do conceito de risco e ambiguidade | 9 |
| 2.1 Decisão sob risco | 9 |
| 2.2 Introdução a modelos de ambiguidade..... | 10 |
| 2.3 Paradoxo de Ellsberg | 11 |
| 3. Prêmio e ambiguidade | 12 |
| 3.1 Prêmio | 12 |
| 3.2 Aversão à ambiguidade..... | 13 |
| 3.3 Modelagem para decisões sob ambiguidade | 15 |
| 4. Consequências | 16 |
| 4.1 Aversão e incentivos reais..... | 16 |
| 4.2 Informações agregadas e aversão à ambiguidade..... | 16 |
| 4.3 Prêmio por ambiguidade..... | 17 |
| 4.4 Carteira de ativos, expertise e ambiguidade | 18 |
| 4.5 Empreendedorismo e inovação | 19 |
| 5. Fenômenos relacionados | 21 |
| 5.1 Escolhas entre ambiguidade e diversos contextos de risco.. | 21 |
| 5.2 Perda e percepção de ambiguidade | 22 |
| 5.3 Relação de loterias compostas e ambiguidade..... | 24 |
| 5.4 Ambiguidade com eventos naturais..... | 27 |
| 6 Conclusão | 28 |

1. Introdução

Estudos sobre tomadas de decisão em situações de incerteza existem já há séculos, tendo como objetivo entender o processo decisório que condiciona como os indivíduos compararam os possíveis resultados e suas respectivas chances.

Dentre as diversas situações que os agentes se encontram no momento de tomada de decisão, uma área de estudo comum é decisões sob risco. A literatura, posteriormente, expandiu o escopo dos trabalhos sobre incerteza, tratando também do contexto conhecido como ambiguidade. Os casos se diferenciam por conta da objetividade probabilística atrelada à incerteza. Em um contexto arriscado, as probabilidades de cada cenário são conhecidas e precisas. Por outro lado, em um contexto ambíguo, pense que o agente não tem informações suficientes para inferir uma distribuição de probabilidade precisa sobre os possíveis cenários.

Apesar da difusão de informações cada vez maior, ainda persiste a necessidade de tomar decisões sem que seja possível ter o conhecimento de probabilidades exatas, por conta da falta de informações ou subjetividade dos possíveis acontecimentos no cotidiano, principalmente em eventos singulares.

A mudança de um emprego, abertura de uma nova empresa e até mesmo a compra de novos produtos ou serviços desconhecidos pelo agente são alguns contextos onde existe uma incerteza sobre os possíveis resultados da decisão, tendo em vista que o tomador de decisão não tem conhecimento objetivo das probabilidades dos possíveis resultados, ou seja, qualquer incerteza sobre o fator gerador do resultado pode se enquadrar como ambiguidade, pois este se relaciona diretamente à objetividade da probabilidade de ocorrência de cada possível resultado. O maior grau de ambiguidade possível ocorre quando se observa uma ignorância completa sobre a probabilidade do acontecimento de cada cenário. À medida que existam maiores informações sobre as chances dos eventos, tem-se uma redução no grau de ambiguidade.

No mercado de ações é possível observar vários contextos em que a ambiguidade se mostra plausível. Isso decorre da natureza da incerteza sobre a movimentação dos preços no mercado e a impossibilidade de conhecer as probabilidades de tais mudanças em vários casos. Além disso, outros fenômenos,

como a pressão de tempo, também são encontrados nos mercados de capitais e podem reforçar a ambiguidade.

Este estudo aborda diversas situações de tomada de decisão sob ambiguidade, partindo de alguns modelos básicos e abordando importantes consequências em modelos econômicos encontrados na literatura. Ainda, tem-se como objetivo complementar discutir alguns fenômenos relacionados que influenciam a atitude frente à ambiguidade.

Para tal, o trabalho está dividido da seguinte forma: A primeira sessão ilustra a evolução nos estudos da tomada de decisão até a concepção de ambiguidade. Após haverá uma sessão dedicada à explicação de conceitos pertinentes, assim como modelagem para ambiguidade. A terceira sessão discorre sobre consequências causadas por comportamentos sob ambiguidade. A penúltima parte aprofunda alguns testes e experimentos de comportamento sob ambiguidade. Por fim a conclusão do trabalho com relevâncias e sugestões para próximos passos.

2. Evolução do conceito de risco e ambiguidade

2.1 Decisão sob risco

O estudo de tomada de decisão tem longa data. A princípio, não havia uma distinção clara entre risco e incerteza. Os modelos utilizavam a crença de que independentemente da situação, o tomador de decisão conseguiria chegar probabilidades objetivas para todos os possíveis resultados.

Probabilidades objetivas são aquelas que são exatas para os possíveis resultados. Por exemplo, se jogarmos uma moeda para cima, a probabilidade de cair cara ou coroa é 50% para cada lado, ou seja, exata e conhecida.

Utilidade é a satisfação de cada indivíduo com relação a cada resultado ou ato. O cálculo da utilidade é feito a partir das crenças do tomador de decisão e do que gera maior satisfação para ele, sendo que a decisão tomada será aquela com a maior utilidade esperada. Como exemplo imagine que uma pessoa pode escolher entre ir ao cinema ou ao teatro, sendo a utilidade (satisfação) de ir ao cinema de 10, para esta

peessoa, enquanto ir ao teatro tem uma utilidade de 5, por conta da preferência do tomador de decisão, fazendo com que tome a decisão de ir ao cinema.

O modelo mais difundido com essa ideia é o de von Neumann e Morgenstern (1944). Ele aborda a teoria da decisão sob risco através de um cálculo de utilidade esperada feito pelo tomador de decisão, portanto, para o funcionamento do modelo, é necessário que se tenham probabilidades objetivas e conhecidas.

