

VISUALIZACIÓN DE CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO EN LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA: DESAFÍO DE PARADIGMAS¹.

VISUALIZATION OF STATISTICAL CONTROL CHARTS IN ENGINEERING EDUCATION: A PARADIGM CHALLENGE

Flor de María Milagros Tapia Vargas

Doctora en Educación²

Docente, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima-Perú

ftapiav@unmsm.edu.pe

ORCID: 0000-0002-8522-2504

Resumen: Este estudio analiza cómo el sesgo en la interpretación de datos en educación en ingeniería puede surgir por un enfoque excesivo en métricas cuantitativas, con el objetivo de evaluar si el acceso a conocimiento explícito mejora la comprensión crítica de los estudiantes. Se empleó una metodología cuantitativa pre-experimental con un diseño transeccional, en la que participaron 22 estudiantes de posgrado en Ingeniería Industrial (19 como operarios y 3 como inspectores) provenientes de diversas formaciones de pregrado, pero con competencias validadas en Control Estadístico de Procesos. Los maestrandos simularon un proceso de producción de espátulas, registrando defectos y evaluando el impacto de visualizar una carta de control estadístico (como conocimiento explícito) en su interpretación de datos. Los resultados mostraron que, aunque los participantes dominaban la teoría, no la aplicaban espontáneamente ni cuestionaban sus paradigmas iniciales; sin embargo, la exposición a la carta de control fue clave para desafiar sesgos y facilitar una reinterpretación de los datos. Se concluye que la integración del conocimiento explícito requiere estrategias didácticas intencionales, recomendándose herramientas que ayuden a los estudiantes a confrontar preconcepciones y aplicar conceptos técnicos de manera crítica.

Palabras clave: educación en ingeniería industrial, enseñanza-aprendizaje del SPC, conocimiento explícito y tácito, aprendizaje basado en simulaciones.

Resumo: Este estudo analisa como o viés na interpretação de dados na educação em engenharia pode surgir devido a uma abordagem excessiva em métricas quantitativas, com o objetivo de avaliar se o acesso ao conhecimento explícito melhora a compreensão crítica dos estudantes. Foi empregada uma metodologia quantitativa pré-experimental

¹ DeepSeek Chat v3 – Traducción y asistencia en revisión, estilo y gramática. Su uso se justifica por la necesidad de corregir (si fuera necesario), el proceso de redacción, errores ortográficos y garantizar la claridad y coherencia del texto, siempre bajo mi supervisión y visto bueno como autora del artículo.

² Master en Ingeniería de la Producción (UFSC-Brasil) e Ingeniería Industrial (U Lima-Perú)



com um delineamento transversal, na qual participaram 22 estudantes de pós-graduação em Engenharia Industrial (19 como operários e 3 como inspetores), provenientes de diversas formações de graduação, mas com competências validadas em Controle Estatístico de Processos. Os mestrandos simularam um processo de produção de espátulas, registrando defeitos e avaliando o impacto de visualizar uma carta de controle estatístico (como conhecimento explícito) em sua interpretação dos dados. Os resultados mostraram que, embora os participantes dominassem a teoria, não a aplicavam espontaneamente nem questionavam seus paradigmas iniciais; no entanto, a exposição à carta de controle foi fundamental para desafiar vieses e facilitar uma reinterpretação dos dados. Conclui-se que a integração do conhecimento explícito requer estratégias didáticas intencionais, recomendando-se ferramentas que ajudem os estudantes a confrontar preconceitos e aplicar conceitos técnicos de maneira crítica.

Palavras-chave: educação em engenharia industrial, ensino-aprendizagem do SPC, conhecimento explícito e tácito, aprendizagem baseada em simulações.

Abstract: This study examines how bias in the interpretation of data in engineering education can arise from an excessive focus on quantitative metrics, with the aim of evaluating whether access to explicit knowledge improves students' critical understanding. A pre-experimental quantitative methodology with a cross-sectional design was employed, involving 22 graduate students in Industrial Engineering (19 as operators and 3 as inspectors) from diverse undergraduate backgrounds but with validated competencies in Statistical Process Control. The master's students simulated a spatula production process, recording defects and assessing the impact of viewing a statistical control chart (as explicit knowledge) on their data interpretation. The results showed that although the participants mastered the theory, they did not apply it spontaneously nor did they question their initial paradigms; however, exposure to the control chart was key to challenging biases and facilitating a reinterpretation of the data. It is concluded that the integration of explicit knowledge requires intentional didactic strategies, recommending tools that help students confront preconceptions and apply technical concepts critically.

Keywords: industrial engineering education, teaching-learning of SPC, explicit and tacit knowledge, simulation-based learning.

INTRODUCCIÓN

El Control Estadístico de Procesos (*Statistical Process Control, SPC*) constituye una herramienta fundamental en la gestión de la calidad, particularmente en el ámbito de la fabricación. Navarro et al. (2020), destacan su relevancia como un mecanismo esencial para garantizar procesos capaces, es decir, aquellos que presentan una alta probabilidad de cumplir con las especificaciones técnicas establecidas. Aunque su origen se encuentra en el sector manufacturero, su aplicación se ha extendido a diversos campos, como la salud (Pohnert et al., 2023), la psicología (Kemp y Fisher, 2021) y la educación (Megahed et al., 2023). Esta expansión evidencia la versatilidad del SPC como herramienta para la toma de decisiones y la mejora continua de procesos en contextos variados.

Sin embargo, la efectividad del SPC no se limita a su rigor técnico, sino que está igualmente condicionada por factores humanos y culturales. Los paradigmas cognitivos previamente internalizados por los individuos y particularmente por estudiantes universitarios, en lo que respecta a la valoración de métricas absolutas y estándares rígidos, afectan significativamente la aplicación e interpretación de las herramientas estadísticas. Como advierte Deming (1982) estos esquemas cognitivos ya sean individuales u organizacionales, al priorizar resultados numéricos sin considerar el contexto y la variabilidad inherente a los procesos, corren el riesgo de derivar en interpretaciones erróneas o simplistas. En este sentido, Sierra et al. (2019), resaltan la importancia del conocimiento tácito, aquel que, aunque difícil de expresar, resulta crucial para interpretar y aplicar información de manera efectiva. Este tipo de conocimiento, junto con las competencias blandas, juega un papel determinante en el éxito de iniciativas de mejora continua, especialmente en entornos donde las barreras culturales y actitudinales limitan el desempeño profesional Mittal et al. (2023).

