



# No rumo de um comportamento adaptativo na instrução aérea

## Heading towards adaptive behavior in aviation training

Luiz Mauricio de Andrade da Silva<sup>1,2</sup>   
Rubens Nunes<sup>3</sup>

**Como citar:** Silva, L. M. A., & Nunes, R. (2019). No rumo de um comportamento adaptativo na instrução aérea. *Gestão & Produção*, 26(2), e3507. https://doi.org/10.1590/0104-530X3507-19

**Resumo:** A Academia da Força Aérea forma, por ano, aproximadamente 140 aviadores militares em um ambiente operacional bastante seguro. No entanto, observa-se que as definições operacionais das variáveis da instrução se baseiam apenas em classificações funcionais, carecendo de construtos para melhor comunicação entre instrutores de voo e cadetes. Enquadra-se o problema de pesquisa no sistema 1 (intuitivo) de decisões, com o uso de heurísticas. É um estudo teórico. Recorremos à revisão da literatura das principais heurísticas de julgamento humano em decisões. Posteriormente discutimos as classificações funcionais já sedimentadas na aviação e as situações em que os aviadores podem se beneficiar das heurísticas, iniciando o processo de elaboração dos construtos, e uma proposta de instrução adaptativa.

**Palavras-chave:** Pilotagem militar; Construtos; Pesos relativos das variáveis.

**Abstract:** Every year, approximately 140 military aviators graduate from the Brazilian Air Force Academy, an operational environment that is quite safe. However, the operational definitions of the variables in the piloting instruction are based solely on functional classifications; thus, they are still lacking the constructs and definitions that would provide better levels of communication among flight instructors and cadets. The research problem is framed in system one (intuitive) of decision-making, using heuristics. The literature concerning the heuristics applied to human judgment and decisions have been revisited. Following this, the focus was on the functional classifications that have already occurred in aviation, and situations in which aviators would benefit from heuristics as a starting point to the process of building constructs, and one proposal for an adaptive form of instruction.

**Keywords:** Military piloting; Constructs; Relative weights of variables.

## 1 Introdução

No dia 15 de janeiro de 2009, uma aeronave Airbus A320-214 da US Airways fez um pouso forçado (tecnicamente uma amerissagem) nas águas do rio Hudson, em Nova York, com perda total da aeronave, mas sem nenhuma perda humana (Nóbrega, 2014). Das inúmeras especulações que circularam após o ocorrido, uma dá conta de que os pilotos foram informados pelos controladores do aeroporto de onde decolaram, o La Guardia (LGA) – no decorrer da emergência que estavam enfrentando antes da decisão de pousar no rio – de que uma alternativa para o pouso em emergência seria o aeroporto

Teterboro (TEB). Mas o piloto mais experiente, ao avistar a torre do aeroporto de Teterboro “subindo” na perspectiva de visão através do para-brisas do avião, teria concluído que não chegariam planando naquele aeroporto, sendo mais acertada a decisão de pousar no rio Hudson.

Esta decisão, acertada, foi baseada em uma heurística (Heurística, do grego *heuriskein*, significa usar a experiência para aprender e encontrar soluções práticas e simples para os problemas) bastante conhecida em teoria da decisão, a heurística do “olhar fixo”. Ainda nas análises que se sucederam, como é comum após

<sup>1</sup> Divisão de Ensino, Academia da Força Aérea, Estrada de Aguai, s/n, Campo Fontenelle, CEP 13643-000, Pirassununga, SP, Brasil, e-mail: lma28@uol.com.br; luizmauriciolmas@afa.aer.mil.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Aeroespaciais, Universidade da Força Aérea, Av. Marechal Fontenelle, 1000, Campo dos Afonsos, CEP 21740-002, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo – USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-900, Pirassununga, SP, Brasil, e-mail: rnunes@usp.br

acidentes aeronáuticos, em que se procura aprender com os erros e acertos extraídos de situações reais, considerou-se que a rápida, eficiente e inequívoca comunicação entre os pilotos foi a variável que teve o maior peso no sucesso da operação de emergência. O comandante do voo, que não estava na posição de pilotagem (na linguagem técnica de aviação PNF (*pilot not flying*)), ao constatar que as turbinas do avião haviam ingerido pássaros, teria dito em claro e bom tom: *my aircraft*. Ou seja, teria se valido de outra regra básica existente na aviação, que é o respeito à autoridade de quem está em comando (Klein, 1998; Klein et al., 1993; Silva et al., 2009).

Existem relatos (Gigerenzer et al., 2011; Klein et al., 1993) de inúmeras outras heurísticas que têm contribuído de forma bastante significativa em vários campos de atuação. São heurísticas que levam a efeitos positivos – contrapondo-se àquelas como as que Kahneman & Tversky (1972 apud Gigerenzer & Brighton, 2009) elucidaram, e que conduzem a julgamentos equivocados – e têm sido classificadas como um conjunto de ferramentas adaptativas (*adaptive toolbox*) (Gigerenzer & Selten, 2001 apud Gigerenzer & Brighton, 2009). Adaptativas, porque são consideradas válidas num ecossistema frequentemente caracterizado por elevado dinamismo, escassez de tempo de resposta e elevado risco. Como é o caso da aviação.

