

Adaptación del modelo SHELL para la gestión del error humano en docentes: un análisis comparativo en instituciones de educación superior

Sebastián Urán Hamid¹

Lorena Taborda Morales²

¹ Administración de Empresas de la Institución Universitaria CEIPA, integrante del Semillero Semillas Humanas. Correo: sebastian_uranha@virtual.ceipa.edu.co.

² Magíster en Educación de la Universidad Católica de Manizales, comunicadora social-periodista de la Universidad de Antioquia. Docente de la Fundación Universitaria CEIPA, integrante del grupo Orygen. Correo: lorena.taborda@ceipa.edu.co, orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0651-4531>.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo revisar funcionalmente el modelo SHELL –originalmente utilizado en la aviación– para explorar su aplicabilidad en la gestión de recursos humanos en organizaciones educativas. Mediante el uso del enfoque cualitativo y la herramienta de análisis NVivo, se examinaron tres áreas clave: i) la interacción entre factores humanos, ambientales y materiales dentro de las instituciones educativas, ii) la identificación y gestión de errores como base para la mejora

organizacional y iii) la propuesta de medidas para optimizar las condiciones laborales. Los resultados del análisis confirmaron la viabilidad de adaptar el modelo SHELL al sector educativo pues proporciona oportunidades significativas para mejorar la productividad y el bienestar de los empleados, fortaleciendo así la eficiencia organizacional en este contexto.

Palabras clave: recursos humanos, condiciones de trabajo, error humano, productividad laboral.

1. Introducción

El desarrollo efectivo de un modelo empresarial y la implementación de estrategias exitosas requiere comprender los diversos factores que influyen en dicho proceso. Organizar implica no solo ubicar adecuadamente los recursos, sino también coordinar y dirigir las acciones de manera eficiente (Hernández y Gómez, 2010; Ropa y Alama, 2022). En este contexto, elementos como el ambiente de trabajo, las relaciones interpersonales entre colegas, los instrumentos y mecanismos empleados en las tareas y las formas en que estas se orientan, juegan un papel crucial para maximizar los beneficios. Sin embargo, también constituyen factores que pueden generar riesgos potenciales para la organización si no se gestionan de manera adecuada.

La de recursos humanos, definida como “factor potencial e innovador capaz de generar ventajas competitivas sostenibles para la empresa” (Montoya y Montoya, 2012, p. 22), ha sido un área con diversas comprensiones, sin embargo, pocas veces esta área llega a un estado tan sólido como para que se desarrolle con el mínimo de errores. En este sentido, el presente proyecto no pretende eliminar los errores y los desperdicios que se generan en una organización, pero sí parte de la base de las situaciones para la modificación y disminución de la aparición futura de dificultades. De hecho, en los años 80, cuando fue considerado el personal como un recurso y no solo como un costo (González, 1999), se planteaba ya una mirada de las personas

como aquel factor clave para la consecución de objetivos.

Así pues, gestionar el talento humano se ha convertido en la base para elevar las competencias superiores en el desempeño de una organización, tal como lo abordan Vera y Blanco (2019), esta y otras concepciones del personal han favorecido la proyección de las organizaciones y la disminución de factores que afectan la productividad, el *error* sigue siendo un aspecto que incide en los riesgos de las compañías y, por ende, trae consecuencias que pueden afectar la existencia de la organización.

El error humano como aspecto teórico se define como la causa de una acción, como algo que se hizo mal o como algo que “salió mal”, sin embargo, diferentes autores plantean contradicciones en la comprensión y en la causa que origina dicho error. A continuación, se exponen diferentes apreciaciones sobre los errores, encontradas en la literatura académica existente (**tabla 1**).

Tabla 1.

Revisión de antecedentes sobre investigaciones relacionadas con la comprensión de los errores

Título de la investigación	Comprensión de los errores
El papel de los recursos humanos en la prevención de errores médicos para la mejora en el sistema de calidad hospitalaria.	El objetivo de la investigación fue identificar la influencia conjunta que ejercen los recursos humanos a través de la cultura clan, el compromiso con la organización, y los errores médicos sobre el sistema de calidad en hospitales públicos y privados. Los hallazgos muestran evidencia empírica de que la cultura organizacional juega un papel fundamental y de soporte. Es así como la cultura tipo clan y el compromiso de los trabajadores son un factor positivo para el desarrollo de un programa de prevención de errores hospitalarios (López <i>et al.</i> , 2020).
Estudio sobre los factores de éxito de las grandes empresas de servicios en España.	Esta investigación plantea que los recursos humanos constituyen el activo más valioso de la empresa y, por tanto, que la inversión en captación y formación, además del aprendizaje de los errores, forman parte de la implementación estratégica (Montsé <i>et al.</i> , 2009).
El error humano, causa más frecuente de complicación de un catéter central.	Aunque son múltiples las complicaciones de un catéter central, el error humano, como lo plantean los autores en este texto, resulta una causa frecuente y evitable (Hermoso <i>et al.</i> , 2014).
El estudio del factor humano en accidentes de aviación.	Se considera que un accidente se produce por factor humano cuando es debido al error de los pilotos o de otras personas que intervienen en las operaciones aéreas (Sánchez, 2010).
Errores humanos: tipología y claves para gestionarlos.	El planteamiento hecho en este documento invita a explorar tanto el enfoque individual, centrado en minimizar la probabilidad o frecuencia de errores (...) más centrado en cómo evitar que los errores se conviertan en accidentes, así como a revisar las condiciones en las que se hace el trabajo, para minimizar los sucesos ocasionados por factor humano (HOP) (Inerco, s. f.).
El síndrome de “echar la culpa” desde una mirada sistémica y sus repercusiones para la solución de problemas en la empresa.	Los autores plantean la recurrencia de errores a partir del fenómeno de la culpabilización centrada en las personas y no en los procesos. De tal manera que el documento reflexiona, a partir de diferentes textos, procesos de calidad, autores relevantes y demás, sobre las condiciones del error, enfatizando en que la fuente de este está en el proceso y no en la persona (Pérez y González, 2018).
El análisis del error humano en la manufactura: un elemento clave para mejorar la calidad de la producción.	Este artículo presenta varios métodos para identificar distintos tipos de errores y evaluar la influencia de factores que afectan el rendimiento de los trabajadores. Se destacan, en particular, los métodos SHERPA y HEART. Además, se discute la relevancia de tener en cuenta la complejidad de los procesos de ensamblaje, ya que su impacto negativo sobre la carga cognitiva del trabajador puede incrementar la probabilidad de cometer errores. El artículo integra conceptos de la literatura especializada y combina diversas disciplinas, como la ergonomía, la ingeniería industrial y la fiabilidad de sistemas (Torres, 2020).

