



PROCESOS DE TOMA DE DECISIONES DE LOS PILOTOS DE AEROLÍNEAS EN SITUACIONES NO PRESCRIPTIVAS

Marcia Fajer^{1*}

Frida Marina Fischer²

Resumen

El estudio evaluó la complejidad del proceso de toma de decisiones en aviación, destacando los factores que influyeron en las estrategias de toma de decisiones de los pilotos de aerolíneas en eventos inesperados que involucraban situaciones no previstas por las reglas. El objetivo fue analizar los factores determinantes para la toma de decisiones exitosa de los pilotos, considerando el modelo de decisión utilizado y los aspectos cognitivos involucrados. Para comprender las estrategias de toma de decisiones en estas situaciones, se entrevistó a 10 pilotos de aerolíneas. Las entrevistas fueron semiestructuradas, basadas en el método *Applied Cognitive Task Analysis (ACTA)*, que sistematiza la comprensión de situaciones en las que las personas emiten juicios, toman decisiones y resuelven problemas utilizando sus capacidades cognitivas. Posteriormente, la información de los 12 eventos reportados fue analizada y clasificada en 121 segmentos, de acuerdo con la taxonomía *Schema World Action . Investigación Método (SWARM)*, desarrollado específicamente para el análisis de decisiones aeronáuticas. La combinación de métodos reveló que los procesos de toma de decisiones se basaban en experiencias e información del entorno, lo que resultaba en un proceso dinámico y ecológico, a diferencia del enfoque analítico prescriptivo presente en la formación de pilotos. Este estudio demostró que comprender los procesos de toma de decisiones naturalistas en situaciones no reguladas es un factor predictivo de la seguridad aérea, considerando el protagonismo de quienes realizan el trabajo y su capacidad para fomentar la seguridad mediante su conocimiento, experiencia e incorporación de nuevos enfoques.

Palabras clave: Piloto de aerolínea, Procesos de decisión, Decisión naturalista, Análisis de tareas cognitivas.

AIRLINE PILOTS' DECISION-MAKING PROCESSES IN NON-PRESCRIPTIVE SITUATIONS

Summary

The study assessed the complexity of the aviation decision-making process, highlighting factors that influenced airline pilots' decision-making strategies in unexpected events involving situations not anticipated by the rules. The objective was to analyze the determining factors for pilots' successful decision-making, considering the decision model used and the cognitive aspects involved. To understand decision-making strategies in these situations, 10 airline pilots

¹ Asociación Brasileña de Psicología de la Aviación (ABRAPAV) <https://orcid.org/0000-0002-2782-6561>*
marcia.fajer@gmail.com

²Universidad de São Paulo (Departamento de Salud Ambiental, Facultad de Salud Pública). <https://orcid.org/0000-0001-9403-6300>



were interviewed. The interviews were semi-structured, based on the *Applied Cognitive Task Analysis (ACTA) method*, which systematizes the understanding of situations in which people make judgments, make decisions, and solve problems using their cognitive abilities. Subsequently, the information from the 12 reported events was analyzed and classified into 121 segments, according to the *Schema World Action taxonomy. Research Method (SWARM)*, developed specifically for aeronautical decision analysis. The combined methods revealed that decision-making processes were based on experiences and information present in the environment, resulting in a dynamic and ecological process, unlike the prescriptive analytical approach present in pilot training. This study demonstrated that understanding naturalistic decision-making processes in situations not prescribed by regulations is a predictive factor for flight safety, considering the protagonism of those performing the work and their ability to build safety using their knowledge, experience, and incorporating new approaches.

Keywords: Airline pilot, Decision processes, Naturalistic decision, Cognitive task analysis.

1. Introdução

La toma de decisiones de los pilotos se ha reconocido como una de las causas de los accidentes de aviación, y los errores de juicio están constantemente presentes en los informes de análisis de accidentes. El error humano, citado repetidamente como un factor contribuyente o causa importante de accidentes, se utiliza en ingeniería para la evaluación probabilística de riesgos al abordar la confiabilidad de sistemas complejos, lo que ha generado una percepción generalizada de que el error es un problema humano. La mayoría de las personas aceptan el término error humano como una categoría de posibles causas de actividades o resultados insatisfactorios (Woods, Dekker, Cook, Johannesen y Sarter, 2017).

Dekker (2019) argumenta que, desde principios del siglo XX, la búsqueda de seguridad percibió a los humanos como la causa de los problemas. Se desarrollaron intervenciones orientadas a la adaptación humana mediante procesos de selección y entrenamiento, y se empezó a considerar que los problemas podían resolverse controlando a las personas. En la segunda mitad del siglo, la seguridad se centró en el sistema, y las intervenciones se centraron en la tecnología que debía tener en cuenta las limitaciones humanas.

La seguridad, antes definida por la ausencia de eventos negativos, ahora se percibe por la presencia de capacidades y habilidades humanas para reconocer y adaptarse a los desafíos, y el compromiso fundamental de los factores humanos ahora se considera: «Hacer del mundo un lugar mejor, un lugar más viable para la supervivencia, un lugar más agradable. Y quizás, más recientemente, un lugar más sostenible» (Dekker, 2014, p. 22).

El cambio en la concepción de seguridad, sin embargo, trae consigo un retroceso y, según Dekker (2019), un retorno a la seguridad conductual, pues la tecnología y los procedimientos que hicieron excelente el sistema no son suficientes para reducir el número de lesiones y accidentes.

Pilotar una aeronave es una operación compleja que requiere habilidades especializadas y disciplina para seguir los procedimientos. Muchas de las acciones que realiza un piloto se realizan en secuencias preestablecidas, antes, durante y después del vuelo, y se repiten sistemáticamente durante el entrenamiento.

