

DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e1154>

Identificación de necesidades de entrenamiento en conciencia situacional en residentes de anestesiología: un estudio cualitativo

Identifying situation awareness training needs in anesthesia residents: a qualitative study

Carolina Daza-Beltrán^{a,b} ; Francisco M. Olmos-Vega^{cd} ; Martha P. Caro Gutiérrez^e ; Erika Muñoz Larsson^b; Daniel R. Suárez Venegas^{a,e} 

^aPrograma de Doctorado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

^bDepartamento de Diseño, Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

^cDepartamento de Anestesiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

^dHospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

^eDepartamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Correspondencia: Pontificia Universidad Javeriana, carrera 7 # 40-62, Departamento de Diseño. Bogotá, Colombia.

E-mail: dazac@javeriana.edu.co

Resumen

¿Qué sabemos acerca de este problema?

- Los déficits en la conciencia situacional (CS) representan el 82 % de los eventos adversos relacionados con errores humanos en anestesiología.
- A pesar de su importancia, el entrenamiento en CS es informal, inconsistente y no está formalmente integrado en los programas de Anestesiología.
- Aunque se ha demostrado que el entrenamiento en CS mejora el desempeño en otros campos, no existe consenso sobre cómo enseñarla efectivamente en Anestesiología.

¿Qué aporta este estudio de nuevo?

- Identifica las necesidades de entrenamiento en CS para los residentes según su año, en línea con las competencias básicas relevantes para cualquier programa de Anestesiología.
- Utiliza gafas de seguimiento ocular y entrevistas para identificar brechas en CS.
- Sugiere que un programa formal de entrenamiento en CS podría mejorar la educación de los residentes y la seguridad del paciente.

¿Como citar este artículo?

Daza-Beltrán C, Olmos-Vega FM, Caro Gutiérrez MP, Muñoz Larsson E, Suárez Venegas DR. Identifying situation awareness training needs in anesthesia residents: a qualitative study. Colombian Journal of Anesthesiology. 2025;53:e1154.

Introducción: La pérdida de conciencia situacional (CS) representa el 82 % de los incidentes debidos a errores humanos en anestesiología. A pesar de su importancia, el entrenamiento en CS ha sido tradicionalmente informal e inconsistente. Integrar la CS en la formación de residentes es esencial para mejorar su desempeño.

Objetivo: Este estudio piloto tuvo como objetivo identificar las necesidades de entrenamiento en CS para los residentes de Anestesiología.

Métodos: Se realizó un análisis de necesidades de entrenamiento en tres niveles: 1. Nivel organizacional: se realizaron grupos focales con miembros del cuerpo docente para identificar competencias críticas. 2. Nivel de tarea: se observaron cinco procedimientos quirúrgicos utilizando gafas de seguimiento ocular para detectar Eventos Observables No Deseados (EOND). 3. Nivel personal: se realizaron entrevistas con residentes y docentes para analizar las causas de los EOND y las brechas de aprendizaje.

Resultados: Se identificaron 17 necesidades de entrenamiento. Los residentes de primer año requieren desarrollar habilidades en percepción y comprensión; los de segundo año necesitan mejorar habilidades atencionales, y los de tercer año deben enfocarse en habilidades de proyección.

Conclusiones: Este estudio cualitativo observacional permitió identificar brechas en el entrenamiento en CS entre los residentes de Anestesiología. Se identificaron 17 necesidades de entrenamiento específicas, que pueden implementarse en programas de formación en CS para Anestesiología en diversas instituciones. Para asegurar una evaluación y adaptación continua, se recomienda que estos programas se desarrollen progresivamente mediante simulaciones clínicas de alta fidelidad, utilizando herramientas como gafas de seguimiento ocular.

Palabras clave: Evaluación de necesidades; Competencia clínica; Procesos cognitivos; Anestesiología; Seguridad del paciente.

Read the English version of this article on the journal website www.revcolanest.com.co

Copyright © 2025 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.).

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract

Introduction: Loss of situational awareness (SA) accounts for 82% of incidents due to human error in anesthesia. Despite its importance, SA training has traditionally been informal and inconsistent. Integrating SA into residency training is essential to enhance resident performance.

Objective: This pilot study aimed to identify SA training needs for anesthesia residents.

Methods: A three-level training needs analysis was conducted: 1. Organizational level: focus groups with faculty members were held to identify critical competencies. 2. Task level: five surgical procedures were observed using eye-tracking glasses to detect observable undesired events (OUEs). 3. Personal level: Interviews with residents and faculty were conducted to analyze the causes of OUEs and learning gaps.

Results: A total of 17 training needs were identified. First-year residents require skill development in perception and comprehension, second-year residents need to improve attentional skills, and third-year residents should focus on projection skills.

Conclusions: This qualitative observational study enabled the identification of gaps in SA training among anesthesiology residents. A total of 17 specific training needs were identified, which can be implemented in SA training programs for anesthesiology across various institutions. To ensure continuous evaluation and adaptation, it is recommended that these programs be progressively developed through high-fidelity clinical simulations, utilizing tools such as eye-tracking glasses.

Keywords: Needs assessment; Clinical competence; Cognitive processes; Anesthesiology; Patient safety.

INTRODUCCIÓN

Los errores humanos son una causa principal de eventos adversos en la atención médica (1), con la CS identificada como el factor predominante (2). La CS se define como “la percepción de elementos en el entorno dentro de un volumen de tiempo y espacio (nivel 1), la comprensión de su significado (nivel 2) y la proyección de su estado en el futuro cercano (nivel 3)” (3). Notablemente, la pérdida de CS en anestesiología representa aproximadamente el 82% de los incidentes relacionados con errores humanos (4).

