



RESEARCH ARTICLE

CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERIA Y MATEMATICAS PARA UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIZADO UTILIZANDO CATAPULTA SEIS SIGMA

Dra. María P. Torrijos-Muñoz, M.C. Jaime A Romero-Sierra, Ing. José E.G. Ortega-Balbuena, M. A. Adriana A. Tellez-Mendez and Dra Linda E. Perusquía Mejorada

Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Puebla. Adscritos al departamento de Ciencias Básicas. Avenida Tecnológico 420 colonia Maravillas C.P 72220 Puebla Pue

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th January, 2023

Received in revised form

24th February, 2023

Accepted 25th March, 2023

Published online 18th April, 2023

Key words:

Aprendizaje,
Estadística,
Tecnología,
Empresa, DCA.

ABSTRACT

La educación del siglo XXI es un proceso de aprendizaje experimental de transformaciones dentro y fuera del aula, por lo que es fundamental conocer y entender acciones pedagógicas, que, a raíz de la pandemia, fue necesario desarrollar estrategias que permitan implementar conocimientos del aula a casos prácticos. La presente investigación pretende responder al cuestionamiento ¿Cómo asegurar el aprendizaje de los alumnos de estadística inferencial, mediante un experimento práctico?. El objetivo que se persigue es Validar el efecto de aprendizaje para los alumnos de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Puebla con la aplicación de la metodología STEM en una práctica para un diseño completamente aleatorizado (DCA) utilizando una catapulta six sigma. La metodología se dividió en los siguientes pasos: aplicando el método científico, el alumno buscó información acerca de la catapulta 6 sigma misma que construyó bajo las especificaciones requeridas, se realizó la experimentación recopilando datos, se infirió y se tomó decisiones. Con los datos obtenidos se hizo un análisis ANOVA mediante el uso del software Minitab® del DCA, estimando el intervalo con un nivel de confianza para cualquier tratamiento, realizó comparaciones múltiples y diferencia de los pares de tratamientos, encontrado condiciones mínimas y máximas. Como resultados se tiene que debido a los altos costos que representaría en la industria, la práctica real de un grupo de estudiantes no es viable, ya que un error en los cálculos; llevaría a pérdidas a una empresa que decidiera implementar un programa de tal magnitud. Por lo que el modelo propuesto permite a los alumnos llevar a situaciones semejantes a su futuro laboral y permitiendo bajo ciertos planteamientos, la práctica de lo aprendido en las aulas. En conclusión, de este estudio se encontró que los alumnos tienen un aprendizaje significativo bajo este modelo de prácticas, que, a un modelo tradicional, además de darles una experiencia cercana a un ambiente laboral acercado a su futuro contextos.

INTRODUCTION

La educación del siglo XXI en el proceso de aprendizaje experimental transformaciones dentro y fuera del aula por lo que es fundamental conocer y entender acciones pedagógicas, es necesario la creación de nuevas técnicas docentes para logros significativos con los alumnos donde se logra la creatividad y desarrollo meta cognitivo con apoyo tecnológico. Con una sociedad cambiante de manera acelerada se hace necesaria la aportación por parte del docente de la creación de procesos de aprendizaje que involucren la comunicación colaborativa, es decir, que el alumno aprenda a trabajar en equipo y que además tengan la capacidad de analizar y resolver problemas. A la metodología STEAM (del acrónimo Science, Technology, Engineering and Mathematics), se caracteriza por relacionar la ciencia, tecnología, las matemáticas y la ingeniería, se le considera uno de los métodos de enseñanza integral y se aplica para el desarrollo de habilidades y competencias a partir de las capacidades individuales de cada alumno[1].