O objetivo central do presente trabalho é dar início – e submeter à discussão e aprofundamento futuro – a elaboração de um inventário de heurísticas que possa ser objeto de aplicação na instrução aérea ministrada aos cadetes-aviadores da Academia da Força Aérea (AFA-SP), como parte de uma estratégia de instrução baseada em comportamento adaptativo. Objetiva-se ainda dar os primeiros passos na direção da elaboração das variáveis latentes mais relevantes (Pilati & Laros, 2007), evidenciando, assim, os possíveis constructos das operações aéreas da instrução básica, *vis-à-vis* as heurísticas já sedimentadas nas pesquisas sobre o julgamento humano em situações dinâmicas e de escassez de tempo de decisão (Silva et al., 2009, 2013b). O trabalho se caracteriza como uma revisão da literatura, na direção da identificação das variáveis latentes (etapa inicial dos constructos) para as diferentes etapas da instrução aérea, a serem consolidadas em função da identificação das heurísticas.

Inicia-se com uma revisão da literatura de heurísticas (Klein, 2009; Gigerenzer et al., 2011) assim como as classificações funcionais universalmente aceitas na instrução aérea (Merrit & Klinec, 2006), para, em seguida, discutir – entre as inúmeras heurísticas já relatadas na literatura – aquelas que apresentam maior potencial para aplicação na AFA, não desconsiderando as necessidades de aprofundamentos futuros. Nas seções finais, discutem-se situações em que a aviação militar

poderia se beneficiar destas heurísticas e encerra-se o trabalho com as conclusões e desdobramentos futuros.

Entende-se que as investigações deste trabalho contribuirão ainda com o projeto de pesquisas que está em curso na AFA e na Universidade da Força Aérea (UNIFA-RJ), e que visa identificar e atribuir pesos para as variáveis mais importantes no treinamento de pilotos militares (Silva et al., 2013a).

As motivações para este trabalho foram inoculadas pela lógica que sustenta a mais nobre concepção do fazer ciência, qual seja, aquela que procura evidenciar novos modelos, e não apenas replicá-los.

## 2 O papel das heurísticas na capacitação para a tomada de decisões

### 2.1 Teorias da decisão e heurísticas

As teorias da decisão podem ser classificadas em normativas, que determinam as propriedades das decisões racionais ótimas, e positivas, que descrevem os processos efetivamente realizados na tomada de decisões presentes nas múltiplas facetas da vida cotidiana.

As teorias positivas assumem indivíduos plenamente racionais perfeitamente informados. A racionalidade traduz-se na observância de alguns requisitos sobre as preferências do tomador de decisão, como a transitividade (se a alternativa  $x$  é preferida a  $y$ , e  $y$  a  $z$ , então  $x$  será preferida a  $z$ ) e a completude (o tomador de decisão é capaz de avaliar todas as alternativas disponíveis), que permitem estabelecer uma relação completa das alternativas disponíveis. Alguns modelos de escolha racional incluem a continuidade das preferências (se para o tomador de decisão as alternativas  $x$  e  $y$  são equivalentes, então será sempre possível criar uma alternativa  $z$  equivalente a  $x$  e  $y$ ), para representar o objetivo do tomador de decisão por meio de uma função contínua, frequentemente denominada função utilidade. O problema do tomador de decisão é escolher a alternativa que otimiza a função objetivo, tendo eventualmente que respeitar uma ou mais restrições. O consumidor, por exemplo, busca o maior bem-estar por meio do consumo de uma cesta de bens, restringindo sua escolha às cestas que podem ser adquiridas com a riqueza disponível.

A teoria da escolha racional foi estendida para situações em que o resultado da escolha é uma variável aleatória, por meio do valor esperado dos resultados e da utilidade esperada. O valor esperado é, no mesmo sentido que a esperança matemática, a soma dos valores possíveis ponderados pelas respectivas probabilidades. A utilidade esperada é a função utilidade (que representa as preferências do tomador de decisão) ponderada pela distribuição de probabilidade dos argumentos dessa função.

A atitude do tomador de decisão frente ao risco é representada pela curvatura da função utilidade: a aversão (propensão, indiferença) ao risco é associada a funções utilidade côncavas (convexas, lineares).

Como consequência dos pressupostos da teoria da escolha racional, a avaliação de uma alternativa qualquer não é afetada quando essa alternativa é comparada com outras possíveis escolhas, nem pela ordem em que as alternativas são apresentadas. Ademais, o tomador de decisão é capaz de mapear e atribuir probabilidades a todas as alternativas de escolha.

A utilidade esperada foi aplicada com sucesso em diversos contextos, incluindo finanças, ciências atuariais, teoria dos contratos e gestão da produção, mas para um número crescente de aplicações a teoria parecia incompleta e deficiente, no sentido de que o comportamento observado seria paradoxal à luz da teoria (Zurita, 2005). Ao tomar decisões, os agentes violam de forma reiterada e consistente os pressupostos da escolha racional. A teoria não explica como os agentes encontram as soluções dos problemas de maximização da utilidade esperada, o que pode ser particularmente relevante em contextos de informação escassa e limitação de tempo para a tomada de decisão. A utilidade esperada não se aplica a escolhas sob incerteza, em que, seguindo a distinção clássica de Knight (1921), o agente não é capaz de atribuir probabilidades, nem identificar todos os eventos relevantes possíveis.

Em substituição à modelagem matemática e aos algoritmos de otimização, Herbert Simon (1957) encontrou na racionalidade limitada uma base alternativa para a teoria da tomada de decisão. Os seres humanos têm limitações para formular e resolver problemas complexos e para processar a informação, mas compensam parcialmente essas deficiências reconhecendo padrões nos fenômenos que ocorrem em seu ambiente. Ao invés de encontrar a solução aos problemas de escolha por meio do cálculo, o agente limitadamente racional desenvolve mecanismos de busca de possíveis soluções; ao invés de encontrar soluções ótimas, os tomadores de decisão reais interrompem a busca quando encontram soluções satisfatórias.