2.2 Introdução a modelos de ambiguidade

Knight (1921) introduziu uma distinção entre o risco e a incerteza. A diferença apontada seria a objetividade das probabilidades atreladas aos acontecimentos. Sendo o risco quando as probabilidades são objetivas, como no exemplo citado do dado, enquanto na incerteza probabilidades são subjetivas, como no caso da compra de uma ação, em que as probabilidades de valorizar ou desvalorizar são desconhecidas.

Para lidar com a probabilidade subjetiva, foi introduzido um modelo por Savage (1954). A hipótese é que sob probabilidades não objetivas, esta é revelada pelo comportamento. Isso quer dizer que a partir da forma como as alternativas são comparadas, o tomador de decisão se comporta como se maximizasse a utilidade esperada.

A validade desse modelo baseia-se na observação de um padrão de regularidade comportamental descrita por um conjunto de axiomas. Um ato de Savage é uma função, satisfazendo alguns requerimentos técnicos, do tipo $f: S \rightarrow X$ onde S é o conjunto de cenários (estados da natureza) e X é o conjunto de possíveis resultados. Assim $f(s) \in X$ denota a consequência obtida ao se escolher o ato f quando se observa o ato s . Denota-se por F o conjunto de todos os atos. Dentre os axiomas, destacam-se os três abaixo:

Denota-se $f \succeq g$ quando f é pelo menos tão bom quanto g . Ainda $f > g$ se $f \succeq g$ e não $g \succeq f$. Por fim, $f \sim g$ quando $f \succeq g$ e $g \succeq f$.

1. O axioma da completude implica que o agente deve ter alguma preferência definida ou ser indiferente em relação à escolha dos acontecimentos. Por

exemplo, se existe a possibilidade de escolher f ou g , o agente irá necessariamente preferir f , preferir g , ou ser indiferente entre as escolhas.

Para quaisquer f e g em F : $f \succeq g$ ou $f \preceq g$

2. O axioma da transitividade significa que a preferência do agente se transfere entre diferentes opções. Ou seja, se existe três escolhas que podem ser feitas, este axioma implica que as preferências devem se manter entre as escolhas.

Para quaisquer f, g e h em F : se $f \succeq g$ e $g \succeq h$ então $f \succeq h$.

3. O axioma da independência infere que não existe mudança de preferência quando há outro possível acontecimento independente. Sob certas condições este axioma pode ser estabelecido como:

Para quaisquer f, g e h em F e $\alpha \in (0,1)$: $f \succeq g$ se e somente se $\alpha f + (1-\alpha)h \succeq \alpha g + (1-\alpha)h$

2.3 Paradoxo de Ellsberg

Dentre os axiomas apresentados acima, Ellsberg contestou o axioma da independência.

O axioma implica que, para todo $f, g, h \in F$

$f \succeq g$, se e somente se



Entretanto, Ellsberg propôs situações plausíveis em que

$f \succeq g$, sendo



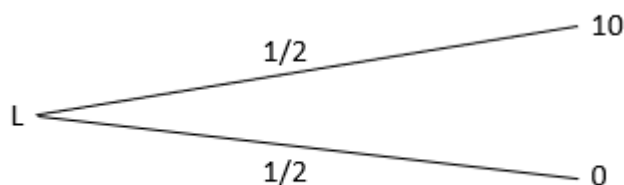
O que demonstra que este axioma não é necessariamente verdadeiro, e faz com que o modelo proposto por Savage não se aplique a realidade completa.

Mais à frente será trazido em mais detalhes o experimento pensado por Ellsberg que mostra que este axioma não foi respeitado.

3. Prêmio e ambiguidade

3.1 Prêmio

Utilizando como exemplo a loteria a seguir:



Temos

$$E(L) = 5$$

$$U(L) = \frac{1}{2} U(10) + \frac{1}{2} U(0)$$

Na literatura, foram elaborados 3 tipos de agentes existentes na economia. Sendo estes avessos, neutros ou propensos ao risco. Cada tipo de agente apresentado tem uma exigência diferente de prêmio, ou um possível retorno maior para que corra o risco.

- Propensos ao risco: Pode haver um prêmio negativo para correr o risco, podendo ter um ganho esperado menor do que teria sem risco. Isso ocorre, pois correr risco é um fator de acréscimo em sua utilidade. Isso implica que em uma loteria qualquer, o agente prefere participar a loteria ao receber o prêmio esperado. Por exemplo, para a loteria L $U(E[L]) < U(L)$
- Neutros ao risco: Seriam indiferentes a correr o risco caso não houvesse prêmio, podendo ter um ganho esperado igual ao que teria sem risco. Isso ocorre, pois correr risco é um fator neutro em sua utilidade. Isso implica que em uma loteria qualquer, o agente é indiferente entre participar da loteria ao receber o prêmio esperado. Por exemplo, para a loteria L qualquer $U(E[L]) = U(L)$
- Aversos ao risco: Necessitam de um prêmio positivo para correr o risco, tendo um ganho esperado maior do que teria sem risco. Isso ocorre, pois correr risco é um fator de decréscimo em sua utilidade. Isso implica que em uma loteria qualquer, o agente prefere participar a loteria ao receber o prêmio esperado. Por exemplo, para uma loteria L qualquer $U(E[L]) < U(L)$

Quando os agentes lidam com ambiguidade, a mesma ideia pode ser seguida, sendo necessários prêmios maiores para aqueles que são mais avessos à ambiguidade.

3.2 Aversão à ambiguidade

Ellsberg introduziu um teste hipotético sobre a ótica de aversão à ambiguidade. Neste teste, existem duas urnas, nas quais contém 100 esferas em cada, distribuídas entre duas cores. Na primeira urna, existiam 50 esferas de cada cor. O agente não recebeu informações sobre a distribuição de cores da segunda urna. No teste, o participante deveria escolher uma cor, escolher uma urna e retirar uma esfera.

