

Predictive Analysis of Demand in Manufacturing: Inventory Optimization through Big Data

Rodolfo Falconí¹; José Chávez¹

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, rfalconi@uni.edu.pe, jose.chavez.a@uni.pe

Abstract— This research article explores the application of Big Data-based predictive analytics to optimize inventory management in the manufacturing sector. Through a survey applied to industrial and systems engineering students, knowledge, experience and perceptions regarding the use of Big Data were analyzed. The results reveal a gap between interest in Big Data and practical experience, highlighting the need to improve training and access to educational resources. The study concludes that proper implementation of Big Data improves demand forecasting accuracy, reducing operating costs and increasing customer satisfaction. Recommendations are presented to facilitate the adoption of these technologies in the sector.

Keywords—Big Data, Predictive, Demand, Manufacturing

Análisis Predictivo de la Demanda en la Manufactura: Optimización de Inventarios mediante Big Data

Rodolfo Falconí¹; José Chávez¹

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, rfalconi@uni.edu.pe, jose.chavez.a@uni.pe

Resumen— Este artículo de investigación explora la aplicación del análisis predictivo basado en Big Data para optimizar la gestión de inventarios en el sector manufacturero. A través de una encuesta aplicada a estudiantes de ingeniería industrial y sistemas, se analizó el conocimiento, la experiencia y las percepciones sobre el uso de Big Data. Los resultados revelan una brecha entre el interés en Big Data y la experiencia práctica, destacando la necesidad de mejorar la formación y el acceso a recursos educativos. El estudio concluye que la implementación adecuada de Big Data mejora la precisión en la previsión de la demanda, reduciendo los costos operativos y aumentando la satisfacción del cliente. Se presentan recomendaciones para facilitar la adopción de estas tecnologías en el sector.

Palabras clave— Big Data, Análisis Predictivo, Demanda, Manufactura

I. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de inventarios es crucial para la rentabilidad y competitividad de las empresas fabricantes. Sin embargo, la predicción precisa de la demanda presenta un desafío significativo. La volatilidad del mercado y los costos operativos crecientes hacen que las soluciones tradicionales sean cada vez menos efectivas que obliga a contar con soluciones tecnológicas para prever con precisión la demanda [1]. Este trabajo investiga la aplicación de Big Data y el análisis predictivo para abordar este problema.

Los métodos de pronóstico tradicionales, como las series de tiempo (promedio móvil, suavizado exponencial o métodos ARIMA), generalmente funcionan en escenarios con datos históricos estables y patrones predecibles. Sin embargo, tienen varias limitaciones. En primer lugar, suponen que los patrones pasados se repetirán en el futuro, pero esto puede no suceder en entornos dinámicos o en casos donde ocurren cambios estructurales importantes. En segundo lugar, estos métodos a menudo tienen dificultades para gestionar datos con alta volatilidad, estacionalidad compleja o múltiples factores interrelacionados. Además, su capacidad para absorber variables externas o exógenas (como cambios económicos, sociales o tecnológicos) es limitada. Por último, los enfoques tradicionales pueden ser inadecuados para grandes cantidades de datos o entornos que requieren adaptabilidad inmediata, mientras que los enfoques modernos, como los modelos de aprendizaje automático, pueden abordar estos problemas de manera más efectiva.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. Big Data en la Manufactura

La integración de Big Data en los procesos de manufactura ha transformado la forma en que las empresas recopilan, analizan y utilizan la información. Según [2], Big Data permite procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias que son clave para predecir la demanda. En su estudio, los autores destacan cómo el uso de algoritmos de aprendizaje automático mejora significativamente la precisión en los pronósticos, lo que resulta en una mejor planificación de la producción y una reducción de los costos de inventario.

Por su parte, [3] subraya que la aplicación de Big Data en la manufactura además de optimizar los procesos internos, también mejora la colaboración en la cadena de suministro. Su investigación resalta la importancia de integrar datos de diferentes fuentes, como sensores IoT, sistemas ERP y redes sociales, para obtener una visión integral del mercado y las operaciones.