En anestesiología, la CS implica identificar datos críticos del paciente (percepción), interpretarlos en contexto (comprensión) y anticipar complicaciones (proyección). Estos niveles se alinean con las necesidades de entrenamiento de los residentes a medida que desarrollan progresivamente habilidades de CS. Como una de las categorías de las Habilidades No Técnicas de los Anestesiólogos (ANTS), la CS también influye en las otras tres, a saber, toma de decisiones, gestión de tareas y trabajo en equipo (5). Precede a la toma de decisiones, donde

la comprensión y la proyección permiten elecciones efectivas en entornos de alta presión (6), mientras que la gestión de tareas depende de la comprensión para la priorización y planificación, y el trabajo en equipo se apoya en los elementos de comunicación y coordinación del modelo de CS (7) para mantener modelos mentales compartidos. Este estudio se centra exclusivamente en la CS como un componente crítico de la formación de residentes.

La CS en anestesiología se ha aprendido tradicionalmente de manera informal a través de la práctica clínica, con una inclusión curricular limitada (8). La evidencia de otros campos sugiere que el entrenamiento en CS mejora el desempeño individual y del equipo (9). Sin embargo, la anestesiología carece de un entrenamiento estructurado en CS, lo que resalta la necesidad de identificar las necesidades formativas de los residentes. El objetivo fue realizar un Análisis de Necesidades de Entrenamiento (TNA, por sus siglas en inglés) para determinar dichas necesidades en CS y establecer un marco para estrategias pedagógicas efectivas.

MÉTODOS

Diseño del estudio

Este es un estudio cualitativo exploratorio con un enfoque observacional y descriptivo diseñado para identificar y definir las necesidades de entrenamiento en CS para los residentes de Anestesiología. Este enfoque permitió una comprensión profunda de las deficiencias en CS mediante la observación directa, entrevistas y grupos focales, asegurando una identificación integral de dichas necesidades.

Se aplicó un Análisis de Necesidades de Entrenamiento (TNA) basado en el modelo de McGehee y Thayer, desde una perspectiva de tres niveles: la organización, la tarea y el individuo (10). Realizado dentro de un paradigma pospositivista, este estudio buscó identificar patrones objetivos en los errores de CS entre los residentes mediante la observación y clasificación de eventos no deseados observables (EOND) utilizando una taxonomía de errores de CS (11). El objetivo final fue identificar las necesidades de entrenamiento en CS.

Aprobación ética

El estudio fue aprobado por los comités de investigación y ética de las facultades de Ingeniería (FID 190, 2 de julio de 2019) y Medicina (FM-CIE-0514-19, 23 de agosto de 2019) de la Pontificia Universidad Javeriana. La recolección de datos se vio afectada por las restricciones de COVID-19, que limitaron las actividades de investigación. Sin embargo, estos desafíos resultaron en un análisis más exhaustivo y una mejor correspondencia con la literatura existente, lo cual mejoró la validez y relevancia de los hallazgos.

La investigación se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki (12). Se garantizó el anonimato de los datos y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, incluidos residentes, docentes, pacientes, acompañantes y miembros del equipo de salud. No se proporcionaron incentivos.

Población del estudio: 1. Miembros del cuerpo docente: Se invitó a los 36 miembros del cuerpo docente del Departamento de Anestesiología de la Pontificia Universidad Javeriana; diez — cada uno con al menos 10 años de experiencia supervisando residentes— participaron en grupos focales. Además, los cuatro miembros del cuerpo docente que supervisaron los procedimientos quirúrgicos observados participaron en las entrevistas retrospectivas. **2. Residentes:** Los cinco residentes de Anestesiología del Hospital Universitario San Ignacio que participaron fueron agrupados por año de residencia (primer, segundo y tercer año) según el nivel de complejidad de los procedimientos quirúrgicos observados, y posteriormente participaron en las entrevistas retrospectivas.

Criterios de inclusión y exclusión: Se incluyeron miembros del cuerpo docente con ≥ 10 años de experiencia supervisando a los residentes que participaron en los grupos focales. Solo aquellos involucrados en la fase de observación de los procedimientos quirúrgicos fueron incluidos en las entrevistas retrospectivas. Los residentes de primer, segundo y tercer año de Anestesiología responsables de las cirugías observadas

participaron tanto en las observaciones de los procedimientos como en las entrevistas retrospectivas. Se excluyeron los miembros del cuerpo docente o residentes que no proporcionaron consentimiento informado, carecían de la experiencia requerida o no eran responsables de los procedimientos quirúrgicos observados.

Recolección de datos

La recolección de datos se organizó en tres fases principales, como se describe a continuación.

Fase 1. Grupos focales: Se realizaron dos grupos focales estructurados con miembros del cuerpo docente, cada uno con una duración de ~60 minutos. El primero contó con seis miembros del cuerpo docente, mientras que el segundo, realizado como una continuación, incluyó a siete. Debido a restricciones de horario, algunos asistieron a ambas sesiones, mientras que otros participaron en solo una.

Los miembros del cuerpo docente fueron seleccionados mediante muestreo por conveniencia, considerando su disponibilidad y ≥ 10 años de experiencia supervisando a residentes de anestesiología. Una guía de discusión estandarizada exploró las competencias de CS en diferentes etapas de formación. Los docentes describieron escenarios comunes de pérdida de CS entre los residentes, y las respuestas se registraron en notas adhesivas, que luego se organizaron en temas utilizando diagramas de afinidad (13).