Ele inferiu que a maioria dos participantes escolheriam a primeira urna. Isso ocorreria pois na primeira urna os participantes possuíam conhecimento das quantidades de bolas de cada cor, sabendo assim que a probabilidade seria de 50%. Isso indicaria que os participantes teriam preferência para risco em relação à ambiguidade.

Em um segundo caso, Ellsberg propôs o seguinte experimento:

v = bolas vermelhas

p = bolas pretas

a = bolas amarelas

$S = \{v, p, a\}$

$\#v = 30$

$\#p + \#a = 60$

Tendo o participante dois momentos de decisão distintos, sendo as opções conforme demonstrado abaixo:

| | v | p | a |
|--------|-----|-----|-----|
| $\{f1$ | 1 | 0 | 0 |
| $f2$ | 0 | 1 | 0 |
| $\{f3$ | 1 | 0 | 1 |
| $f4$ | 0 | 1 | 1 |
| h | 0 | 0 | 1 |

Neste caso, Ellsberg sugeriu que:

$f1 \succsim f2$

e

$f4 \succsim f3$

Neste experimento podemos constatar a quebra do axioma da independência comentado anteriormente, pois vemos a seguinte situação:

$f_1 \succeq f_2$, portanto, o axioma diz que $f_1 + h \succeq f_2 + h$, ou seja, $f_3 \succeq f_4$

Mas o que observamos no experimento é: $f_4 \succeq f_3$, ou seja, $f_2 + h \succeq f_1 + h$.

Logo, Ellsberg sugeriu a aversão à ambiguidade através deste experimento, pois as escolhas dos indivíduos seriam incondizentes com o axioma de independência dos fatores por terem escolhido as probabilidades objetivas ao invés das probabilidades subjetivas.

3.3 Modelagem para decisões sob ambiguidade

Com o intuito de se incorporar um modelo tratável que capture a atitude frente à ambiguidade, Gilboa e Schmeidler propuseram e fundamentaram axiomas comportamentais que possibilitam o estudo da tomada de decisão sob ambiguidade.

Como destacado por Ellsberg, o axioma da independência de Savage não era necessariamente respeitado quando havia situações ambíguas. Para lidar com tal problema, Gilboa-Schmeidler propuseram o axioma da C-independência. Neste axioma temos a seguinte condição:

Para todo $f, g \in F$, $x \in X$ e $\alpha \in (0,1)$:

$$f \sim g \text{ se e somente se } \alpha f + (1 - \alpha) x \sim \alpha g + (1 - \alpha) x$$

Do ponto de vista normativo, eles enfraqueceram o axioma de independência proposto anteriormente. Com este enfraquecimento, Gilboa e Schmeidler (1989) fundamentaram de forma comportamental o modelo *maxmix expected utility* (MEU) que consegue incorporar comportamentos em relação à ambiguidade.

A teoria discorre que, quando se encontra em uma situação em que não dispõe de todas as informações, o tomador de decisão tem um conjunto C não-vazio, convexo e fechado de probabilidades subjetivas. Assim, o modelo estabelece uma representação em que o indivíduo irá escolher o ato f ao invés do ato g , se e somente se, a mínima utilidade esperada de f seja maior do que a mínima utilidade esperada de g , considerando as distribuições de probabilidade em C , isto é:

Com um único conjunto C não-vazio, convexo e fechado de probabilidades sobre $2S$ tal que, para todo $f, g \in F$

$$f \succeq g \Leftrightarrow \min_{p \in \mathcal{C}} \sum_{s \in S} u(f(s))p(s) \geq \min_{p \in \mathcal{C}} \sum_{s \in S} u(g(s))p(s)$$

4. Consequências

4.1 Aversão e incentivos reais

A literatura gerou muitas hipóteses e estudos relativos ao comportamento dos sujeitos em relação à ambiguidade no mercado de capitais, sobretudo relativas ao mercado de ações, dado seu retorno variável e a ambiguidade que os agentes encontram relativa a ele.

Diversos experimentos foram realizados para estudar a forma como investidores se comportam em relação a esse cenário, e quais as implicações destes comportamentos no mercado.

Por exemplo, Trautmann e Kuilen (2015) apresentam base comparativa de diversos estudos sobre ambiguidade, sendo eles empíricos, de comparação entre os prêmios em situações de ambiguidade e o prêmio em situações de risco.

Após análise dos diversos experimentos que foram observados, os autores perceberam que em situações de ambiguidade os prêmios recebidos pelos agentes costumam ser maiores do que os prêmios recebidos em situações de risco, o que vai de acordo com as hipóteses levantadas previamente pelos autores.

Trautmann e Kuilen (2015) exibem diferenças significantes em algumas situações. Eles constatam que em experimentos em que há incentivos reais, o prêmio pela ambiguidade é mais próximo ao prêmio de risco, quando comparados aos experimentos nos quais não há incentivos. Isso indica uma menor aversão à ambiguidade para incentivos reais.

4.2 Informações agregadas e aversão à ambiguidade

Caskey (2009) teve como objetivo de seu estudo entender a forma como a agregação de informações de empresas do mercado, quando há investidores avessos à ambiguidade, pode alterar seus preços.

O autor estuda dois possíveis regimes em que os agentes avaliam as informações antes de investirem. O primeiro assume que todos os investidores se utilizam da mesma informação agregada. O segundo cenário admite que os investidores podem optar entre observar um sinal agregado, ou observar os componentes que geram este sinal separadamente.

Com base nas análises realizadas, Caskey (2009) conclui que em mercados que contêm investidores avessos à ambiguidade, encontram-se distorções persistentes nos preços dos ativos. Explica-se que este fenômeno teria como causa a utilização de informações agregadas por parte destes investidores.

Comparando estes resultados com os de Halevy (2007), verifica-se que, em ambos os casos, indivíduos avessos à ambiguidade não se utilizam de todas as informações disponíveis, sendo demonstrado pela não utilização das loterias reduzidas por parte dos indivíduos avessos à ambiguidade.