La educación, por su parte, tiene un rol fundamental en la formación de profesionales capaces de integrar tanto el conocimiento técnico como las habilidades sociales y emocionales necesarias para enfrentar los desafíos del entorno laboral. Aithal y Adithya (2023) proponen que las instituciones educativas deben fomentar entornos de aprendizaje integrales, donde se equilibren las competencias técnicas con las habilidades interpersonales y la capacidad de reflexión crítica. Wong y Headrick (2021) sostienen que tanto la mejora de la calidad como la educación comparten una base común: el aprendizaje a través de la experimentación y la reflexión. Este enfoque trasciende la mera adquisición de conocimientos explícitos, como los representados en las cartas de control estadístico, y enfatiza la necesidad de desarrollar habilidades que permitan aplicar dicho conocimiento de manera intuitiva y efectiva en situaciones complejas.

Nonaka y Von-Krogh (2009) y Sartori et al. (2023), coinciden en que el conocimiento explícito, aunque indispensable, debe ser internalizado y utilizado de manera espontánea; es decir, con la fluidez de un experto. Solo así se puede superar la reproducción mecánica de información y fomentar la innovación y el cuestionamiento de paradigmas establecidos. Como se describe en la Tabla 1, el grado de madurez del aprendizaje refleja cómo los individuos evolucionan desde la falta de conocimiento hasta la maestría, donde el conocimiento se aplica de manera intuitiva y automática. Solo así se puede superar la reproducción mecánica de información y fomentar la innovación y el cuestionamiento de paradigmas establecidos.

Tabla 1
Grado de Madurez del Aprendiz

Grado de Aprendiz	Comportamiento Respecto al Conocimiento Adquirido	Estilo de Acción
Novato Absoluto	No tiene conocimiento	Es inconciente de su falta de conocimiento y es incapaz de desafiar paradigmas
Principiante	Se une al conocimiento emergente adquirido	Es consciente de su falta de destreza y prevalecen los paradigmas existentes.
Intermedio	Comprende el conocimiento adquirido, pero no lo emplea de manera instintiva ni de forma automática.	Es competente con plena conciencia, y eventualmente desafía paradigmas.
Perito	Emplea el conocimiento adquirido con destreza innata, sin una conciencia consciente.	Exhibe competencia sin darse cuenta y desafía paradigmas

Fuente: Esta tabla ha sido editada y reformulada a partir de la información presentada por Arbonies y Calzada (2004)

En este contexto, el presente estudio busca explorar cómo los paradigmas de los estudiantes de un programa de posgrado en Ingeniería Industrial influyen en su interpretación de datos. Específicamente, se investiga si la sobrevaloración de logros individuales y el enfoque en cifras absolutas obstaculizan la aplicación efectiva del conocimiento técnico adquirido. El objetivo principal es comparar las percepciones de los estudiantes respecto a un proceso productivo simulado en el aula, determinando si la visualización de una carta de control estadístico influye significativamente en su valoración del proceso.

La justificación de este estudio se sustenta en tres pilares interrelacionados. En primer lugar, el talento humano es ampliamente reconocido como el principal activo de las organizaciones, constituyendo la base para su competitividad y adaptabilidad. En segundo lugar, las instituciones educativas tienen la responsabilidad de perfeccionar sus procesos de aprendizaje, ya que estos funcionan como un mecanismo clave para apalancar dicho talento, potenciando las capacidades de los futuros profesionales. Por último, al contrastar las percepciones de los estudiantes (con y sin visualización del conocimiento explícito), se podrán identificar brechas en el conocimiento tácito que, una vez abordadas, permitirán diseñar estrategias pedagógicas más efectivas y alineadas con las demandas del entorno laboral.

Por último, este trabajo busca destacar que, aunque el conocimiento explícito es necesario, no es suficiente por sí solo. Es útil para fomentar un cambio de mentalidad en las aulas, que comprenda que los números son solo una parte de la ecuación. La educación debe trascender la transmisión de conocimientos técnicos y promover la integración de saberes diversos, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades críticas y creativas que les preparen para enfrentar problemas complejos con una perspectiva más amplia y holística. La Tabla 1 refuerza esta idea al mostrar cómo el aprendizaje evoluciona hacia la maestría, donde el conocimiento se internaliza y se aplica de manera intuitiva, superando las limitaciones de la mera reproducción de información.

REFERENTES TEÓRICOS

El Control Estadístico de Procesos (SPC) y las cartas de control son herramientas fundamentales en la formación de estudiantes de pre y posgrado de Ingeniería Industrial y disciplinas afines. Aunque el estudio se centró en un programa de maestría de Ingeniería Industrial con programas de diversas titulaciones de pregrado, la docente validó que todos contaban con las competencias necesarias, como se ha hecho en estudios que aplican aprendizaje basado en retos para enseñar a estudiantes multidisciplinares, Membrillo et al. (2019). Sin embargo, la literatura ha prestado poca atención a cómo los paradigmas arraigados, como la preferencia por cifras absolutas, estándares, logro de objetivos o resultados de indicadores, pueden llevar a conclusiones erróneas, incluso en individuos con formación teórica sólida. Este estudio busca abordar esta brecha al explorar cómo la visualización de las cartas de control estadístico influye en la reconstrucción del conocimiento tácito y las conclusiones de los individuos al analizar procesos.