Nota. Tabla desarrollada a partir de la búsqueda en bases de datos como Scielo, Redalyc y Scopus.

Los datos de la **tabla 1** revelan una diversidad de enfoques y áreas de aplicación relacionadas con la comprensión y gestión de los errores, en el ámbito organizacional y en sectores específicos como la salud, la aviación y las empresas de servicios. Los estudios destacan la importancia de los recursos humanos, la cultura organizacional y el manejo adecuado de los errores para mejorar los sistemas de calidad y reducir el impacto negativo de estos en diversas industrias. En general, se observa que la mayor parte de las investigaciones coinciden en la necesidad de reconocer que los errores no deben ser vistos únicamente como fallos individuales, sino como parte de un sistema más amplio en el que influyen tanto factores humanos como procesos organizacionales.

En este contexto, algunas investigaciones también destacan la importancia de las relaciones interpersonales adecuadas, que juegan un papel crucial en el impacto de los errores sobre la productividad. Ciófaló y González (2014) (citando a Robbins, 2013; Luthans, 2008 y Manville, 2003), argumentan que:

Las organizaciones que colocan primero a la gente valoran la diversidad y ayudan a los trabajadores a equilibrar responsabilidades personales y laborales con programas centrados en la persona e invierten en la permanente actualización y desarrollo de talentos, logran una fuerza de trabajo más dedicada y comprometida que se traduce en una mayor productividad y satisfacción (p. 216).

Otros, tal como se percibe en la **tabla 1**, afirman que los errores son relevantes, se deben minimizar, pero muy pocos tienen estructuras lógicas para su mitigación. De hecho, no se encontraron estudios que diera cuenta de cómo se manejan en instituciones de educación superior los errores que puedan ser generados en función de trabajo. Para el caso de empresas aeronáuticas, el proceso funciona diferente, los errores son vistos como unidades de análisis y condiciones que deben ser erradicadas metodológicamente del sistema, ello como consecuencia de las formas en que se ha desarrollado la aviación en el mundo y dadas las regulaciones internacionales.

El modelo SHELL para la gestión del recurso humano en las organizaciones aeronáuticas es considerado una herramienta fundamental para la minimización de errores que generan accidentes aéreos (OACI, 1998), y si bien no existen evidencias de su aplicación para otro tipo de organizaciones, sí se hallaron investigaciones médicas, financieras, tecnológicas, etc., que evidencian que los errores humanos son estudiados para identificar aquellos aspectos que puedan ser mejorados con apoyo de procesos tecnológicos o con modificaciones en la forma de producir un bien o servicio.

El proyecto propuesto a partir de un ejercicio comparativo entre Colombia y Hungría consiste en el desarrollo del modelo SHELL (herramienta que sirve para evaluar la interacción entre el ser humano y su entorno operacional) como estrategia

para la administración del factor humano en diferentes empresas. La herramienta se presenta después de la prueba piloto realizada en dos instituciones de educación superior. Este ejercicio tuvo como ruta metodológica: i) extracción de información del modelo SHELL, ii) adaptación de la estructura para la generación de subcategorías, iii) elaboración de entrevistas, iv) análisis de datos a través de Nvivo³ y v) evaluación de la pertinencia del modelo para la dirección bajo el mínimo de errores de recursos humanos.

Este documento evidencia la adaptación del modelo SHELL a las lógicas empresariales de una escuela de negocios en un contexto mundial complejo y de transformaciones ágiles, donde la pertinencia de las acciones debe ser garante del sostenimiento del cliente, la calidad y la fluidez financiera. El modelo, como estructura sólida, se consolidó teniendo presente las diferentes variables que lo integran y la facilidad para la apropiación a otros tipos de empresas, donde la minimización de errores también es una meta.

De tal manera que este modelo no solo es útil por su articulación y la capacidad para reconocer las causas del error, sino también por su posibilidad de arrojar datos para indicadores que inciden en la mejora de la eficiencia organizacional, además de ser un mecanismo para la generación de estrategias en talento humano y gestionar procedimientos aplicables a la necesidad,

espacio o entorno de trabajo seleccionado por la empresa.

El desarrollo de este modelo como herramienta para potencializar el capital humano de las empresas, permite la construcción de un emprendimiento factible sobre un *software* o sistema de captación de datos relevantes del trabajador como centro de la organización, que aportaría un valor ético integral sobre la persona y su naturaleza humana en relación con el error. Este genera una ruptura de barreras sobre el enfoque netamente productivo del trabajador y hace que la empresa sea más cercana y sensible a todo lo que sucede alrededor de su actor principal (el trabajador), estrecha lazos de cooperación interna y potencia las capacidades individuales de cada miembro de la organización, le presenta a la compañía una imagen global y detallada sobre sus recursos humanos.

Es fundamental resaltar que la gestión eficaz del talento humano es clave para optimizar el desempeño organizacional y reducir la incidencia de errores, especialmente en entornos educativos, donde la interacción entre personas, procesos y herramientas es constante. La adaptación de modelos probados en otros sectores, como el modelo SHELL en la aviación, ofrece una oportunidad para abordar de manera sistemática los errores humanos en las instituciones educativas. Al establecer un marco estructurado que permita identificar, gestionar y mitigar estos

³ NVivo es un *software* especializado en el análisis de datos cualitativos y mixtos, que permite a los investigadores organizar, codificar y analizar información no estructurada, como entrevistas, encuestas abiertas, transcripciones, notas de campo, artículos de investigación, imágenes, videos y audio.

errores, se contribuye significativamente a mejorar la eficiencia, la productividad y el bienestar de los empleados, lo que se traduce en mejores resultados institucionales.

2. Metodología

La investigación adoptó un enfoque cualitativo, con un diseño metodológico basado en un estudio de caso comparativo, para analizar y comparar dos instituciones educativas ubicadas en el mismo sector de la economía. La elección del enfoque cualitativo responde a la necesidad de explorar de manera profunda y detallada las dinámicas internas de cada organización y cómo los factores humanos y organizacionales pueden influir en los resultados y procesos educativos. De acuerdo con Fresno (2021), los estudios comparativos permiten generar conocimientos más generalizables sobre las causas y efectos de un fenómeno, facilitando la adaptación de intervenciones estratégicas para mejorar los resultados deseados.