Fase 2. Observación de procedimientos quirúrgicos: Se realizó una observación no participante en cinco procedimientos quirúrgicos en el Hospital Universitario San Ignacio. La muestra se seleccionó intencionalmente utilizando un enfoque no probabilístico, agrupando a los residentes de Anestesiología por año y complejidad de la cirugía: R1 (residentes de primer año), procedimientos de rutina de baja complejidad; R2 (residentes de segundo año), neurocirugías; R3 (residentes de tercer año), cirugías cardíacas de alta complejidad. Durante la

fase de inducción, los residentes usaron gafas de seguimiento ocular (Tobii Pro Glasses 2, Tobii, Suecia) para registrar el comportamiento visual (nivel 1 de CS) e interacciones (nivel 3 de CS).

Fase 3. Entrevistas retrospectivas: Se realizaron entrevistas semiestructuradas retrospectivas con cuatro residentes y cinco miembros del cuerpo docente involucrados en los procedimientos observados. Un conjunto de preguntas predefinidas aseguró la consistencia mientras permitía flexibilidad para explorar experiencias individuales. Se desarrolló un protocolo para elicitación de modelos mentales en los residentes y evaluar su comprensión utilizando segmentos de video de seguimiento ocular de cada EOND.

Para mantener un entorno de aprendizaje psicológicamente seguro, las sesiones se enmarcaron como exploraciones en lugar de evaluaciones, enfatizando los errores como oportunidades de aprendizaje. Los investigadores facilitaron reflexiones estructuradas, promoviendo la autoconciencia y el pensamiento crítico en lugar de proporcionar retroalimentación correctiva. Se fomentaron discusiones abiertas mediante preguntas orientadoras, evitando correcciones directas.

El protocolo incluyó indicaciones como: *“Voy a mostrarte una serie de videos de situaciones de casos que me gustaría discutir contigo: a. ¿Qué crees que fue el problema durante este episodio? b. ¿Cuáles crees que fueron las causas de este problema? c. Si tuvieras que enseñar a un interno cómo realizar esta tarea paso a paso, ¿cómo lo harías? d. ¿En qué paso crees que tuviste dificultades y por qué? e. ¿Crees que podrías desglosar ese paso aún más para enseñarlo a un interno?”*.

Para los miembros del cuerpo docente, las entrevistas incorporaron segmentos de video de seguimiento ocular de los EOND, lo que les permitió identificar la frecuencia de errores, analizar las causas de los EOND, determinar las acciones esperadas y proponer estrategias de mejora.

Análisis de datos

Las notas de los grupos focales se organizaron utilizando diagramas de afinidad para identificar las fases más exigentes, procedimientos con errores comunes y habilidades clave de CS para cada año de residencia. El equipo de investigación, compuesto por un anestesiólogo con doctorado en educación médica y tres expertos en factores humanos y ergonomía (dos con doctorados en ingeniería), revisó los temas emergentes para asegurar coherencia y representatividad.

El concepto de “Eventos No Deseados Observables (EOND)” se introdujo para identificar situaciones en las que el desempeño del residente no cumplió los estándares esperados, comprometiendo la seguridad del paciente como resultado de deficiencias en CS. Dos residentes de Anestesiología fueron capacitados para identificar y codificar EOND en los videos utilizando la taxonomía de errores de CS (11). Se aplicó una estrategia de revisión por pares (14) mediante la cual los investigadores discutieron y verificaron los resultados.

Las entrevistas se transcribieron y las respuestas se compararon en Excel para identificar diferencias y similitudes en las percepciones de los participantes. Además, se registraron experiencias narradas para apoyar los hallazgos. El análisis de datos siguió un enfoque mixto inductivo-deductivo, apoyado por la triangulación de investigadores (14). La validación de los entrevistados (15) aseguró la precisión al comparar las interpretaciones de los investigadores con las perspectivas de los participantes. El análisis temático (16), guiado por la taxonomía de errores de CS (11), trianguló los hallazgos del análisis de seguimiento ocular, los datos de las entrevistas y las evaluaciones del cuerpo docente para validar las deficiencias en CS e identificar brechas entre los niveles de habilidad en CS de los residentes y las competencias esperadas.

Se emplearon múltiples estrategias para minimizar el sesgo. **Sesgo de selección:** Solo participaron los docentes y residentes involucrados en los casos observados, asegurando relevancia. **Sesgo del observador:** Se utilizó la triangulación,

incorporando seguimiento ocular, entrevistas y grupos focales. **Sesgo de análisis:** Un proceso de revisión por pares aseguró que dos investigadores codificaran independientemente los EOND antes de llegar a un consenso. **Sesgo de confirmación:** La validación de los entrevistados comparó las interpretaciones de los investigadores con las perspectivas de los participantes, reforzando el proceso de triangulación.

RESULTADOS

Integrar los hallazgos de los tres niveles de análisis proporcionó una visión integral de las necesidades de entrenamiento en CS. Los resultados se discutieron con los coordinadores del programa de anestesiología para diseñar intervenciones educativas dirigidas a abordar las brechas identificadas, con el objetivo final de mejorar la seguridad y la eficacia clínica.

Fase 1. Grupos focales y diagramas de afinidad

Durante los grupos focales, el cuerpo docente de Anestesiología identificó la inducción anestésica como una de las fases de tarea más críticas. Esta fase implica tareas esenciales como la administración de medicamentos y el monitoreo de signos vitales, y plantea desafíos derivados de las respuestas impredecibles de los pacientes, lo que aumenta el riesgo de eventos adversos. En consecuencia, se priorizó en la evaluación de necesidades de entrenamiento.

El cuerpo docente definió las habilidades de CS que los residentes deben desarrollar en cada nivel de formación, en línea con el modelo de CS de Endsley (percepción, comprensión, proyección). Estas habilidades cognitivas son esenciales para una práctica segura de la anestesia (Tabla 1).