En el ámbito educativo, Ocaña et al. (2023), han investigado la administración de saberes en entornos formativos, proponiendo redes de intercambio intelectual a través de proyectos interdisciplinarios. Estos proyectos integran conocimientos explícitos y tácitos, generando herramientas prácticas para la resolución de problemas y fomentando la investigación e innovación. Complementariamente, Amadis et al. (2023) desarrollaron un modelo para transformar el conocimiento tácito de docentes expertos en conocimiento explícito, facilitando su replicación y adaptación sin la necesidad de la presencia física de los expertos.

La interacción entre conocimiento tácito y explícito, conceptualizada por Nonaka y Takeuchi (1999) y retomada por Amadis et al. (2023), da lugar a cuatro tipos de conocimiento: armonizado (tácito-tácito), conceptual (tácito-explícito), operativo (explícito-tácito) y sistémico (explícito-explícito). Esta clasificación ha sido fundamental para comprender cómo se genera, comparte y aplica el conocimiento en diversos contextos.

Anaya (2023), aporta una perspectiva práctica al analizar la formulación de objetivos de aprendizaje en un programa de maestría en gestión de proyectos. Su trabajo destaca cómo la conversión del conocimiento tácito en explícito no solo mejora los procesos de acreditación y certificación, sino que también enriquece la experiencia educativa. Por su parte, Forno et al. (2023), examinan las perspectivas docentes sobre la enseñanza y la gestión del aprendizaje, subrayando la importancia de la formación inicial y las estrategias para identificar y aplicar conocimientos tanto explícitos como tácitos.

En el contexto de las comunidades virtuales, Ferrer et al. (2023) resaltan la necesidad de comprender y gestionar el conocimiento tácito, proponiendo estructuras teóricas que faciliten su transmisión. Por último, Ruiz y Palomeque (2015) identifican como una barrera para el aprendizaje significativo las discrepancias entre las representaciones individuales y las científicas, lo que dificulta la enseñanza efectiva.

En conjunto, los estudios revisados destacan la importancia de transformar el conocimiento tácito en explícito, superando obstáculos que limitan el aprendizaje y promoviendo una gestión eficaz del conocimiento en diversos ámbitos. Sin embargo, queda pendiente explorar cómo los paradigmas individuales, pueden interferir en la aplicación práctica del conocimiento técnico. Este estudio busca llenar ese vacío.

La integración entre visualización y aprendizaje ha sido estudiada desde perspectivas cognitivas que resultan pertinentes para este trabajo. Vuckovic y Schmidt, (2022) argumentan que las herramientas visuales interactivas modifican las representaciones mentales de los usuarios, ya que la interacción con datos explícitos reestructura sus modelos cognitivos previos. Esto se alinea también con los hallazgos de Barradas et al. (2023) en entornos educativos, donde la simulación práctica apoyada en visualizaciones permite a los estudiantes confrontar sus paradigmas tácitos y reinterpretar procesos. Ambas investigaciones sustentan también el marco de este estudio, al demostrar que la exposición de representaciones visuales, como en nuestro caso a las cartas de control estadístico, pueden transformar no solo la comprensión de conceptos complejos, sino confrontar paradigmas arraigados.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, ya que, como señala Zúñiga et al. (2023) emplea medidas de desempeño y análisis estadístico para evaluar diferencias antes y después de una intervención. Es de tipo aplicado, puesto que, siguiendo a Gabriel (2017) aborda un problema concreto con el objetivo de generar conocimiento transferible a contextos educativos. A nivel explicativo, busca modelar la relación entre una variable independiente (visualización de la carta de control), y una dependiente (interpretación de resultados), tal como propone Cabrera (2023).

El diseño es pre-experimental y transeccional. Según Manterola y Otzen (2015), se clasifica como pre-experimental porque analiza un único grupo antes y después de la intervención sin grupo de control. Es transeccional porque los datos se recolectaron en dos momentos distintos: previo y posterior a la visualización de la carta de control, permitiendo evaluar cambios en las percepciones.

Proceso de Fabricación de Espártulas de Plástico con Sedimentos Coloridos.

La simulación del proceso de fabricación de espártulas de plástico en el aula se diseñó inspirada en el experimento clásico “La parábola de las cuentas rojas” propuesto por Deming (1982), el cual ha sido ampliamente documentado y analizado en la literatura especializada, como en Evans y Lindsay (2014), entre otras fuentes técnicas. Este experimento, según Scherpereel (2022), tiene la particularidad de ilustrar de manera sencilla cómo la variabilidad inherente a los procesos afecta los resultados, incluso para audiencias sin formación técnica previa. Esta metodología, destacada por Coy (2016), tiene como propósito evidenciar los efectos de la variación en los procesos y cómo su comprensión, junto con el control estadístico, facilita mejoras sistemáticas y sostenibles.

A diferencia del experimento original, la simulación en el aula se implementó después de que los estudiantes hubieran completado las evaluaciones correspondientes. Durante el curso, los maestrandos en ingeniería industrial, adquirieron competencias teóricas y prácticas en la teoría de Deming (1982), así como en el uso de herramientas estadísticas, particularmente en las cartas de control. Este proceso de aprendizaje se estructuró en tres unidades temáticas, cada una con un enfoque específico.

En la primera unidad, se abordaron los conceptos fundamentales de calidad y productividad, analizando su impacto en los resultados empresariales y en la economía global. Al finalizar esta unidad, los estudiantes presentaron un trabajo grupal que sintetizaba los conocimientos adquiridos. La segunda unidad se centró en el sistema de conocimiento profundo de Deming (1982), explorando su relevancia en la identificación y resolución de problemas en contextos organizacionales. Esta unidad culminó con la entrega de un trabajo individual en el que los estudiantes aplicaron estos principios a casos prácticos. Finalmente, la tercera unidad se enfocó en la aplicación de herramientas estadísticas, con especial énfasis en las cartas de control. En esta fase, los estudiantes propusieron contramedidas para mejorar procesos específicos, reflejando su comprensión en un segundo trabajo grupal.

Una vez completadas las tres unidades y superadas las evaluaciones correspondientes, se llevó a cabo la simulación en clase. El objetivo fue comprobar si los estudiantes podían aplicar con destreza los conocimientos adquiridos sobre la teoría de Deming (1982) y las cartas de control estadístico, consolidando así su aprendizaje y generando un entendimiento más profundo sobre la importancia de la variación en los procesos.