En este contexto, se seleccionaron dos instituciones de educación superior: Budapest Business School y CEIPA Business School, ambas situadas en el sector de la educación empresarial. Budapest Business School, la universidad de ciencias aplicadas de Hungría tiene más de 150 años de experiencia y se caracteriza por su enfoque en la cooperación intersectorial, el desarrollo de formación dual y su estrecha colaboración con socios corporativos. Por otro lado, CEIPA Business School, con más de 50 años de trayectoria, está orientada hacia la formación

de emprendedores y líderes empresariales, destacándose por sus programas académicos inclusivos y la flexibilidad en sus ambientes de aprendizaje, los cuales son manejados por un equipo docente altamente capacitado (CEIPA, 2023).

Para llevar a cabo el análisis comparativo, se seleccionaron dos docentes de tiempo completo de cada institución, que cumplieran con los siguientes criterios: i) ser docentes de tiempo completo, ii) contar con experiencia en el uso de plataformas virtuales de aprendizaje para el desarrollo de su proceso académico y iii) estar involucrados activamente en la enseñanza en modalidades que incluyen tanto ambientes presenciales como virtuales. Esta selección fue realizada con el fin de obtener información detallada sobre las condiciones de trabajo y las interacciones entre los docentes, sus compañeros y el entorno organizacional.

El instrumento de recolección de datos consistió en un cuestionario de veinte preguntas, diseñado para explorar diversos aspectos relacionados con la dinámica organizacional y las condiciones laborales de los docentes. Las preguntas fueron estructuradas en cuatro áreas: i) las relaciones entre compañeros de trabajo, ii) los materiales y recursos de trabajo disponibles, iii) las condiciones asociadas a las tareas que los docentes realizan y (iv) las características personales y profesionales de los participantes. Esta estructura fue seleccionada para abordar factores tanto individuales como organizacionales que

podrían influir en la experiencia educativa y laboral de los docentes.

El cuestionario fue validado mediante la revisión de dos expertos en recursos humanos, quienes realizaron observaciones que contribuyeron a perfeccionar los instrumentos y asegurar su pertinencia y efectividad. Las observaciones de los expertos fueron incorporadas al diseño final del cuestionario, garantizando la calidad y precisión en las preguntas.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante un enfoque comparativo, en el que se examinaron las similitudes y diferencias en las respuestas de los docentes de ambas instituciones. Este análisis permitió identificar patrones convergentes en las experiencias de los docentes en relación con sus condiciones laborales y el uso de tecnologías educativas, así como la influencia de las relaciones interpersonales y organizacionales en su desempeño académico y profesional.

3. Resultados y discusión

El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema organizacional, pero es también la más vulnerable a influencias que pueden afectar negativamente su comportamiento. La expresión “error humano” no constituye ayuda alguna para la prevención de accidentes, dado que, aunque puede indicar dónde se produce un colapso del sistema, no ofrece ninguna orientación en cuanto a por qué ocurre. El error humano, según Casares *et al.* (2016):

Es una decisión o acción humana, que produce, o tiene el potencial para producir una reducción en la efectividad, salud y seguridad del trabajador o una interrupción en el comportamiento del sistema socio-técnico, con un impacto inmediato o a largo plazo (p.13).

Y si bien esta definición se centra en seguridad y salud en el trabajo, debido a que es una disciplina que se orienta en la prevención de la accidentalidad y la protección de la salud, no son las únicas consecuencias de la acción humana y su relación con el entorno. De acuerdo con Salas *et al.* (2008), el error humano puede entenderse desde dos enfoques:

Enfoque personal: se refiere a los errores que se originan en las acciones individuales, como el olvido de tareas, la falta de atención o fallas en la ejecución de actividades planificadas. Este tipo de error se atribuye a factores específicos de la persona, como distracciones, fatiga o falta de conocimiento.

Enfoque sistemático: este aborda los errores como el resultado de la interacción entre las personas y el sistema en el que operan, centrándose en factores que afectan la variabilidad humana. Aquí, los errores no son únicamente responsabilidad del individuo, sino que están condicionados por aspectos como deficiencias en el diseño del sistema, capacitación inadecuada, procedimientos mal concebidos o herramientas mal diseñadas, como listas de verificación o manuales.

Es importante destacar que la expresión “error humano” puede ocultar problemas

subyacentes que deben ser identificados para prevenir accidentes y mejorar los sistemas. La perspectiva moderna en materia de seguridad sugiere que, en lugar de considerar el error humano como el final del análisis, debe ser el punto de partida para investigaciones y estrategias de prevención. Este enfoque permite identificar no solo las responsabilidades individuales, sino también las fallas estructurales y organizacionales que contribuyen al error.

Además, el estudio de los factores humanos incluye tanto a las personas en su contexto laboral como a su relación con equipos, procedimientos, entornos y otros individuos. Su objetivo es optimizar la eficacia del sistema en términos de seguridad, eficiencia y bienestar individual. Recientemente, este análisis se ha ampliado para incluir la interacción entre individuos, grupos y las organizaciones a las que pertenecen, así como las relaciones entre diferentes organizaciones dentro de sistemas más amplios, como el sistema aeronáutico. Esto refuerza la necesidad de adoptar una visión holística para comprender y mitigar el error humano.

Los errores que se cometen en los distintos niveles de una organización suelen ser tratados como una secuencia de acciones (u omisiones) no deseadas. Sin embargo, debe quedar expuesto que todos los errores son parte de una o más desviaciones. Con base en esta idea, pueden plantearse dos tipos de errores generales:

El plan de acción es el apropiado, sin embargo, las acciones ejercidas para su ejecución son incorrectas, insuficientes o no apropiadas. Este tipo de error encuentra su génesis en las habilidades de ejecución. Pueden intervenir instancias de falta de atención, problemas de memoria, omisiones en la ejecución de una secuencia de acciones, inacciones inadvertidas, etcétera.

Las acciones transcurren de acuerdo con lo planificado, sin embargo, el plan inicial de acción fue ejecutado de modo erróneo. A estos errores se les llama “equivocaciones” y pueden ser clasificados de acuerdo con su génesis como errores en la ejecución de procedimientos o de normas preestablecidas. También puede vincularse con carencias o falta de los conocimientos específicos para el desarrollo del plan inicial (De Santis, 2018).

