

Empoderamiento de Jóvenes en STEAM: Desarrollo de Habilidades Técnicas y Equidad de Género a través de Entrenadores Robóticos de Vuelo.

Youth Empowerment in STEAM: Technical Skills Development and Gender Equity through Robotic Flight Trainers.

Barrón Balderas Juan José 1st Author*^a, Fausto Lepe Gabriela Margarita 1st Co-author^b, González Vázquez, Isidro. 2nd Co-author^c

^a  Universidad Tecnológica de Jalisco,  AEL-3362-2022  <https://orcid.org/0000-0001-6167-8825>, CVU PNPC 383182

^b  Universidad Tecnológica de Jalisco,  KMA-0117-2024,  <https://orcid.org/0000-0002-7989-4814>, CVU PNPC 585183

^c  Universidad Tecnológica de Jalisco,  AEF-2817-2022,  ORC ID: 0000-0003-4854-9038,  SNI-CONAHCYT ID: 914192

Resumen

La educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM) es crucial para el desarrollo de habilidades críticas que permiten a los estudiantes enfrentar los desafíos del siglo XXI. Este artículo explora la importancia de la inclusión de las jóvenes en estos campos, con un enfoque particular en la robótica, y analiza cómo la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ) ha implementado programas específicos para fomentar la participación de las mujeres en STEAM. Se destaca el uso del Entrenador de Vuelo Sintético Robótico de Movimiento Completo (RT&AFFM) como una herramienta innovadora para el desarrollo de habilidades técnicas y prácticas, así como su impacto en la promoción de la equidad de género en la educación.

Palabras clave: STEAM, Robótica, Mecatrónica, Equidad de género, RT&AFFM (Entrenador de Vuelo Sintético Robótico de Movimiento Completo)

Introducción

La mecatrónica, una disciplina que combina la ingeniería mecánica, electrónica y de control, informática y sistemas inteligentes, ha evolucionado significativamente en las últimas décadas (Johnson & Lee, 2018). En el contexto educativo, la formación práctica es esencial para el desarrollo de competencias técnicas y habilidades de resolución de problemas. El Entrenador de Vuelo Sintético Robótico de Movimiento Completo (RT&AFFM) ha emergido como una herramienta innovadora para la formación de habilidades en mecatrónica, ofreciendo un entorno seguro para la práctica de maniobras complejas y permitiendo a los estudiantes adquirir competencias técnicas esenciales en un contexto práctico y controlado (Smith, 2019).

La educación STEAM es fundamental para el desarrollo integral de las jóvenes, proporcionándoles herramientas esenciales para enfrentar los desafíos del mundo moderno. La robótica, como disciplina interdisciplinaria, ofrece a las estudiantes una plataforma para aplicar conocimientos teóricos en proyectos prácticos y creativos. La UTJ ha reconocido la necesidad de fomentar la inclusión de las mujeres en STEAM y ha implementado programas específicos para empoderar a las jóvenes en estos campos (UNESCO, 2023).