Población y Muestra

La muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia, conformada por 22 estudiantes matriculados en el curso de Gestión de Calidad y Productividad de una Escuela de Posgrado en una universidad privada de Lima, Perú, quienes participaron voluntariamente en el estudio. La asignación de roles fue determinada por la docente: 19 estudiantes tuvieron el rol de operarios (simularon la fabricación de espátulas plásticas con sedimentos de colores); y 3 estudiantes se desempeñaron como inspectores (controlaron y registraron las no conformidades durante cinco corridas simuladas).

El criterio de inclusión abarcó a estudiantes con competencias en teoría de calidad, control estadístico de procesos y cartas de control, tras completar las tres unidades temáticas del curso. Aunque no todos eran Ingenieros Industriales, sí contaban con los conocimientos necesarios, validados por la docente a través de evaluaciones formativas y sumativas previas.

Materiales y Procedimiento de Fabricación de Espátulas de Plástico con Sedimentos Coloridos.

Para la simulación, se emplearon 1.240 bolitas de color dorado y 4.960 bolitas plateadas, las cuales fueron mezcladas en un contenedor de plástico. Se utilizó una espátula con 12 agujeros distribuidos de manera uniforme; ver Figura 1. La actividad fue diseñada para simular un proceso de fabricación en una empresa dedicada a la producción de espátulas de plástico con sedimentos coloridos, donde las bolitas doradas simbolizaban defectos de fabricación.

Figura 1

Materiales requeridos para ejecutar el experimento simulado en el salón de clase y producto obtenido.



Nota: En la izquierda se observan los materiales requeridos para ejecutar la simulación; mientras que en la imagen de la derecha se observa el producto final obtenido luego de aplicar el procedimiento.

La docente a cargo explicó detalladamente el objetivo de la simulación, así como el procedimiento a seguir, el cual también fue documentado por escrito para garantizar la comprensión y replicabilidad del ejercicio. El objetivo principal consistía en llenar todos los agujeros de la espátula exclusivamente con bolitas plateadas, manteniendo un límite máximo de dos bolitas doradas (defectos) por espátula. Este límite fue establecido como criterio de calidad aceptable.

Cada alumno en el rol de operario siguió un procedimiento estandarizado. En primer lugar, se debían mezclar las bolitas durante 5 segundos, asegurándose de no derramar ninguna, ya que esto alteraría la composición de la mezcla. En caso de derrame, el operario debía recuperar todas las bolitas antes de continuar con el proceso. Posteriormente, sosteniendo el contenedor con una mano y la espátula con la otra, esta última se sumergía a lo largo de la diagonal mayor del contenedor. Al retirar la espátula, debía sacudir con cuidado para eliminar las bolitas sobrantes, utilizando únicamente la mano que sostenía la espátula. Este movimiento debía realizarse de manera controlada para minimizar la introducción de defectos.

Los alumnos que desempeñaron el rol de inspectores se encargaron de registrar

en una hoja de cálculo el número de defectos (bolitas doradas) por operario y por día de producción. Esta información permitió evaluar el desempeño individual y colectivo, así como identificar posibles áreas de mejora en el proceso.

Descripción de la Experiencia Pedagógica

La experiencia se desarrolló a través de la simulación de 5 corridas de producción, en las cuales los estudiantes en el rol de operarios aplicaron el procedimiento explicado previamente en clase. Durante cada corrida, los alumnos designados como inspectores registraron los defectos generados por los operarios. Estos datos fueron consolidados en una hoja de cálculo y proyectados en tiempo real en el aula, permitiendo a los participantes visualizar el desempeño individual y colectivo. En la Tabla 2 se presenta número de defectos por operario hallados en las inspecciones a lo largo de la simulación.

Tabla 2.

Número de Defectos Fabricados por los Operarios a lo largo de los cinco días simulados

Alumno Operario	Número de Defectos Hallados por Día					Resultado Final	
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total de Defectos	Desempeño Final
A	2	7	2	1	6	18	-----
B	2	4	5	4	8	23	-----
C	2	8	4	0	4	18	-----
D	7	4	5	3	6	25	-----
E	3	1	4	6	7	21	-----
F	2	7	2	7	7	25	-----
G	2	4	7	6	6	25	-----
H	9	8	3	3	1	24	-----
I	1	1	5	5	7	19	-----
J	4	5	5	8	4	26	MAS DEFECTOS
K	5	4	2	7	3	21	-----
L	7	6	3	3	2	21	-----
M	0	7	1	1	8	17	-----
N	7	4	3	4	7	25	-----
O	1	4	7	3	2	17	-----
P	5	3	2	1	6	17	-----
Q	3	6	4	7	1	21	-----
R	4	7	5	0	6	22	-----
S	2	3	5	3	1	14	MENOS DEFECTOS
Mínimo Número de Defectos	0	1	1	0	1	21	
Máximo Número de Defectos	9	8	7	8	8	43	
Mayor Número de Defectos al término de los Cinco Días Simulados ➔						26	
Menor Número de Defectos al término de los Cinco Días Simulados ➔						14	

Nota: Elaborado por los alumnos inspectores en hoja de cálculo.

Al finalizar las 5 corridas de producción, se solicitó a los estudiantes operarios que respondieran 3 preguntas, justificando sus respuestas con base en los conceptos teóricos del SPC aprendidos durante el curso. En esta primera ronda, los operarios no tuvieron acceso a la carta de control, pero se evaluó su capacidad para aplicar los principios de variabilidad y control estadístico, mediante la rúbrica presentada en la Tabla 3.