4.3 Prêmio por ambiguidade

O prêmio por participação é comumente calculado através da diferença entre o retorno de ações e o retorno de títulos de dívida em um mesmo mercado, ou seja, um ativo considerado sem risco, ou com menor risco possível.

Rieger e Wang (2012) tinham como finalidade analisar o prêmio por participação em mercados com investidores avessos à ambiguidade comparando-o com o prêmio por participação de mercados apenas com investidores neutros à ambiguidade.

A hipótese inicial era que em mercados com investidores avessos à ambiguidade o prêmio seria maior, pois a exigência de prêmio por parte dos investidores seria mais alta dada sua aversão à ambiguidade.

Os autores fizeram um teste de aversão à ambiguidade com milhares de alunos de vários países. Os resultados encontrados nestes testes foram utilizados como proxy para a quantidade de investidores avessos à ambiguidade em cada país.

Após isso, os autores coletaram diversas estimativas na literatura para o prêmio por participação de variados países, em especial aqueles nos quais haviam feito a pesquisa sobre aversão à ambiguidade.

Depois de coletados todos os dados, fizeram estudos estatísticos para entender a correlação entre aversão à ambiguidade e prêmio por participação, controlando as regressões para algumas questões macroeconômicas.

Com a finalização dos modelos, Rieger e Wang (2012) constataram uma relação positiva entre aversão a ambiguidade em um país, e o prêmio por participação, confirmando a hipótese inicial dos autores.

4.4 Carteira de ativos, expertise e ambiguidade

Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2016) executaram um estudo com foco também no mercado de capitais. Analisou-se a carteira de diferentes famílias, mais avessas ou propensas à ambiguidade.

Além disso, o trabalho procurava entender o comportamento relativo à ambiguidade em assuntos em que os indivíduos consideram ter mais expertise comparado aqueles em que consideram ter menos expertise.

Conduziu-se um experimento similar ao de Ellsberg para definir a aversão à ambiguidade das famílias participantes. Estes resultados foram comparados a proporção de ações no exterior que cada família possuía. Os mesmos resultados foram comparados a investimentos em empresas próprias.

Com isso, constataram uma relação negativa entre aversão à ambiguidade e possuir número de ações estrangeiras, assim como uma relação positiva entre aversão à ambiguidade e investimento em companhia própria, o que evidencia que aversão à ambiguidade leva a preferência por opções mais familiares.

Por fim, Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2016) concluíram que os indivíduos tinham uma maior aversão à ambiguidade naqueles assuntos em que não se consideravam especialistas e investiram seu dinheiro em companhias inseridas em mercados que acreditavam ter grande expertise.

4.5 Empreendedorismo e inovação

Um retrospecto importante é Rigotti, Ryan e Vaithianathan (2003) tiveram a intenção de estudar o mercado empreendedor e de trabalho, mais especificamente, o mercado de inovação e novas tecnologias, relacionando-o a comportamentos sob ambiguidade.

Até o momento, foram observadas diversas situações em que aplicavam o modelo MEU, proposto dos Gilboa e Schmeidler (1989). No caso analisado por Rigotti, Ryan e Vaithianathan, os autores utilizaram um modelo idealizado como Maxmax, ao invés do MEU.

O objetivo com o trabalho foi de estudar a maneira como empreendedores em mercados inovadores lidavam com situações que definem os contextos naturais de escolha para um empreendedor. Os autores, portanto, colocam a decisão dos indivíduos como ponto central para inovação, ao invés de empresas.

O modelo proposto continha a premissa de que os agentes não podem ter múltiplos trabalhos. Eles devem escolher entre ter um salário ou serem donos e receber a renda através do lucro que a empresa auferir. Além disso, os autores dividem os agentes em propensos ou avessos à ambiguidade.

Os pesquisadores compreenderam que aqueles indivíduos propensos à ambiguidade têm maior tendência de serem donos de seus próprios negócios, e maior disposição de trabalhar em empresas emergentes e inovadoras.

No intuito de diferenciar os trabalhadores e donos de cada mercado, os pesquisadores dividiram as empresas em 3 tipos de classificação:

- Firms empreendedoras: Firms onde tanto o dono quanto os empregados são mais propensos à ambiguidade
- Firms tradicionais: Firms onde o dono é mais propenso à ambiguidade e os trabalhadores são mais avessos à ambiguidade
- Firms burocráticas: Firms onde tanto o dono quanto os empregados são mais avessos à ambiguidade

Nesta divisão, vislumbra-se claramente a diferença dos mercados e indivíduos com diferentes propensões à ambiguidade. Isso ocorre pois aqueles que são mais

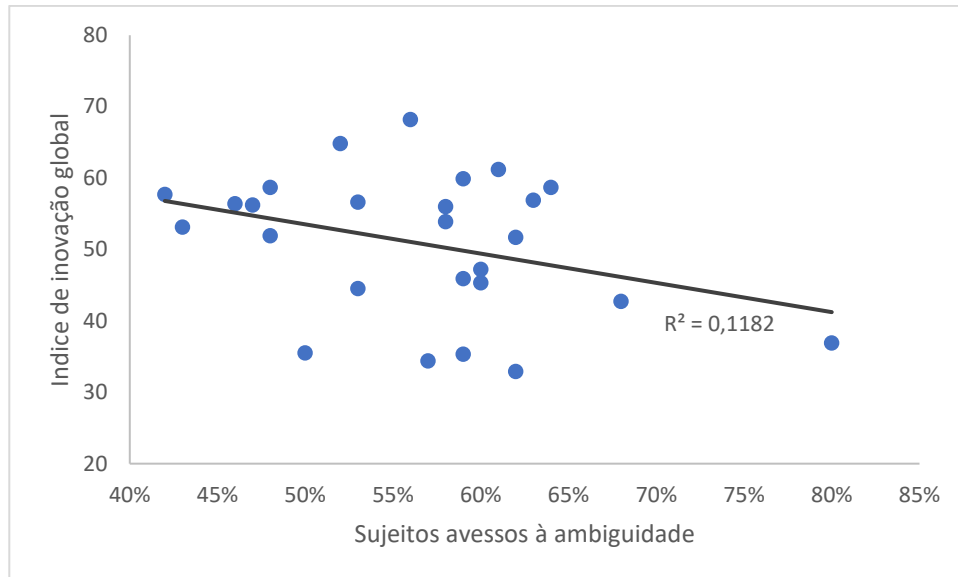
propensos à ambiguidade tem uma maior satisfação de estarem em mercados ainda incertos, enquanto aqueles que são mais avessos à ambiguidade preferem permanecer em mercados estabelecidos e que consideram seguros.