B. Optimización de Inventarios

La gestión tradicional de inventarios se ha basado en modelos matemáticos y estadísticos, que, aunque útiles, presentan limitaciones en escenarios complejos y cambiantes. Los avances en Big Data han permitido superar estas limitaciones mediante el uso de técnicas como el análisis predictivo y la simulación. Estudios como [4] muestran que la combinación de Big Data y aprendizaje automático permite ajustar los niveles de inventario en tiempo real, reduciendo tanto los costos por exceso como por faltantes de stock.

[4], también propone un marco de optimización basado en redes neuronales profundas para predecir la demanda con alta precisión en industrias con alta volatilidad. Este enfoque ha demostrado ser particularmente útil en sectores como la automoción y la electrónica, donde las fluctuaciones en la demanda pueden ser significativas.

C. Integración de Big Data en la Cadena de Suministro

La integración de Big Data en la cadena de suministro también ha sido objeto de estudio en la literatura. Según [5], las herramientas de Big Data Analytics permiten una mejor

coordinación entre los diferentes actores de la cadena, mejorando la visibilidad y reduciendo los tiempos de respuesta ante cambios en la demanda. Adicionalmente, [6] destaca que el uso de modelos predictivos basados en Big Data puede mitigar los riesgos asociados a interrupciones en la cadena de suministro, como los causados por eventos globales inesperados.

D. Relación con la Literatura Existente

La presente investigación se basa en los avances documentados por [2] y [3] ampliando su enfoque hacia la aplicación práctica del análisis predictivo en diferentes contextos manufactureros. Mientras que [2] destaca el potencial de los algoritmos de aprendizaje automático, esta investigación explora cómo estas técnicas pueden integrarse con sistemas de planificación empresarial existentes para optimizar los inventarios de manera holística.

Asimismo, los hallazgos de [3] sobre la importancia de la colaboración en la cadena de suministro son tomados como base para analizar cómo la integración de datos entre proveedores, fabricantes y distribuidores puede potenciar los resultados del análisis predictivo. Además, este estudio incorpora perspectivas de otros trabajos recientes, como los de [4] y [6], para ofrecer un marco de referencia actualizado y multidimensional.

III. METODOLOGÍA

La Tabla I presenta la población considerada en el proceso de la toma de encuesta para los ingresantes en los ciclos 23-1 y 23-2.

TABLA I
POBLACIÓN Y MUESTRA DE ALUMNOS

Códigos	Población	Muestra
23-1	141	30
23-2	187	28

A continuación, se presenta los resultados de las respuestas de aplicación de la metodología. La Fig. 1 muestra que el 50% de los encuestados está familiarizado con el término de Big Data.:



Fig. 1 Familiarización con Big Data

En la sección de Conocimiento general sobre Big Data, los resultados reflejan que la mayoría de los encuestados se encuentra entre "algo familiarizado" y "poco familiarizado", con una diferencia mínima entre ambas respuestas.

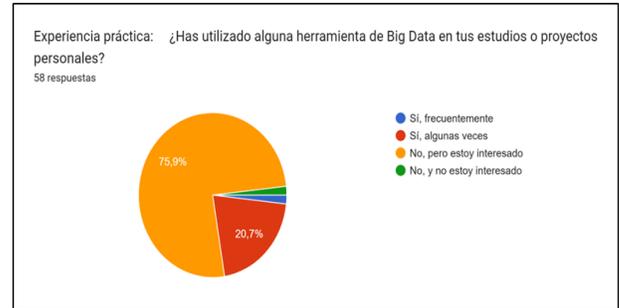


Fig. 2 Experiencia Práctica

En la Fig. 2, los resultados indican que el 75.90% de los encuestados no han utilizado herramientas de Big Data en proyectos, aunque manifiestan interés en hacerlo. Este alto porcentaje sugiere un interés latente de parte de los estudiantes o profesionales en adquirir experiencia práctica con estas tecnologías, además de poder indicar falta de oportunidades o acceso a estas herramientas para sus estudios o proyectos personales