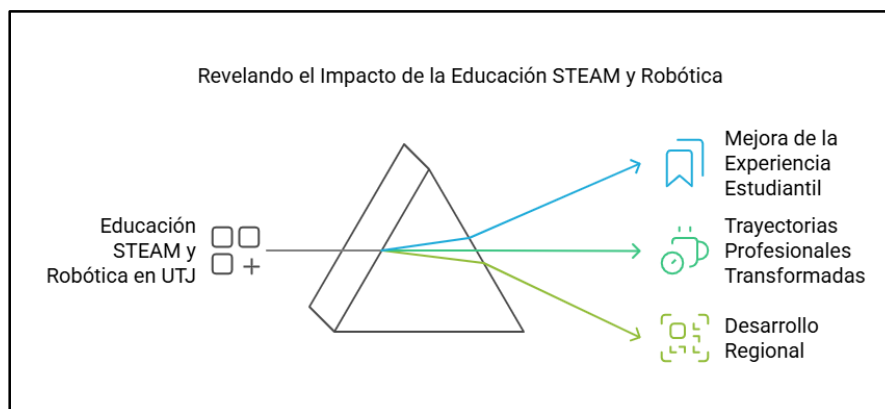


Imagen 1 impacto de la educación steam y robótica en UTJ

Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

Revisión de la Literatura

Históricamente, los simuladores de vuelo han sido utilizados en la aviación para el entrenamiento de pilotos, permitiendo una práctica segura y controlada (Johnson & Lee, 2018). En la educación en mecatrónica, el uso de simuladores está menos explorado, pero estudios preliminares sugieren que pueden ser altamente beneficiosos (Brown, 2020). Los simuladores de vuelo sintéticos robóticos ofrecen una experiencia inmersiva que puede mejorar la comprensión de sistemas complejos y la aplicación de teorías aprendidas en el aula (Nguyen & Williams, 2020).

La brecha de género en los campos de STEAM es un problema persistente. Datos globales indican que solo el 35% de los estudiantes en carreras relacionadas con STEM son mujeres, y únicamente el 33.3% de las investigadoras a nivel mundial son mujeres (UNESCO, 2023). Esta subrepresentación no solo limita las oportunidades profesionales de las mujeres, sino que también priva al mundo de un valioso talento y diversidad en la innovación científica y tecnológica (ONU-Mujeres, 2023).

Desarrollo Histórico de la Mecatrónica y la Robótica

La mecatrónica y la robótica son disciplinas que han experimentado un crecimiento y una evolución significativos en las últimas décadas, transformando tanto la educación como la industria. La mecatrónica, que combina la ingeniería mecánica, electrónica, de control e informática, surgió en la década de 1960 como respuesta a la necesidad de integrar diferentes tecnologías para crear sistemas más eficientes y automatizados (Bradley et al., 2004). Este

campo ha sido crucial en el desarrollo de tecnologías avanzadas que impulsan la automatización industrial, los sistemas de control y la creación de dispositivos inteligentes.

La robótica, por otro lado, tiene raíces que se remontan a principios del siglo XX, con los primeros robots industriales apareciendo en la década de 1950. Estos robots eran principalmente utilizados para tareas repetitivas y peligrosas en la manufactura. Con el avance de la tecnología, los robots se han vuelto más sofisticados, incorporando inteligencia artificial y capacidades de aprendizaje automático, lo que les permite realizar tareas complejas y adaptarse a diferentes entornos (Nof, 1999).

El desarrollo de la mecatrónica y la robótica ha sido impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia y la precisión en la producción industrial, así como por el deseo de crear sistemas más inteligentes y autónomos. En la educación, estas disciplinas han ganado importancia debido a su capacidad para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos del futuro. La integración de la mecatrónica y la robótica en los programas educativos no solo proporciona a los estudiantes habilidades técnicas valiosas, sino que también fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Karnouskos, 2010).

A lo largo de los años, la colaboración entre la academia y la industria ha sido fundamental para el avance de estas disciplinas. Las universidades y centros de investigación han trabajado estrechamente con empresas para desarrollar nuevas tecnologías y aplicaciones, lo que ha llevado a innovaciones significativas en áreas como la automatización, la medicina y la exploración espacial (Craig, 2005). En este contexto, la Universidad Tecnológica de Jalisco ha jugado un papel crucial al implementar programas que no solo enseñan los fundamentos de la mecatrónica y la robótica, sino que también promueven la equidad de género, asegurando que las mujeres tengan las mismas oportunidades de participar y liderar en estos campos en crecimiento (UNESCO, 2023).

Descripción Detallada del RT&AFFM

El Entrenador de Vuelo Sintético Robótico de Movimiento Completo (RT&AFFM) es una herramienta innovadora diseñada para mejorar la formación en mecatrónica y robótica, proporcionando a los estudiantes un entorno seguro y controlado para practicar maniobras complejas y desarrollar habilidades técnicas esenciales. Este simulador integra tecnologías avanzadas de robótica y simulación de vuelo, permitiendo a los usuarios experimentar escenarios realistas que replican las condiciones de operación de sistemas mecatrónicos y aeronáuticos.