Para refrenar y controlar el error humano, debe entenderse su carácter. Existen conceptos básicos correspondientes a la naturaleza del error humano: los orígenes de los errores pueden ser fundamentalmente diferentes; las consecuencias de errores similares también pueden ser muy diferentes. Aunque algunos errores se deben al descuido, a la negligencia o a la falta de criterio, otros pueden producirse debido a defectos de diseño del instrumental o ser resultado de la reacción normal de una persona ante una situación concreta. Es probable que esta última clase de error se repita y cabe prever que así ocurra.

El control de los errores humanos exige dos enfoques. En primer lugar, es necesario

reducir a un mínimo el que se cometan errores, asegurándose de que el personal posea elevados niveles de competencia, suministrando listas de verificación, procedimientos, manuales, etc., y reduciendo el ruido, la vibración, los extremos de temperatura y otras condiciones causantes de estrés.

Los programas de capacitación que tengan por objeto aumentar la cooperación y la comunicación entre los miembros del lugar de trabajo reducirán el número de errores (la supresión total de los errores humanos constituye un objetivo difícil, ya que el error es parte normal del comportamiento humano). El segundo medio para controlar los errores humanos es reducir las consecuencias de los errores restantes mediante la supervisión mutua y cooperación del personal. El diseño de equipos que permitan enmendar los errores y los equipos que pueden supervisar o complementar y apoyar el desempeño humano contribuye también a limitar los errores o sus consecuencias.

Antes de que una persona pueda reaccionar ante una información debe primero sentirla, allí hay una posibilidad de error, ya que los sistemas sensoriales funcionan dentro de una estrecha gama. Una vez captada la información, esta se dirige al cerebro, órgano en el cual es procesada, sacándose luego una conclusión acerca de la naturaleza y significado del mensaje recibido. Esta actividad interpretativa se denomina percepción y es terreno fértil para cometer errores. La expectativa, la experiencia, la

actitud, la motivación y la excitación tienen una clara influencia en la percepción y todas ellas constituyen posibles fuentes de errores. Después de haberse sacado conclusiones acerca del significado de un mensaje, comienza la toma de decisiones. Muchos factores pueden conducir a decisiones erróneas: la instrucción o la experiencia anterior, consideraciones emocionales o comerciales, la fatiga, la medicación, la motivación y los trastornos físicos o psicológicos. La adopción o no adopción de medidas sigue a la decisión. Esta es otra etapa con potencial para cometer errores, dado que, si el equipo está diseñado en forma tal que pueda hacerse funcionar incorrectamente, tarde o temprano así se hará. Una vez tomadas las medidas, comienza a trabajar un mecanismo de retroalimentación. Las deficiencias en este mecanismo también pueden ocasionar errores.

Es esencial reconocer los siguientes factores básicos acerca de la índole de los seres humanos y de las faltas como fundamento de un programa de gestión de errores:

- Las acciones humanas están casi siempre limitadas por factores que escapan al control inmediato de los individuos.
- Las personas no pueden fácilmente evitar acciones que desde un principio no deseaban realizar.
- Los errores tienen múltiples causas: personales, relacionadas con la tarea, de situación y de organización.

- En el entorno de una mano de obra idónea, experimentada y en general bien intencionada, es más fácil implementar mejoras en las situaciones.

El comportamiento humano está regido por la interacción entre factores psicológicos y de situación, esto se aplica tanto a los errores como a otras acciones humanas. Aquí se suscita una cuestión básica para quienes tratan de minimizar la posibilidad de errores peligrosos: ¿qué es más fácil de remediar, la persona o la situación? Sin embargo, en pocos sectores empresariales la tendencia creciente favorece claramente el enfoque de gestionar los errores atendiendo a la situación más bien que al personal. Existen muchos motivos para ello:

- La fiabilidad humana puede moderarse hasta cierto punto, pero no puede eliminarse por completo. Es una parte fija de la condición humana, en parte, porque los errores y muchos contextos tienen una función útil (por ejemplo, aprender a fuerza de probar).
- Los distintos tipos de error que tienen distintos mecanismos psicológicos se presentan en diversas partes de la organización y requieren distintos métodos de gestión.
- Los errores críticos para la seguridad operacional ocurren a todos los niveles del sistema y no meramente en el extremo operacional.
- Las medidas que entrañan sanciones, amenazas, temores y apelaciones tienen

solamente una eficacia muy limitada. En muchos casos, pueden causar más bien daños en lugar de mejoras (en cuanto a la moral, a la satisfacción personal y al sentido de justicia).

- Los errores son productos de una cadena causal en la que frecuentemente los últimos eslabones y los menos manejables de la cadena son factores psicológicos en cascada, como una distracción momentánea, una apreciación errónea, un olvido o una preocupación.
- Las pruebas en un gran número de investigaciones de accidentes e incidentes indican que los sucesos catastróficos son con más frecuencia el resultado de situaciones o de actividades que se prestan a error que de personas propensas a cometer errores.

Por lo tanto, la gestión de errores debe dirigirse a la actuación del sistema del organismo empresarial, como oportunidad en potencia de rendimientos laborales (OAC, 2003).

3.1 Fase 1. Descripción y análisis del modelo SHELL

La gestión humana en aviación, específicamente el factor humano, es un elemento sumamente sensible en este ámbito, ya que se sabe que más del 80 % de los accidentes aéreos en el mundo son ocasionados por el elemento humano (Sánchez, 2010). La industria aérea siempre se

ha caracterizado por aprender de los errores con arduas investigaciones e identificación de eventos, a partir de estas investigaciones cada vez se implementan mejores modificaciones, cambios y reestructuración de su sistema de manejo del factor humano, es decir, esta industria aprende y se transforma con los eventos sucedidos con altos niveles de exigencia dando como resultado el desarrollo de múltiples estrategias efectivas y modelos de gestión del factor humano como lo es el SHELL (Red Global de Información de la Aviación, 2001).