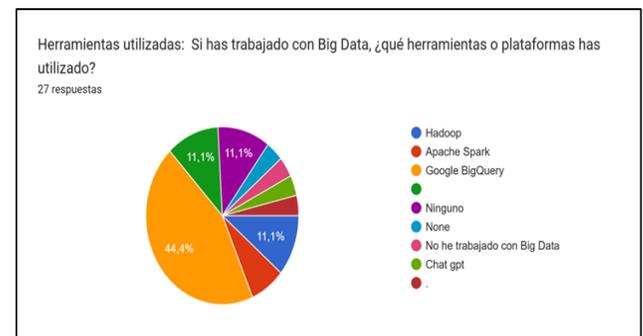


Fig. 3 Herramientas Utilizadas

La Fig. 3 muestra que la herramienta más utilizada es Google BigQuery, con un 44.40%, seguida de Hadoop, con un 11.10%, y Apache Spark, con un 7.40%, mientras que un 37.0% de los estudiantes utiliza otras opciones tecnológicas.

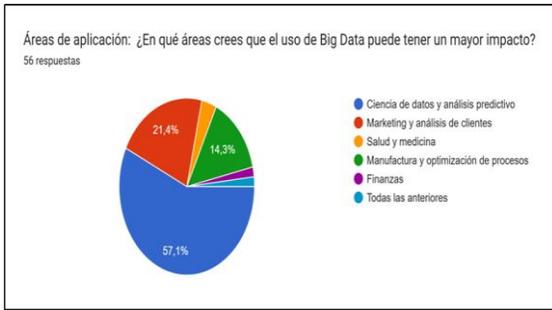


Fig. 4. Áreas de Aplicación

Los resultados de la Fig. 4 presentan las áreas de aplicación de Big Data más comunes entre los estudiantes de la FIIS de la UNI. La principal área es Ciencia de datos y análisis predictivo, utilizada por un 57.10% de los estudiantes, seguida por Manufactura y optimización de procesos con un 21.40%, en contraste áreas como finanzas, salud y medicina tienen una menor participación



Fig. 5. Oferta Académica

De la Fig. 5 indica el 67.20% de los encuestados indican que es insuficiente la formación en Big Data y análisis de datos, seguido por el 22.40% de los encuestados que piensa que no se ofrece la formación suficiente y sólo el 10.30% considera que si hay asignaturas que incorporan a estos temas

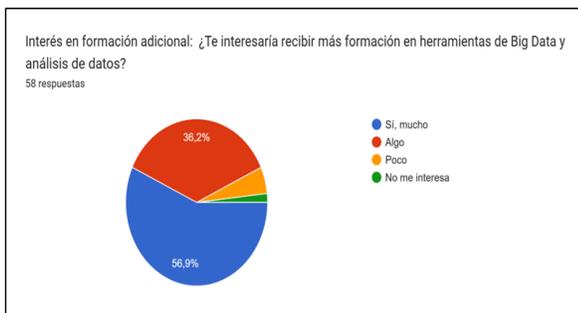


Fig. 6. Interés en formación adicional

Fig. 6 sobre formación en herramientas de Big Data y análisis de datos, al 56.90 % de alumnos si les interesaría bastante recibir esta formación, un 36.20% de alumnos que les interesa algo, un 5.20% les interesa poco y menos del 2% sin interés de formarse.