Los procesos de entrenamiento que reciben se llevan a cabo en salas de entrenamiento, en el simulador de vuelo y en la aeronave, e implican el desarrollo de habilidades técnicas, como el conocimiento de los sistemas de la aeronave o los procedimientos de navegación, así

como habilidades no técnicas, como la capacitación en gestión de recursos de la tripulación. Además de la formación inicial, se imparte formación periódica para garantizar que las habilidades no se pierdan ni se olviden por desuso (Martinussen y Hunter, 2017).

La tarea del piloto es altamente prescriptiva; sin embargo, también requiere tomar decisiones ante una incertidumbre y un riesgo considerables, y elegir las acciones a tomar en el momento oportuno. Se requieren adaptaciones que impriman la "firma" de cada piloto en diversas partes del proceso, lo que resulta en decisiones que deben tomarse con rapidez y prudencia para evitar errores que podrían provocar accidentes. Los pilotos deben comprender las posibles interacciones entre las diferentes partes del sistema, las consecuencias de sus acciones y el alcance de su impacto, ya que estas combinaciones pueden suponer riesgos para la fiabilidad y la seguridad.

Las condiciones en las que se toman las decisiones no siempre presentan todos los elementos fácilmente perceptibles, o pueden ser difíciles de entender inmediatamente y ocurren en condiciones en las que puede haber presión de tiempo o restricciones en los recursos disponibles.

Perrow (2011) consideró que el sistema de aviación es complejo, ya que presenta conexiones estrechas entre varias de sus partes y permite interacciones originadas por secuencias desconocidas o no planificadas e inesperadas.

La previsibilidad del comportamiento humano en el trabajo se limita a la cadena de eventos en la interfaz inmediata con los sistemas técnicos. Cuanto más se aleja del núcleo técnico, mayores son las posibilidades de ajuste del comportamiento. En consecuencia, las referencias para clasificar el comportamiento como normal o apropiado, al emitir un juicio sobre un error, pueden ser menos precisas para el trabajador (Rasmussen, 1985).

Woods, Dekker, Cook, Johannesen y Sarter (2017) argumentan que los trabajadores, para alcanzar sus objetivos, siempre intentan anticipar el fracaso. En su afán por evitarlo, buscan posibles trayectorias donde este pueda ocurrir. Sin embargo, esta estrategia puede ser errónea, lo que hace necesario calibrar la percepción sobre el mejor camino. Una forma de aumentar la seguridad en sistemas complejos es no solo crear oportunidades para que las personas reconozcan que una trayectoria se acerca a un mal resultado, sino también ofrecer opciones de recuperación antes de que ocurran consecuencias indeseables.

Los trabajadores toman decisiones mediante elecciones inteligentes y racionales. Dado que la toma de decisiones no es un proceso aislado, es necesario considerar un sistema de relaciones complejas, en el que las personas interactúan y se influyen mutuamente, debido a su particular forma de percibir los acontecimientos, y se ven simultáneamente influenciadas por los cambios que ocurren en el entorno dinámico. El juicio participa en los procesos de toma de decisiones y, por lo tanto, los mecanismos psicológicos responsables de cómo enmarcamos los problemas producen cambios significativos en la evaluación de probabilidades y resultados, lo que indica una necesidad significativa de comprender su formulación (Tversky y Kahneman, 1981).

Rasmussen (1985) ya cuestionó los métodos de toma de decisiones considerando la necesidad de investigaciones más centradas en las estrategias y jerarquías de abstracción de los procesos de toma de decisiones.

A principios de la década de 1990, Klein (2008) consideró que las teorías de análisis de decisiones, aunque bastante adecuadas, eran limitadas para comprender cómo las personas deciden en contextos del mundo real, donde las condiciones son dinámicas y cambian continuamente, donde hay presión del tiempo, donde las tareas pueden no estar siempre bien definidas y hay consecuencias personales por los errores.



O'Hare (2003) argumenta que la aviación requiere un uso inteligente de los procesos de toma de decisiones; no existe un enfoque único que aborde las diferentes estrategias empleadas por cada piloto, y un mismo responsable de la toma de decisiones puede emplear estrategias diferentes. Para este autor, la pregunta es si el énfasis debe recaer en el responsable de la toma de decisiones o en la representación del problema.

Los pilotos más experimentados pueden identificar las causas subyacentes de los problemas y utilizar modelos más complejos y una mayor agudeza, además de comprender el problema y el entorno. La mayor diferencia entre expertos y novatos, en este caso, reside en su capacidad para evaluar la situación, más que en su capacidad para generar y elegir entre opciones (Orasanu y Martin, 1998). Estudios de análisis de accidentes han demostrado que las decisiones de los pilotos no se basaron ni evaluaron en función de la relación coste-beneficio de las alternativas, sino en la experiencia previa (Strauch, 2016).

Los trabajadores toman decisiones mediante elecciones. Identificar los procesos utilizados para tomar decisiones implica reconocer parte de la contribución de las personas a la seguridad de los sistemas laborales. Para comprender mejor los procesos involucrados en la toma de decisiones y cómo los apropiamos, Kahneman (2012) propuso dos modos de pensar y decidir, que denominó razonamiento e intuición. Consideró que el razonamiento era, por ejemplo, la realización de una operación matemática o el llenado de un formulario. Y la intuición, la comprensión de un chiste o la creación de ironía. El razonamiento se realiza deliberadamente y con esfuerzo; la intuición parece ser espontánea o sin esfuerzo.

Las condiciones que favorecen la toma de decisiones intuitiva son aquellas que requieren mayor velocidad debido a la presión del tiempo. Estas situaciones son dinámicas y entrenables, y si bien no se puede prescindir de la toma de decisiones prescriptiva, sistemas complejos como los de la aviación pueden beneficiarse de ambos enfoques para mejorar los procesos de toma de decisiones.