Tabla 3

Cuestionario y rúbrica evaluación antes y después de la visualización de la Carta de Control Estadística

Pregunta	Puntaje		
	Bien	Insuficiente	Mal
P1: ¿Tuvieron influencia los operarios en los resultados obtenidos? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta	El alumno demuestra una comprensión completa y precisa sobre la ausencia de influencia de los trabajadores en los resultados del experimento. Explica y demuestra correctamente cómo el proceso está bajo control estadístico y que la variación no está relacionada con la intervención de los trabajadores.	El alumno muestra una comprensión parcial sobre si los trabajadores tuvieron influencia en los resultados, con explicaciones incompletas o confusiones sobre la relación entre la aleatoriedad del experimento y la intervención humana. No aplica los principios del control estadístico de procesos o no los relaciona adecuadamente con la variabilidad del proceso.	Responde que sí tienen influencia los trabajadores en los resultados. No aplica los principios del control estadístico de procesos o no los relaciona adecuadamente con la variabilidad del proceso.
P2: ¿Debería darse algún reconocimiento al operario que fabricó el menor número de defectos al finalizar los 5 días de producción? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta	El alumno fundamenta su respuesta con los principios de control estadístico de procesos e infiere que no debería darse reconocimiento porque el proceso está sujeto únicamente a variabilidad común.	El alumno hace alguna mención sobre el reconocimiento pero, no aplica los principios del control estadístico de procesos o no los relaciona adecuadamente con la variabilidad del proceso.	Alumno afirma que Sí fue bueno el sistema de premios. No aplica los principios del control estadístico de procesos o no los relaciona adecuadamente con la variabilidad del proceso.
P3: ¿Usted propondría iniciar un proyecto de Mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta	El alumno fundamenta su respuesta con los principios del Control Estadístico de Procesos, y concluye que no hay Causas Raíz que originen las NO Conformidades, porque el proceso está bajo control estadístico. Propone un cambio en el sistema y fundamenta claramente la necesidad de este cambio.	El alumno hace alguna mención sobre un posible cambio en el sistema, pero la justificación es vaga o no está suficientemente respaldada con los principios del control estadístico de procesos.	Alumno infiere especulativamente afirmando que Sí debe iniciarse un Proyecto de Mejora, pero no aplica los principios del control estadístico de procesos o no los relaciona adecuadamente con la variabilidad del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se asignó a los alumnos inspectores la tarea de elaborar una Carta de Control Estadístico en Excel (ver Figura 2), utilizando los datos obtenidos durante la simulación. Una vez construida, se solicitó nuevamente a los operarios que respondieran las mismas preguntas, esta vez con la visualización de la Carta de Control.

Figura 2.
Carta de Control Estadístico del total de Defectos por Operario



Fuente: Elaborado a partir del número total de defectos obtenidos al término de los cinco días simulados. Fue elaborado en hoja de cálculo por los alumnos inspectores a solicitud de la docente.

Finalmente, se calificó las respuestas y, con la colaboración de los inspectores, se consolidaron los resultados en la Tabla 4, donde se comparan las respuestas de los 19 alumnos evaluados antes y después de la visualización de la Carta de Control Estadístico.

Tabla 4.
Respuestas de los estudiantes operarios antes y después de la Visualización de Conocimiento Explícito Carta de Control Estadístico

ALUMNO OPERARIO	PREGUNTA 1		PREGUNTA 2		PREGUNTA 3		RESULTADO FINAL SEGÚN RÚBRICA
	Sin Carta de Control	Con Carta de Control	Sin Carta de Control	Con Carta de Control	Sin Carta de Control	Con Carta de Control	
1	SI	NO	SI	NO	SI	SI	INSUFICIENTE
2	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
3	SI	SI	NO	NO	SI	SI	INSUFICIENTE
4	SI	SI	NO	SI	NO	SI	MAL
5	SI	SI	SI	SI	SI	SI	INSUFICIENTE
6	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	BIEN
8	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
9	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
10	NO	NO	NO	NO	NO	NO	BIEN
11	SI	NO	NO	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
12	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MAL
13	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
14	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	BIEN
16	SI	NO	SI	NO	SI	NO	INSUFICIENTE
17	NO	NO	NO	NO	NO	NO	BIEN
18	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MAL
19	SI	NO	SI	SI	SI	NO	INSUFICIENTE

Fuente: Calificado por Docente y consolidado en hoja de cálculo y en sala de aula por los alumnos inspectores a solicitud de la docente. En la primera ronda, los estudiantes operarios respondieron basándose en su comprensión teórica del SPC; en la segunda ronda, contaron con la visualización de la Carta de Control Estadístico elaborada por los inspectores.

Para evaluar el impacto de la visualización de la carta de control en las respuestas de los estudiantes, se empleó la prueba de McNemar, seleccionada por su idoneidad para comparar proporciones en diseños pre-post con respuestas dicotómicas (Sí/No). Esta prueba es particularmente relevante cuando, como en este estudio, los mismos participantes son evaluados antes y después de una intervención, y las variables se miden en escala nominal (Sheskin, 2020).

RESULTADOS

Con los datos mostrados en la tabla 4 y con la participación de los alumnos con el rol de inspectores se procedió a hacer una comparación de frecuencias en medidas repetidas. En las tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se muestran los resultados para cada una de las tres preguntas formuladas.

Tabla 5.

Resultados de la Pregunta 1 respondida por los estudiantes operarios sin y con visualización de conocimiento explícito de la Carta de Control Estadística

Pregunta 1: ¿Tuvieron influencia los operarios en los resultados obtenidos? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta						
	Después de Visualizar la Carta de Control Estadístico			Total		
	No tuvieron influencia los trabajadores en los resultados obtenidos		Sí tuvieron influencia los trabajadores en los resultados obtenidos			
Antes de Visualizar la Carta de Control Estadístico	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
No tuvieron influencia los trabajadores en los resultados obtenidos	4	21.1%	0	0.00%	4	21.1%
Sí tuvieron influencia los trabajadores en los resultados obtenidos	10	52.6%	5	26.3%	15	78.9%
Total	14	73.7%	5	26.3%	19	100%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

Tabla 6.

Ritual Estadístico para validar la Pregunta 1

Planteamiento de Hipótesis:
Ho: Las respuestas de los alumnos ante la primera pregunta, no varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística.
H1: Las respuestas de los alumnos ante la primera pregunta, sí varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística.
Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\%$
Estadístico de Prueba → Chi cuadrado de Mc Nemar
Valor de P = 0.001953 = 0.1953%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

Tabla 7.