Ao rejeitar a racionalidade plena e as decisões necessariamente ótimas, a teoria alternativa precisa indicar quais as regras de decisão empregadas pelos agentes. Simon introduziu o conceito de racionalidade processual (*procedural rationality*), cujo foco é como a decisão foi tomada, interessando-se menos por qual decisão foi tomada. O processo de escolha e o agente que conduz esse processo influenciam crucialmente o resultado da decisão, o que se torna ainda mais evidente em situações complexas (Barros, 2010).

Tversky & Kahneman (1974) e Kahneman (2011) assumiram que, na maior parte das decisões, a mente

humana recorre a heurísticas, ou regras de bolso, que são altamente econômicas em termos de informação e capacidade de processamento, e que geralmente são eficazes, mas, em contrapartida, conduzem, em algumas situações, a erros de julgamento sistemáticos e previsíveis. Iniciou-se assim um programa de pesquisa que, apesar de reconhecer o valor funcional de ferramentas heurísticas, dedicou-se quase totalmente à pesquisa de vieses e falhas de julgamento (Fiedler & Von Sydow, 2015).

Em contradição com os prognósticos da utilidade esperada, Tversky & Kahneman (1992) identificaram um padrão de escolhas envolvendo risco, no qual os agentes não ponderam os eventos possíveis pelas respectivas probabilidades, nem mantêm uma mesma atitude frente ao risco, estabelecendo uma assimetria entre perdas e ganhos: eventos improváveis receberiam um peso mais que proporcional à respectiva probabilidade, ao passo que eventos muito prováveis seriam subestimados; os agentes tenderiam a ter aversão ao risco para ganhos, mas propensão ao risco para perdas.

Segundo Vranas (2000), Gigerenzer argumentou que pode não ser apropriado caracterizar alguns dos vieses identificados por Tversky & Kahneman (1974) como erros ou falácias, sobretudo no julgamento de casos singulares para os quais as regras probabilísticas não fariam sentido. Katsikopoulos & Gigerenzer (2008) identificaram heurísticas relacionadas à ordenação lexicográfica de critérios de escolha (semelhante à ordem dos verbetes no dicionário), que geraram previsões mais acuradas de resultados empíricos que outros modelos de escolha. Tais heurísticas violam a teoria da escolha baseada na utilidade esperada, mas produzem decisões ótimas ou próximas disso.

Como ressaltou Kelman (2011), os estudos de heurística são dominados por duas perspectivas distintas, uma que enfatiza os vieses de julgamento induzidos por determinadas heurísticas, e outra que ressalta o papel positivo das heurísticas para a adaptação do tomador de decisão a seu ambiente.

## 2.2 Heurísticas na formação profissional

O desenvolvimento de heurísticas e da capacidade de julgar a adequação de determinadas heurísticas aos problemas enfrentados na prática profissional passou a receber a atenção da educação superior em diversas áreas. Talanquer (2014) notou que estudantes de química frequentemente dão soluções superficiais aos problemas propostos, deixando de reconhecer informações relevantes em seus julgamentos e decisões sobre as propriedades de substâncias químicas e de processos e fazendo generalizações precipitadas. Para melhorar a eficácia do ensino, Talanquer (2014) identificou um conjunto de heurísticas que poderiam estar na raiz das falhas de aprendizagem.

Especificamente no contexto de decisões com informação limitada, restrição severa no tempo para tomada da decisão, e consequências graves das decisões, o treino na formação profissional de heurísticas capazes de favorecer a adaptação do profissional ao ambiente complexo e mutável ganha relevância. Corroborando o senso comum, há evidências abundantes de que as restrições de tempo e a complexidade tendem a elevar a probabilidade de erros de julgamento (por exemplo, Young et al., 2012).

Haburchak et al. (2008) recomendaram que a educação e o treinamento prático dos cursos de medicina desenvolvessem nos estudantes heurísticas cuja inobservância produziria maus diagnósticos, falsas expectativas, resultados não esperados e não desejados, além da má alocação de recursos escassos. Para esse autor, as regras subjacentes ao diagnóstico e à terapêutica não foram suficientemente estudadas. Sugere então que o ensino em saúde deveria desenvolver a percepção e a aplicação prática de princípios físicos (finitude, inércia, entropia e incerteza) e econômicos (retornos decrescentes, consequências não intencionais, distribuição, e economia de recursos).

Roberts (2013) identificou seis heurísticas benéficas à prática da enfermagem, relativas ao processamento de informações e ao planejamento de ações. Para detectar as heurísticas empregadas pelos estudantes, utilizou-se a técnica de “pensar alto”, em que o aluno verbaliza seus pensamentos enquanto executa determinada tarefa, permitindo ao instrutor avaliar e posteriormente prover *feedback* sobre as decisões tomadas.

Bleakley et al. (2003) constataram que estudantes de medicina e mesmo médicos experientes tendem a ver nos resultados de exames por imagem exatamente o que eles esperavam encontrar, a partir da anamnese e do exame físico do paciente, perdendo frequentemente informação relevante. Para reduzir esse viés, os autores propõem exercícios no domínio das artes visuais que facilitariam a passagem do olhar superficial para uma visão aprofundada nos diagnósticos por imagem.