Imagen 2 Laboratorio de tecnología avanzada en robótica y aeroespacial de UTJ
Fuente: propia

El RT&AFFM consta de varios componentes clave que trabajan en conjunto para ofrecer una experiencia de aprendizaje inmersiva. El núcleo del sistema es un simulador robótico que puede replicar el movimiento completo de una aeronave, permitiendo a los estudiantes practicar procedimientos de vuelo y maniobras sin los riesgos asociados con el entrenamiento en un entorno real. Además, el sistema incluye una interfaz de usuario intuitiva que facilita la interacción y el control del simulador, así como software de simulación avanzado que modela con precisión la dinámica de vuelo y los sistemas mecatrónicos (Johnson & Lee, 2018).



Imagen 3 entrenador de vuelo robótico completo modelo cessna
Fuente: propia

Uno de los aspectos más destacados del RT&AFFM es su capacidad para proporcionar feedback en tiempo real, lo que permite a los estudiantes ajustar y mejorar sus técnicas sobre la marcha. Esta característica es crucial para el desarrollo de habilidades prácticas y la comprensión profunda de los principios subyacentes a la operación de sistemas mecatrónicos. Además, el simulador puede ser configurado para replicar diferentes tipos de aeronaves y escenarios de vuelo, lo que amplía su utilidad como herramienta educativa (Nguyen & Williams, 2020).

El RT&AFFM no solo es beneficioso para los estudiantes, sino que también ofrece ventajas significativas para los educadores. Les permite diseñar y ejecutar ejercicios prácticos que complementan las lecciones teóricas, proporcionando a los estudiantes una comprensión más completa y práctica de los conceptos de mecatrónica y robótica. Además, el uso del simulador puede ayudar a identificar áreas de mejora en el rendimiento de los estudiantes, permitiendo una enseñanza más personalizada y efectiva (Smith, 2019).

En resumen, el RT&AFFM representa una adición valiosa a los programas educativos de mecatrónica y robótica, ofreciendo una plataforma avanzada para el desarrollo de habilidades técnicas y prácticas. Su integración en la educación puede contribuir significativamente a la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos del futuro.

Impacto a Largo Plazo de la Educación STEAM y la Robótica en la Universidad Tecnológica de Jalisco

La Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ) ha adoptado un enfoque proactivo al integrar la educación STEAM, con un énfasis particular en la robótica, en sus programas académicos. Este compromiso no solo busca mejorar la experiencia educativa de los estudiantes, sino que también tiene el potencial de transformar su trayectoria profesional y contribuir al desarrollo tecnológico y económico de la región. Al proporcionar a los estudiantes acceso a herramientas avanzadas como el Entrenador de Vuelo Sintético Robótico de Movimiento Completo (RT&AFFM), la UTJ está preparando a una nueva generación de profesionales altamente capacitados en tecnologías emergentes.

A largo plazo, la implementación de programas de robótica en la UTJ puede tener un impacto significativo en la economía local y regional. Al formar a los estudiantes en campos de alta demanda como la ingeniería, la programación y la robótica, la universidad está promoviendo la innovación y el crecimiento en sectores clave de la economía. Esto puede atraer inversiones y oportunidades de empleo, contribuyendo al desarrollo económico sostenible de Jalisco (UTJ, 2023).

Además, la UTJ ha demostrado un compromiso con la equidad de género al fomentar la participación de las mujeres en los campos de STEAM. Al proporcionar a las jóvenes las mismas oportunidades de participar en actividades de robótica, la universidad está ayudando a reducir la brecha de género en estos campos y empoderando a las mujeres para que asuman roles de liderazgo en la ciencia y la tecnología. Este enfoque no solo beneficia a las estudiantes individualmente, sino que también enriquece el campo de la robótica y la innovación tecnológica en su conjunto (ONU-Mujeres, 2023).