A partir disso, os autores concluíram um ciclo para mercados inovadores. O ciclo se inicia com indivíduos propensos à ambiguidade sendo donos e trabalhando em mercados inovadores. Com a consolidação deste mercado, ele passa a ser menos ambíguo e os funcionários propensos à ambiguidade passam a ser substituídos por funcionários avessos à ambiguidade, gerando também uma maior eficiência financeira nas empresas.

A saída destes indivíduos propensos à ambiguidade faz com que se tornem donos de empresas neste mesmo mercado ou até mesmo que migrem para um novo mercado mais inovador. Por fim, o mercado inicial se torna totalmente maduro, quando as pessoas propensas à ambiguidade saem por completo e começam novos empreendimentos inovadores.

Este ciclo que foi apresentado pela conclusão dos autores demonstra que em mercados em que há um maior número de indivíduos propensos à ambiguidade, as inovações se difundiriam em maior quantidade e velocidade.

Utilizando a pesquisa sobre aversão à ambiguidade em diversos países, feito por Rieger e Wang (2012) foi possível cruzar com dados encontrados no índice de inovação global de 2012, publicado pela WIDE e INSEAD. Abaixo seguem resultados:



Pode-se observar no gráfico acima uma linha de tendência de diminuição no índice de inovação com o aumento da aversão à ambiguidade no país. Este gráfico foi feito apenas para servir como um indicador de que o modelo exposto possa explicar parcialmente o comportamento por trás da inovação. Por conta do baixo coeficiente de determinação seriam necessários novos estudos no futuro para chegar a resultados mais conclusivos.

5. Fenômenos relacionados

5.1 Escolhas entre ambiguidade e diversos contextos de risco

Outros estudos passaram a ser feitos na ótica de ambiguidade, relacionando a mesma a diversas hipóteses, assim como em Curley e Yates (1989), em que os participantes deveriam escolher entre opções ambíguas ou de risco.

A intenção do estudo realizado foi de testar diversos modelos descritivos para decisão sob ambiguidade. Dentre estes modelos havia a teoria estatística da decisão, um modelo lexicográfico, modelos distributivos e multiplicativo, todos utilizando no máximo 3 variáveis.

Para melhor entendimento dos experimentos e estudos, melhor probabilidade estimada (MPE) irá se referir à melhor estimativa possível de probabilidade com o conhecimento adquirido, para situações de ambiguidade.

O experimento foi conduzido primeiramente com diversas urnas contendo 100 esferas. Os participantes tinham conhecimentos diferentes sobre cada urna, fazendo algumas serem menos ambíguas do que outras. Além disso, estas informações geraram diferenças nas MPEs para retirada de cada cor.

Durante o experimento, os participantes iriam fazer uma ordenação de preferência para situações ambíguas e situações de risco. As situações ambíguas sempre tinham MPE próximas à probabilidade da opção com risco. Neste experimento, os indivíduos ganhariam um valor monetário caso ganhassem a loteria, e nada perderiam, em caso contrário.

Os testes conduzidos levaram os autores a concluir que nenhum dos modelos estudados poderiam ser considerados completos para entender o comportamento sob ambiguidade em diversos contextos.

Curley e Yates encontraram evidências de que as pessoas são mais avessas à ambiguidade quando os contextos de risco têm probabilidades mais altas de ganho. Essa maior aversão foi percebida com probabilidades de ganho próximas de 50% e 75%, que foram as probabilidades utilizadas no experimento. Por outro lado, para probabilidades próximas a 25%, os agentes foram mais propensos à alternativa ambígua.

5.2 Perda e percepção de ambiguidade

Di Mauro e Maffioletti (1996) tiveram por objetivo analisar o comportamento dos indivíduos em relação à ambiguidade em situações de perda, mais especificamente a precificação para redução dessa perda em seguros e proteção pessoal.

Primeiramente foi conduzido um teste para observar se os indivíduos avaliavam de maneira diferente uma redução da perda (seguros) e uma redução na probabilidade de perda (proteção pessoal). Após conduzirem este teste, os avaliadores testaram como os agentes lidavam com situações de ambiguidade onde

havia possibilidade de perda e por fim foi feita uma comparação destas avaliações com situações de risco.

Observando como os participantes se comportavam em relação aos aspectos de seguros e proteção pessoal, que estão relacionados a possíveis perdas, os autores constataram indícios de que os voluntários eram mais neutros à ambiguidade. Isso foi um indicativo de que poderia haver uma diferença de comportamento quando pessoas estão lidando com situações de ambiguidade quando são colocados frente a consequências negativas ou positivas.

Em outro trabalho posterior, Di Mauro e Maffioletti (2004), coordenaram um experimento em que os voluntários iriam ter a opção de trocar uma situação de ambiguidade por uma situação de risco, sendo feito isso tanto para situações onde havia possibilidade de ganho, como situações onde havia possibilidade de perda. A partir das escolhas dos participantes, os autores analisaram se havia alguma diferença de comportamento quando estavam lidando com os diferentes contextos apresentados aos voluntários.