Constatando que muitas decisões médicas se dão em um ambiente de incerteza, Elstein (1999) propõe que o critério de escolha deveria ser a maximização da utilidade esperada. A decisão acertada, determinada com base na informação disponível sobre as probabilidades dos diferentes possíveis resultados, serviria como padrão para avaliar as escolhas dos médicos. Nessa perspectiva, o autor descreve e explica alguns erros de julgamento bem-documentados, que seriam decorrentes de heurísticas inadequadas e tendenciosas. Como exemplo, Elstein (1999) apresentou uma pesquisa sobre a prescrição de reposição hormonal, que constatou que os médicos tendiam a subestimar os riscos em consequência de fraturas e a superestimar os riscos de câncer de seio e útero, deixando de

recomendar a terapia de reposição hormonal em casos que, pelo critério da utilidade esperada, essa seria a conduta esperada.

### 3 Heurísticas como ferramentas de adaptação na instrução aérea

A instrução aérea é oferecida na AFA em duas etapas, básica e avançada. Como a instrução aérea básica é oferecida a jovens que se apresentam em uma faixa etária em que o neocórtex talvez ainda não esteja totalmente desenvolvido, entendemos ser necessário, além da atribuição de pesos para as variáveis mais relevantes (Silva et al., 2013a), evidenciar também os possíveis constructos das operações aéreas da instrução básica, *vis-à-vis* as heurísticas já testadas com bons resultados (Gigerenzer et al., 2011), mesmo que em áreas diversas.

Um dos autores mais consagrados em teorias da decisão e inteligência artificial foi Herbert E. Simon, ganhador do prêmio Nobel de economia que advogou sobre a necessidade de que, mais importante do que se discutir se é a mente ou o ambiente que deve vir antes em uma decisão, o que importa é “[...] a constatação de que mente e ambiente são como duas lâminas de uma mesma tesoura” (Gigerenzer et al., 2011, p. xviii). Nunca seremos capazes de dizer qual das duas contribuiu mais com um dado corte de papel. Ou seja, só faz sentido o uso da razão se se considerar *pari passu* o ambiente, ou o ecossistema em que a decisão deve ser tomada.

Em uma palavra, nem só o lógico, nem só o ecossistema, sendo, assim, mais recomendável, que as decisões sejam ancoradas em aparatos (eco)lógicos (Vianna, 1989; Silva, 2000).

A prática da aviação geral assim como a prática da pilotagem militar estão envoltas em um ecossistema bastante complexo e diversificado no que diz respeito aos agentes envolvidos. Na aviação militar, tem-se os aviões e seus pilotos, mas, tão importante quanto os aviões e pilotos, tem-se uma complexa interação entre os pilotos, os aviões e seus sistemas de comando e controle, logística e manutenção.

Na aviação civil, tal complexidade não é menor, e, quiçá, até mesmo amplificada, uma vez que, além dos pilotos e aviões, tem-se as companhias aéreas que operam os aviões, os controladores de voo dos diferentes espaços aéreos (nacional e internacional), o pessoal de terra (das próprias companhias e dos aeroportos), assim como os órgãos de regulação como, no caso brasileiro a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Quando falamos de aviões voando, com segurança, em um espaço aéreo sendo controlado, estamos considerando um ecossistema de agentes tomando decisões complexas em situações reais e com severas limitações de tempo de decisões (Silva et al., 2009, 2013a).



De forma que a identificação de métodos de decisão inspirados na metáfora da tesoura de Simon, que se pode classificar como híbridos (Vianna, 1989; Silva, 2000), tem extrema validade na área da aviação. A pilotagem aeronáutica é uma prática envolta em um ecossistema no qual não se pode afirmar que um piloto, ao controlar sua aeronave, esteja se utilizando de uma ou outra lâmina da tesoura.

E, por estar envolto em um sistema dinâmico, arriscado, e no qual, em muitas situações, pode haver escassez de tempo de decisão, o piloto precisa desenvolver uma grande capacidade – normalmente adquirida após muitas horas de experiência – de selecionar as informações mais relevantes em cada etapa da pilotagem. A mente adaptativa que se almeja é aquela que seria capaz de decidir com menos, e não com mais informações (Gigerenzer et al., 2011).

Como se sabe, na pilotagem militar, os agentes, gerenciando múltiplas tarefas, necessitam conhecer o peso relativo de cada uma das variáveis envolvidas com as decisões, normalmente decisões rápidas, tomadas em ambiente dinâmico e com pouca disponibilidade de tempo de resposta.

Questões referentes à percepção do risco, já estudadas em trabalhos anteriores, apontaram elementos da teoria prospectiva como de elevado potencial para aplicação no ambiente operacional da AFA (Silva, 2013). Foram estudados ainda aspectos como o gerenciamento de múltiplas tarefas e a influência da impulsividade, do autocontrole e das práticas esportivas (Moura, 2016 – trabalho não publicado, em submissão).

Buscando o entendimento mais aprofundado acerca das variáveis envolvidas na instrução aérea da AFA e, conseqüentemente, chegando-se à definição operacional (construtos) das operações aéreas na instrução básica, irá se incrementar, por hipótese, a fluidez da comunicação entre instrutores e alunos, contribuindo então com o aperfeiçoamento da segurança aérea nesta instituição. De forma que iremos nos direcionar para este objetivo inicialmente selecionando heurísticas lexicográficas com aplicações hipotéticas na área de aviação.