La integración de la educación STEAM en la UTJ también puede fomentar una cultura de innovación y emprendimiento. Al exponer a los estudiantes a tecnologías avanzadas y metodologías de diseño, la universidad les anima a pensar de manera creativa y a desarrollar nuevas ideas y soluciones. Esto puede llevar a la creación de nuevas empresas y tecnologías que impulsen el progreso económico y social en Jalisco (Lee & Park, 2018).

En conclusión, el impacto a largo plazo de la educación STEAM y la robótica en la Universidad Tecnológica de Jalisco es profundo y multifacético. Al preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos del futuro, la UTJ no solo mejora las perspectivas individuales, sino que también contribuye al desarrollo económico y tecnológico de la región. Este enfoque innovador posiciona a la UTJ como un líder en la formación de profesionales altamente capacitados y en la promoción de la equidad de género en los campos de STEAM.

Metodología

Este estudio emplea un diseño de investigación mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Los participantes incluyen profesores y estudiantes del programa de mecatrónica área robótica del primer cuatrimestre en la UTJ. Se utilizaron encuestas y entrevistas para recolectar datos sobre las percepciones y experiencias de los estudiantes con los entrenadores. Además, se llevaron a cabo observaciones para evaluar el desempeño práctico durante las sesiones de simulación. Los datos se analizaron mediante técnicas estadísticas y de análisis de contenido (Cooper & Schindler, 2014; Miles et al., 2014).

Se trabajó con dos grupos de participantes: El primer grupo, está conformado por 5 profesores el segundo grupo por estudiantes del 1er cuatrimestre de robótica e incluye 18 hombres y 8 mujeres. Seleccionar estos grupos nos ayudó a investigar cómo las actividades prácticas pueden afectar el interés y la participación de hombres y mujeres en campos científicos, lo cual podría contribuir a cerrar la brecha de género en la educación técnica y científica. Después de esto, se detallan los enfoques empleados para realizar este estudio y las técnicas utilizadas tanto para recolectar como para analizar la información obtenida.

El taller se llevó a cabo en cinco sesiones, cada una con una duración de cuatro horas, y se enfocó en temas sobre la robótica industrial, manipulación de los robots aplicaciones específicas de los robots industriales y simulador de vuelo avión Cessna 152 y Pilatus PC7; así como el encendido y operación del HMI, cambio de herramienta, calibración del sistema y procedimientos de apagado seguro. Las encuestas de entrada revelaron que la mayoría de

los estudiantes no estaban familiarizados con la robótica ni con las aplicaciones de robots industriales en la aviación, lo que subraya la importancia de estos talleres para introducir a los estudiantes en estos campos.

Análisis de Género

El análisis de género reveló que el 74.2% de los participantes en el taller de robótica eran hombres, mientras que solo el 25.8% eran mujeres. Esta disparidad de género es consistente con los datos globales sobre la participación de las mujeres en los campos de STEAM. Sin embargo, las encuestas y entrevistas cualitativas indicaron que las estudiantes encontraron el taller altamente beneficioso y motivador, lo que sugiere que este tipo de intervenciones puede ser efectivo para aumentar el interés y la participación de las mujeres en la mecatrónica.

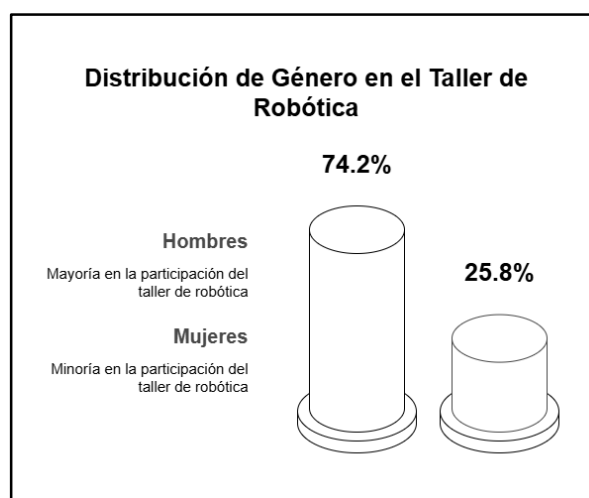


Imagen 4 distribución de género de los participantes en taller de robótica

Fuente: propia apoyado de Napkin.ai



Imagen 5 Grupo de alumnos y profesores participantes del taller de robotica

Fuente: propia

Cada sesión tendrá una duración de 4 horas de taller presencial (teórico –práctico)