Considerando de gran importancia esta metodología, se hará uso de ésta para el tema “Diseño completamente aleatorizado (DCA)”, con la aplicación de la catapulta six sigma. Este tema forma parte del programa de la materia de Estadística inferencial 2 para la carrera de ingeniería Industrial y logística del Tecnológico Nacional de México (TecNM) campus Puebla. El propósito de esta investigación es la de aplicar la metodología STEAM como una estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje, para fomentar entre otras cosas el enfoque cooperativista [2], Se pretende que la práctica sea emocionante y dinámica. Se buscará que el alumno diseñe su catapulta y pueda realizar los cálculos pertinentes al realizar los lanzamientos bajo las condiciones de ángulo, longitud de las ligas simulando esto a un proceso productivo considerando el estándar ISTE 1.3 que mencionan lo siguiente: 1.3a, 1.3c, 1.3d el cual menciona que los estudiantes planifican y emplean estrategias efectivas de investigación para localizar información y otros recursos relacionados con sus actividades creativas o intelectuales, además de que podrán seleccionar

información precisa de los recursos digitales usando una variedad de métodos y herramientas para crear una colección de datos y finalmente construyen conocimientos activamente explorando problemas y situaciones del mundo real. Se buscará que el alumno diseñe su catapulta y pueda realizar los cálculos pertinentes al realizar los lanzamientos bajo las condiciones de ángulo, longitud de las ligas simulando esto a un proceso productivo considerando el estándar ISTE 1.3 que mencionan lo siguiente: 1.3a, 1.3c, 1.3d el cual menciona que los estudiantes planifican y emplean estrategias efectivas de investigación para localizar información y otros recursos relacionados con sus actividades creativas o intelectuales, además de que podrán seleccionar información precisa de los recursos digitales usando una variedad de métodos y herramientas para crear una colección de datos y finalmente construyen conocimientos activamente explorando problemas y situaciones del mundo real.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de experimentos: Actualmente en las industrias, se necesita optimizar procesos, sin generar demasiadas pérdidas en el proceso, una alternativa viable es el diseño de experimentos la cual se define como la aplicación del método científico, para generar conocimiento acerca de un proceso, por medio de pruebas planeadas. Utilizando un conjunto de técnicas estadísticas e ingenieriles, que permiten comprender situaciones con relación causa-efecto [3]. Basándose en un diseño experimental el cual es un esquema de cómo realizar un experimento. Su objetivo radica en determinar si existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos del experimento y en caso de respuesta afirmativa, cuál sería la magnitud de esta diferencia. Teniendo como meta secundaria, el verificar la existencia de una tendencia derivada del análisis de los datos del experimento [4]

Como lo describe Gutiérrez & De la Vara los conceptos básicos dentro del diseño de experimentos son:

- Factores controlables. - Las cuales, son variables de proceso experimentales que se pueden fijar a un nivel dado.
- Factores no controlables o de ruido. - Son aquellas que no se pueden controlar durante el experimento y son factores externos al experimento.
- Unidad experimental. - Siendo esta el material, proceso o elemento, en el cual se efectuará el experimento.
- Control de condiciones. - Las cuales buscan reducir la variación o el ruido en los resultados del experimento.
- Error experimental. - Este es un error inevitable que tienen los factores sobre la respuesta.
- Réplica. - Cuando en un experimento se tiene un conjunto de tratamientos para poder estimar el error experimental, es necesario que dichos tratamientos aparezcan más de una vez en el experimento, para así aumentar la precisión de éste, controlar el error experimental y disminuir la desviación estándar de la media [4]
- Variable aleatoria. - Una variable aleatoria puede ser discreta o continua. Si el conjunto de todos los valores posibles de la variable aleatoria es finito o contablemente finito, entonces la variable aleatoria es discreta, mientras que, si el conjunto de todos los valores posibles de la variable aleatoria es un intervalo, entonces la variable aleatoria es continua [5].

- Metodología superficie respuesta. - La metodología de superficie de respuesta, o MSR, es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelado y análisis de problemas en los que una respuesta de interés recibe la influencia de diversas variables y donde el objetivo es optimizar esta respuesta [5].

El diseño de experimentos trata de fenómenos que son observables y repetibles. Por lo tanto, sin el pensamiento estadístico, los conceptos de observación y repetitividad son inherentemente contradictorios. Cualquier cosa observada se aprecia con variabilidad; nada ocurre exactamente de la misma forma dos veces, incluso las mediciones del mismo evento varían [3]. Para la implementación correcta de un diseño de experimentos se requiere la aplicación de:

Aleatorización: La cuál Gutiérrez & De la Vara [3] la refieren como el hacer un corrimiento experimental al azar, con material seleccionado aleatoriamente, propiciando un aumento de la probabilidad de la independencia de los errores, validando el requisito para las pruebas estadísticas realizadas. Asegurando que las pequeñas diferencias provocadas por el material, instrumentos o factores de ruido, se repartan de manera homogénea en todos los tratamientos.