Resultados de la Pregunta 2 respondida por los Operarios sin y con visualización de conocimiento explícito de la Carta de Control Estadística

Pregunta 2: ¿Debería darse algún reconocimiento al operario que fabricó el menor número de defectos al finalizar los 5 días de producción? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta						
	Después de Visualizar la Carta de Control Estadística			Total		
	No debería darse reconocimiento al trabajador que fabricó el menor número de defectos	Sí debería darse reconocimiento al trabajador que fabricó el menor número de defectos				
Antes de Visualizar la Carta de Control Estadístico	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
No debería darse reconocimiento al trabajador que fabricó el menor número de defectos	6	31.6%	1	5.3%	7	36.8%
Sí debería darse reconocimiento al trabajador que fabricó el menor número de defectos	8	42.1%	4	21.1%	12	63.2%
Total	14	73.7%	5	26.3%	19	100%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

Tabla 8.

Ritual Estadístico para validar la Pregunta 2

Planteamiento de Hipótesis:
Ho: Las respuestas de los alumnos ante la segunda pregunta, no varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística.
H1: Las respuestas de los alumnos ante la segunda pregunta, sí varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística.
Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\%$
Estadístico de Prueba → Chi cuadrado de Mc Nemar
Valor de P = 0.039062 = 3.9062%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

Tabla 9.

Resultados de la Pregunta 3 respondida por los Operarios sin y con visualización de conocimiento explícito de la Carta de Control Estadística.

Pregunta 3: ¿Usted propondría iniciar un proyecto de Mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos? Conteste con un Sí o un No y justifique su respuesta						
	Después de Visualizar la Carta de Control Estadística				Total	
	No debería iniciarse un proyecto de mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos	Sí debería iniciarse un proyecto de mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos				
Antes de Visualizar la Carta de Control Estadística	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
No debería iniciarse un proyecto de mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos	4	21.1%	1	5.3%	5	26.3%
Sí debería iniciarse un proyecto de mejora para eliminar las Causas Raíz que originan la fabricación de los defectos	9	47.4%	5	26.3%	14	73.7%
Total	13	68.4%	6	31.6%	19	100%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

Tabla 10.

Ritual Estadístico para validar la Pregunta 3

Planteamiento de Hipótesis: Ho: Las respuestas de los alumnos ante la tercera pregunta, no varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística. H1: Las respuestas de los alumnos ante la tercera pregunta, sí varían luego de visualizar explícitamente la Carta de Control Estadística.
Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\%$
Estadístico de Prueba → Chi cuadrado de Mc Nemar
Valor de P = 0.021484 = 2.1484%

Fuente: resultados obtenidos con IBM SPSS Statistics V.22.

ANÁLISIS / DISCUSIÓN

A la luz de los resultados obtenidos podemos observar variaciones significativas en las respuestas de los alumnos que se desempeñaron con el rol de operarios después de visualizar la Carta de Control Estadística en cada caso.

Según la tabla 4, solo 4 de los 19 alumnos evaluados respondieron correctamente a las tres preguntas formuladas antes y después de la visualización de la carta de control estadística. Estos alumnos ofrecieron justificaciones sólidas, destacando que el proceso simulado se encontraba bajo control estadístico, sin causas de variabilidad especial, lo que implicaba que los operarios no influían en los resultados. Además, indicaron que todos los operarios tenían un rendimiento similar debido a las causas comunes de variación presentes, concluyendo que no se justificaba premiar al operario con menor número de defectos. También argumentaron que el proceso carecía de causas especiales de variación, por lo que no se requería un proyecto de mejora para abordar las causas raíz de los defectos. Estos 4 alumnos demostraron una destreza innata al aplicar los conocimientos previamente adquiridos, y desafiar paradigmas.

Por otro lado, 3 de los 19 alumnos evaluados respondieron de manera incorrecta a todas las preguntas planteadas, manteniendo sus respuestas incluso después de haber visualizado la carta de control estadística. Este grupo mostró dificultades para cuestionar sus interpretaciones iniciales, lo que sugiere una adherencia a paradigmas limitantes y una falta de destreza para integrar el conocimiento explícito en su análisis.

Ahora bien, en respuesta a la primera pregunta y considerando los datos de la tabla 5, el 52.6% de los alumnos inicialmente indicaron que los trabajadores no ejercían influencia en el número de defectos fabricados. Sin embargo, tras la visualización de la Carta de Control Estadística, este porcentaje disminuyó al 26.3%. Además, según los resultados de la tabla 6, se puede afirmar con un nivel de significancia del 0.1953% que las respuestas respecto a la influencia de los trabajadores en los resultados sí variaron luego de visualizar la Carta de Control Estadística.

Un patrón similar se observó en la segunda pregunta. Según la tabla 7, el 42.1% de los alumnos opinaba que sí debería reconocerse al trabajador con el menor número de defectos, pero este porcentaje disminuyó al 21.1% después de la visualización. Los datos inferenciales presentados en la tabla 8 respaldan la hipótesis planteada, es decir, con un margen de error del 3.9062%, se confirma que las respuestas sobre si se debe premiar al trabajador con menos defectos, sí varían después de ver la Carta de Control Estadística.

Respecto a la tercera pregunta, la tabla 9, muestra que el 47.4% de los alumnos respondió que sería apropiado iniciar un proyecto de mejora para eliminar las causas raíz de los defectos, pero tras la presentación de la carta de control estadístico, esta respuesta fue sostenida solamente por el 26.3%. Al considerar la tabla 10, se puede rechazar la hipótesis nula y con una probabilidad de error del 2.1484%, se puede confirmar la hipótesis alternativa, es decir, las respuestas de los alumnos ante la tercera pregunta sí varían después de haber visualizado explícitamente la Carta de Control Estadística.