Tabla 1. Habilidades básicas de CS esperadas en residentes de Anestesiología por año de formación.

Año de residencia	Nivel de CS	Habilidades de CS requeridas
R1 (primer año)	Percepción	Gestión de la atención durante el monitoreo de señales (por ejemplo, signos vitales, alarmas)
	Comprensión	Desarrollo de modelos mentales (por ejemplo, modelos mentales para la inducción anestésica)
	Proyección	Estrategias para enfrentar presiones ambientales (por ejemplo, escaneos sistemáticos, reconocimiento de alarmas)
R2 (segundo año)	Percepción	Gestión de la atención durante tareas manuales (por ejemplo, bloqueos nerviosos e inserción de líneas arteriales)
R3 (tercer año)	Proyección	Planificación de contingencias y gestión de crisis (por ejemplo, sangrado excesivo, mal funcionamiento de la bomba)

Fuente: Autores.

Tabla 2. Distribución de EOND por procedimiento quirúrgico y año de residencia.

Tipo de cirugía	Tipo de residente	# EOND	% del total de EOND (n=14)
Otorrinolaringología	R1	6	42,9
Urología	R1	2	14,3
Neurocirugía	R2	5	35,7
Cardiología	R3	1	7,1
Total		14	100

Fuente: Autores.

Tabla 3. Ejemplos representativos de errores de procesamiento de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba en CS.

Descripción del EOND	Análisis desde la perspectiva de CS	Relación entre niveles de CS comprometidos
Un residente de segundo año realiza una canalización de vena periférica con un catéter de gran calibre, basando la selección en el grosor de la vena en lugar de la ubicación (distal), profundidad y visibilidad. Al presionar accidentalmente el botón de liberación, perfora la vena y causa un sangrado excesivo, por lo que se requiere repetir el procedimiento en una vena más proximal.	El residente utiliza un modelo mental incorrecto para la selección de la vena, lo que lleva a expectativas erróneas y a la búsqueda de datos inexactos.	<i>Top-down ▼</i> El uso del modelo mental incorrecto (CS II) condiciona lo que se observa, percibiendo incorrectamente los datos al seleccionar la vena (CS I).
Durante una neurocirugía, un residente de Anestesiología nota que el paciente está reinhalando CO ₂ , superando el umbral conocido. El residente observa los datos de CO ₂ en el monitor y el contenedor de CAL durante unos minutos sin actuar hasta que la enfermera sugiere cambiar el CAL.	El residente percibe correctamente los datos de CO ₂ , pero al tener un modelo mental incompleto, no puede comprender las posibles causas del aumento de CO ₂ .	<i>Bottom-up ▲</i> Al no monitorear continuamente los datos, el residente no observa los cambios en el CO ₂ inhalado (CS I). El modelo mental incompleto hace que el residente piense que es un error de la máquina (CS II) y no actúa (CS III).

Fuente: Autores.

Fase 2. Observación e identificación de EOND en videos de seguimiento ocular

En los cinco procedimientos observados, se identificaron catorce EOND. Cada evento comprometió al menos dos niveles de CS, y destacó la complejidad de estos errores

y su impacto potencial en la seguridad del paciente. La distribución de EOND por procedimiento quirúrgico y año de residencia se muestra en la [Tabla 2](#).

Según Endsley (17), estas interacciones siguen un procesamiento de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. El proce-

samiento de arriba hacia abajo está dirigido por objetivos, guiando la atención y dando forma al modelo mental utilizado. En contraste, el procesamiento de abajo hacia arriba está impulsado por datos, donde señales o indicios desencadenan un esquema cognitivo que dirige las acciones. De los catorce EOND identificados, nueve fueron errores de procesamiento de arriba hacia abajo, mientras que cinco siguieron un enfoque de abajo hacia arriba. Ejemplos representativos de ambos tipos de procesamiento se muestran en la [Tabla 3](#).

El análisis de la distribución de EOND por año de residencia mostró que la mayoría de los EOND de R1 (6/8) surgieron del procesamiento de arriba hacia abajo ▼. En estos casos, el procesamiento estaba dirigido por objetivos, pero los modelos mentales incompletos llevaron a fallos en la búsqueda, identificación e interpretación de la información.

En contraste, los residentes de R2 tuvieron más EOND de abajo hacia arriba ▲ (3/5), donde los modelos mentales incompletos o incorrectos resultaron en errores en la evaluación de riesgos y la planificación de contingencias. El único EOND de R3 fue de arriba hacia abajo ▼, donde un modelo mental incompleto dificultó la organización y priorización de tareas.

La mayoría de los EOND (11/14) se debieron a deficiencias en la comprensión, lo que destaca la necesidad de desarrollar y mantener modelos mentales adecuados en la formación de los residentes. Estos fallos afectaron la detección de señales críticas y la asignación de recursos, y contribuyeron a errores en la evaluación de riesgos y la planificación de contingencias.

Fase 3. Entrevistas retrospectivas con videos de seguimiento ocular

Las entrevistas retrospectivas le permitieron al equipo de investigación identificar los factores causales de los errores de CS basados en la taxonomía de Endsley (11).

Tabla 4. Frecuencia y distribución de errores de CS por factor causal según el modelo de Endsley.