Repetición: el correr más de una vez un tratamiento o combinación de factores, siguiendo un orden de aleatorización, permitiendo distinguir la parte de la variabilidad de los datos, facilitando el rastreo de errores aleatorios y el factor que lo puede causar.[3]

Bloqueo: Consiste en nulificar o tomar en cuenta, en forma adecuada, todos los factores que puedan afectar la respuesta observada. Al bloquear, se supone que el subconjunto de datos que se obtengan dentro de cada bloque (nivel particular del factor bloqueado), debe resultar más homogéneo que el conjunto total de datos.

Metodología STEM: Para asegurar el aprendizaje de los estudiantes se basó en la metodología STEM, la cual Botero [6] expone como un enfoque interdisciplinar que integra las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas; a partir del desarrollo de actividades que, motiven al estudiante al desarrollo de habilidades para solucionar problemas en el mundo real, para fortalecer el pensamiento científico y tecnológico. Dentro de este enfoque se manejan tres pilares, el primero de ellos consiste en fomentar en los estudiantes el interés por la ciencia, la tecnología, las matemáticas y aplicar el método del diseño de la ingeniería, como estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico y resolución de problemas. El segundo consiste en desarrollar habilidades del siglo XXI en los estudiantes y el tercero motivar el emprendimiento en la educación [6]

Indicadores ISTE: En 1998, la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE, por sus siglas en inglés) publicó su primera versión de estándares para estudiantes en educación y habilidades tecnológicas [7].

Abordando desde el punto de vista del estudiante, se proponen siete áreas con cuatro estándares cada una[8]:

- Aprendiz empoderado, que incluye estrategias para que el estudiante tome el control de su propio proceso de

aprendizaje y utilice la tecnología para alcanzar sus fines formativos.

- Ciudadano digital, que se refiere a la participación respetuosa y ética del estudiante en el mundo virtual, reconociendo los derechos digitales, como la propiedad intelectual, y teniendo en cuenta las normas de seguridad y cordialidad en sus interacciones.
- Constructor del conocimiento, que se refiere la capacidad de investigación, de selección de fuentes y el diseño de soluciones, teorías y análisis que respondan a circunstancias del mundo real.
- Diseñador innovador, que aborda el uso de la tecnología para diseñar soluciones a problemas reales y para generar productos creativos y novedosos
- Pensador computacional, que alude a la capacidad del estudiante de comprender, analizar y resolver los problemas de manera independiente, utilizando la tecnología de manera oportuna
- Comunicador creativo, que comprende la capacidad del estudiante de generar y comunicar ideas de manera comprensible, responsable e innovadora.
- Colaborador global, que subraya la importancia de compartir, intercambiar y discutir el conocimiento para su enriquecimiento y construcción colectiva.

TICS en la educación: Las TIC son medios electrónicos que crean, almacenan, recuperan y transmiten una gran cantidad de información de forma ágil y combinando diferentes tipos de códigos en una realidad hipermédia pueden agruparse en tres áreas: informática, video y telecomunicación, con interrelaciones entre ellas. Trabajan un producto inmaterial, la información, en sus diversas formas (visuales, auditivas, audiovisuales, etc.) y modos (estático y dinámico) [9]. Algunos beneficios del uso de las tics para los docentes y alumnos nos menciona Barbera [10]. son: motivación, interés, interactividad, comprensión, retroalimentación, creatividad, iniciativa, comunicación y autonomía, pero por contraparte se tienen algunas desventajas como: el manejo de la disciplina en el aula, el tiempo, la fiabilidad de información, aislamiento por parte de algunos educandos perdiendo el interés por interactuar con sus compañeros.