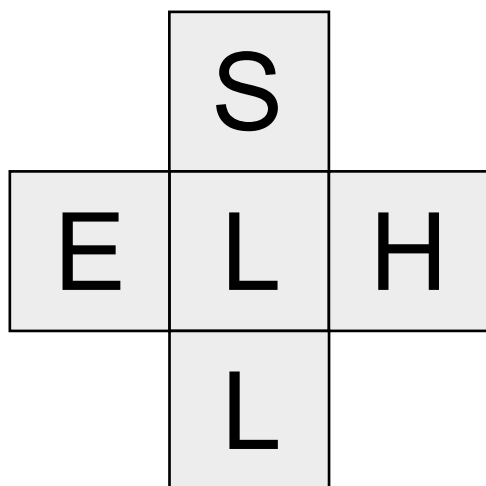
En la disciplina de la gestión del factor humano en las organizaciones empresariales se observa usualmente que el manejo de los errores y asuntos de su relación son fácilmente pasados por alto, ignorados o normalizados en el funcionamiento día a día de las compañías, caso contrario al ejemplo que nos brinda el sector aviación. Por tanto, se busca con este modelo una adaptación e implementación desde el sector aéreo al sector empresarial, donde se potencie de forma estructurada y escalonada los rendimientos del componente humano teniendo en cuenta todos los aspectos que requiere el reacondicionamiento del modelo para este nuevo sector organizacional; con el objetivo de identificar, mitigar prevenir dichos errores, traduciendo esto en mejores prácticas laborales, eficiencia y eficacia en las empresas (Báez *et al.*, 2013).

El modelo es una estructura SHELL que proporciona un marco conceptual para ayudar a comprender los factores humanos, dado que

ilustra algunos componentes y su interfaz. Este modelo estudia y proporciona acertadas oportunidades de mejoramiento del factor humano, analizando detalladamente todo lo implicado alrededor del individuo o equipo de trabajo en el desarrollo de su tarea en la organización y se compone y estructura de la siguiente manera (INAC, 2017):

- **Liveware:** corresponde al elemento humano y el más importante de todos. Siendo la clave de la interacción, la complementación que se produce entre el elemento humano y los demás componentes del sistema.
- **Environment:** corresponde al entorno sobre el que se mueve la persona, pero es difícilmente modificable por el autor, por ejemplo, la temperatura, la humedad, la presión del lugar de trabajo, el resto de las personas.
- **Software:** corresponde al soporte lógico, como los procedimientos para llevar a cabo la tarea designada, los manuales, las listas de chequeos, las reuniones de coordinación, las instrucciones, etc.
- **Hardware:** corresponde al soporte físico, como puede ser cualquier tipo de máquina.

Figura 1
Modelo SHELL e interfaces



Nota. Elaborada a partir de Edwards (1972) y Hawkins (1975).

El modelo SHELL se utiliza para analizar y comprender las interacciones humanas en sistemas complejos. En el modelo, el individuo ocupa el centro del esquema, representado como Liveware (L), y su relación con otros componentes se organiza en interfaces específicas. Cada recuadro del modelo simboliza un componente clave: *software* (S), *hardware* (H), *environment* (E) y *liveware* (L), cuyas interacciones son fundamentales para el rendimiento y la seguridad. A continuación, se describen las interfaces principales del modelo SHELL:

- Interface *liveware-software* (individuo y soporte lógico): esta interfaz aborda la relación entre el ser humano y los sistemas de apoyo lógico, como procedimientos, bases de datos, instrucciones, o manuales digitales. Factores clave incluyen:
 - » Precisión y claridad en la presentación de la información.
 - » Eficiencia y facilidad de uso de los sistemas digitales.
 - » Su impacto en el desempeño de tareas y toma de decisiones.
- Interface *liveware-hardware* (individuo y soporte físico): describe cómo el capital humano interactúa con elementos físicos, como herramientas, maquinarias o dispositivos. Factores importantes son:
 - » Ergonomía y adaptación de los equipos al cuerpo humano.
 - » La comodidad y facilidad de movimiento en el entorno físico.
 - » El procesamiento adecuado de estímulos físicos, como el manejo de controles o botones.
- Interface *liveware-environment* (individuo y entorno): en esta interfaz se examina la influencia del entorno físico y ambiental sobre el individuo. Incluye:
 - » Condiciones como visibilidad, temperatura, niveles de luz y ruido.
 - » Elementos externos que pueden afectar la seguridad, confort y capacidad cognitiva del individuo.
 - » La manera en que el entorno apoya o dificulta el desempeño humano.

- Interface *liveware-liveware* (individuo e individuo): esta interfaz resalta las interacciones humanas dentro de un sistema, considerando:
 - » Factores interpersonales como liderazgo, trabajo en equipo, comunicación y personalidad.
 - » Influencias psicológicas, como el estado emocional y las capacidades individuales de cada persona.
 - » La importancia de la cooperación y el entendimiento mutuo entre los miembros del equipo para lograr objetivos comunes.

3.2 Fase 2. Prueba piloto

Se tomó como caso de estudio la comparación entre dos organizaciones prestadoras de servicios de educación superior, con el objetivo de estudiar la validación y aplicabilidad del modelo SHELL en sectores organizacionales de enfoque administrativo y dirigido a la identificación de errores e impactos negativos en el factor humano, para este caso los docentes como objeto de estudio principal dentro del modelo. Se aprovechó la migración imprevista y forzada de la educación tradicional presencial a la educación virtual a causa de la pandemia. El comparativo también permitió identificar aspectos empresariales y viabilidades entre un país considerado como desarrollado (Hungría) y un país en vía de desarrollo (Colombia).

Entender que los elementos, personas, equipos, información y entorno siempre

interactúan entre sí al realizar una tarea es fundamental y estudiar las interacciones y desempeño de cada elemento permite asemejar dicho estudio al comportamiento de un sistema: si un elemento o las interfaces entre elementos no son adecuados para la tarea, afecta al todo de manera sistémica, degradándose el desempeño organizacional. En el caso del *liveware* o persona:

- Factores fisiológicos: nutrición, salud, estilo de vida, fatiga, dependencia a medicinas.
- Factores físicos: género, tamaño, edad, fuerza y limitaciones sensoriales.
- Factores psicológicos: cargas de trabajo, experiencia, conocimiento, entrenamiento, capacitación, actitud y estado mental y emocional.
- Factores psicosociales: conflictos interpersonales, pérdidas personales, aspectos financieros y aspectos de la vida privada.

Los tres primeros factores se conocen como *liveware central* (*Liveware C*) y están directamente relacionados con las condiciones de las personas (actor principal a estudiar).

Respecto al *environment* o entorno: hace referencia a las interacciones que están generalmente fuera del control directo del actor a estudiar:

- Factores físicos: clima, locación, espacio de trabajo, iluminación, ruido, seguridad.