Gigerenzer et al. (2011, p. 17) apresentam uma tabela-resumo com dez heurísticas consideradas “bem estudadas” e sobre as quais existem evidências de eficiência. Selecionamos seis destas heurísticas, com exemplos hipotéticos ilustrando aplicações na área de aviação.

1. *Heurística do reconhecimento* (Goldstein & Gigerenzer, 2002 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Se uma entre duas alternativas é mais facilmente reconhecida, infira que a que é reconhecida tem maior peso no critério de escolha.

Exemplo na aviação: Se, entre dois aeroportos, por exemplo, Guarulhos (SP) e Confins (MG), o piloto reconhece mais facilmente o aeroporto de Guarulhos, provavelmente o aeroporto de Guarulhos é maior, em termos de infraestrutura aeronáutica, do que o aeroporto de Confins. Esta informação pode ser muito importante, por exemplo, para se tomar a decisão de entrar ou não em espaços controlados sem se dispor de orientações específicas acerca das exigências mínimas necessárias para tal procedimento.

2. *Heurística da fluência* (Jacoby & Dallas, 1981 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Se ambas as alternativas são reconhecidas, mas uma é reconhecida mais rapidamente que a outra, infira que esta tem maior peso no critério de escolha.

Exemplo na aviação: Se um piloto, enfrentando uma emergência decorrente de falha de comunicações, precisa saber qual, entre dois aeroportos, dispõe de sistema de aproximação por instrumentos, deve inferir que o aeroporto lembrado com mais rapidez provavelmente é o aeroporto com melhor infraestrutura aeronáutica.

3. *Heurística da contagem* (Dawes, 1979 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Para estimar um critério de escolha, não procure estimar os pesos dos critérios, conte apenas o número de pistas positivas em cada critério de escolha.

Exemplo na aviação: Um piloto que percebesse falhas do motor em voo, nos esforços para identificar as causas do problema no motor, poderia simplesmente contar o número de indicações positivas para cada uma das possíveis causas. Sabe-se bem que perda de pressão de óleo e aumento brusco da temperatura do motor são indicações inequívocas de prognóstico de parada do motor.

4. *Heurística da seleção automática (default)* (Johnson & Goldstein, 2003; Pichert & Katsikopoulos, 2008 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Se existe um *default*, não faça nada. Siga os passos previstos.

Exemplo na aviação: Se diante de uma emergência recorrente, já praticada em treinamento simulado, siga o check-list (Gawande, 2010) ou os passos previstos em manuais de operações do avião.

5. *Heurística da imitação da maioria* (Boyd & Richerson, 2005 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Considere a maioria das pessoas em seu grupo de prática e imite seu comportamento.

Exemplo na aviação: Um piloto que, aproximando-se para pouso em um aeroporto não controlado, sem contato visual com a “biruta” de indicação da direção do vento, solicitaria por rádio frequência qual a pista em uso por outros pilotos.

6. *Heurística dos bem-sucedidos* (Boyd & Richerson, 2005 apud Gigerenzer et al., 2011).

Definição: Considere os mais bem-sucedidos e imite seu comportamento.

Exemplo na aviação: Um piloto recém-habilitado, enfrentando uma situação adversa, poderia se perguntar: o que meu instrutor faria nesta situação?

Passemos então a considerar as classificações funcionais universalmente aceitas na instrução aérea, como visada de pontos sensíveis de uma caixa de ferramentas adaptativa para a AFA, e, não menos importante, o início de um inventário de heurísticas para a instrução aérea básica.

Segundo O’Hare (1992), existem cinco posturas críticas de alguns pilotos que, podendo ser desenvolvidas desde o início da instrução, ameaçam a segurança das operações aéreas. São elas: (i) a síndrome do “macho”; (ii) o sentimento de invulnerabilidade; (iii) a resignação; (iv) a impulsividade; e (v) o antiautoritarismo. Na síndrome do macho, os pilotos, sobretudo os menos experientes, revelam uma tendência a arriscarem-se mais do que o que seria prudente em aviação, dados os seus próprios limites. O sentimento de invulnerabilidade seria um antídoto para a necessária dedicação aos estudos e planejamento criterioso das operações aéreas. A resignação agiria no sentido contrário de ações corretivas mais imediatas. A impulsividade, que, no passado pode até ter sido um fator propício à aviação militar dos guerreiros destemidos, hoje é uma das principais causas de acidentes, e, por último, o antiautoritarismo que seria uma resistência a se aceitar a divisão de responsabilidades, seja nas relações entre os membros de uma mesma tripulação, seja na aceitação de regras e regulamentos de funcionamento do tráfego aéreo.

De maneira que um primeiro passo em direção à caixa de ferramentas adaptativas na AFA seria um intensivo treinamento dos cadetes em antídotos a estas posturas críticas.

Mas talvez o ponto crucial seja o trinômio mais sedimentado (Kaempff & Klein, 1994), *Aviate*, *Navigate* e *Communicate*. Ou seja, um piloto em treinamento deve entender, o quanto antes, que a ordem de prioridades de suas decisões deve seguir criteriosamente, na ordem hierárquica em que aparecem, as três diferentes ações do trinômio. De tal maneira que o piloto deve, acima de qualquer outra prioridade, ter como primeiro mandamento de sua atenção a manutenção das atitudes básicas de pilotagem

(*Aviate*), no sentido de manter o avião voando bem. Isto compreende o controle de parâmetros como altitude, velocidade, estabilidade horizontal do avião e controle de parâmetros do funcionamento do motor. Johnston et al. (1994) enfatizam ainda as diferentes fases do voo, como táxi, decolagem, nivelamento, aproximação e pouso.