METODOLOGÍA

Para la práctica de estadística Inferencial 2 en diseño de experimentos específicamente Diseño completamente Aleatorizado, el alumno desarrollará la siguiente información:



Ilustración 1. Construcción de la catapulta

SCIENCE: aplicará el método científico, además de buscar información acerca de la catapulta 6 sigma (ilustración 2), misma que construirá bajo las especificaciones requeridas como se muestra en la ilustración (1) considerando los términos fijo, móvil y ángulo. Realizará la experimentación en cuanto al DCA se refiere, recogiendo datos, infiriendo y tomando decisiones.

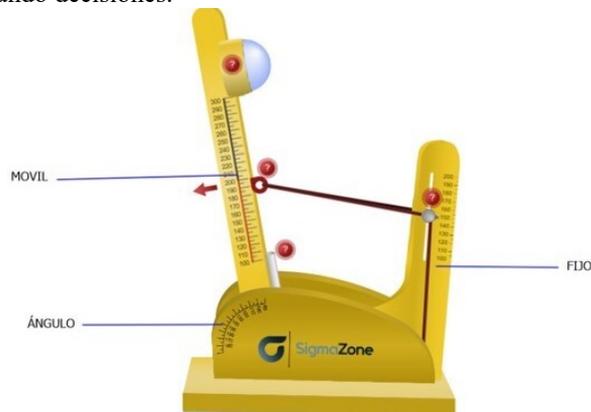


Ilustración 2. Catapulta seis sigma

MATH: con los datos obtenidos calculará ANOVA del DCA, estimando el intervalo con un nivel de confianza para cualquier tratamiento. Realizará comparaciones múltiples y diferencia de los pares de tratamientos, encontrando condiciones mínimas y máximas.

TECNOLOGY: para obtener ANOVA y poder interpretar los resultados obtenidos se hace uso del software Minitab V18, además de la aplicación Num Works.

ENGINEERING: con la práctica se obtendrá un diseño de experimento de un factor (diseño completamente aleatorizado DCA) del cual se obtendrán la interpretaciones e inferencias correspondientes. Una vez construida la catapulta el alumno elegirá los niveles del fijo como sus tratamientos, simulando con esta a una máquina productiva, con ayuda del software Minitab V18 se obtendrá la aleatorización para realizar los lanzamientos y con ello medir la distancia por cada lanzamiento como se observa en la ilustración (2). Se obtuvieron 10 muestras por cada tratamiento. Con las lecturas obtenidas, el alumno realizará los cálculos pertinentes y que ayudado del software Minitab V.18 podrá obtener los resultados que se muestran en la ilustración (3).



Ilustración 3. lanzamiento y lectura de distancia

El alumno elaborará un reporte de todo lo realizado, y como conclusión, de manera presencial, al alumno se le pedirá que realice el tiro a una distancia específica, el a partir del margen de error encontrado en las gráficas, determinará el fijo adecuado para acertar a la distancia solicitada.

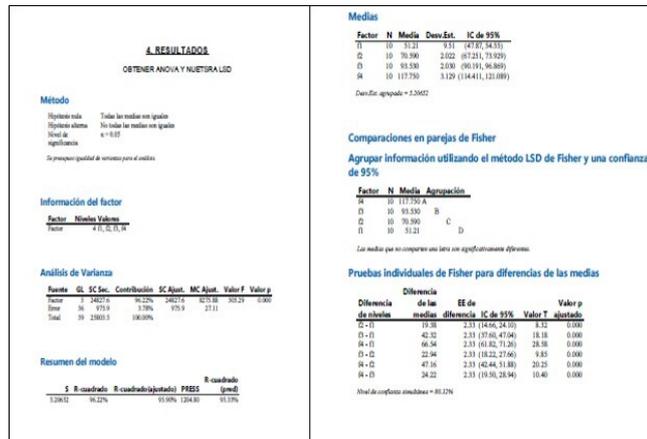


Ilustración 4. Resultados matemáticos (DCA)