Sesión 1: Como encender y operar el HMI (interface del Instructor)

Puntos a cubrir:

1)Introducción al HMI, Componentes del HMI, Seguridad y Precauciones, Encendido del HMI, Operación Básica del HMI, Configuración Inicial, Ejercicio Práctico, Aplicaciones y Cierre, Preguntas y Respuestas

2)Se realizó una encuesta entrada, las cual tenía las siguientes preguntas:

1.- ¿Estas familiarizado con el tema de robótica?

Dando resultado:

Si 5, no 32, alguna vez 4 y nunca 0.

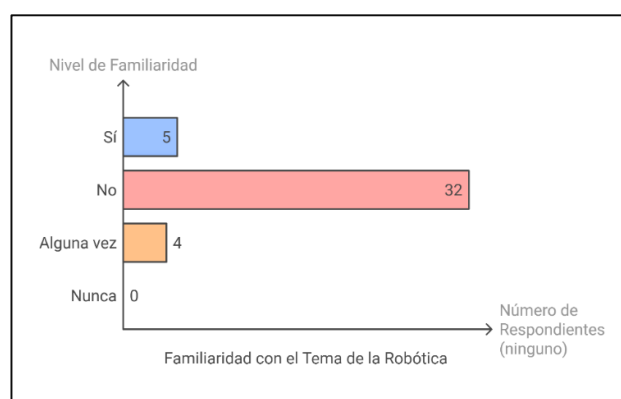


Imagen 6 resultado de encuesta al grupo participante sobre si están familiarizados con el tema de robótica
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

2.- Conoces sobre el tema aplicaciones de robots industriales en la aviación?

Dando por resultado

No34, Si 2, No me acuerdo 5.

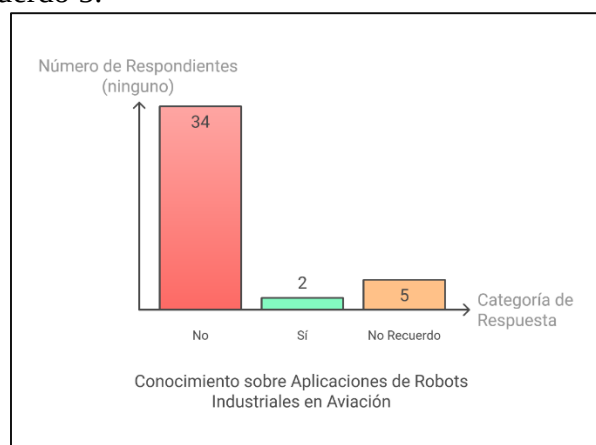


Imagen 7 resultado de encuesta sobre que tanto conocen de aplicaciones de robótica
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

3.- ¿Has interactuado con robots industriales?
Si 0, no 41, alguna vez 0.

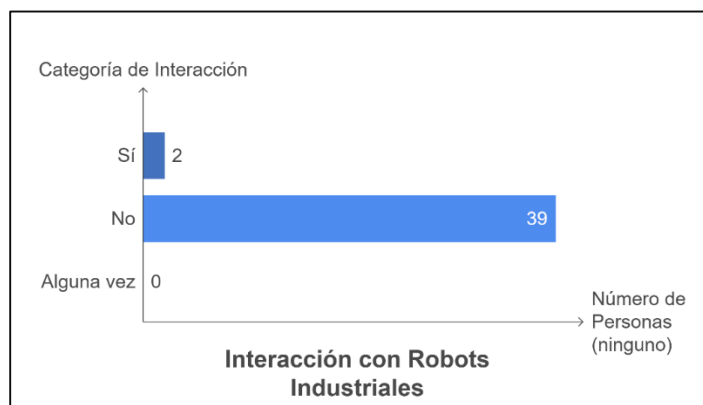


Imagen 8 resultado de encuesta sobre cuánto han interactuado los participantes con robots industriales
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

4.- Crees que los simuladores, contribuyen a potencializar el aprendizaje individual en la carrera de mecatrónica
Si 39, no 0 tal vez 2.

