Is Training a True Investment?: The Role of Training ROI in Business and Engineering Education

Abstract– Various studies highlight the importance of training and personnel development in achieving organizations' strategic goals, suggesting it should be considered a business investment. However, measuring the return on investment (ROI) in training remains a challenge for many companies, particularly in engineering and productive systems. This article presents an exploratory study on the perception of companies in Santander regarding training as an investment, focusing on ROI assessment within the context of engineering education and its impact on human talent management in productive environments. Through a panel of 17 experts using the Delphi model in two rounds, the study analyzed the extent to which organizations apply formal methodologies to calculate the cost-benefit of training and its impact on operational performance. The results show consensus that training is crucial for organizational success but reveal a lack of sophistication in both the ex-ante decision-making phase and the ex-post evaluation. It is concluded that a more precise measurement of ROI would allow for more efficient resource allocation and improved strategic decision-making regarding training in engineering and productive systems.

Keywords– Engineering education, company training, return on investment, human talent management, human factors in engineering

¿Es la Capacitación una Verdadera Inversión?: El Rol del ROI de la Capacitación Empresarial en la Educación en Ingeniería

Resumen– *Diversos estudios destacan la importancia de la capacitación y el desarrollo de personal para alcanzar los objetivos estratégicos de las organizaciones, sugiriendo que debe considerarse una inversión empresarial. Sin embargo, medir el retorno de inversión (ROI) en capacitación sigue siendo un reto para muchas empresas, especialmente en el ámbito de la ingeniería y los sistemas productivos. Este artículo presenta un estudio exploratorio sobre la percepción de las empresas santandereanas en torno a la capacitación como inversión, con un énfasis en la evaluación del ROI dentro del contexto de la educación en ingeniería y su impacto en la gestión del talento humano en entornos productivos. A través de un panel de 17 expertos y utilizando el modelo Delphi en dos rondas, se analizó el grado en que las organizaciones aplican metodologías formales para calcular el costo-beneficio de la capacitación y su impacto en el desempeño operativo. Los resultados evidencian consenso en que la capacitación es crucial para el éxito organizacional, pero muestran una falta de sofisticación tanto en la fase de decisión ex ante como en la evaluación ex post. Se concluye que una medición más precisa del ROI permitiría una asignación eficiente de recursos y una mejora en la toma de decisiones estratégicas sobre la formación del talento humano en ingeniería aplicada a sistemas productivos.*

Palabras clave--*Educación en ingeniería, capacitación empresarial, retorno de inversión, gestión del talento humano, factores humanos en ingeniería.*

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los recursos humanos es esencial para que las empresas logren sus objetivos estratégicos. Implementar programas de capacitación no solo mejora las habilidades del personal, sino que también impulsa la competitividad de la organización y la eficiencia operativa en sistemas productivos. En el ámbito de la educación en ingeniería, la formación en ROI aplicado a la capacitación resulta crucial para preparar profesionales que puedan evaluar

con precisión el impacto de la formación en entornos productivos. Según una encuesta del Banco Mundial, en Colombia para el año 2010, aproximadamente el 65% de las empresas colombianas ofrecen algún tipo de capacitación a sus empleados [1], lo que resalta la importancia de la inversión en formación.

Sin embargo, aunque la capacitación es vista como una inversión clave, muchas organizaciones no utilizan metodologías formales para medir su efectividad. Modelos como el de [2] y el de [3], que permiten evaluar el impacto de la capacitación desde la percepción de los empleados hasta el retorno financiero, son poco aplicados debido a su complejidad y a la falta de mecanismos de medición en sistemas productivos. Estudios internacionales, como el de [4], muestran que menos del 6% de las empresas utilizan algún modelo para evaluar el ROI de la capacitación, lo que impide una toma de decisiones informada sobre la asignación de recursos en formación.