Los orígenes de la toma de decisiones naturalista surgieron al comprender que las personas toman decisiones en entornos reales sin generar un conjunto de estimaciones de probabilidad y que rara vez emplean técnicas sistemáticas. La toma de decisiones naturalista es un proceso mediante el cual se utiliza el conocimiento adquirido a través de la experiencia para tomar decisiones. Es la base para comprender cómo las personas toman decisiones en entornos naturales utilizando la intuición, la cual se puede aplicar rápidamente, produciendo decisiones casi tan buenas como las obtenidas de forma prescriptiva. Estos son el enfoque de los sistemas de capacitación y apoyo a la toma de decisiones basados en estándares formales (Klein, 2008).

Investigación sobre *naturalismo La Toma de Decisiones (NDM)* busca un enfoque diferente en la comprensión de los modelos de decisión, tratando de descubrir estrategias basadas en la capacidad de las personas para decidir en momentos difíciles y no basadas en procedimientos previos (errores de decisión), ampliando significativamente la forma de entender el proceso, incluyendo la percepción y reconocimiento de situaciones (Klein, 2008).

Hay muchas maneras de tomar decisiones y muchos factores que influyen en el proceso. Es importante considerar las condiciones bajo las cuales se toma la decisión y qué determinará el resultado. ¿Puede la decisión de un piloto en una emergencia seguir el mismo proceso que la de un inversor en el mercado financiero? ¿Debería el proceso de toma de decisiones de los pilotos, basado en entrenamientos y protocolos repetidos, ser una elección racional, que refleje la mejor opción, como si fueran un procesador de información en constante vigilancia? ¿O pueden los escenarios ser impredecibles y requerir otras estrategias del piloto?

Se evaluaron las estrategias que utilizan los pilotos para mantener la seguridad del vuelo en situaciones críticas imprevistas. Investigamos cómo y qué aspectos cognitivos estaban

presentes en el proceso de toma de decisiones de los pilotos y podían facilitar la acción, basándonos en el enfoque naturalista de toma de decisiones.

2. Métodos

Se utilizaron dos métodos para identificar los aspectos cognitivos presentes en la decisión: a) análisis cognitivo de la tarea, *Cognitive Tareas Análisis (CTA)*, que tiene como objetivo estudiar la macrocognición para comprender cómo las personas razonan sobre problemas complejos cuando el contexto es de alto riesgo y las condiciones cambian rápidamente; b) taxonomía, *Schema World Action World Research El método SWARM*, desarrollado para proporcionar una descripción detallada de la toma de decisiones aeronáuticas, se basa en marcos de decisión naturalistas que enmarcan el proceso desde una perspectiva descriptiva y consideran situaciones y decisiones reales.

Los datos se recopilaban mediante entrevistas diseñadas para identificar estrategias de toma de decisiones, resolución de problemas, planificación y conocimiento de la situación. El proceso de recopilación de información se llevó a cabo mediante sondeos cognitivos en una entrevista semiestructurada retrospectiva. Las entrevistas abarcaron cuatro áreas: diagrama de tareas, auditoría de conocimientos, punto crítico y conocimiento del participante. Cada etapa se subdividió en 28 ítems y subítems (Klein y Armstrong, 2004).

taxonomía *SWARM* se desarrolló con base en *el Modelo de Ciclo Perceptual (PCM)* de Neisser ³, según Plant y Stanton (2013). El modelo se fundamenta en la interacción entre la persona y el mundo, con énfasis en el rol de los esquemas, a través de una relación recíproca y cíclica. Asume que el conocimiento que un individuo tiene del mundo lo lleva a anticipar ciertos tipos de información (ESQUEMAS) y dirige su comportamiento (ACCIÓN) en la búsqueda e interpretación de información, influyendo, actualizando y modificando los esquemas cognitivos y, a su vez, su interacción con el entorno (MUNDO). La taxonomía *SWARM* permite comprender el proceso, no solo los resultados, de una decisión, insertando al individuo y sus esquemas dentro del entorno de toma de decisiones, apoyando la noción de que la cognición se distribuye a lo largo de un sistema más amplio.

Planta y Stanton (2013) desarrollaron un modelo para facilitar la identificación de los elementos del modelo del ciclo perceptual, diseñado y validado específicamente para la toma de decisiones aeronáuticas, con el fin de capturar la interacción entre los esquemas internos y la información del mundo externo. La taxonomía se desarrolló mediante un proceso iterativo de análisis inductivo que resultó en 29 subtipos para cada categoría, y dentro de cada subtipo, es posible extraer más información sobre la toma de decisiones. La Figura 1 ilustra la división de los subtipos según el ciclo perceptual.

³Neisser U. Cognición y realidad: principios e implicaciones de la psicología cognitiva. San Francisco: WH Freeman y Cía.1976. 230 pág.