O resultado encontrado com este experimento foi que em situações com possibilidades positivas, os participantes tendem a escolher a opção de risco quando há uma probabilidade próxima ou maior a 50%, sendo portanto, avessos à ambiguidade, e quando o risco tem probabilidades menores que esta, tendem a escolher a opção ambígua, demonstrando propensão à ambiguidade.

Essa conclusão corrobora Curley e Yates (1989). Em contrapartida, quando foram observados contextos com possibilidades de perda, ocorria exatamente o contrário. Com isso, os autores entenderam que pode haver uma subvalorização da opção ambígua em casos onde a alternativa de risco tinha uma alta probabilidade (próximo ou acima de 50%), e supervalorização caso contrário.

Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2015) estudaram o comportamento dos agentes em relação a diferentes níveis de ambiguidade, assim como situações onde os tomadores de decisão enfrentavam chances de ganho e de perda.

Utilizando estes métodos, os autores quiseram estudar o nível percebido de ambiguidade (NPA), que pode diferir do real nível de ambiguidade para os indivíduos,

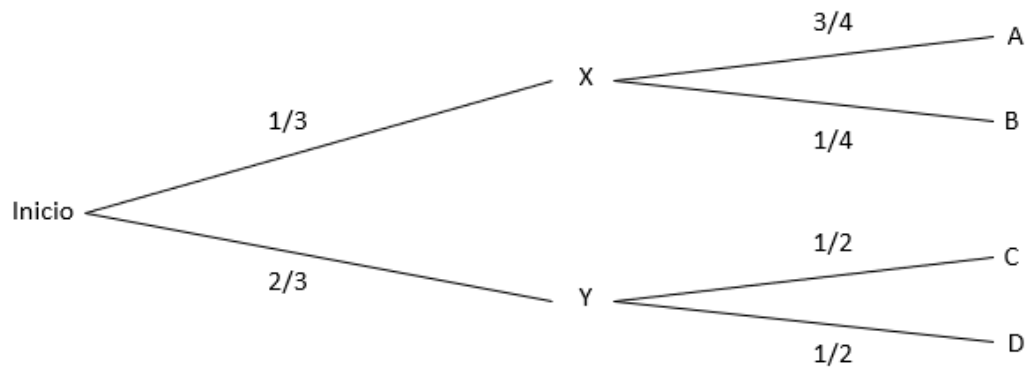
dependendo da confiança dos indivíduos em suas estimativas. Quanto maior o nível de confiança nas próprias estimativas, menor o NPA.

Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2015) propuseram em seu trabalho um método para estimação da aversão à ambiguidade, assim como estimação do NPA em grande escala. Além disso, os autores utilizaram sua metodologia para estimar estes valores para uma amostra nos EUA. Foram realizados testes em situações de perda, assim como situações de ganho. Utilizaram também contextos em que a melhor probabilidade estimada, calculada pelos autores, era baixa, alta e média.

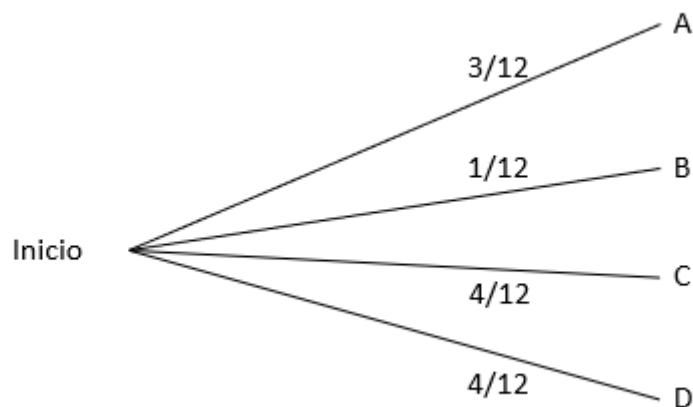
As conclusões que os autores chegaram foram condizentes com estudos feitos anteriormente. Os autores observaram que em situações em que a melhor probabilidade estimada é alta, em cenários de ganho, os indivíduos são avessos à ambiguidade. Enquanto para situações com uma melhor probabilidade estimada baixa, os agentes são propensos à ambiguidade, assim como apresentado por Curley e Yates (1989) e Di Mauro e Maffioletti (2004). Para contextos de perda, os autores encontraram também que há uma maior propensão à ambiguidade por parte dos indivíduos, como levantado por Di Mauro e Maffioletti (2004).

5.3 Relação de loterias compostas e ambiguidade

Loterias compostas são loterias em que existe mais de um estágio, sendo que os estágios posteriores são definidos a partir dos estágios anteriores. Para melhor entendimento, segue exemplo fictício de loteria composta. Imagine que primeiramente é feita uma loteria que onde é possível sortear papeis escritos X ou Y. Dependendo do resultado, é feita uma nova loteria em que os possíveis papeis a serem sorteados teriam resultados A ou B caso a primeira loteria fosse X, e C ou D caso fosse Y, conforme segue abaixo:



Com este exemplo é possível perceber que há dois estágios nesta loteria, sendo, portanto, uma loteria composta. Neste caso, a forma reduzida desta mesma loteria, seria a seguinte:



Pode-se observar que neste caso a loteria é feita em apenas 1 estágio, mas as probabilidades dos resultados são exatamente iguais aos da loteria composta.

Halevy (2007) sugere algumas teorias nas quais os indivíduos teriam comportamentos similares quando colocados frente à ambiguidade e a loterias compostas, inferindo que haveria também uma aversão a loterias compostas em relação à sua forma reduzida. A partir disso, o objetivo de Halevy (2007) foi conduzir experimentos para comparar com as teorias propostas e os resultados encontrados, como forma de estender o experimento de Ellsberg, citado anteriormente.