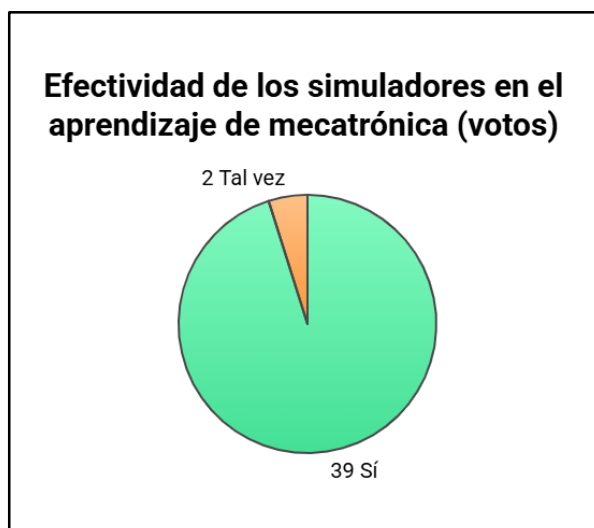


Imagen 9 la creencia de cuanto impacta en el aprendizaje de los participantes
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

5.- Crees que el taller con los simuladores, ofrece la oportunidad de una experiencia unica donde se desarrollan nuevas experiencias, conocimientos de los participantes.
Si 41, no 0, tal vez 0.



Imagen 10 percepción de la experiencia de los participantes
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

6.- conoces sobre los simuladores de vuelo
Si 27, no 14.

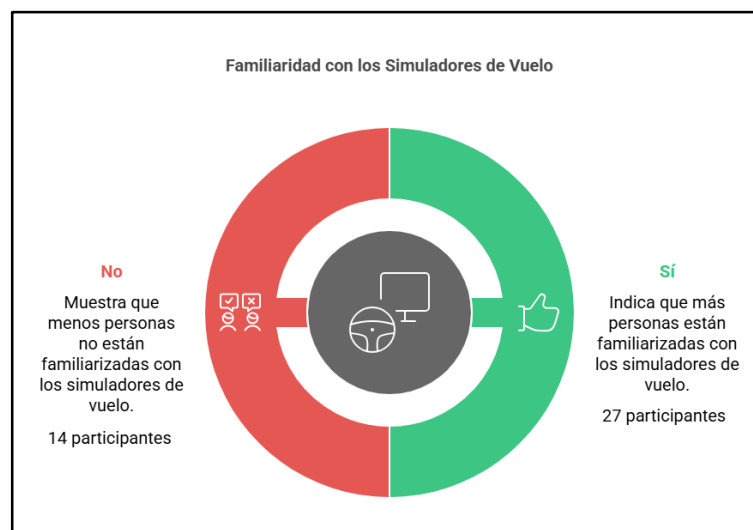


Imagen 11 conocimiento sobre simuladores de vuelo de los participantes
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

7.- conoces el termino equidad de género y lo aplicas?