- Factores organizacionales: personal, supervisión, relación de mando, presión, estructura de la tripulación o colaboradores, tamaño de la compañía, moral, cultura organizacional y rentabilidad. Repartición y ubicación de las estaciones de trabajo.

En lo atinente al *software* o acciones, consta de los recursos no materiales:

- No técnicos: número de personas involucradas en una tarea, requerimientos comunicativos, información disponible y entregada, control, conocimiento, habilidades requeridas, actitudes requeridas, certificaciones, inspección e instructivos.
- Técnicos: programas, plataformas utilizadas durante la actividad, procedimientos, secuencias y testeo de equipos.

El *hardware* recursos: consta de los recursos físicos:

- Herramientas necesarias: computadores y elementos tecnológicos.
- Recursos físicos: papelería, manejo de equipos, arreglos, calidad de sistemas, accesorios.
- Ergonomía: diseño y salud en los puestos de trabajo.

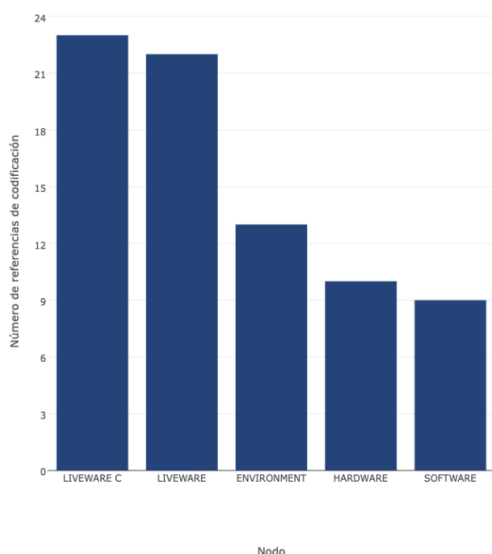
3.3 Fase 3. Validación del modelo

El análisis y aplicación del modelo SHELL en el contexto educativo revela su eficacia como herramienta para identificar y abordar los factores que inciden en el error humano, particularmente en el entorno laboral de los docentes. A través del uso de la herramienta de análisis cualitativo NVivo, se evaluaron las interacciones entre los componentes del modelo (*liveware* -individuo, *software* -soporte lógico, *hardware* -soporte físico y *environment* -entorno) en las dos instituciones educativas: CEIPA Business School en Colombia y Budapest Business School en Hungría. Los resultados mostraron diferencias significativas en las influencias de cada interfaz y destacaron los desafíos específicos en los modelos de enseñanza virtual.

3.4 Institución Universitaria CEIPA. Colombia

Figura 2.

Distribución de referencias de codificación por categoría de nodo evaluado en CEIPA Business School



Nota. La figura de barras representa los resultados en barras de estudio NVivo para las interacciones de las interfaces del modelo, aplicadas a los sujetos de estudio para CEIPA Business School.

Mediante la **figura 2** se observa que, para la institución colombiana, los factores de mayor influencia directa sobre el factor central, el docente (*liveware C*), son las relaciones interpersonales dentro de esta migración a la virtualidad, los cuales presentan mayores dificultades en el desarrollo óptimo de su labor.

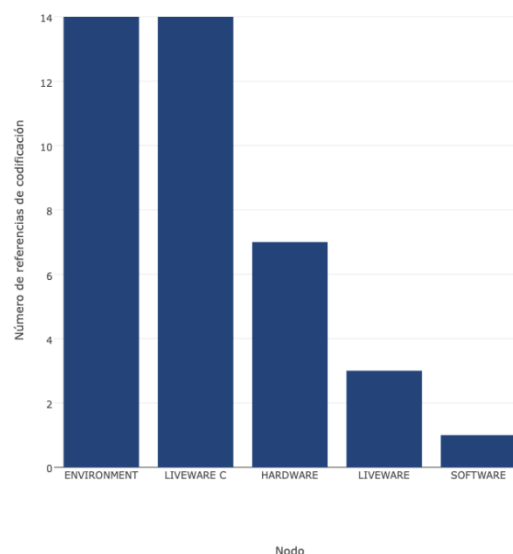
Para la relación *environment* -entorno su influencia fue superior a la media, implicando situaciones dificultosas de control para el óptimo trabajo del docente.

Hardware -soporte físico y *software* -soporte lógico se observa que su influencia no es tan significativa debido al enfoque institucional de educación virtual y trayectoria de uso en plataformas tecnológicas para suplir incluso el componente físico.

3.5 Budapest Business School. Hungría

Figura 3.

Número de referencias de codificación vs categoría de nodo evaluado para Budapest Business School



Nota. La figura de barras presenta los resultados de NVivo para las interacciones de las interfaces del modelo, aplicadas a los sujetos de estudio para Budapest Business School.

Mediante esta **figura 3** se observa que para la institución húngara, los factores de mayor influencia directa sobre el factor central, el docente (*liveware C*), son los componentes del entorno, donde el docente o actor no tiene control directo y le significó una destacable dificultad e influencia en el desarrollo óptimo de su labor dentro de la migración a

la virtualidad, incluso comparadas al mismo nivel de sus condiciones propias personales; seguido de una influencia intermedia sobre el *hardware* -soporte físico que representaron un peso de adaptabilidad. Finalmente, los últimos dos componentes fueron de poca influencia y fácilmente manejables, lo cual deja en claro la cooperación interpersonal entre los miembros de esta organización y su fácil manejo de soportes lógicos.

La identificación de errores es esencial para gestionar el factor humano en las organizaciones. El modelo propuesto establece un proceso de análisis que permite identificar las causas de los errores, los cuales a menudo no se evidencian completamente. Sin embargo, pueden ser gestionados mediante estrategias mejoradas, formación adecuada, normas y procedimientos, con un enfoque en el desempeño y considerando factores normativos, culturales, ambientales, organizacionales y personales (Civil Aviation Authority, 2015).

Para una identificación efectiva, se recogen datos sobre los errores cometidos por el personal y el sistema. Este proceso incluyó rastrear el origen de los errores, analizar sus causas y evaluar su impacto, lo que permite obtener información valiosa.