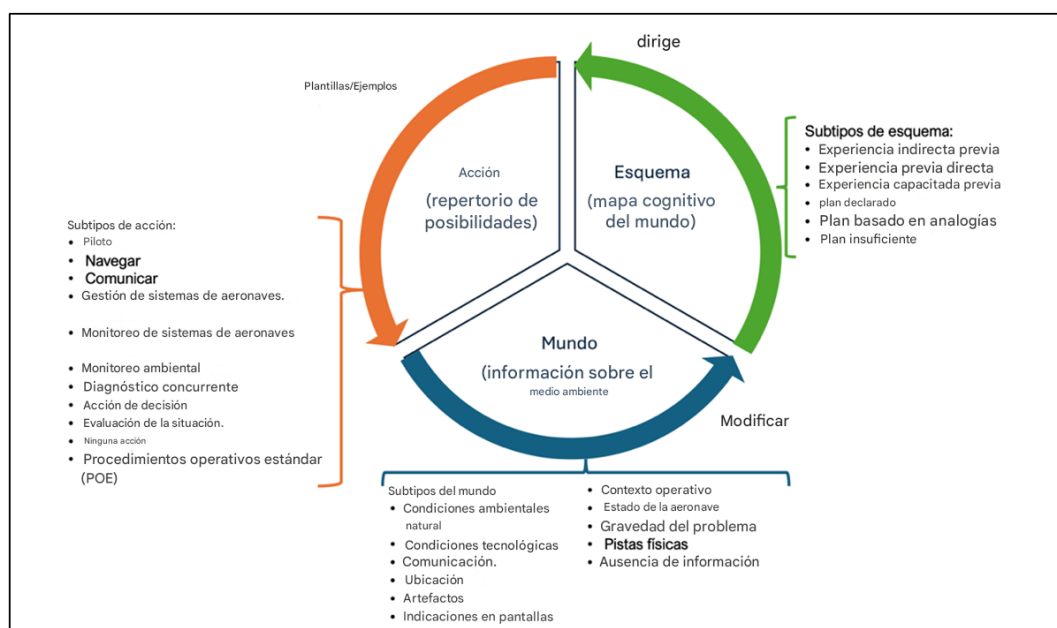


Figura 1 – Distribución de subtipos del ciclo perceptual para la toma de decisiones aeronáuticas.

Fuente: Plant & Stanton (2013), adaptado por los autores.

Los subtipos clasificados pueden variar en frecuencia de acuerdo a la línea de tiempo de desarrollo del evento en seis fases: pre -incidente, inicio del problema, acción inmediata, toma de decisiones, acciones posteriores y contención del evento.

Este estudio fue sometido al Comité de Ética de la Facultad de Salud Pública de la USP, vía Plataforma Brasil y aprobado conforme dictamen 3.692.937, de 8 de noviembre de 2019. Todos los participantes del estudio firmaron el consentimiento libre e informado por escrito o electrónicamente, de acuerdo con la resolución n.º466, de 12 de diciembre de 2010, del Consejo Nacional de Salud.

3. Resultados

La población del estudio estuvo compuesta por pilotos de aerolíneas, según los criterios definidos por la normativa brasileña de la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC), de conformidad con el Reglamento Brasileño de Homologación Aeronáutica 61 (RBAC 61) – Licencias, cualificaciones y certificados para pilotos, de 21 de julio de 2013. Inicialmente, 15 pilotos respondieron positivamente a la invitación para participar en este estudio mediante un anuncio *en línea* en el sitio web de ABRAPAC – Asociación Brasileña de Pilotos de Aviación Civil – y mediante búsqueda activa. Esto se debió a las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19.

Las entrevistas se realizaron del 5 de marzo al 14 de agosto de 2020. Una entrevista se realizó en persona y las demás por WhatsApp, utilizando llamadas de audio y video, según las preferencias del entrevistado. De estos, 10 pilotos informaron haber experimentado un evento crítico cuyo resultado no estaba previsto en las normas. Con base en los informes de estos diez pilotos, fue posible identificar y analizar 12 eventos que abordaron la pregunta básica de la investigación.

Los participantes del estudio eran todos varones, de edades comprendidas entre 26 y 62 años. Su experiencia como piloto oscilaba entre 6 y 42 años, y su experiencia como piloto de aerolínea oscilaba entre un año y seis meses y 25 años.

Los datos reportados en las entrevistas, considerados eventos críticos, se clasificaron según el tipo de situación: problemas mecánicos de la aeronave (siete eventos); problemas meteorológicos (tres eventos); y problemas relacionados con los pasajeros (dos eventos). Las narrativas se clasificaron en 121 segmentos, utilizando la taxonomía *SWARM*, siguiendo las fases: preincidente (considerando el inicio del problema); acciones inmediatas, toma de decisiones, acciones subsiguientes y contención del incidente.

Los segmentos se relacionaron con los tres elementos del ciclo perceptual: esquema (uso de conocimientos previos, experiencia y expectativas), mundo (información potencial o realmente disponible, incluyendo objetos físicos, condiciones y situaciones reales) y acción (como realizar una acción o discutir posibles acciones que podrían realizarse). La Tabla 1 presenta la proporción de elementos identificados por fase y elemento del ciclo perceptual para los 12 eventos críticos estudiados. La Figura 2 presenta el número de eventos críticos reportados y clasificados en segmentos, según la taxonomía *SWARM* y por elemento del ciclo perceptual.