RESULTADOS

Debido a los altos costos que representaría en la industria, la práctica real de un grupo de estudiantes, no es viable que, mediante visitas a empresas o desarrollo de proyectos, involucrar a alumnos en cuarto semestre, ya que un error en los cálculos; llevaría a pérdidas a una empresa que decidiera implementar un programa de tal magnitud. Por lo que se debe buscar un modelo que permita a los alumnos llevar a situaciones semejantes a su futuro laboral y permita bajo ciertos planteamientos, la práctica de lo aprendido en las aulas. Además de atender la incógnita que muchos de nuestros estudiantes tienen que es: ¿Cómo voy a aplicar e integrar lo aprendido en mis materias en mi vida laboral?, en especial énfasis de las materias de matemáticas, física y estadística inferencial

CONCLUSIÓN

A raíz del rápido crecimiento del conocimiento que se ha generado en los últimos años, cada vez se tiene un mayor bagaje de temas que una persona dentro de su educación puede aprender, por lo que es una dificultad cada vez mayor; en donde se puede integrar lo aprendido de las asignaturas en su vida futura y como desarrollar un sentido crítico que permita tomar las decisiones correctas, no solo en la entrega de un proyecto si no que en la vida laboral a futuro. A causa de la crisis sanitaria reciente, los alumnos han generado un desinterés en su educación, propiciado a que no ven de manera física o palpable lo que han estudiado, limitándose a la entrega de trabajos, sin ver el trasfondo del conocimiento adquirido a lo largo de las unidades vistas. El alumno debe afrontar de manera inmediata en su ambiente laboral, lo que de alguna forma se debió de aprender en la etapa de confinamiento. Además de que no saber discernir el exceso de información con la que cuenta, tiene el problema de integrarlo y desarrollarlo a la par con los conocimientos adquiridos en otras asignaturas. Con la implementación y rápido avance de las tics en la educación, el alumno tiene problemas a la hora de empatar sus conocimientos teóricos, con la habilidad requerida para el desarrollo de un prototipo, así como el modelado,

analizado e interpretado de la información recopilada; del funcionamiento del mismo. Es por eso que se debe integrar al estudiante al uso de las tics, más allá de la utilización de procesadores de texto y hojas de cálculo; los alumnos necesitan aprender uso de software que les permitan manejar grandes cantidades de datos, que, con las herramientas adecuadas, les den la oportunidad de desarrollar un pensamiento crítico y a llevar a tomar una decisión fundamentada en modelos matemáticos y con el análisis de datos.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ANOVA: Análisis de Varianza.

DCA: Diseño completamente aleatorizado. ISTE 1.3 Constructor del conocimiento; los estudiantes evalúan críticamente una variedad de recursos usando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y desarrollar experiencias de aprendizaje significativas para ellos y para otros.

RMS: Media cuadrática de los datos.

STEM: Acrónimo Science, Technology, Engineering, Math.

TICS: Tecnologías de la información y comunicación.

REFERENCIAS

- Asinc Benites, E., & Alvarado Barzallo, S. (2019). *STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales*. Identidad Bolivariana, 1-12. <https://doi.org/10.37611/IB0o101-12>
- Pujolàs Maset, P. (2012). *Aulas inclusivas y aprendizaje cooperativo*. Educatio Siglo XXI, 30(1), 89-112. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/educatio/article/view/149151>
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México DF: McGraw-Hill.
- Badii, M., Castillo, J., Rodríguez, M., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). *Diseños experimentales e investigación científica*. InnOvaciones de NegOciOs, 283-330.
- Montgomery, D. (2017). *Diseño y análisis de experimentos*. México D.F.: Limusa.
- Botero, J. (2018). *Educación STEM. Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. Bogotá, Colombia: STEM.
- Martin, B. (3 de Noviembre de 2015). *International Journal on Integrating Technology in Education*. Obtenido de <http://aircse.org/journal/ijite/papers/4115ijite02.pdf>
- Education, I. S. (31 de Octubre de 2019). *ISTE Standards*. Obtenido de ISTE.org: <https://www.iste.org/standards>
- Cabero, J. (2010). *Comunidades virtuales para el aprendizaje*. Revista Electrónica de Tecnología educativa. Obtenido de EDUTEC: http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec34/pdf/Edutece_n3_4_Cabero_Llorente.pdf
- Barbera, H. (Diciembre de 2008). *Calidad de la enseñanza 2.0*. Obtenido de Revista de Educación a Distancia: <http://www.um.es/ead/red/M7/elena.pdf>