Teniendo en cuenta el grado de madurez del aprendiz mostrado en la tabla 1, los resultados evidencian que 21.05% (4 de 19), de los alumnos demuestran un grado de perito en el conocimiento adquirido. En contraste, el 15.79% (3 de 19) son principiantes, indicando adherencia al conocimiento adquirido, pero reconocen que carecen de habilidades y que los paradigmas actuales los siguen dominando. El restante 63.16% muestra un nivel intermedio de aprendizaje, porque, aunque demuestran competencia en sus conocimientos previos, en un primer momento primaron sus paradigmas basados en interpretaciones concretas de cifras, valores absolutos y escalas de méritos. Solo al visualizar el conocimiento explícito, es decir, la Carta de Control Estadística, se percataron de que sus respuestas iniciales pasaron por alto la variabilidad inherente al proceso. En consecuencia, pudieron cambiar y corregir sus respuestas apropiadamente. Es decir, son competentes con plena conciencia, pero solo eventualmente desafían paradigmas.

Al igual que en el estudio de Amadis et al. (2023), esta simulación en el aula ha sido reveladora porque ha permitido poner de manifiesto el conocimiento tácito de los alumnos. Esto no solo ha brindado a la docente, sino principalmente a los estudiantes, la oportunidad de evaluar cómo el conocimiento explícito adquirido en el aula se ha integrado o ha modificado el conocimiento tácito que poseen. La visualización directa de la Carta de Control Estadística, se reveló como un catalizador clave en este proceso, como una estrategia efectiva que permitió a los estudiantes reflexionar sobre la preeminencia de su conocimiento explícito y en el grado de aplicación del mismo.

La propuesta de Anaya (2023) sobre la conversión del conocimiento tácito en explícito, aplicada en su estudio a la formulación de resultados de aprendizajes en maestrías, encuentra un paralelo en esta investigación. Mientras (Anaya, 2023) documentó cómo la articulación explícita de objetivos académicos permite superar interpretaciones ambiguas, este trabajo demuestra que la visualización de la carta de control estadístico opera como un mecanismo similar en el área de calidad. Ambos casos superan supuestos implícitos, en evidencias cuantificables y comparables. La visualización de la carta de control estadístico emergió como un método efectivo para transmutar el conocimiento tácito sobre control de calidad en conocimiento explícito.

Al finalizar la simulación, los alumnos reconocieron haberse dejado influenciar por sus conocimientos tácitos (como las preferencias por las cifras, valores absolutos y escalas de mérito individual), descuidando el conocimiento explícito que poseían de la Carta de Control Estadística. Esta experiencia de aprendizaje simulado les confrontó con la realidad, permitiéndoles identificar y cuestionar paradigmas limitantes, en línea con la conceptualización de Deming (1982).

La teoría de Ruíz y Palomeque (2015) sobre las discrepancias entre las representaciones individuales y científicas ejemplificada en sus estudios sobre cómo los estudiantes asocian la química con íconos o experimentos, en lugar de conceptos abstractos, se confirma en este trabajo. Al igual que en sus hallazgos, los participantes mostraron paradigmas preexistentes que influyeron en sus respuestas iniciales. La disonancia entre tácito y explícito, refleja la misma barrera documentada por Ruíz y Palomeque (2015) en contextos educativos de ciencias básicas, pero aquí extendida al

ámbito de control de calidad. Sin embargo, la visualización de la carta de control estadística desafió estos paradigmas, lo que llevó a una reinterpretación de los datos y una corrección de sus respuestas basadas en una comprensión más precisa del proceso.

CONCLUSIONES

A través de la simulación en el aula y el análisis de las respuestas estudiantiles, este estudio revela patrones clave sobre cómo la visualización de cartas de control estadístico transforma la comprensión del control de calidad. Tres aspectos destacan en los hallazgos.

En primer lugar, la carta de control estadística demostró ser un puente efectivo entre el conocimiento tácito y explícito. La mayoría de los estudiantes (63.16%) modificó significativamente sus interpretaciones iniciales al contrastarlas con la evidencia visual, superando paradigmas basados en méritos individuales o métricas absolutas. Sin embargo, persisten desafíos pedagógicos, pues un 15.79% mantuvo dificultades conceptuales a pesar de la intervención, revelando la resistencia de paradigmas cognitivos, señalando la necesidad de desarrollar intervenciones pedagógicas más personalizadas.

En segundo lugar, los resultados pusieron de manifiesto una brecha preocupante: solo el 21.05% de los participantes aplicó intuitivamente los principios de variabilidad común, confirmando que el conocimiento teórico no se traduce automáticamente en competencia práctica. Este hallazgo coincide con investigaciones previas y sugiere la necesidad de enfoques didácticos más innovadores.

En tercer lugar, el estudio reveló el valor analítico de enfoques cualitativos en este tipo de estudios y en particular en la educación en ingeniería industrial.

La naturaleza no probabilística de la muestra si bien limita la generalización de los resultados a contextos más amplios, permitió un análisis profundo de la reconstrucción del conocimiento tácito en el grupo estudiado. Este hallazgo metodológico sugiere que para futuras investigaciones sería valioso combinar muestras probabilísticas que permitan inferencias más robustas con aproximaciones cualitativas que capturen las dimensiones cognitivas del aprendizaje.