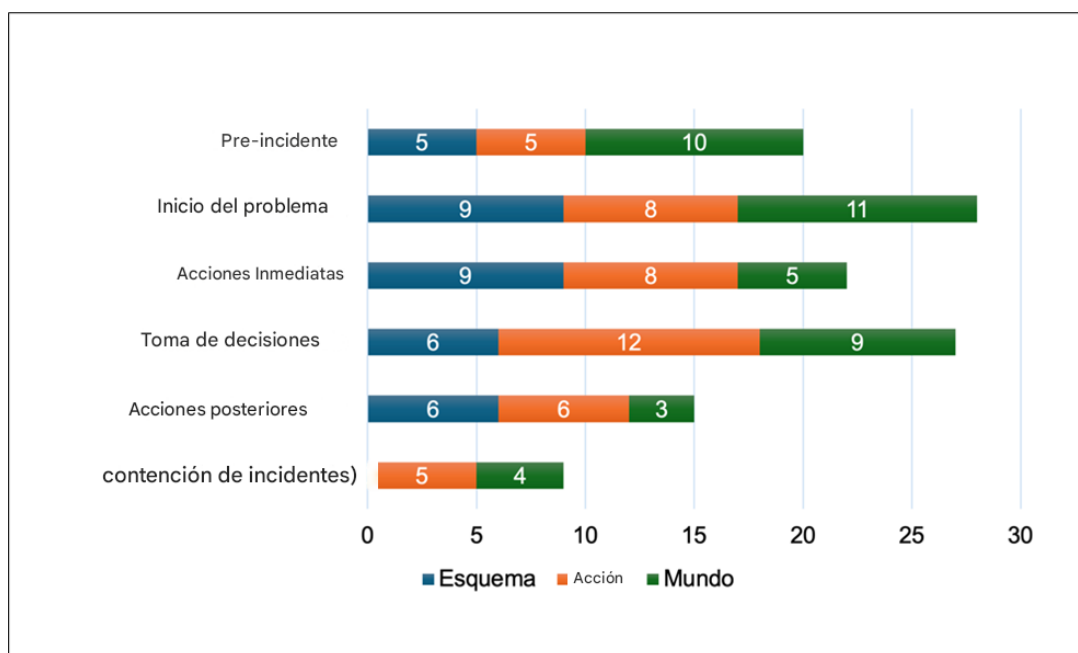


Figura 2 – Número de eventos críticos reportados y clasificados en segmentos por fases según la Taxonomía *SWARM* y por elemento del ciclo perceptual.

Fuente: autores.

Hubo un predominio de segmentos en las fases de inicio del problema, toma de decisiones y acción inmediata. Esto probablemente se debió a la naturaleza de la estimulación de la entrevista, cuyo objetivo era describir eventos críticos, fases previas al incidente, acciones posteriores y contención del incidente. Estas fases podrían no estar directamente relacionadas con el incidente, sino con lo sucedido antes y después, y podrían presentar una menor frecuencia de segmentos (Plant y Stanton, 2013).

Tabla 1 Representa la distribución por subtipos según cada elemento del ciclo perceptual. La categoría ACCIÓN representó el mayor número de segmentos, con un 36,6 %;



los subtipos más reportados fueron las acciones de toma de decisiones (14,05 %), relacionadas con una resolución tras considerar la información disponible; y el pilotaje (7,44 %), que consiste en la manipulación directa de la acción de volar la aeronave con seguridad, con un total de 21,48 %.

La categoría MUNDO, que ocupó el segundo lugar en número de segmentos, distribuidos en nueve de sus 11 subtipos, mostró la importancia de la interacción con el entorno para el proceso de toma de decisiones.

La categoría ESQUEMA presentó la menor cantidad de segmentos, con un 28,9 %. Sin embargo, los subtipos de la categoría, como la experiencia previa directa (8,26 %), representada por la experiencia personal directa de eventos y situaciones similares del pasado, y el modelo conocido (8,26 %), que incluía afirmaciones relacionadas con un esquema descriptivo de hechos generalmente relacionados con la información conocida y disponible, representaron más de la mitad de las respuestas de la categoría; y la experiencia previa entrenada (2,48 %), que también constituye el subtipo secundario de la categoría Esquema, tuvo poca relevancia y se relaciona con la experiencia en una situación de entrenamiento específica.

De acuerdo a la tabla 1, no se encontraron respuestas: gestión de sistemas (que se refiere a tecnología), monitoreo ambiental (aspectos físicos), diagnóstico simultáneo (causa del problema), no acción (acciones relacionadas con fallas de equipos o pilotos), condiciones tecnológicas (aparición/funcionamiento) e información faltante (debido a fallas).

Ciclo perceptual	Taxonomía <i>SWARM</i>	Subtipos		Total por categoría	
		norte	%	norte	%
Esquema	Experiencia previa directa	10	8.26	35	28.9
	Experiencia de capacitación previa	3	2.48		
	Modelo conocido	10	8.26		
	Experiencia vicaria previa	3	2.48		
	Plan basado en analogías	4	3.30		
	Plan insuficiente	5	4.13		
Acción	Piloto	9	7.44	44	36.6
	Acción de decisión	17	14.05		
	Comunicar	2	1.65		
	Evaluación de la situación	4	3.30		
	Gestión de sistemas	-	-		
	Sistemas de monitoreo	3	2.48		
	Monitoreo ambiental	-	-		
	Diagnóstico simultáneo	-	-		
	Navegar	3	2.48		
	Ninguna acción	-	-		
	Procedimientos operativos estándar	6	4.96		
Mundo	Condiciones ambientales naturales	5	4.13	42	34.7
	Ubicación	6	4.96		
	Indicaciones en <i>las pantallas</i>	8	6.61		
	Pistas físicas	3	2.48		
	Contexto operativo	4	3.30		

	Artefactos	6	4.96		
	Información comunicada	3	2.48		
	Estado de la aeronave	5	4.13		
	Gravedad del problema	2	1.65		
	Condiciones tecnológicas	-	-		
	Información faltante	-	-		
Total		121	100	121	100

Tabla 1 - Distribución de segmentos clasificados según las categorías de ciclo porcentual y subtipos de la *taxonomía SWARM*.

Fuente: autores.

La taxonomía nos permitió identificar con gran detalle los elementos que intervienen en la comprensión de los procesos de toma de decisiones, sin limitarse al resultado de la decisión. Si bien el proceso de toma de decisiones y el pilotaje son fundamentales, también dependen de otros elementos. Cabe destacar que la experiencia previa se incluyó en los informes, lo que refuerza la importancia de una toma de decisiones naturalista.

En cuanto a la distribución proporcional de los segmentos dentro del ciclo perceptual, se observó una distribución equilibrada, lo que confirma que la cognición distribuida sigue un patrón organizado. Esto demuestra la importancia de comprender el papel de los tres elementos. Estos elementos interactúan dinámicamente en el proceso de toma de decisiones y la importancia de un enfoque ecológico. Estos resultados sugieren que el modelo de procesamiento de la información es cíclico y que los modelos de representación mental pueden activarse por las condiciones ambientales, la percepción directa y, por lo tanto, la interacción con el mundo (Maurino, 2000).