Em seguida – uma vez aplicados todos os esforços necessários para o atendimento dos requisitos da pilotagem (*Aviate*) – deve voltar sua atenção para as ações relativas à navegação de sua aeronave (*Navigate*), o que compreende, no mínimo, um ponto de origem e um ponto de destino, o que, por sua vez, implica manter proa, distância mínima dos obstáculos do terreno e tempo de voo controlados.

Só então é que o piloto – uma vez satisfeitas, hierarquicamente, as condições anteriores – deve voltar sua atenção para as exigências de comunicação, o que inclui ajustes de frequências de rádio, respeito às regras de voo (visual ou por instrumentos), comunicações verbais com órgãos de controle ou com outros aviões voando nas proximidades.

Estas são – de maneira não exaustiva – as principais classificações funcionais existentes na instrução aérea.

A instrução básica é ministrada na AFA na segunda (de quatro séries) série do curso e é realizada em aeronaves monomotoras propulsadas a motores à explosão. Doravante nos referiremos a esta instrução como 2º. EIA. Já a instrução avançada é oferecida na quarta série e é realizada em aeronaves monomotoras à reação. Neste trabalho, estamos considerando apenas a instrução do 2º. EIA.

As principais investigações já realizadas no projeto de pesquisas em curso na AFA e na UNIFA (Pereira & Silva, 2015; Silva et al., 2009, 2013b) foram realizadas com amostras de cadetes que já haviam sido submetidos à instrução do 2º. EIA. De forma que estamos nos referindo a uma instrução aérea ministrada a jovens (média de idade de 21 anos) que ainda não têm muitas horas de voo. Ademais, conforme já fora afirmado, talvez nem mesmo os seus *neocórtex* tenham atingido a devida maturidade para uma adequada cognição e uso da razão. Menos ainda para o uso da intuição, uma vez que não dispõem de experiência suficiente para isso (Gigerenzer, 2009; Klein, 2009).

O fato de estarmos centrando nossos estudos em uma amostra de pilotos que ainda não têm muita experiência encerra uma série de questões, entre elas o fato de que as pistas (No inglês: *cues*) para a identificação de eventos anormais em geral não se apresentam de forma muito saliente.

Merrit & Klinec (2006) enfatizam a necessidade de que, nos treinamentos de pilotos seja feita, inicialmente, uma distinção entre ameaças e erros.

As ameaças vêm do ambiente externo, estão fora da influência dos pilotos, sendo que os tipos mais

comuns são as condições meteorológicas adversas, os aeroportos com infraestrutura deficiente, os problemas de comunicação com os órgãos de controle do tráfego aéreo e as distrações que podem ocorrer na cabine de pilotagem.

Já os erros são cometidos pela tripulação e estão relacionados à automação dos aviões, os controles de voo, os procedimentos de táxi, outros procedimentos em terra, assim como a leitura/digitação incorreta dos sistemas embarcados.

Os mesmos autores enfatizam que a principal orientação a ser dada para mitigação de ameaças e erros seria, inicialmente o desenvolvimento da capacidade de resiliência. E aqui resiliência seria a recondução do avião aos seus parâmetros normais (*Aviate*). E para se lograr êxito neste tipo de treinamento, Merrit & Klinect (2006) sugerem a seguinte sequência de programas de instruções:

- Antecipação;
- Reconhecimento;
- Recuperação.

Para a Antecipação, o que se aplica são as técnicas de treinamento de consciência situacional (Endsley et al., 2003). Para o Reconhecimento, além de algumas das heurísticas já enunciadas anteriormente, sugere-se o treinamento em metacognição. Para a Recuperação, são sugeridos programas de aprendizado em simuladores, com base nos erros já verificados em acidentes e incidentes aeronáuticos.

Os autores Merrit & Klinect (2006) recomendam que não se deve tentar construir sistemas capazes de evitar o erro, mas sim evidenciá-lo, para aqueles que tomarão as decisões, porque ou onde eles erram, e, assim, os erros não se repetirão. Afirmam ainda que o funcionamento correto dos sistemas se deve a configurações específicas, em escalas particulares e em culturas determinadas.

De maneira que o que se recomenda em treinamentos cognitivos voltados para a aviação – e aqui chegamos a importantes proposições para a AFA – devem ser a “flexibilidade mental” e a “adaptabilidade intelectual”.

## 4 Conclusões e desdobramentos futuros

Entendemos que este artigo contribui com o esforço de identificação e atribuição de pesos para as variáveis relevantes no treinamento de pilotos militares, assim como com a discussão muito mais ampla que diz respeito ao dilema “tendenciosidade-variância” (Gigerenzer et al., 2011). No dilema “tendenciosidade-variância”, coloca-se em evidência o nível ou a quantidade de informações necessárias para uma boa decisão, quando se busca avaliar uma estratégia de seleção de informações mais relevantes. Sabemos que tal discussão tem

origem na visão de mundo dos praticantes do método científico. Aqueles mais propensos aos experimentos controlados em laboratórios seriam enquadrados em uma espécie de “*small world*”, livre de incertezas e modelado satisfatoriamente pela estatística. Já aqueles menos propensos aos experimentos controlados em laboratório (Silva et al., 2009) seriam enquadrados em uma espécie de “*large world*”, crivado de incertezas, dinâmico e de difícil modelagem.