Categoría del factor causal de error de CS	Frecuencia (n=14)	Nivel de residente	% del total de errores
I. Nivel 1 CS. Fallo en percibir correctamente la situación	-		
A. Datos no disponibles	-		
B. Datos difíciles de detectar/percibir	-		
C. Fallo en escanear u observar datos	-		
1. Omisión	-		
2. Estrechamiento atencional/ distracción	-		
3. Alta carga de tareas	-		
D. Percepción errónea de datos	-		
E. Fallo de memoria	-		
Nivel 2 CS. Fallo en comprender la situación	12		85
A. Falta de/Modelo mental pobre	8	R1	57,1
B. Uso de modelo mental incorrecto	4	R2	28,6
C. Dependencia excesiva de valores predeterminados en el modelo	-		
D. Fallo de memoria	-		
E. Otro	-		
Nivel 3 CS. Fallo en proyectar la situación en el futuro	2		14,3
A. Falta de/Modelo mental pobre	-		
B. Otro	-		
Mantener múltiples objetivos	1	R3	7,1
Esquema habitual	1	R2	7,1

Los porcentajes se basan en los 14 EOND identificados. La mayoría de los errores se relacionaron con fallos de comprensión, particularmente debido a modelos mentales incorrectos o incompletos.

Fuente: Autores.

La **Tabla 4** presenta la frecuencia y distribución de estos errores según su clasificación causal.

Siete de los ocho EOND entre los residentes de R1 se relacionaron con la falta de modelos mentales o modelos mentales mal desarrollados; seis se debieron a una familiaridad limitada con el equipo o los procedimientos, y dos a la incapacidad de priorizar tareas. Los modelos mentales faltantes incluían el reconocimiento de señales hápticas y auditivas, que son cruciales para el monitoreo de señales durante tareas de coordinación mano-ojo. Los cinco EOND entre los residentes de R2 se asociaron con modelos mentales incorrectos que dificultaron una adecuada evaluación de riesgos del paciente. Solo se encontró un EOND entre los residentes de R3, relacionado con mantener múltiples objetivos simultáneos y la dificultad para priorizar diversas tareas.

También se detectaron fallos de comunicación como causas de EOND, incluyendo la interpretación errónea de las instrucciones del supervisor, la falta de preguntas confirmatorias en caso de duda y roles y responsabilidades poco claros. Estos problemas de comunicación afectaron la comprensión, lo que llevó a la construcción de esquemas cognitivos erróneos y a una toma de decisiones deficiente.

Necesidades de entrenamiento por niveles de CS

Ninguno de los residentes había recibido entrenamiento previo en CS, por lo que es necesario familiarizarse con el modelo básico de CS tanto individual como en equipo. Esto implica comprender las definiciones de esquemas y modelos mentales, así como los factores que pueden influir en la CS y las estrategias para mitigarlos, junto con la comunicación asertiva y la coordinación de tareas, siguiendo las recomendaciones de Thomas (18).

Nivel de percepción: En este nivel es crucial que los residentes identifiquen qué información es crítica para cada tarea y desarrollen estrategias efectivas de escaneo y

búsqueda para localizar estos datos. Dada la variedad de señales visuales, auditivas y táctiles a las que deben atender, es esencial que desarrollen habilidades en la asignación de atención y discriminen entre señales auditivas y hápticas, especialmente durante tareas que requieren coordinación mano-ojo mientras monitorean señales auditivas.

Nivel de comprensión: La mayoría de los errores en este nivel se debieron a modelos mentales faltantes, incompletos o incorrectos. Por lo tanto, desarrollar y mantener modelos mentales precisos es crucial para el éxito de las tareas en todos los niveles de formación de los residentes. Además, los residentes deben ser capaces de identificar complicaciones comunes que pueden surgir durante las diferentes fases anestésicas y estar familiarizados con equipos específicos, formatos o procedimientos adecuados a su nivel de residencia.

Nivel de proyección: La gestión y planificación de tareas son de suma importancia en este nivel para asegurar que las tareas críticas se realicen correctamente y a tiempo, reduciendo así el riesgo de errores y optimizando los recursos cognitivos mediante el desarrollo de hábitos y rutinas. En situaciones críticas, la capacidad de priorizar y gestionar tareas puede ser decisiva para la seguridad del paciente. La mayoría de los fallos en este nivel ocurrieron porque los residentes no evaluaron las consecuencias de la acción o inacción, poniendo así en riesgo al paciente. Por lo tanto, una necesidad clave de entrenamiento es la evaluación de riesgos y la gestión de errores, incluyendo estrategias y prácticas para prevenir, identificar, analizar y corregir errores. Además, los residentes necesitan estrategias para enfrentar presiones ambientales como limitaciones de tiempo y presiones de cirujanos o supervisores.

Las necesidades de entrenamiento en CS identificadas se estructuraron según el modelo de CS de Endsley (percepción, comprensión y proyección) y se categorizaron según el año de residencia para alinearse con la complejidad progresiva de la formación en anestesiología. La [Tabla 5](#) resume estas necesidades de entrenamiento por nivel de CS y año de residencia.

Tabla 5. Necesidades de entrenamiento identificadas en CS para residentes de Anestesiología por nivel de CS y año de residencia.

Necesidad de entrenamiento	R1	R2	R3
Conocimiento teórico básico	X	X	X
Modelos de CS individual y en equipo	X	X	X
Esquemas y modelos mentales	X	X	X
Factores que afectan la CS y estrategias para evitarlos	X	X	X
Comunicación asertiva y coordinación de tareas	X	X	X
Percepción			
Identificación de información relevante	X		
Desarrollo de habilidades de asignación de atención	X	X	
Desarrollo de habilidades de discriminación auditiva	X		
Desarrollo de habilidades de discriminación háptica		X	
Comprensión			
Desarrollo y mantenimiento de modelos mentales	X	X	
Identificación de complicaciones comunes	X	X	
Entrenamiento en procedimientos específicos		X	
Familiarización con equipos y procedimientos	X		
Proyección			
Gestión y planificación de tareas			X
Planificación de contingencias			X
Evaluación de riesgos			X
Gestión de errores			X
Manejo de presiones ambientales	X		

Fuente: Autores.