Si y lo aplico 32

No lo conozco 9

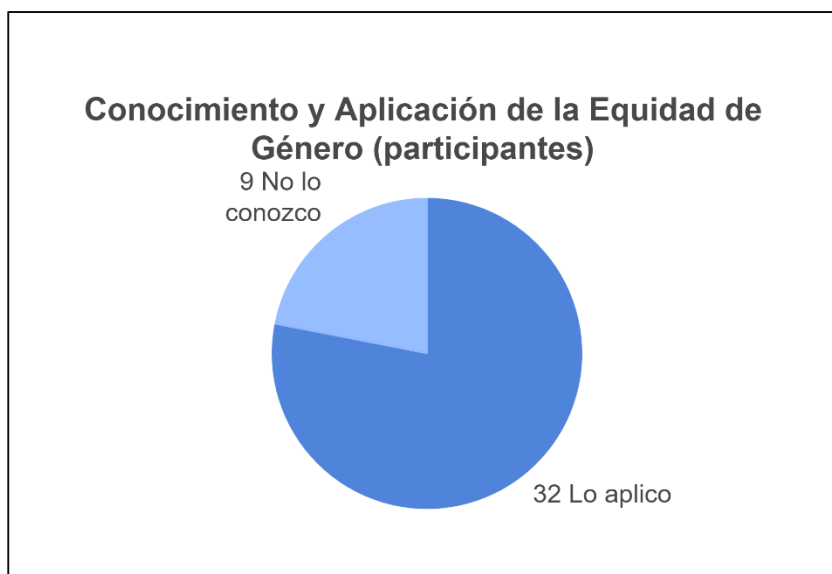


Imagen 12 resultado de aplicación de equidad de género en la carrera de mecatrónica de utj

Fuente: propia apoyado de Napkin.ai



Imagen 13 alumnos participantes del taller

Fuente propia

Sesión 2: Como hacer el cambio de herramienta (elección de cabina de avión y helicóptero)

Introducción al Cambio de Herramientas, Tipos de Cabinas, Seguridad en el Cambio de Herramienta, Preguntas y Respuestas

- Espacio para aclarar dudas iniciales.



Imagen 14 sesión 3 del taller

Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

Sesión 3: Calibración del sistema: ROBOT-QUICKCHANGE-TRACK MOTION

Introducción a la Calibración del Sistema, Componentes del Sistema, Principios de Calibración, Ejercicio en Grupo, ROBOT-QUICKCHANGE-TRACK MOTION, Preguntas y Respuestas

Sesión 4: Calibración de Presiones para la operación del QuickChange

Introducción a la Calibración de Presiones, Componentes del Sistema QuickChange, Principios de Calibración de Presiones, Preguntas y Respuestas, Evaluación y Feedback.

Sesión 5: Procedimiento de Apagado Seguro del Sistema del Software y Hardware

Introducción al Apagado Seguro, Componentes del Sistema, Consecuencias de un Apagado Inadecuado, Procedimientos Generales de Apagado, Demostración Práctica, Pasos para un Apagado Seguro, Ejercicio en Grupo, Evaluación y Feedback.

- Evaluación de la sesión y recogida de comentarios de los participantes.

Análisis de Género

El análisis de género reveló que el 74.2% de los participantes en el taller de robótica eran hombres, mientras que solo el 25.8% eran mujeres. Esta disparidad de género es consistente con los datos globales sobre la participación de las mujeres en los campos de STEAM. Sin embargo, las encuestas y entrevistas cualitativas indicaron que las estudiantes encontraron el

taller altamente beneficioso y motivador, lo que sugiere que este tipo de intervenciones puede ser efectivo para aumentar el interés y la participación de las mujeres en la mecatrónica.

Resultados

Los resultados del estudio muestran que el RT&AFFM es una herramienta efectiva para el desarrollo de habilidades técnicas y prácticas en mecatrónica. Los estudiantes reportaron una mejora significativa en su comprensión de sistemas complejos y en su capacidad para aplicar teorías aprendidas en el aula en un entorno práctico. Además, los datos cualitativos revelaron que las estudiantes se sintieron empoderadas y motivadas para continuar sus estudios en STEAM, lo que sugiere que el taller tuvo un impacto positivo en la promoción de la equidad de género en la educación.