De maneira que no “*small world*” a estatística seria suficiente, e, como consequência, seu efeito adverso mais imediato: o problema da variância e os necessários critérios de controlá-la. E no “*large world*” as heurísticas seriam suficientes, e, como consequência, seu efeito adverso mais imediato: o problema da tendenciosidade no julgamento humano.

Ocorre que neste paradoxo, aplicado a situações em que o tempo para a tomada de decisões é escasso e as consequências podem ser fatais, as heurísticas levariam uma certa vantagem sobre a estatística, uma vez que, para a primeira, menos informações seria melhor, e não mais informações (como normalmente se exige em termos estatísticos). E, para ilustrar este confronto, existe um trágico exemplo, que é o acidente ocorrido com outro avião Airbus A330-200, que fazia a rota Rio de Janeiro-Paris e colidiu com as águas do Oceano Atlântico em 2009, matando todos os seus ocupantes. Neste acidente, se os pilotos tivessem prestado atenção a um número inferior de informações, talvez tivessem logrado êxito em evitar o acidente fatal. Algo como a heurística do reconhecimento (heurística 1) apresentada em seção anterior deste trabalho. No caso deste acidente, a heurística do reconhecimento seria aplicada na seleção da informação mais relevante para se manter o voo em situações normais, mesmo que diante de falhas mecânicas.

Sabe-se que os menos experientes, como é o caso de nossos cadetes, em geral gastam mais tempo procurando informações. Este consumo de tempo extra pode ser um fator contribuinte com a entrada em uma espiral de incertezas e incremento ao risco das operações aéreas. Outra característica dos pilotos menos experientes é que estes tendem a focar sua atenção nas informações mais salientes, que podem ou não ser as mais importantes, dependendo de cada situação particular. E o agravante é que as situações anormais geralmente apresentam pistas de pouca ou nenhuma saliência.

Assim, uma vez que os menos experientes não estão ainda totalmente “equipados” com as ferramentas necessárias para o enfrentamento das mais variadas situações, torna-se necessário dar a eles o treinamento adequado não somente nos procedimentos padronizados previstos para cada operação, mas, ainda, ferramentas de apoio à decisão e, no caso específico da aviação, os simuladores aparecem como a melhor ferramenta.

Assim como treinamento específico em processo decisório. Sendo que o processo decisório exige o domínio na metacognição: a cognição acerca da própria cognição. Os pilotos experientes desenvolvem espontaneamente heurísticas eficazes ao longo do exercício profissional, mas também poderiam ser beneficiados pela reflexão sistematizada sobre o processo decisório, uma vez que os processos de estabelecimento e mobilização das heurísticas são dinâmicos. A avaliação crítica de decisões tomadas por si mesmo ou por outros é parte importante da formação continuada do piloto. Essa atividade pode ser facilitada e formalizada por meio da descrição sistemática das heurísticas mobilizadas em cada caso concreto. Além disso, o desenvolvimento de competências de metacognição poderia facilitar a transmissão do conhecimento adquirido entre grupos com diferentes níveis de experiência.

A metacognição que estamos almejando para nossos cadetes é ancorada em duas vertentes. A primeira é a consciência situacional (Endsley et al., 2003). A segunda são diferentes critérios de identificação e enfrentamento de risco, através dos mapas mentais.

## Referências

- Barros, G. H. A. (2010). Simon and the concept of rationality: boundaries and procedures. *Brazilian Journal of Political Economy*, 30(3), 455-472. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31572010000300006>.
- Bleakley, A., Farrow, R., Gould, D., & Marshall, R. (2003). Making sense of clinical reasoning: judgment and the evidence of the senses. *Medical Education*, 37(6), 544-552. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01542.x>. PMID:12787378.
- Boyd, R., & Richerson, P. J. (2005). *The origin and evolution of cultures*. New York: Oxford University Press.
- Dawes, R. M. (1979). The robust beauty of improper linear models in decision making. *The American Psychologist*, 34(7), 571-582. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.34.7.571>.
- Elstein, A. S. (1999). Heuristics and biases: selected errors in clinical reasoning. *Academic Medicine*, 74(7), 791-794. <http://dx.doi.org/10.1097/00001888-199907000-00012>. PMID:10429587.
- Endsley, M. R., Bolté, B., & Jones, D. G. (2003). *Designing for situation awareness: an approach to user-centered design*. London: Taylor & Francis. <http://dx.doi.org/10.1201/9780203485088>.
- Fiedler, K., & Von Sydow, M. (2015). Heuristics and biases: beyond Tversky and Kahneman's (1974) judgment under uncertainty. In M. W. Eyesenck & D. Groome (Eds.), *Cognitive psychology: revisiting the classic studies*. London: SAGE Publications.
- Gawande, A. (2010). *The checklist manifesto: how to get things right*. New York: Picador.
- Gigerenzer, G. (2009). *O poder da intuição: o inconsciente dita as melhores decisões*. Rio de Janeiro: Best Seller.
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo heuristicus: why biased minds make better inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 107-143. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01006.x>. PMID:25164802.
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (2001). *Bounded rationality*. Cambridge: MIT Press.
- Gigerenzer, G., Hertwig, R., & Pachur, T. (2011). *Heuristics: the foundations of adaptive behavior*. New York: Oxford University Press. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199744282.001.0001>.
- Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: the recognition heuristic. *Psychological Review*, 109(1), 75-90. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.109.1.75>. PMID:11863042.
- Haburchak, D. R., Mitchell, B. C., & Boomer, C. J. (2008). Quixotic medicine: physical and economic laws perilously disregarded in health care and medical education. *Academic Medicine*, 83(12), 1140-1145. <http://dx.doi.org/10.1097/ACM.0b013e31818c65c0>. PMID:19202481.
- Jacoby, L. L., & Dallas, M. (1981). On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110(3), 306-340. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.110.3.306>. PMID:6457080.
- Johnson, E. J., & Goldstein, D. G. (2003). Do defaults save lives? *Science*, 302(5649), 1338-1339. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1091721>. PMID:14631022.
- Johnston, N., McDonald, N., & Fuller, R. (1994). *Aviation psychology in practice*. Farnham: Ashgate Publishing.
- Kaempf, G. L., & Klein, G. (1994). Aeronautical decision making: the next generation. In N. Johnston, N. McDonald & R. Fuller (Eds.), *Aviation psychology in practice*. Aldershot: Ashgate.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York: Farrar, Strauss and Giroux.
- Katsikopoulos, K. V., & Gigerenzer, G. (2008). One-reason decision-making: modeling violations of expected utility theory. *Journal of Risk and Uncertainty*, 37(1), 35-56. <http://dx.doi.org/10.1007/s11166-008-9042-0>.
- Kelman, M. (2011). *The heuristics debate*. Oxford: University Press. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199755608.001.0001>.
- Klein, G. A. (1998). *Sources of power: how people make decisions*. Cambridge: MIT Press.
- Klein, G. A. (2009). *Streetlights and shadows: searching for the keys to adaptive decision making*. Cambridge: MIT Press. <http://dx.doi.org/10.7551/mitpress/8369.001.0001>.
- Klein, G. A., Orasanu, J., Calderwood, R., & Zsombok, C. E. (Eds.). (1993). *Decision making in action: models and methods*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.



- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty, and profit*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Merrit, A., & Klinect, J. (2006). *Defense flying for pilots: an introduction to threat and error management*. Texas: University of Texas. Human Factors Research Project.
- Moura, G. B. O. H. (2016). *Alternativas de treinamento para o desenvolvimento do atributo múltiplas tarefas na pilotagem militar* (Dissertação de mestrado). Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro.
- Nóbrega, L. S. (2014). *Gerenciamento de risco: análise do "US Airways 1549 e do "TAM 3054"* (Trabalho de conclusão de curso). Academia da Força Aérea, Pirassununga.
- O'Hare, D. (1992). The artful decision maker: a framework model for aeronautical decision making. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2(3), 175-191. [http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0203\\_2](http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0203_2).
- Pereira, V. M., & Silva, L. M. A. (2015). Tomada de decisões rápidas: investigação da relação entre múltiplas tarefas e impulsividade. *Revista da UNIFA*, 28(1), 31-36.
- Pichert, D., & Katsikopoulos, K. V. (2008). Green defaults: Information presentation and pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 63-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.09.004>.
- Pilati, R., & Laros, J. A. (2007). Modelos de equações estruturais em Psicologia: conceitos e aplicações. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(2), 205-216. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-37722007000200011>.
- Roberts, D. (2013). The clinical viva: An assessment of clinical thinking. *Nurse Education Today*, 33(4), 402-406. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2013.01.014>. PMID:23428363.
- Silva, L. M. A. (2000). *Instrumentalização do planejamento estratégico: aplicação no setor aeroviário comercial brasileiro* (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Silva, L. M. A. (2013). Critérios de decisão na Academia da Força Aérea: conjugação de abordagens em função da teoria prospectiva. *Revista Conexão SIPAER*, 4(2), 116-129.
- Silva, L. M. A., Lucas, L. A., & Costa, M. P. (2009). Analysis of the decision making process of flight instructors at the Brazilian Air Force Academy. In *Proceedings of NDM9, the 9th International Conference on Naturalistic Decision Making*. London: British Computer Society.
- Silva, L. M. A., Lucas, L. A., & Costa, M. P. (2013a). *Identificação e atribuição de pesos para as variáveis relevantes no treinamento de pilotos militares*. São Paulo: Academia da Força Aérea.
- Silva, L. M. A., Lucas, L. A., Costa, M. P., & Anfe, M. A. (2013b). Attribution of weights in judgments about aptitude for military piloting: comparison of the results obtained in multiple linear regression, multi-criteria analysis and principal components. In *Proceedings of 3rd International Symposium on Biology of Decision Making*. Paris: Federation of European Neuroscience Societies.
- Simon, H. A. (1957). *Models of man, social and rational: mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. New York: John Wiley & Sons.
- Talanquer, V. (2014). Chemistry education: ten heuristics to tame. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1091-1097. <http://dx.doi.org/10.1021/ed4008765>.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131. <http://dx.doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>. PMID:17835457.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297-323. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00122574>.
- Vianna, N. W. H. (1989). *A subjetividade no processo de previsão* (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vranas, P. B. M. (2000). Gigerenzer's normative critique of Kahneman and Tversky. *Cognition*, 76(3), 179-193. [http://dx.doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00084-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00084-0). PMID:10913575.
- Young, D. L., Goodie, A. S., Hall, D. B., & Wu, E. (2012). Decision making under time pressure, modeled in a prospect theory framework. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 118(2), 179-188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.obhdp.2012.03.005>. PMID:22711977.
- Zurita, F. (2005). Beyond earthquakes: the new directions of expected utility theory. *Cuadecon*, 126(42), 209-255.