Necesidades de entrenamiento por año de residencia

Los principales desafíos para los residentes de **R1** tienen que ver con el desarrollo de modelos mentales relacionados con el nivel 2 de CS (comprensión) y el monitoreo de señales, incluyendo la identificación de señales auditivas en el nivel 1 de CS (percepción). Sin embargo, como se destacó en las entrevistas, es esencial desarrollar primero modelos mentales que faciliten las tareas de monitoreo. Por lo tanto, en consulta con los coordinadores del programa, se propuso que el entrenamiento piloto enfatizara el desarrollo y mantenimiento de modelos mentales, enfocándose en la preparación

de la sala y los primeros diez minutos de la inducción, como se sugirió en los grupos focales.

Los residentes de **R2** también experimentan dificultades con el uso de modelos mentales, pero estas están asociadas con procedimientos específicos que deben aprender en este nivel. Además, se observaron desafíos en la asignación de atención durante estos procedimientos, particularmente aquellos que implican coordinación mano-ojo, lo que puede llevar a un estrechamiento atencional. Por esta razón, los coordinadores del programa acordaron realizar un entrenamiento piloto enfocado en el nivel 1 de CS (percepción) específicamente en el desarrollo

de habilidades de asignación de atención. Se utilizarán escenarios de multi-tarea, requiriendo que los residentes realicen procedimientos especializados, como el uso de ultrasonido para el acceso vascular arterial.

Para los residentes de **R3**, las observaciones y entrevistas revelaron desafíos en la gestión y priorización de tareas. Los grupos focales enfatizaron la importancia de la evaluación de riesgos y la gestión de errores durante situaciones de crisis, dada la complejidad de los casos que manejan estos residentes. Por lo tanto, los coordinadores del programa acordaron realizar un entrenamiento piloto enfocado en el nivel de proyección, específicamente en la planificación de contingencias, la gestión de riesgos en la toma de decisiones, el manejo de presiones y las estrategias para prevenir, identificar, analizar y corregir errores. Los escenarios involucrarán situaciones de crisis, gestión de errores de otros y toma de decisiones complejas.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio destacan la importancia crítica de la CS en anestesiología, puesto que la pérdida de CS representa un alto porcentaje de eventos adversos. Al identificar 17 necesidades de entrenamiento en CS a través de grupos focales, observaciones con seguimiento ocular y entrevistas retrospectivas, este estudio proporciona un marco estructurado para desarrollar programas educativos en CS. Aislar la CS dentro de las ANTS y alinear estas necesidades con el modelo de Endsley refuerza su fundamento teórico y ofrece ideas prácticas para mejorar la formación de los residentes y la seguridad del paciente no solo en programas de Anestesiología, sino también en otros campos médicos.

Este estudio abarcó un periodo considerable debido a los desafíos planteados por la pandemia de COVID-19, con acceso restringido a entornos quirúrgicos y recolección de datos limitada. Sin embargo, estas limitaciones se mitigaron al enfocarse

en un análisis de datos más profundo y alineando los hallazgos con los marcos y la terminología establecidos en la literatura. Este enfoque aseguró la relevancia y el rigor de los resultados a pesar de las limitaciones.

Además, este proyecto se destaca como un esfuerzo pionero en el campo, dado el acceso poco común a entornos quirúrgicos reales y el uso de tecnología de seguimiento ocular para capturar EOND. A diferencia de la mayoría de los estudios en CS en Anestesiología, que se basan en informes de eventos adversos, este estudio proporciona información sobre eventos que, aunque no resultaron en resultados adversos, comprometieron la seguridad del paciente. Estos hallazgos contribuyen a una comprensión más amplia de las deficiencias en CS y sus implicaciones para el entrenamiento.

En este estudio se identificaron y categorizaron los EOND asociados con fallos de CS según la taxonomía de errores de CS de Endsley (11), organizados por niveles de CS comprometidos y tipos de procesamiento de información “impulsado por datos” o “dirigido por objetivos” (17). Este enfoque está en línea con los estudios de Endsley y Garland (19) y Endsley y Robertson (20) sobre pilotos, donde también analizaron fallos de CS y factores causales para identificar necesidades de entrenamiento en CS.

Además, la mayoría de las necesidades identificadas en este estudio son consistentes con las estrategias utilizadas en el entrenamiento de pilotos para mejorar la CS, incluyendo el desarrollo y mantenimiento de modelos mentales y la identificación de señales críticas (18). Estas estrategias también se alinean con habilidades de orden superior específicas del dominio de la anestesia, como la exploración del entorno, la asignación de atención, el reconocimiento de patrones y la detección de señales sutiles, identificadas por Gaba et al. (21).

Comparando los hallazgos de esta investigación con la literatura previa, se encontró que, aunque algunos estudios en anestesiología enfatizan la prevalencia de errores de percepción (4), este trabajo muestra que los errores de comprensión son más comunes

entre los residentes. Esta diferencia puede atribuirse a los aspectos únicos del proceso de enseñanza-aprendizaje en Anestesiología, en la que los residentes están desarrollando sus propios modelos mentales en entornos complejos y de alta presión.

Aunque el seguimiento ocular se utiliza típicamente para evaluar cuantitativamente los patrones de comportamiento visual (22-24), en este estudio se utilizó cualitativamente para: 1) detectar objetivamente los EOND y su asociación con los niveles de percepción y proyección; 2) evaluar la comprensión de los residentes a través de la autoconfrontación con sus propios videos durante las entrevistas, y 3) identificar brechas entre las expectativas del cuerpo docente y el desempeño real de los residentes.