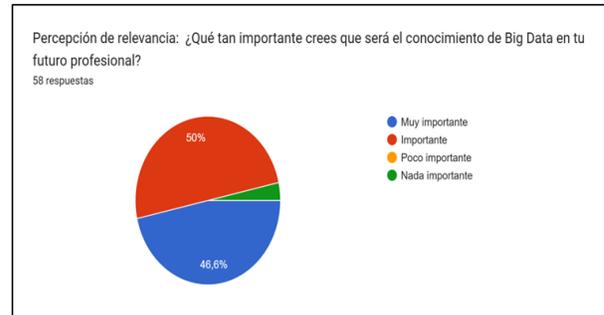


Fig. 7. Percepción de Relevancia

Los resultados del gráfico de la Fig. 7 muestran la percepción de relevancia del Big Data según los estudiantes encuestados. La mayoría de ellos considera que el Big Data es "Muy importante" (con 50.0%), seguido de aquellos que lo consideran "Importante" (46.60%).

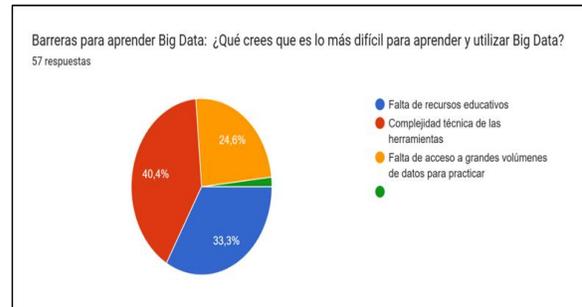


Fig. 8. Barreras para el Aprendizaje

La Fig. 8 revela las principales barreras percibidas por los estudiantes al momento de aprender Big Data. La más significativa es la "Complejidad técnica de las herramientas" (con un 40.40%), le sigue la "Falta de recursos educativos" (33.30%) y la "Falta de acceso a grandes volúmenes de datos para practicar" (24.60%).

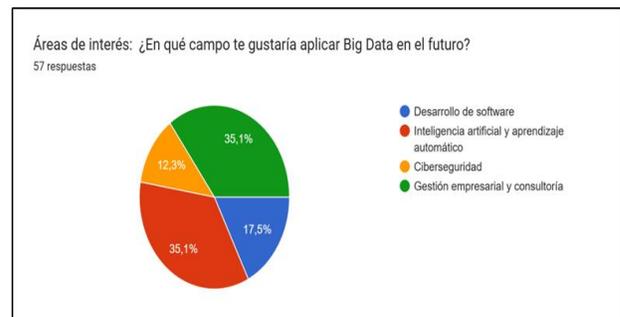


Fig. 9 Áreas de Interés

La Fig. 9 muestra que las opciones de Inteligencia artificial y aprendizaje automático y Gestión empresarial y consultoría son las más populares, cada una tiene 35%.



Fig.10 Participación de Proyectos

La Fig.10 indica que están sin participar en la actualidad, más del 70%, pero le gustaría, esto sugiere un gran interés por involucrarse en proyectos relacionados con Big Data.



Fig.11 Colaboración en equipos

La Fig. 11 muestra que el 77.60% de los encuestados nunca ha colaborado con otros en proyectos de análisis de grandes volúmenes de datos, aunque expresan interés en hacerlo.

IV. RESULTADOS

A. Conocimiento de Herramientas

Los resultados reflejados en el gráfico de la Fig. 12 indican que la herramienta más utilizada es Google BigQuery, con un 44.40%, seguida de Hadoop, con un 11.10%, y Apache Spark, con un 7.40%, mientras que un 37.0% de los estudiantes utiliza otras opciones tecnológicas.