Los errores humanos pueden subdividirse para análisis en estas categorías, cabe aclarar que el error motivo de estudio en esta investigación se limita al error involuntario y no a propósito, tal como lo explica European Helicopter Safety Team (2014):

- Errores de atención: son el resultado de no seguir el procedimiento o desarrollo preestablecido de una acción cotidiana o habitual en algún punto generalmente crítico, y se evidencia cuando el componente humano pone en acción planes similares a los usado normalmente, pero no igual, no se guía por los lineamientos establecidos al pie de la letra.
- Errores de memoria: son el resultado del olvido común en ámbitos tanto planificados, como no planificados y generan consecuencias imprevistas. Son difíciles de identificar hasta que se evidencia la consecuencia o se aproxima a esta.
- Errores de percepción: son el resultado de dificultad en el reconocimiento de situaciones, estímulos conscientes e inconscientes y las diferentes formas de percepción y captación de la información de cada persona.
- Errores de fatiga: son el resultado de cansancio crónico, acumulado o de alta intensidad y presenta una disminución en la habilidad para llevar a cabo las tareas a cabalidad. Afecta la concentración, destrezas manuales y mentales.
- Errores de estrés: son el resultado del desencadenamiento de la fatiga y del trabajo o estímulos excesivamente presionantes, se observa que la exposición al estrés genera problemas

de salud y propicia aún más los errores a medida que más estrés se tiene.

- Errores por desconocimiento: son el resultado de un mal entrenamiento o capacitación, una mala adaptación, un inadecuado suministro de información o falta de interés en el desarrollo del conocimiento necesario para llevar a cabo la tarea designada, entre otras.
- Errores por antropometría y entorno: son el resultado de ambientes no favorables que permitan el desarrollo óptimo del capital humano, va desde los objetos que lo rodean y su ergonomía de adaptación al ser humano, hasta la organización del entorno organizacional como clasificación y división de tareas en empleados, desencadenando factores innumerables que propician el error.
- Errores de comunicación: son el resultado de la comunicación no asertiva, no estandarizada y no oportuna. Permite el desencadenamiento de errores innumerables debido a la no expresión adecuada y no comprensión total de lo que se comunica. Incluye errores de comunicación sistemática, *software*, *hardware*, entre otras.
- Errores de automatización: son el resultado de confianza excesiva en los sistemas, procesos y procedimientos automáticos y generan deficiencias en la función de monitorear.
- Error por interés: son el resultado de enfocar la concentración y atención hacia un estímulo, tarea o proceso que genera mayor interés que otros, dándole una escala superior y dejando de lado otros aspectos. Aplica también a errores generados por elementos urgentes que distraen a la persona de las tareas importantes, pero no urgentes.
- Errores psicológicos: son el resultado de condiciones propias humanas en momentos claves del desarrollo de la tarea como irritabilidad, euforia, depresión, motivaciones, entre otros.
- Error aleatorio: es el resultado de errores en múltiples variables, que pueden ser no clasificables en las anteriores líneas de error o que comprenden varias de las mismas.

Mediante la siguiente matriz de identificación (**tabla 2**) se hace una muestra aproximada de cómo se realiza la identificación de datos captados en las entrevistas y como estos al relacionarse generan como resultado un posible error en el factor humano.

Tabla 2.
Aplicación del modelo SHELL

Interfaz	Colombia	Hungría
Individuo y soporte lógico	Dificultad proveedores de servicios como internet (Errores por automatización – percepción).	Multi plataformas para casa asignatura (Errores de comunicación – desconocimiento – automatización).
Individuo y soporte físico	Ergonomía inicial deficiente de adaptabilidad puesto de trabajo en casa (Errores antropometría – fatiga)	Dificultad con papeleo oficial institucional y firmas físicas requeridas (Errores atención – comunicación).
Individuo y entorno	Múltiples distracciones dentro del entorno laboral en casa (Errores por interés – atención)	Dificultad de adaptabilidad inicial a entorno de trabajo en casa (Errores por atención).
Individuo con individuo	Combinación familia – apoyo docentes e instituciones (Errores por memoria – percepción)	Combinación vida privada / trabajo – acompañamiento docente limitantes tecnológicos (Errores por estrés – desconocimiento)

Nota. Formato de análisis de los resultados del estudio, y comparativo entre ambas instituciones. Identifica las más altas situaciones evaluadas por el modelo que desencadenan errores en el personal.

Como se observa en la **tabla 2**, el modelo funciona y es aplicable mediante los distintos factores influyentes alrededor del componente central del modelo (*liveware*) en relación integral de interfaz, permitiendo la construcción detallada de estrategias del mejoramiento de los recursos humanos en las organizaciones.

La implementación del modelo SHELL en el contexto educativo presenta diversas oportunidades para mejorar las dinámicas laborales y mitigar los errores humanos. El análisis mostró que la interacción entre los factores humanos y el entorno laboral es uno de los puntos más críticos. A través del modelo,

se identificaron áreas clave en las que los docentes enfrentan desafíos en la ejecución de sus tareas, particularmente en la gestión de recursos tecnológicos y en la adaptación a nuevos entornos de trabajo, como el tránsito a la educación virtual. Esto evidencia que el modelo SHELL permite no solo reconocer estas interacciones problemáticas, sino también proponer soluciones adaptativas que potencien el rendimiento de los empleados y reduzcan los factores de estrés que inciden directamente en el error humano.

Además, el modelo SHELL ofrece la oportunidad de diseñar estrategias organizacionales más centradas en las

personas. Al identificar la interacción entre el ser humano y los componentes físicos, lógicos y ambientales, se abre la posibilidad de implementar mejoras específicas, como la optimización de las condiciones de trabajo, la personalización de las capacitaciones y el fortalecimiento de las relaciones interpersonales. Estas mejoras no solo impactan positivamente en la productividad, sino que también contribuyen al bienestar organizacional y a la creación de un entorno laboral más seguro y eficiente. En resumen, la aplicación del modelo en el sector educativo demuestra que su enfoque holístico y sistemático puede ser una herramienta valiosa para elevar el desempeño global de las instituciones.

4. Conclusiones

El modelo SHELL es viable, estructurable y aplicable para la identificación de componentes que tienen incidencia directa o indirecta sobre el factor humano en las organizaciones, permitiendo la creación de estrategias propias dependiendo del entorno empresarial al cual se aplica el modelo.

El factor humano es comprensible y adaptable a condiciones propias de su entorno de directa o indirecta influencia, consciente o inconscientemente es afectado por las condiciones a su alrededor, que son fácilmente visibles e identificables mediante la matriz de estudio del modelo SHELL.