Este estudio se centró en identificar las necesidades de entrenamiento en CS para los residentes de Anestesiología. Aunque la validación no formaba parte del alcance original, un proceso Delphi realizado después de un cambio curricular confirmó que las necesidades identificadas no requerían modificaciones. Para mantener la claridad y el enfoque de este manuscrito, estos nuevos hallazgos, junto con el desarrollo de un currículo estructurado de entrenamiento en CS, se presentarán en una publicación separada.

Este estudio tiene limitaciones, incluyendo el número restringido de observaciones y la falta de diversidad de procedimientos, lo que puede afectar la representatividad de los resultados. Sin embargo, el periodo extendido permitió un análisis de datos más exhaustivo y refinamientos metodológicos. Aunque la recolección inicial de datos estuvo limitada, los esfuerzos de validación posteriores con expertos confirmaron la relevancia y aplicabilidad de las necesidades de entrenamiento identificadas. Además, la falta de literatura reciente que aborde el entrenamiento estructurada en CS subraya la necesidad continua de estudios como este, que proporcionan un marco basado en evidencia para guiar las intervenciones educativas en Anestesiología. Estos hallazgos sentaron las bases para desarrollos futuros, incluyen-

do programas de entrenamiento y sistemas de evaluación, que se están presentando en publicaciones separadas. Estudios futuros deberían considerar una muestra más grande de residentes y una gama más amplia de procedimientos para mejorar la robustez y transferibilidad de los hallazgos.

Futuras investigaciones son esenciales para profundizar la comprensión del desarrollo de la CS en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Anestesiología y explorar sus características y desafíos. Además, una validación de la metodología utilizada en este estudio podría ofrecer un enfoque innovador para identificar brechas de conocimiento en entornos complejos.

A pesar del tiempo transcurrido desde la aprobación ética, el estudio sigue siendo relevante debido a la limitada integración del entrenamiento estructurado en CS en los planes de estudio de Anestesiología. Una revisión de la literatura reciente muestra que la investigación sobre CS en anestesiología continúa enfocándose principalmente en análisis retrospectivos de eventos adversos en lugar de en la identificación proactiva de necesidades de entrenamiento. La falta de estudios que aborden el entrenamiento estructurado en CS refuerza la novedad de este enfoque. Al abordar esta brecha, el presente estudio proporciona un marco basado en evidencia que sigue siendo esencial en el contexto educativo actual.

Estos hallazgos abren la puerta al diseño de programas específicos de entrenamiento en CS que integren las necesidades de entrenamiento identificadas en este proyecto, contribuyendo así a avances en la seguridad del paciente y mejoras en el desempeño clínico.

CONCLUSIONES

Este estudio identificó 17 necesidades de entrenamiento en CS para residentes de Anestesiología, organizadas por año de formación. Los resultados destacan que los residentes de primer año necesitan fortalecer sus habilidades de percepción y comprensión; los residentes de segundo año

deben mejorar sus habilidades atencionales, y los residentes de tercer año necesitan desarrollar competencias en proyección. A pesar de los desafíos enfrentados durante su desarrollo, el enfoque iterativo y el análisis exhaustivo respaldan la solidez de estos hallazgos, proporcionando un marco replicable para el entrenamiento formal en CS que aborde progresivamente estas brechas.

Validar estos hallazgos en contextos más amplios y diversos será crucial para mejorar su aplicabilidad y robustez. Se recomienda la implementación de programas de entrenamiento específicos utilizando simulaciones clínicas de alta fidelidad y gafas de seguimiento ocular para evaluar y adaptar continuamente el entrenamiento en CS. Este enfoque tiene el potencial de contribuir significativamente a la seguridad del paciente y optimizar el desempeño clínico en anestesiología y más allá.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Aprobación del comité de ética

El estudio fue aprobado por los comités de investigación y ética de las facultades de Ingeniería (FID 190, 2 de julio de 2019) y Medicina (FM-CIE-0514-19, 23 de agosto de 2019) de la Pontificia Universidad Javeriana.

Protección de sujetos humanos y animales

Los autores declaran que no se realizaron experimentos en humanos o animales para este estudio. Asimismo, afirman que todos los procedimientos seguidos cumplieron con las regulaciones del comité de ética de investigación clínica correspondiente y con los principios del Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki).

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por su institución para la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que no aparecen datos identificables de pacientes en este artículo. Los autores han obtenido el consentimiento informado por escrito de los pacientes o sujetos mencionados en el artículo. El autor correspondiente está en posesión de dicho documento.

AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los autores

CDB: Concepción del proyecto original como parte de su tesis doctoral, diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación de resultados, redacción inicial y final del manuscrito, y aprobación final.

FMOV: Diseño del estudio, recolección de datos, interpretación de resultados, redacción inicial del manuscrito y aprobación final del manuscrito.

MPCG: Supervisión de la tesis doctoral, diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción inicial del manuscrito y aprobación final.

EML: Adquisición de datos, análisis e interpretación, asistencia en la redacción inicial del manuscrito y aprobación final.

DRS: Supervisión general del estudio, diseño del estudio, revisión crítica del manuscrito y aprobación final.

Asistencia en el estudio

Ninguna declarada.

Apoyo financiero y patrocinio

Este estudio recibió apoyo financiero del Departamento de Anestesiología, el Departamento de Ingeniería Industrial y el Departamento de Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Conflictos de interés

Ninguno declarado.

Presentaciones

Algunos resultados de este estudio fueron presentados en el 21º Congreso Trienal de la Asociación Internacional de Ergonomía, celebrado en Vancouver del 13 al 18 de junio de 2021. El resumen ampliado de esta presentación está incluido en un volumen especial de las actas del congreso, que no fue publicado formalmente.