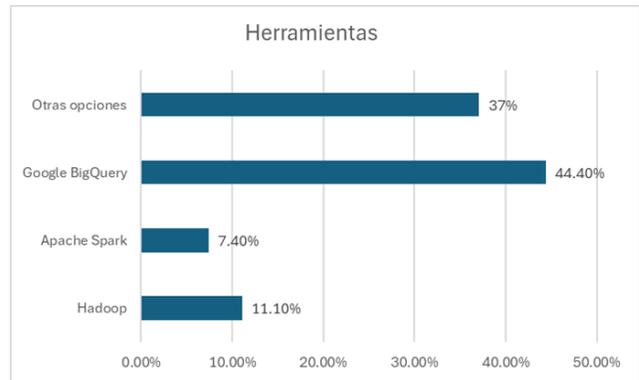


Fig 12. Conocimiento de Herramientas

B. Experiencia práctica en el uso de herramientas y tecnologías de Big Data

La Fig. 13 señala que el 75.90% de los encuestados no han utilizado herramientas de Big Data en proyectos, aunque manifiestan interés en hacerlo. Este porcentaje sugiere un interés en adquirir experiencia práctica con estas tecnologías.



Fig 13. Experiencia práctica en el uso de herramientas y tecnologías de Big Data

C. Percepciones de la relevancia e importancia de Big Data

En la Fig.14 la mayoría de los encuestados considera que el Big Data es "Muy importante" (con un 50.0%), seguido de aquellos que lo consideran "Importante" (46.60%). En contraste, muy pocos lo perciben como "Poco importante", y nadie lo considera "Nada importante". Hay una alta valoración del Big Data entre los estudiantes, destacando su importancia en el entorno académico y profesional.

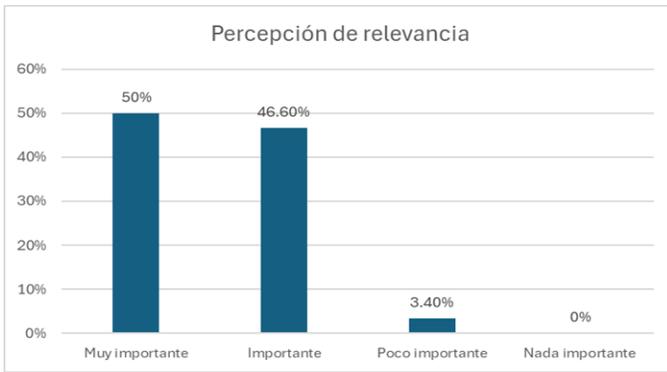


Fig 14. Percepciones de la relevancia e importancia de Big Data

D. Barreras identificadas para el aprendizaje y la adopción

La Fig. 15 revela que la barrera más significativa es la "Complejidad técnica de las herramientas" (con 40.40%), seguida por la "Falta de recursos educativos" (33.30%) y la "Falta de acceso a grandes volúmenes de datos para practicar" (24.60%).

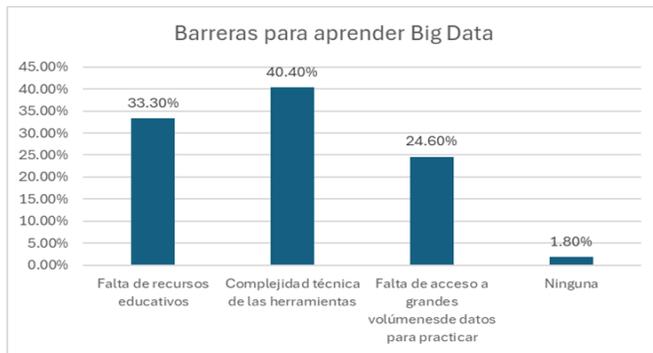


Fig 15. Barreras identificadas para el aprendizaje y la adopción

E. Áreas preferidas de aplicación de Big Data

La Fig. 16 destaca que la principal área es Ciencia de datos y análisis predictivo, con 57.10%, le sigue Manufactura y optimización de procesos con 21.40%, siendo las áreas de finanzas, salud y medicina poca participación.