4. Discusión

Realizar el trabajo con la máxima seguridad forma parte de la práctica operativa de un piloto. Para ello, el trabajador desarrolla estrategias susceptibles de fallo: intenta anticipar las posibles formas y trayectorias de los fallos, aunque solo es parcialmente consciente de ellas debido a los constantes cambios en el mundo real y sus trayectorias. Las estrategias utilizadas para abordar estas posibles trayectorias pueden ser inconsistentes o erróneas. Es necesario actualizar y calibrar nuestro conocimiento de las posibles trayectorias que pueden conducir a la prevención de fallos (Woods, Dekker, Cook, Johannesen y Sarter, 2017).

La decisión de estudiar eventos críticos con resultados exitosos se debe a que, en prevención y seguridad laboral, los análisis suelen basarse en situaciones con resultados desfavorables y en errores de juicio, en lugar de intentar comprender casos de éxito. La capacidad de identificar la dimensión estructurante del análisis del trabajo, su naturaleza dinámica y cambiante, ayuda a comprender su importancia en la producción de seguridad laboral. La realidad del trabajo regula todas sus dimensiones, al igual que la acción social y colectiva que determina sus resultados (Tersac y Maggi, 2004).

Comprender el proceso de toma de decisiones mediante el análisis de la capacidad individual para responder al cambio y el estudio del conjunto de conocimientos que abarca los procesos cognitivos y la experiencia no es nuevo en la aviación. Sin embargo, estudios previos se han centrado en incidentes o accidentes, no en eventos críticos con soluciones exitosas.



A partir de los datos recopilados y analizados, identificamos que los pilotos toman decisiones basadas en relaciones dinámicas, basadas en experiencias conocidas e información del entorno, lo que produce un movimiento cíclico y ecológico, diferente de la forma analítica prescrita por el enfoque normativo propuesto en la formación en toma de decisiones aeronáuticas. Según Klein, Calderwood y MacGregor (1989), es importante comprender dinámicamente cómo los modelos de representación mental pueden ser activados por las condiciones del entorno, a través de la percepción directa y, por lo tanto, en interacción con el mundo.

El concepto de cognición distribuida, según Hutchins (2000), busca comprender cómo se organizan los sistemas cognitivos, haciendo especial hincapié en dos principios: los límites de las unidades de análisis y los mecanismos implicados en los procesos cognitivos. La cognición distribuida no se limita a los procesos neurológicos y abarca al menos tres tipos: los que ocurren dentro de un grupo social, los que contemplan las relaciones entre lo material y el entorno, y la perspectiva temporal de los productos de eventos pasados, que puede conducir a transformaciones o reorganizaciones.

La aplicación del Análisis Cognitivo de Tareas para obtener datos de expertos en la materia permitió elaborar informes detallados que abordaron aspectos cognitivos significativos. Klein y Militello (2001) consideran que este método no es una mera sistematización de datos de eventos, sino la creación de un conjunto de preguntas que permiten comprender lo que se tuvo en cuenta durante el juicio y la toma de decisiones.

El propósito del análisis cognitivo de tareas no es establecer ni identificar una prescripción sobre cómo deberían pensar las personas, como en una teoría normativa donde los modelos se construyen sobre axiomas que las personas deberían considerar, sino comprender qué hacen realmente las personas y si son conscientes de ello. Esto difiere de analizar qué deberían hacer o por qué no lo hicieron de la manera prescrita. El análisis cognitivo de tareas, tal como se utiliza en las entrevistas, es una metodología que se presta para abordar de forma fiable y validada las actividades en el contexto de tareas del mundo real, y no es una herramienta de uso exclusivo de expertos en el campo de la cognición. Esto amplía sus posibilidades de uso, al haber sido probado para su aplicación por personas comunes y considerarse un método fácil de usar, con resultados claros y que proporciona conocimiento útil (Plant y Stanton, 2013).

El Análisis Cognitivo de Tareas no es un análisis tradicional que dé como resultado una descripción de comportamientos, sino una descripción precisa de cómo un especialista realiza su actividad y va más allá de la simple descripción de la ejecución de tareas. Este análisis permitió orientar la recopilación de datos hacia los objetivos de la investigación. Por lo tanto, creemos que el método de análisis cognitivo de tareas aplicado a la recopilación de datos logró su objetivo al destacar las capacidades cognitivas en los procesos involucrados en la toma de decisiones y el juicio en eventos críticos.

No existe una forma predefinida de comprender cómo piensan o deberían pensar las personas. Comprender mejor la actividad en un contexto naturalista puede ser difícil de medir. La aplicación de una taxonomía, si bien cuestionable en su uso para este tipo de análisis, ayuda a comprender explícitamente los datos en su conjunto. Optamos por utilizar la taxonomía *SWARM* para analizar los datos obtenidos, la cual, además de comprender los aspectos cognitivos, fue desarrollada específicamente para la actividad de los pilotos de aeronaves. Debemos considerar también que el uso de una taxonomía, y en este caso una taxonomía específica, facilita el análisis de datos, estableciendo una terminología específica que puede contribuir a la estandarización de futuros estudios.

Es importante destacar que el enfoque de entrevista en cuatro etapas, mencionado anteriormente (diagrama de tareas, auditoría de conocimientos, punto crítico y conocimiento

del participante), fue crucial para el análisis cognitivo de la tarea. La incorporación del conocimiento de los participantes facilitó la recopilación de datos, que posteriormente se utilizó en la taxonomía *SWARM*, y permitió una identificación más precisa de los segmentos. Cabe destacar que la taxonomía *SWARM* facilitó una comprensión dinámica del proceso de toma de decisiones, mediante la codificación de datos cualitativos basada en el análisis temático.

La gestión de la seguridad operacional de la aviación se basa en premisas prescriptivas y normativas, que indican cómo debe funcionar el sistema para que todo funcione correctamente. Los procesos de toma de decisiones aeronáuticas siguen la misma lógica: cómo deben actuar las personas para tomar decisiones. Sin embargo, los escenarios en los que los organismos reguladores y los gestores toman decisiones a menudo pueden ser muy diferentes de los que se desarrollan en la cabina de mando.