En este contexto, este estudio se enfoca en explorar la percepción de los actores del sector productivo de Santander sobre la capacitación como inversión, con un énfasis particular en la medición del ROI en el contexto de la educación en ingeniería y su relación con el desempeño operativo. A través del método Delphi, basado en la consulta de 17 expertos, se busca generar consenso sobre la importancia del ROI en la gestión del talento humano dentro de sistemas productivos y su vinculación con la formación en ingeniería aplicada. Este trabajo ofrece una visión preliminar sobre las prácticas y percepciones en torno a la formación empresarial en Santander y abre la puerta a investigaciones futuras que profundicen en la medición del impacto del ROI en la capacitación industrial y la educación en ingeniería.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

El desarrollo de competencias en ingeniería es un pilar fundamental en la formación de profesionales que contribuyan a la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos. La capacitación en ingeniería no solo busca mejorar habilidades técnicas, sino que también debe formar a los ingenieros en la evaluación del impacto financiero y organizacional de los programas de formación, incluyendo el cálculo del ROI. En este sentido, el modelo de [2] y el modelo de [3] son herramientas ampliamente utilizadas para evaluar la efectividad de la capacitación.

El modelo del primero propone cuatro niveles de evaluación: reacción, aprendizaje, comportamiento y resultados. Sin embargo, este modelo no considera directamente el impacto financiero de la formación. Para abordar esta limitación, [3] añadió un quinto nivel al modelo, que permite calcular el ROI de la capacitación, estableciendo una relación directa entre los costos del programa y los beneficios tangibles obtenidos en términos de productividad y desempeño organizacional.

La literatura sugiere que la adopción de estos modelos es limitada en el sector industrial, especialmente en Latinoamérica, donde los sistemas de medición del impacto de la capacitación tienden a ser informales o inexistentes [4]. Según [5], la falta de herramientas adecuadas para medir el impacto de la capacitación en ingeniería impide que las organizaciones tomen decisiones basadas en datos sobre la asignación de recursos en formación.

Además, la creciente digitalización y automatización de los sistemas productivos exige que los ingenieros no solo cuenten con conocimientos técnicos avanzados, sino que también posean habilidades en la gestión del talento humano y en la evaluación del impacto financiero de la formación en el rendimiento de los equipos de trabajo. En este contexto, la enseñanza de metodologías de evaluación de ROI dentro de los programas de educación en ingeniería se vuelve esencial para garantizar que los futuros profesionales puedan implementar prácticas de capacitación basadas en criterios económicos y estratégicos.

Este estudio busca aportar evidencia sobre la relevancia del ROI en la formación de ingenieros y su aplicación en el sector productivo, analizando cómo las organizaciones incorporan (o no) estas metodologías en la evaluación de sus programas de capacitación. Los resultados permitirán identificar brechas en la educación en ingeniería y ofrecer recomendaciones para alinear la formación profesional con las necesidades del sector industrial en términos de medición del impacto de la capacitación

III. METODOLOGÍA

Este estudio empleó el método Delphi, desarrollado por [6], con el objetivo de obtener consenso entre un grupo de expertos sobre la percepción de la capacitación como inversión y su evaluación mediante ROI en sistemas productivos y educación en ingeniería. El proceso consistió en

dos rondas, con retroalimentación controlada, donde los resultados de la primera ronda se compartieron con los participantes para su revisión en la segunda.

El panel de expertos fue seleccionado siguiendo los criterios de [7], que recomiendan que los expertos posean conocimientos relevantes, disposición para participar, tiempo suficiente y habilidades de comunicación. Se conformó un grupo heterogéneo de 21 expertos de empresas santandereanas de diferentes sectores, incluyendo manufactura, tecnología e ingeniería, así como docentes universitarios especializados en formación de ingenieros.