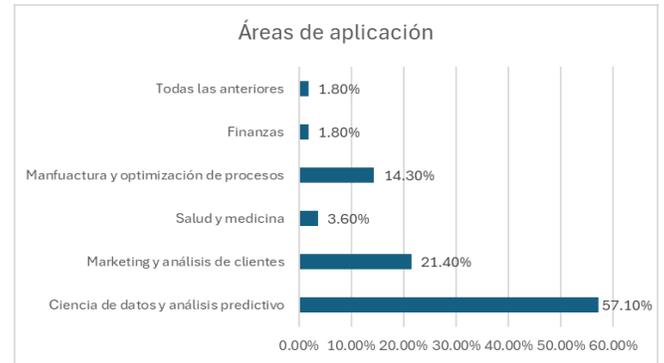


Fig 16. Áreas preferidas de aplicación de Big Data

F. Experiencias de trabajo colaborativo.

La Fig. 17 presenta que el 77.60% de los encuestados nunca ha colaborado con otros en proyectos de análisis de grandes volúmenes de datos, aunque expresan interés en hacerlo.

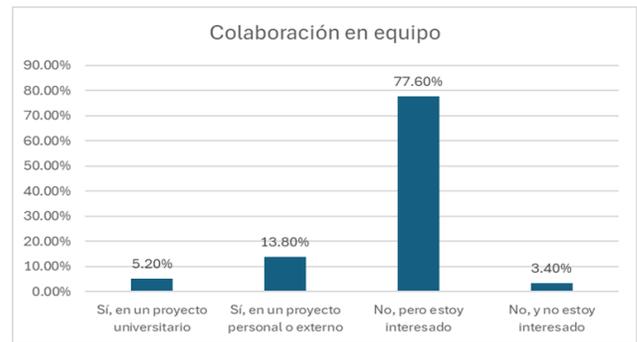


Fig 17. Experiencias en Trabajo Colaborativo

V. DIAGNÓSTICO

Se detectó la paradoja en la formación de los estudiantes de la FIIS-UNI en Big Data: existe un gran interés por aprender, pero una significativa falta de oportunidades para hacerlo en la práctica.

Si bien la mayoría de los estudiantes conoce el término Big Data, su comprensión es, en general, superficial. Por ejemplo, cuando casi cuatro de cada cinco estudiantes (75.9%) no han tenido la oportunidad de trabajar con herramientas de Big Data en proyectos reales, a pesar de su evidente interés. Si usan Google BigQuery, pero apenas exploran otras herramientas esenciales del campo.

Esta falta de experiencia práctica se refleja en la opinión de los mismos estudiantes: más de dos tercios (67,2%) sienten que la formación actual es insuficiente. La abrumadora mayoría (56,9%) desea ampliar sus conocimientos, confirmando la necesidad de un cambio.

Se manifiestan los siguientes obstáculos: la complejidad técnica de las herramientas, la carencia de recursos educativos adecuados y el escaso acceso a grandes conjuntos de datos para practicar.

A pesar de estas dificultades, la investigación revela una gran motivación: la gran mayoría de los estudiantes percibe la importancia del Big Data en su futuro profesional. Sus intereses se inclinan hacia la ciencia de datos y el análisis predictivo, y la aplicación en fabricación y optimización de procesos. También muestran un fuerte interés en la Inteligencia Artificial, el aprendizaje automático y la consultoría, inclinándose hacia aplicaciones prácticas y profesionales.

Un dato muy significativo es la casi ausencia de trabajo colaborativo en proyectos de Big Data (77,6% nunca ha participado). El trabajo en equipo es fundamental en este campo, y la falta de experiencia en este aspecto es preocupante.

Es urgente de mejorar la formación práctica en Big Data, concentrarnos en superar las barreras técnicas y de acceso a recursos, promoviendo el trabajo en equipo y la aplicación práctica de los conocimientos. Es notable la predisposición de los estudiantes y su clara visión de futuro profesional que se debe aprovechar.

VI. CONCLUSIONES

Se ha llegado a algunas conclusiones clave:

En primer lugar, hay un entusiasmo palpable por Big Data. Los estudiantes muestran un gran interés por el tema y sus aplicaciones - Fig. 6, 7, 10 y 11-. Sin embargo, la realidad es que la mayoría carece de experiencia práctica significativa - Figuras 2 y 13-. La mayoría no ha participado en proyectos relevantes, y su uso de herramientas se limita principalmente a Google BigQuery -Fig. 3 y 12-. Existe un claro desfase entre la teoría y la práctica.