Para conduzir este teste, primeiramente foi feito um experimento similar ao de Ellsberg para definir a aversão à ambiguidade dos indivíduos participantes. Após a

condução do primeiro experimento, foi feito um novo experimento. Neste, havia quatro urnas. Os elementos nas urnas foram compostos da seguinte forma:

- Urna um: Cinco esferas vermelhas e cinco esferas pretas
- Urna dois: Dez esferas eram distribuídas entre as cores vermelha e preta de forma desconhecida pelo voluntário.
- Urna três: O número de esferas vermelhas e pretas era decidido da seguinte forma: em uma sacola havia onze papéis numerados de zero a dez, o papel retirado iria determinar a quantidade de esferas vermelhas, e então seriam colocadas esferas pretas até completar um total de dez esferas.
- Urna quatro: O número de esferas vermelhas e pretas era decidido da seguinte forma: em uma sacola havia dois papéis, numerados zero e dez, o papel retirado iria determinar a quantidade de esferas vermelhas que seriam colocadas na urna, podendo ser zero (e dez pretas) ou dez (e zero pretas).

Após isso, é pedido para que os participantes apostem em uma cor de esfera que seria retirada para cada uma das quatro urnas. Os voluntários eram avisados que iriam retirar uma esfera de cada urna. A cada cor retirada que fosse igual a aposta feita pelo voluntário, ele ganharia dois dólares, caso contrário, não perderia nada.

Após terem sido escolhidas as esferas pelo indivíduo, mas antes de iniciar as loterias, os voluntários tiveram que colocar um preço de venda para cada uma das quatro urnas. Ou seja, o valor pelo qual estaria disposto a receber para abrir mão de retirar uma esfera daquela urna, vendendo a chance de ganhar dois dólares.

Após os preços de venda de cada urna serem fixados pelo participante, um computador gerou um número aleatório entre zero e dois. Caso o número gerado pelo computador fosse maior ou igual ao preço de venda fixado pelo participante, o voluntário receberia o valor gerado pelo computador e não iria retirar nenhuma esfera da urna em que vendeu a loteria.

No experimento, Halevy observou uma forte correlação positiva entre neutralidade à ambiguidade e neutralidade a loterias compostas. Portanto, aqueles indivíduos que eram neutros a loteria composta, também eram neutros à ambiguidade, o que condiz com o modelo de utilidade esperada para estes indivíduos. Do restante

dos indivíduos, metade dos que tinham aversão (propensão) à ambiguidade, também tinham aversão (propensão) a loterias compostas, ou seja, para um número significativo de indivíduos, existe uma grande chance que um agente seja avesso à ambiguidade se e apenas se esse indivíduo seja avesso à loterias compostas. O restante dos respondentes utilizava apenas sinais quando lidando com loterias compostas e ambiguidade.

Com todos os experimentos realizados e resultados encontrados, Halevy (2007) chegou à conclusão de que, até o momento proposto, não havia um modelo teórico de decisão sob ambiguidade que refletisse os diferentes comportamentos da população, assim como indicado por Curley e Yates (1989).

5.4 Ambiguidade com eventos naturais

Baillon, Huang, Selim e Wakker (2018) tiveram como objetivo introduzir uma metodologia que medisse atitudes frente à ambiguidade para eventos naturais, pois os autores a falta de estudos utilizando tais eventos. No campo em questão, havia muitas metodologias puramente laboratoriais.

A metodologia apresentada consiste em fazer que as melhores probabilidades estimadas sejam irrelevantes na equação, para não haver a necessidade de controlá-las, como eram feitos na maioria dos experimentos laboratoriais.

Utilizando esta metodologia, os autores realizaram um experimento baseado na movimentação de uma ação no mercado financeiro. Os autores tiveram como objetivo observar dois fatores: a aversão à ambiguidade e o nível de ambiguidade percebido pelos agentes.

A intenção foi testar se há diferença nestes fatores quando existe uma pressão de tempo para os indivíduos realizarem suas respostas. A hipótese levantada pelos autores foi que a aversão à ambiguidade não iria se alterar, entretanto, conjecturavam que o NPA seria maior para aqueles que estavam sob pressão de tempo.

Para testar estas hipóteses, os autores dividiram os participantes em dois grupos, um com e outro sem limitação de tempo para responder as questões. Em seguida, eram apresentadas diversas possibilidades de alteração na ação utilizada no

experimento. Para cada cenário, os participantes deveriam fixar um risco mínimo que eles iriam preferir correr, ao invés de continuar com cada uma das opções dadas no experimento.

Por exemplo, em um cenário onde o voluntário ganharia caso a ação subisse no tempo em que ele estava realizando o teste, o indivíduo poderia decidir que iria preferir correr o risco de 50% de ganhar ou perder, do que depender da variação da ação escolhida. Foram colocados todos os cenários possíveis de acontecer para os indivíduos avaliarem no experimento.

Ao final do experimento, os autores concluíram que as evidências mostravam que a limitação de tempo não tinha influência na aversão à ambiguidade. Por outro lado, os pesquisadores concluíram que a pressão de tempo aumenta NPA dos indivíduos. Portanto, os resultados do experimento foram condizentes com as hipóteses levantadas anteriormente.

6 Conclusão

Com base nos diversos trabalhos discutidos nesta monografia que tratam comportamentos sob ambiguidade, contempla-se uma tendência de comportamento condizente com o paradoxo de Ellsberg. Observando-se em sua maioria uma atitude de aversão à ambiguidade, fazendo com que os prêmios sejam mais elevados para situações ambíguas.

Por outro lado, vários estudos mostram que os agentes se comportam frente à ambiguidade de maneira, distinta das diferentes situações informacionais. Curley e Yates (1989) mostram que as pessoas tendem a escolher opções de risco quando as probabilidades de ganho são a partir de 50%, enquanto as probabilidades de ganho menores são mais propensas a escolher a opção ambígua.

Di Mauro e Maffioletti (1996, 2004), Curley e Yates (1989) e Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2015) sugerem a diferença de comportamento em relação à ambiguidade em situações onde há possibilidade de ganho ou possibilidade de perda.