Para la recolección de datos, se diseñó un cuestionario de 21 preguntas basado en el modelo de evaluación de cuatro niveles de Kirkpatrick y la metodología de evaluación del ROI propuesta por Phillips. Las preguntas fueron ajustadas para enfocarse en la capacidad de los ingenieros de aplicar criterios de ROI en la capacitación y su impacto en la productividad y toma de decisiones en los sistemas productivos. Se incorporaron preguntas sobre:

1. ¿En qué medida la formación en ROI se debería incluir dentro de los programas de educación en ingeniería en su organización?
2. ¿Los ingenieros formados en su empresa están preparados para evaluar el impacto financiero de la capacitación en términos de ROI?
3. ¿Existen modelos específicos en su organización para evaluar la efectividad de la capacitación en ingeniería en términos de productividad y retorno financiero?
4. ¿Se realizan evaluaciones ex ante y ex post sobre el impacto de la capacitación en el desempeño de los ingenieros dentro del sistema productivo?
5. ¿Cuáles son los principales obstáculos que enfrenta su empresa al implementar metodologías de ROI en la capacitación de ingenieros?
6. ¿Cómo influye la medición del ROI en las decisiones de inversión en formación dentro de los sistemas productivos de su empresa?
7. ¿Se diseñan estrategias de formación en su organización considerando explícitamente el ROI como criterio de éxito?
8. ¿Se mide el impacto de la capacitación en factores humanos y su contribución a la eficiencia en sistemas productivos?

Las respuestas se recopilaron a través de una escala Likert de 5 puntos (1=totalmente en desacuerdo a 5=totalmente de acuerdo). Estas preguntas permitieron analizar el grado de alineación entre la educación en ingeniería y la toma de decisiones estratégicas basadas en ROI en capacitación dentro de sistemas productivos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos se basó en el rango intercuartílico (RI=Q3-Q1) como criterio para determinar el nivel de consenso entre los participantes. Un RI=0 indica unanimidad,

mientras que un $RI \leq 1$ refleja consenso. Los resultados muestran que, en la mayoría de las afirmaciones, se alcanzó un consenso sobre la importancia del ROI en la capacitación y la educación en ingeniería, aunque se identificaron deficiencias en su implementación dentro de los sistemas productivos.

Se evidenció que, aunque las empresas reconocen la importancia de la capacitación, no cuentan con procesos estructurados para medir el ROI y justificar la asignación de recursos en función del impacto operativo. Asimismo, la medición del ROI sigue siendo un desafío en industrias de alta rotación y en programas de formación orientados a factores humanos en ingeniería.

V. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que, aunque las empresas santandereanas reconocen la importancia de la capacitación y la educación en ingeniería como una inversión estratégica, enfrentan barreras significativas para implementar evaluaciones formales de su efectividad en términos de ROI. Para cerrar esta brecha, es necesario que las empresas y las instituciones educativas destinen más recursos y tiempo a la evaluación del ROI de sus programas de capacitación y formación en ingeniería, lo que permitiría optimizar la gestión del talento humano y mejorar la toma de decisiones en entornos productivos.

REFERENCES

- [1] A. Fizbein, N. Schady, D. Ferreira, and H. Rojas, *La Capacitación Laboral en América Latina*, Inter-American Dialogue / Laureate International Universities, 2016.
- [2] D. L. Kirkpatrick, "Techniques for Evaluating Training Programs," *Journal of the American Society of Training Directors*, vol. 13, no. 3, pp. 21-26, 1959.
- [3] J. J. Phillips, *Return on Investment in Training and Performance Improvement Programs*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, 1996.
- [4] J. Capapé, L. Susaeta, J. R. Pin, I. Danvila, and E. Suárez, "Is the Return on Investment on Human Resource Management Policies Measured? An Analysis in Spain," *Innovar*, vol. 26, no. 59, pp. 91-100, 2016. DOI: 10.15446/innovar.v26n59.54365.
- [5] J. Schroeder, K. J. Trainor, and A. DeGregorio, "Measuring ROI in Engineering Education: An Industrial Perspective," *Journal of Engineering Education*, vol. 111, no. 2, pp. 285-304, 2022.
- [6] N. C. Dalkey and O. Helmer, "An experimental application of the Delphi method to the use of experts," *Management Science*, vol. 9, no. 3, pp. 458-467, 1963. DOI: 10.1287/mnsc.9.3.458.
- [7] M. Adler and E. Ziglio, *Gazing into the Oracle: The Delphi Method and Its Application to Social Policy and Public Health*, London, UK: Jessica Kingsley Publishers, 1996.