Los educadores en ingeniería deberían considerar estos hallazgos para diseñar experiencias de aprendizaje que sistemáticamente desafíen los supuestos tácitos, creando espacios donde los estudiantes no solo aprendan métodos estadísticos, sino que desarrollen una mentalidad crítica para interpretar procesos productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aithal, P. y Adithya, K. (2023). Development of a New Conceptual Model for Improvement of the Quality Services of Higher Education Institutions in Academic, Administrative, and Research Areas. *International Journal of Management, Technology and Social Sciences (IJMTS)*, 8(4), 260–308. <https://doi.org/10.47992/IJMTS.2581.6012.0322>
- Amadis, S., López, R., Luz, S., Magdaleno, C. y Pacheco G. (2023). Modelo con enfoque en el Technology Enhanced Learning para la exteriorización del conocimiento para la efectividad de la enseñanza. *IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH*, 14, e1783–e1783. https://doi.org/10.33010/IE_RIE_REDIECH.V14I0.1783
- Anaya, R. (2023). Lecciones aprendidas en el proceso de formulación de los resultados de aprendizaje de un programa de Maestría en Gerencia de Proyectos en una Facultad de Ingenierías, Diseño e Innovación. En *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería* (pp. 1–9). <https://doi.org/10.26507/PAPER.3080>
- Arbonies, Á. y Calzada, I. (2004). El poder del conocimiento tácito: por encima del aprendizaje organizacional. *Intangible Capital*, 0(6), 1-17.
- Barradas, U., Cocón, J., Pérez, D. y Vázquez, M. (2023). El Impacto de los Simuladores en el Aprendizaje de los Sistemas Digitales. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(1), 67–76. <https://doi.org/10.37843/RTED.V16I1.350>
- Cabrera, P. (2023). Nueva organización de los diseños de investigación. *South American Research Journal*, 3(1), 37–51. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8050508>
- Coy, S. P. (2016). Manufacturing Squares: An Integrative Statistical Process Control Exercise. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 14(3), 285–300. <https://doi.org/10.1111/DSJI.12104>
- Deming, W. E. (1982). *Out of the Crisis*. Massachusetts Inst Technology. Center for Advanced Engineering Study.
- Evans, J. y Lindsay, W. (2014). *Administración y Control de la Calidad - 9na Edición*. Thomson Paraninfo.
- Ferrer, K., Montero, A., Galindez, Y. y Campos, A. (2023). Una mirada hermenéutica desde el andar etnográfico hacia la gestión del conocimiento en la cibercomunidad de aprendizaje. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(2), 141–158. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i2.1959>
- Forno, L., Teixeira, T. y Silva, L. (2023). Teachers' conceptions of knowledge management and neuroscience from teacher training. *Concilium*, 23(20), 99–123. <https://doi.org/10.53660/CLM-2288-23R22>
- Gabriel, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(2), 155–156. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-

92942017000200008yng=esynrm=isoytng=es

- Kemp, A. y Fisher, Z. (2021). Application of Single-Case Research Designs in Undergraduate Student Reports: An Example From Wellbeing Science. *Teaching of Psychology*, 50(1), 86–92. <https://doi.org/10.1177/00986283211029929>
- Manterola, C. y Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2 Parte: Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382–387. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000100060>
- Megahed, F., Chen, Y., Ferris, J., Knoth, S. y Jones, L. (2023). How generative AI models such as ChatGPT can be (mis)used in SPC practice, education, and research? An exploratory study. *Quality Engineering*, 36(2), 287–315. <https://doi.org/10.1080/08982112.2023.2206479>
- Membrillo, J., Ramírez, M., Martínez, M. y Cruz, E. (2019). Challenge based learning: the importance of world-leading companies as training partners. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(3), 1103–1113. <https://doi.org/10.1007/S12008-019-00569-4>
- Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Antony, J., Cudney, E. A. y Furterer, S. L. (2023). TQM practices and their impact on organisational performance: the case of India's deming-award industries. *Total Quality Management & Business Excellence*, 34(11–12), 1410–1437. <https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2177148>
- Navarro, C., Gutiérrez, A., Sarmiento, E. y Troncoso, A. (2020). Capacidad de Proceso: Una herramienta de decisión Empresarial en el armado de vallas metálicas. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 49–54. <https://doi.org/10.17981/BILO.2.1.2020.9>
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford University Press. <https://masteradmon.files.wordpress.com/2013/04/la-organizaci3b3n-creadora-del-conocimiento-pdf.pdf>
- Nonaka, I. y Von-Krogh, G. (2009). Perspective - Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. *Organization Science*, 20(3), 635–652. <https://doi.org/10.1287/ORSC.1080.0412>
- Ocaña, J., Álvarez, I. y Paredes, A. (2023). La gestión del conocimiento e innovación en los procesos educativos en la disciplina del diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (180), 173–182. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8897265yinfo=resumenyidioma=ENG>
- Pohnert, A., Schiltz, N., Pino, L., Ball, S., Duffy, E., McCormack, M., Oliver, B., Patterson, A., Pelton, L. y Dolansky, M. (2023). Achievement of age-friendly health systems committed to care excellence designation in a convenient care health care system.

- Health Services Research*, 58(S1), 89–99. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.14071>
- Ruiz, D. y Palomeque, L. (2015). Una metodología para el estudio de las ideas previas sobre química a través del análisis de expresiones gráficas. *Revista Colombiana de Química*, 44(1), 36–45. <https://doi.org/10.15446/REV.COLOMB.QUIM.V44N1.54044>
- Sartori, V., Granado, E. y Brambilla, M. (2023). La Gestión del Conocimiento Aplicada en un Proyecto de Extensión Universitaria para Jóvenes en la ciuda de Maringá / Brasil. *Interfaces Científicas - Humanas e Sociais*, 10(1), 186–198. <https://doi.org/10.17564/2316-3801.2023V10N1P186-198>
- Scherpereel, C. (2022). The Juice SPC Game: An Excel Based Simulation Exercise. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 49, 267-274. <https://absel-ajs-ttu.tdl.org/absel/article/view/3318>
- Sheskin, D. (2020). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures* (5th ed). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429186196>
- Sierra, D., Sierra, A. y Cala, P. (2019). Gestión del conocimiento organizacional en instituciones de educación superior: un estudio de caso. *Praxis*, 15(2), 153–162. <https://doi.org/10.21676/23897856.3309>
- Vuckovic, M. y Schmidt, J. (2022). On Sense Making and the Generation of Knowledge. *Visual Analytics*, 1(2), 98–116. <https://doi.org/10.3390/ANALYTICS1020008>
- Wong, B. y Headrick, L. (2021). Application of continuous quality improvement to medical education. *Medical Education*, 55(1), 72–81. <https://doi.org/10.1111/MEDU.14351>
- Zúñiga, P., Cedeño, R. y Palacios, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 7(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I4.7658