El factor humano en las organizaciones es uno de los componentes fundamentales y más

importantes del funcionamiento de cualquier organización, el cual mediante la aplicación del modelo SHELL puede ser potenciado y llevado a altos índices de eficiencia y eficacia con estrategias estructuradas a partir del resultado del estudio del modelo; lo cual se traduce en una empresa más rentable y eficiente operativamente.

El modelo SHELL es ajustable y adaptable a una institución de educación superior, ya que abarca a la persona y todo su campo de influencia en el desarrollo de su tarea final, por tanto, no se requiere de una condición específica en las organizaciones para aplicarlo.

La identificación del entorno integral de lo que incide sobre el factor humano permite la identificación, prevención y corrección de errores en el factor humano y abre campo al desarrollo de estrategias propias mediante lineamientos organizacionales; dejando de lado la concepción sobre la normalización del error y propone su mitigación estructurada.

La adaptación del modelo SHELL al contexto educativo ha demostrado ser una herramienta viable y efectiva para la gestión de los errores humanos en las organizaciones. Su enfoque integral, que considera la interacción entre factores humanos, materiales y ambientales, proporciona una comprensión profunda de las dinámicas que influyen en el desempeño organizacional. El modelo no solo permite identificar las causas subyacentes de los errores, sino también diseñar estrategias para mitigarlos y mejorar las condiciones laborales.

La implementación del modelo SHELL en organizaciones educativas ofrece múltiples beneficios, como la optimización del entorno de trabajo, la reducción del estrés laboral y la mejora en las relaciones interpersonales. Estas mejoras, a su vez, contribuyen a un aumento en la productividad y el bienestar de los empleados, generando un impacto positivo tanto en la eficiencia operativa como en la sostenibilidad organizacional. Además, la flexibilidad del modelo lo convierte en una herramienta adaptable a diferentes tipos de organizaciones, más allá del sector educativo, lo que refuerza su valor como un marco aplicable en distintos contextos empresariales.

Para cerrar, el modelo SHELL no solo es útil para la identificación y gestión de errores, sino también como una plataforma para el desarrollo de estrategias de mejora continua en la gestión del talento humano. Su aplicación en las organizaciones educativas tiene el potencial de transformar los entornos laborales, promoviendo una cultura organizacional orientada a la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Se recomienda su implementación gradual en otras instituciones, con el fin de evaluar su impacto a largo plazo en diversas áreas organizacionales.

Referencias

- Báez, Y., Rodríguez, M., De la Vega, E. y Tlapa, D. (2013). *Factores que influyen en el error humano de los trabajadores en líneas de montaje manual*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Casares, R., Rodríguez Hernández, A. y Viña Brito, S. (2016). Análisis de errores humanos mediante la tecnología TEREH: experiencias en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 49-58.
- CEIPA. (2023). *Conoce nuestros hitos históricos*. CEIPA. <https://ceipa.edu.co/hitos-historicos/>.
- Civil Aviation Authority. (2015). *Getting the best content for a bowtie model*. CAA.
- De Santis, A. (2018). *El error humano no es causa*. Factor Humano.
- European Helicopter Safety Team. (2014). *Los principios de la gestión de amenazas y errores TEM*. EASA.
- Ciofalo-Lagos, M. y González-Pérez, M. (2014). *El enfoque centrado en la persona como herramienta de mejora en la gestión del talento humano*. *European Scientific Journal*, 10(31), 215-223. <https://core.ac.uk/download/pdf/328024632.pdf>
- Fresno-García, M. (2021). *Técnicas de diagnóstico, intervención y evaluación social*. UNED.
- González, L. (1999). Modelos de dirección de recursos humanos. *Revista del Colegio Oficial de Psicólogos*, (72), 25-34.
- Hermoso Torregrosa, C., García Soblechero, E., Garrido Ocaña, A., y Mora Navarro, D. (2014). *El error humano, causa más frecuente de complicación de un catéter central*. Asociación española de Pediatría.
- Hernández Ortiz, J. y Gómez Torres, D. (2010). Una aproximación al concepto de gerencia y administración aplicado a la disciplina de enfermería. *Escola Anna Nery*, 14(3), 625-632. <<https://doi.org/10.1590/S1414-81452010000300027>>.
- Inerco. (s. f.). *Errores humanos: tipologías y claves para gestionarlos*. <https://www.inerco.com/wp-content/uploads/Ebook-Errores-humanos.pdf>.
- Instituto Nacional de Aeronáutica Civil [INAC]. (2017). *Factores humanos en aviación*. Ministerio del Poder Popular para el Transporte.
- López Lemus, J., Vargas Chanes, D. and Carranza, M. (2020). The role of human resources in the prevention of medical errors for the improvement in the hospital quality system. *Nova Scientia*, 12(2) ,1-24. 10.21640/ns.v12i25.2254.
- Montsé, O., Planellas, M., Torres, D., Urriologoitia, L. y Sorribas, M. (2009). *Estudio sobre los factores de éxito de*

- las grandes empresas de servicios en España*. Grupo Gráfico.
- Organización de Aviación Civil Internacional [OACI]. (1998). *Manual de factores humanos*. OACI.
- Organización de Aviación Civil Internacional [OACI]. (2014). *Collision Risk Model CRM*. OACI.
- Pérez Rave, J. y González Echavarría, F. (2018). El síndrome de “echar la culpa” desde una mirada sistémica y sus repercusiones para la solución de problemas en la empresa. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(33), 187-205. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n33a10>.
- Red Global de Información de la Aviación. (2001). *Manual de seguridad de vuelo*. Programa GAIN.
- Ropa Carrión, B. y Alama Flores, M. (2022). Gestión organizacional: un análisis teórico para la acción. *Revista Científica de la UCSA*, 9(1), 81-103. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2022.009.01.081>.
- Salas Arias, K., Madriz Quirós, C., Sánchez-Brenes, O., Sánchez-Brenes, M. y Hernández-Granados, J. (2018). Factores que influyen en errores humanos en procesos de manufactura moderna. *Tecnología en Marcha*, 31(1), 22-34. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3494>.
- Sánchez Rubio, L. (2010). El estudio del factor humano en accidentes de aviación. *Pensamiento Psicológico*, 7(14), 141-153. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80113673011>.
- Torres Medina, Y. (2020). El análisis del error humano en la manufactura: un elemento clave para mejorar la calidad de la producción. *Revista UIS Ingenierías*, 19(4), 53-62.