Agradecimientos

Agradecemos al Departamento de Anestesiología de la Pontificia Universidad Javeriana y al Hospital Universitario San Ignacio, por su colaboración en esta investigación, así como al personal del quirófano, residentes y supervisores de anestesia que generosamente ofrecieron su tiempo. Un agradecimiento especial a Lina Marcela Caicedo Gutiérrez, Laura García-Herreros Peñaranda y Manuela Flórez Medina, por sus valiosas contribuciones para comprender las experiencias de los residentes, y a Gloria Juliana Arias Paredes y Laura María González Carvajal, por su apoyo en la recolección y procesamiento de datos.

REFERENCIAS

1. Australian Council for Safety and Quality in Health Care. Human factors in health care. Canberra, Australia; 2006.
2. Jones DG, Endsley MR. Sources of situation awareness errors in aviation. *Aviat Space Environ Med.* 1996;67(6):507-12.
3. Endsley MR. Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Proc Hum Factors Soc Annu Meet.* 1988;32(2):97-101. <https://doi.org/10.1177/154193128803200221>.
4. Schulz CM, Krautheim V, Hackemann A, Kreuzer M, Kochs EF, Wagner KJ. Situation awareness errors in anesthesia and critical care in 200 cases of a critical incident reporting system. *BMC Anesthesiol.* 2016;16(1):1-10. <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-016-0172-7>.
5. Fletcher G, Flin R, McGeorge M, Glavin R, Maran N, Patey R. Anaesthetists' non-technical skills (ANTS): Evaluation of a behavioural marker system. *Br J Anaesth.* 2003;90(5):580-8. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aeg112>
6. Endsley MR. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. En: *Situational awareness.* Routledge; 1995. p. 9-42.
7. Salas E, Prince C, Baker DP, Shrestha L. Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training. *Hum Factors.* 1995;37(1):123-36.
8. Haber JA, Ellaway RH, Chun R, Lockyer JM. Exploring anesthesiologists' understanding of situational awareness: a qualitative study. *Can J Anesth Can D Anesth.* 2017;64(8):810-9. <https://doi.org/10.1007/s12630-017-0904-2>.
9. Schulz CM, Endsley MR, Kochs EF, Gelb AW, Wagner KJ. Situation awareness in anesthesia: Concept and research. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 2013;118(3):729-42. <https://dx.doi.org/10.1097/ALN.0b013e318280a40f>.
10. McGehee W, Thayer PW. Training in business and industry. *Training in business and industry.* Oxford, England: Wiley; 1961. p. xi, 305-xi, 305.
11. Endsley MR. A Taxonomy of situation awareness errors. En: Fuller R, Johnston N, McDonald N, editors. *Human factors in aviation operations: Proceedings of the 21st Conference of the European Association for Aviation Psychology (EAAP)* [Internet]. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd; 1995. p. 287-92. Disponible en: <http://209.238.175.8/Papers/pdf/Sandia99-safety.pdf>.
12. World Medical Association. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Eur J Emerg Med.* 2001;8(3):221-3.
13. Craig Plain. Build an affinity for K-J method. *Qual Prog.* 2007;40(3):88.
14. Morse JM. Critical analysis of strategies for determining rigor in qualitative inquiry. *Qual Health Res.* 2015;16(25(9)):1212-22. <https://doi.org/10.1177/1049732315588501>.
15. Noble H, Smith J. Issues of validity and reliability in qualitative research. *Evid Based Nurs.* 2015;18(2):34-5. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102054>.
16. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol.* 2006;3:77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>.
17. Endsley MR. Theoretical underpinnings of situation awareness: A critical review. *J Oper Manag.* 2007;25(6):1141-60. <https://doi.org/10.1201/b12461>.
18. Thomas MJW. Training and assessing non-technical skills: A practical guide [Internet]. [citado: 2022 may 25]. Boca Raton, FL: CRC Press - Taylor & Francis Group; 2018. <https://doi.org/10.1201/9781315550336>.
19. Endsley MR, Garland DJ, editors. *Situation awareness analysis and measurement* [Internet]. 1st Ed. [citado: 2020 sep 29]. Boca Raton, FL: CRC Press; 2000. <https://doi.org/10.1201/b12461>.
20. Endsley MR, Robertson MM. Training for situation awareness. In: Endsley MR, Garland DJ, editors. *Situation awareness analysis and measurement* [Internet]. [citado: 2020 sep 29]. Lawrence Erlbaum Associates; 2000. <https://doi.org/10.1201/b12461>.
21. Gaba DM, Howard SK, Small SD. Situation awareness in Anesthesiology. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc.* 1995;37(1):20-31. <https://doi.org/10.1518/0018720957790494>.
22. O'Meara P, Munro G, Williams B, Cooper S, Bogossian F, Ross L, et al. Developing situation awareness amongst nursing and paramedicine students utilizing eye tracking technology and video debriefing techniques: A proof of concept paper. *Int Emerg Nurs.* 2015;23(2):94-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ienj.2014.11.001>.
23. van de Merwe K, van Dijk H, Zon R. Eye movements as an indicator of situation awareness in a flight simulator experiment. *Int J Aviat Psychol.* 2012;22(1):78-95. <https://doi.org/10.1080/10508414.2012.635129>.
24. Desvergez A, Winer A, Gouyon J-B, Descoins M. An observational study using eye tracking to assess resident and senior anesthesiologists' situation awareness and visual perception in postpartum hemorrhage high fidelity simulation. *Cortegiani A, editor. PLoS One.* 2019;14(8):e0221515. <https://doi.org/10.1080/10508414.2012.635129>.