Como observado nestes estudos, os indivíduos tendem a ser mais avessos à ambiguidade para contextos de ganho, enquanto para contextos de perda, os indivíduos têm uma maior tendência a serem propensos à ambiguidade.

Foram também levantados nestes estudos que, quando comparando as situações de ambiguidade com chances conhecidas de 50% ou mais, os agentes costumam ser avessos à ambiguidade, enquanto comparando a probabilidades mais baixas, costumam ser mais propensos à ambiguidade.

O mercado de capitais pode ser diretamente relacionado por fatores vistos por estes autores, tendo em vista que há diversos ativos com possibilidades diferentes de ganho, bem como possibilidades de perda de capital.

Baillon, Huang, Selim e Wakker (2018), apontam que a pressão de tempo para tomada de decisões não altera o comportamento relativo à ambiguidade, apesar da existência de tal condição no mercado de capitais.

Trautmann e Kuilen (2015) por sua vez, em suas análises de diversos estudos sobre ambiguidade, discorrem que quando os incentivos são reais, a aversão à ambiguidade diminui. Com isso, há um indicador de que apesar da aversão à ambiguidade afetar mercados diversos, os impactos devem ser menores do que os previstos em experimentos laboratoriais sem incentivos, ou com incentivos menores do que pode haver na realidade.

Rieger e Wang (2012) em seu trabalho analisaram o prêmio por participação no mercado de ações observando que este prêmio é maior em mercados onde há uma maior aversão à ambiguidade. Tais prêmios podem ser causados algumas vezes por distorções nos preços, fenômeno visto no estudo de Caskey (2009).

Caskey (2009) concluiu que estas distorções no mercado são causadas, pois os agentes avessos à ambiguidade não utilizam sinais agregados para tomada de decisões, preterindo às informações completas. Este comportamento foi observado da mesma forma no experimento conduzido por Halevy (2007), em que os indivíduos avessos à ambiguidade não utilizavam as informações disponíveis, deixando de utilizar a forma reduzida para loterias compostas.

Rigotti, Ryan and Vaithianathan (2003) inferiram em seu trabalho que aqueles indivíduos que são mais propensos à ambiguidade, tem uma maior probabilidade de

serem donos de negócios, bem como estarem envolvidos em mercados inovadores, fazendo com que mercados mais propensos à ambiguidade tenham maior difusão e maior quantidade de inovações.

Unindo esta conclusão às evidências levantadas por Dimmock, Kouwenberg, Mitchell e Peijnenburg (2016), pode-se perceber que os indivíduos teriam uma tendência a inovar e empreender em mercados nos quais se consideram experts, o que pode indicar um papel da confiança em comportamentos sob ambiguidade.

Assim sendo, pessoas que se consideram experts em assuntos específicos, teriam maior probabilidade de inovar neste mercado, assim como ter uma difusão maior desta nova tecnologia caso as pessoas onde está sendo implantado também tenham algum conhecimento no assunto.

Com isso, podemos perceber que fenômenos do comportamento dos agentes sob ambiguidade causa diversas consequências em diversos aspectos do dia a dia, assim como vários aspectos mercadológicos.

Como próximos passos, seriam relevantes os estudos de alguns outros comportamentos relacionando-os à ambiguidade. Algumas sugestões seriam o entendimento do comportamento de indivíduos de alta performance em relação à ambiguidade, assim como o papel da autoconfiança em comportamentos relativos à ambiguidade.

Referências

- Baillon, A., Huang, Z., Selim, A. and Wakker, P. **Measuring Ambiguity Attitudes for All (Natural) Events**, *Econometrica*, 2018.
- Caskey, J. **Information in Equity Markets with Ambiguity-Averse Investors**, *The Review of Financial Studies*, 2009.
- Curley, S. and Yates, J. **An empirical Evaluation of Descriptive Models of Ambiguity Reactions in Choice Situations**, *Journal of Mathematical Psychology*, 1989.
- Di Mauro, C., and Maffioletti, A. **An experimental investigation of the impact of ambiguity on the valuation of self-insurance and self-protection**, *Journal of Risk and Uncertainty*, 1996.
- Di Mauro, C., and Maffioletti, A. **Attitudes to risk and attitudes to uncertainty: experimental evidence**, *Applied Economics*, 2004.
- Dimmock, S., Kouwenberg, R., Mitchell, O. and Peijnenburg, K. **Estimating ambiguity preferences and perceptions in multiple prior models: Evidence from the field**, *Journal of Risk and Uncertainty*, 2015.
- Dimmock, S., Kouwenberg, R., Mitchell, O. and Peijnenburg, K. **Ambiguity aversion and household portfolio choice puzzles: Empirical evidence**, *Journal of Financial Economics*, 2016.
- Ellsberg, D. **Risk, Ambiguity and the savage axioms**, *The quarterly journal of economics*, 1961.
- Halevy, Y. **Ellsberg Revisited: An Experimental Study**, *Econometrica*, 2007.
- Knight, F.H. **Risk, Uncertainty, and Profit**. New York: Houghton Mifflin, 1921.
- Gilboa, I. and D. Schmeidler. **Maxmin expected utility with a non-unique prior** *Journal of Mathematical Economics*, 18, 141-153, 1989.
- Rieger, M. and Wang, M. **Can ambiguity aversion solve the equity premium puzzle? Survey evidence from international data**, *Finance Research Letters*, 2012.

Rigotti, L., Ryan, M. and Vaithianathan, R. **Tolerance of ambiguity and entrepreneurial innovation**, Duke University Manuscript, 2003.

Savage, L. J. **The Foundations of Statistics**, Wiley Publications in Statistics, 1954.

Trautmann, S. and Kuilen, G. **Ambiguity attitudes**, The Wiley Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making, 2015.

von Neumann, J. and Morgenstern, O. **Theory of Games and Economic Behavior** Princeton University Press, Princeton, 1944.