Al examinar la relación entre los procesos de toma de decisiones y la capacitación recibida, se identificó que esta no se consideraba un factor facilitador en el proceso de toma de decisiones. Los pilotos están capacitados para tomar decisiones considerando únicamente situaciones operativas, pero en la práctica, también deben tomar decisiones relacionadas con la gestión del vuelo.

Podemos afirmar que los procesos de toma de decisiones reportados en los eventos críticos estudiados siguieron el modelo naturalista y no prescriptivo, y que los procesos de capacitación en toma de decisiones formalmente utilizados, según el modelo regulatorio brasileño, se ajustan a estándares internacionales. Proponen métodos tradicionales y prescriptivos para la toma de decisiones aeronáuticas, reforzados por un entrenamiento basado en condicionamiento repetitivo que no necesariamente conduce a un mayor conocimiento de la actividad, lo que limita la posibilidad de mejorar las decisiones.

La experiencia también se consideró un factor relevante al utilizar la *taxonomía SWARM*, clasificando los segmentos en la categoría Esquema, relacionada con las fases de acción inmediata y toma de decisiones. La experiencia facilita los procesos de toma de decisiones y no necesariamente debe estar vinculada al tiempo de trabajo o la experiencia personal. El conocimiento puede aumentar significativamente la capacidad de resolución de problemas y, por lo tanto, es un factor a considerar, especialmente para comprender lo que está sucediendo. Por lo tanto, simplemente repetir lo que ya se sabe no es suficiente para desarrollar conocimiento; un principiante puede desarrollar buenas estrategias de resolución de problemas si las comprende. Lo que diferencia la estrategia utilizada por un experto de la de uno experimentado es la organización del conocimiento, que puede permitir una respuesta más rápida a una situación dada. Cuando la estrategia utilizada se comunica, puede resultar en una mejor resolución de problemas (Sternberg, 2008).

Daniellou, Simard y Boissières (2013) consideran que la seguridad se basa en dos pilares: la seguridad estandarizada, que define con antelación los escenarios previsibles, y la seguridad en acción, que se basa en las competencias y la adaptación del operador. Al analizar los informes de los pilotos, identificamos la importancia de comprender cómo el reconocimiento de procesos intuitivos de toma de decisiones puede enriquecer el aprendizaje y las posibilidades de toma de decisiones, aumentar la probabilidad de mejorar la seguridad y tener en cuenta que no tenemos control sobre todos los procesos.

Gigerenzer (2008) considera la intuición una herramienta importante en la toma de decisiones, debido a sus aspectos adaptativos y a su carácter flexible, desarrollado según el entorno en el que vivimos y el conocimiento que almacenamos. En esencia, la intuición surge muy rápidamente en nuestra mente consciente. Las razones fundamentales no son plenamente accesibles a esta mente consciente, pero son lo suficientemente sólidas como para motivar la acción (Streck, 2014).



La seguridad aérea en el siglo XXI se está replanteando. La racionalidad de la tecnología parece haber dominado los sistemas de prevención, y existe la preocupación de que las cuestiones de seguridad se conviertan en una responsabilidad burocrática. La supervisión de los sistemas de prevención, que presupone un monitoreo constante, sistemas de conteo de errores y sistemas de registro, parece ser un retroceso, avanzando hacia la judicialización de los problemas de error (Dekker, 2014).

El concepto de *Seguridad - I*, descrito por Hollnagel (2018, p. 49) como «una condición en la que el número de resultados adversos (accidentes, incidentes y cuasi accidentes) es el mínimo posible», puede tener un coste moral y ético. Implica un control centralizado, determinado por procedimientos, sobre lo que es seguro, identificando y eliminando errores o creando barreras para prevenir su propagación. Establece un paralelismo con los procesos de toma de decisiones prescriptivos, en los que las métricas determinan las mejores alternativas, como en un juego de probabilidades.

En contraste con el concepto de *Seguridad - I*, el Hollnagel (2018) argumenta que podemos considerar la seguridad como la capacidad de tener éxito en diversas condiciones, centrándonos en comprender por qué funcionan las cosas e intentando comprender las actividades cotidianas. Este autor denomina a este nuevo concepto *Seguridad II*, suponiendo que las cosas funcionan porque las personas son capaces de identificar fallos y ajustar su desempeño.

Retomamos aquí el concepto de variabilidad, que presupone la capacidad de identificar fallos y corregirlos. Dekker (2014) propone una forma diferente de pensar en la seguridad (*Seguridad De manera diferente*). Este autor Considera a las personas como fuente de confianza y diversidad, capaces de generar seguridad laboral. Podemos considerar que los procesos de toma de decisiones no prescriptivos o naturalistas, cuando se comprenden mejor, son un factor que contribuye a la seguridad, no un factor de inseguridad o improvisación.

5. Consideraciones finales

La actividad aeronáutica opera dentro de un sistema complejo y produce pocos eventos catastróficos, lo que no significa necesariamente que sea una actividad segura. La seguridad aeronáutica se entiende ahora como un proceso de gestión, una cuestión de garantía de calidad. E independientemente de si evaluamos la eficacia de estos procesos, a menudo ocurren muy lejos de quienes realizan la actividad y de cómo reaccionan dentro del sistema.

Desde hace tiempo, se ha puesto énfasis en valorar el conocimiento de los trabajadores y comprender cómo contribuyen diariamente a la seguridad operacional, realizando los ajustes necesarios para garantizar la correcta finalización del trabajo. Es fundamental analizar las situaciones de toma de decisiones para las que los pilotos no están capacitados o no están regulados. Es fundamental comprender el impacto de las prescripciones de actividad en estas situaciones, cómo se toman las decisiones y cómo esto impacta la seguridad operacional de los pilotos en su trabajo diario. Este estudio demostró que comprender los procesos de toma de decisiones naturalistas en situaciones no reguladas es un factor predictivo de la seguridad operacional, considerando el protagonismo de quienes realizan el trabajo y su capacidad para mejorar la seguridad operacional utilizando sus conocimientos, experiencia e incorporando nuevos enfoques.