En segundo lugar, la investigación pone de manifiesto una necesidad urgente de mejorar la formación en Big Data. Los propios estudiantes perciben las limitaciones del currículo actual -Fig. 5-, una opinión respaldada por el alto número de estudiantes que desean recibir formación adicional -Fig. 6-. Esto indica una demanda insatisfecha que urge cubrir.

En tercer lugar, se identificó tres obstáculos principales para el aprendizaje efectivo de Big Data: i) la complejidad técnica de las herramientas, ii) la escasez de recursos educativos de calidad y iii) la dificultad de acceder a grandes conjuntos de datos para la práctica -Fig. 8 y 15-.

Finalmente, en cuanto a las áreas de aplicación, los estudiantes demuestran un claro interés por la ciencia de datos y el análisis predictivo, seguido de la fabricación y optimización de procesos -Fig. 4 y 16-. El interés en sectores como finanzas, salud y medicina es notable menor. Existe también un interés significativo en la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático, así como en la consultoría empresarial -Fig. 9-.

VII. RECOMENDACIONES

Para aprovechar al máximo el interés de los estudiantes y superar las barreras mencionadas, se sugieren las siguientes acciones:

Refuerzo de la oferta académica: Fortalecer la formación en Big Data, integrando prácticas con datos reales y proyectos colaborativos. Esto implica una actualización curricular para incluir las herramientas y metodologías más modernas.

Mayor acceso a recursos: Mejorar el acceso a recursos educativos de alta calidad, como tutoriales, cursos online y documentación actualizada. Además, es crucial buscar alianzas con empresas para que los estudiantes puedan trabajar con conjuntos de datos del mundo real.

Fomento del trabajo colaborativo: Promover la colaboración entre estudiantes a través de proyectos, talleres y hackatones permitirá el desarrollo de habilidades prácticas y de trabajo en equipo.

Énfasis en la aplicación práctica: El aprendizaje debe ser eminentemente práctico, con proyectos que permitan a los estudiantes resolver problemas del mundo real utilizando las técnicas y herramientas de Big Data.

Capacitación docente: Capacitar a los docentes en las últimas tecnologías y metodologías de Big Data para garantizar una formación actualizada y eficaz.

REFERENCES

- [1] L. García, P. Martínez y T. Franco . “The Role of Big Data in Modern Manufacturing”. *Manufacturing Review*, 8(1), 30-45. (PDF) *The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry* (researchgate.net). 2019.
- [2] I. Martínez Toledo, H. Olivera Flores y J. Obispo Oscco. “Influencia de Big Data y economía circular en el desempeño operacional de la cadena de suministro del sector manufactura peruano” <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/2642.2>. 2023.
- [3] M. F. Figueroa Rivera, S.A. Reyes Canales. “Gestión de inventarios a través del Business Intelligence en una empresa del sector Retail: Caso Mumuso” [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24102/Figueroa%20Rivera_Reyes%20Canales_Gesti%C3%B3n_Inventarios_trav%C3%A9s%20del%20Business1.pdf. 2022.
- [4] Z. Zhang and J. Li. “Big Climate Data. In: Big Data Mining for Climate Change”. Elsevier, Amsterdam, 1-18. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818703-6.00006-4>. 2020.
- [5] A. Kumar & H. Gupta. “Big data analytics for supply chain management: A review and research agenda”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(6), 716-735. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>. 2019
- [6] D.Q. Chen, D.S. Preston & M. Swink. “How the use of big data analytics affects value creation in supply chain management.” *Journal of Management Information Systems*, 32(4), 4-39. <https://doi.org/10.1080/07421222.2015.1138364>. 2015