La taxonomía utilizada permitió una identificación detallada de los elementos que intervienen en la comprensión de los procesos de toma de decisiones, sin limitarse al resultado de la decisión. Si bien el proceso de toma de decisiones y el pilotaje son fundamentales, el

primero también se basa en otros elementos. Cabe destacar que la experiencia previa se incluyó en los informes, lo que refuerza la importancia de una toma de decisiones naturalista.

Este estudio demostró una comprensión de los mecanismos involucrados en situaciones en las que los pilotos deben lidiar con la variabilidad, lo que resulta en procesos de toma de decisiones naturalistas. Reconoce que la experiencia es relevante para organizar el conocimiento y así generar soluciones adecuadas. La experiencia de los pilotos fue un factor determinante en los procesos de toma de decisiones analizados, lo que resalta la importancia de la toma de decisiones naturalista.

A lo largo de nuestra vida, incorporamos información, ya sea formalmente o como una necesidad impuesta por el entorno, por nuestra necesidad de supervivencia. Esto resignifica la comprensión, que puede compartirse, convirtiéndose en un elemento unificador para la prevención de accidentes aéreos y el reconocimiento de la importancia de las personas sobre los procesos .

REFERENCIAS

- Brasil. (2012, dezembro 5). *RBAC n.º 61. Licenças, habilitações e certificados para pilotos* (Agência Nacional de Aviação Civil)
- Crandall, B., Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (2006). *Working Minds*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7304.001.0001>
- Daniellou, F., Simard, M., & Boissières, I. (2013). Fatores humanos e organizacionais da segurança industrial: um estado da arte. Acesso: <https://hal.science/hal-00980776>
- Dekker, S. (2014). *Safety differently: Human Factors for a New Era, Second Edition*. CRC Press.
- Dekker, S. (2019). *Foundations of safety science: A Century of Understanding Accidents and Disasters*. Routledge.
- Fajer, M. (2022). *No momento em que a melhor decisão não faz parte das regras, pergunta-se: como a segurança na aviação é construída a partir da experiência do piloto?* Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.6.2022.tde-10032022-181415. Acesso: 23-01-2025, www.teses.usp.br
- Gigerenzer, G. (2008). Why heuristics work. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 20–29. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2008.00058.x>
- Hollnagel, E. (2018). *Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management*. CRC Press.
- Hutchins, E. (2000). Distributed cognition. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Elsevier Science, 138, 1-10
- Kahneman, D. (2012). *Rápido e devagar: Duas formas de pensar*. Objetiva.
- Klein, G. (2008). Naturalistic decision making. *Human Factors the Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3), 456–460. <https://doi.org/10.1518/001872008x288385>



- Klein, G., & Armstrong, A. A. (2004). Critical decision method. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 373-382). CRC Press.
- Klein, G., Calderwood, R., & MacGregor, D. (1989). Critical decision method for eliciting knowledge. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, 19(3), 462–472. <https://doi.org/10.1109/21.31053>
- Klein, G., & Militello, L. (2001). Some guidelines for conducting a cognitive task analysis. In *Advances in human performance and cognitive engineering research* (pp. 163-199). Emerald Group Publishing Limited.
- Martinussen, M., & Hunter, D. R. (2017). *Aviation Psychology and Human Factors*. CRC Press.
- Maurino, D. E. (2000). Human factors and aviation safety: what the industry has, what the industry needs. *Ergonomics*, 43(7), 952–959. <https://doi.org/10.1080/001401300409134>
- Militello, L. G., & Hutton, R. J. (1998). Applied cognitive task analysis (ACTA): a practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands. *Ergonomics*, 41(11), 1618–1641. <https://doi.org/10.1080/001401398186108>
- O'Hare, D. (2003). Aeronautical decision making: metaphors, models, and methods. In *Principles and practice of aviation psychology* (pp. 201–238). Lawrence Erlbaum Associates.
- Orasanu, J., & Martin, L. (1998, April). Errors in aviation decision making: A factor in accidents and incidents. In *Proceedings of the workshop on human error, safety, and systems development* (pp. 100-107).
- Perrow, C. (2011). *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies - Updated Edition*. Acesso: https://openlibrary.org/books/OL29584285M/Normal_Accidents
- Plant, K. L., & Stanton, N. A. (2013). What is on your mind? Using the perceptual cycle model and critical decision method to understand the decision-making process in the cockpit. *Ergonomics*, 56(8), 1232–1250. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.809480>
- Rasmussen, J. (1985). The role of hierarchical knowledge representation in decision making and system management. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, SMC-15(2), 234–243. <https://doi.org/10.1109/tsmc.1985.6313353>
- Strauch, B. (2016). Decision errors and accidents. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 10(3), 281–290. <https://doi.org/10.1177/1555343416654629>
- Sternberg, R. J., Roberto Cataldo Costa, & Vitor Geraldi Haase. (2008). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre Artmed.
- Streck, D. R. (2014). Racionalidade ecológica e formação de cidadania: entrevista com Gerd Gigerenzer. *Educação E Pesquisa*, 40(3), 829–843. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022014400300201>
- Tersac, G. D., & Maggi, B. (2004). O trabalho e a abordagem ergonômica. *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos*. São Paulo: Edgard Blücher, 79-104.

- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453–458. <https://doi.org/10.1126/science.7455683>
- Woods, D., Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L., & Sarter, N. (2017). *Behind human error*. CRC Press.

Recibido: 02/06/2025

Aprobado: 08/04/2025

Editor ejecutivo:

Rodrigo Arcuri