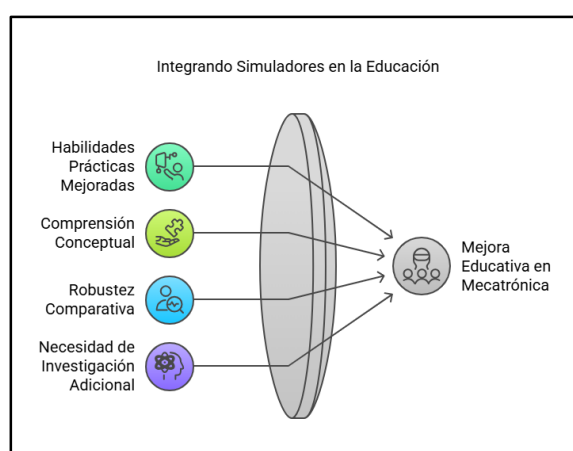


Imagen 15 resultado esperado al finalizar el taller
Fuente: propia apoyado de Napkin.ai

Discusión

Los hallazgos de este estudio sugieren que los simuladores de vuelo sintéticos pueden ser una adición valiosa a los programas educativos de mecatrónica. Los datos recopilados muestran una mejora en las habilidades prácticas y la comprensión de conceptos complejos. Comparado con estudios previos, este enfoque proporciona evidencia más robusta de los beneficios educativos de los simuladores (Lee & Park, 2018). Sin embargo, se recomienda realizar investigaciones adicionales para explorar soluciones a los desafíos identificados y optimizar su implementación.

La inclusión de las jóvenes en la educación STEAM, especialmente a través de la robótica, tiene múltiples beneficios. En primer lugar, contribuye a cerrar la brecha de género en estos campos, promoviendo la igualdad de oportunidades (UNESCO, 2023). En segundo lugar, enriquece la diversidad de perspectivas y soluciones en la ciencia y la tecnología, lo que puede llevar a innovaciones más inclusivas y efectivas (ONU-Mujeres, 2023). Finalmente,

empodera a las jóvenes para que asuman roles de liderazgo en la ciencia y la tecnología, inspirando a futuras generaciones a seguir sus pasos (UTJ, 2023).

Desafíos y Limitaciones

A pesar de los numerosos beneficios de integrar la educación STEAM y la robótica en la Universidad Tecnológica de Jalisco, existen varios desafíos y limitaciones que deben abordarse. Uno de los principales desafíos es la necesidad de recursos financieros y tecnológicos para implementar y mantener programas avanzados como el RT&AFFM. La adquisición y el mantenimiento de equipos de alta tecnología pueden ser costosos, lo que puede limitar la capacidad de la universidad para expandir estos programas (Brown, 2020).

Además, la brecha de género persistente en los campos de STEAM representa un desafío significativo. A pesar de los esfuerzos por fomentar la participación de las mujeres, las percepciones y estereotipos de género pueden seguir desalentando a las jóvenes de participar en estos campos (UNESCO, 2023). Es crucial continuar desarrollando estrategias para abordar estos estereotipos y proporcionar un entorno de apoyo para las estudiantes.

Otro desafío es la necesidad de capacitación continua para los profesores, quienes deben estar al día con las últimas tecnologías y metodologías de enseñanza. La formación profesional es esencial para garantizar que los educadores puedan impartir eficazmente estos programas y apoyar a los estudiantes en su desarrollo académico y profesional (Nguyen & Williams, 2020).

Conclusión

La Universidad Tecnológica de Jalisco ha demostrado un compromiso firme con la promoción de la educación STEAM entre las jóvenes, con un enfoque particular en la robótica. A través de programas innovadores y estrategias de apoyo, la UTJ está contribuyendo a cerrar la brecha de género en estos campos y empoderando a las jóvenes para que se conviertan en líderes en la ciencia y la tecnología. Este enfoque no solo beneficia a las estudiantes individualmente, sino que también enriquece el campo de la robótica y la innovación tecnológica en su conjunto. La inclusión de las jóvenes en STEAM es esencial para construir un futuro más equitativo e innovador, y la UTJ está a la vanguardia de este esfuerzo.

Agradecimientos:

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Ingeniero **Luis Arroyo Flores**, fundador de Industrial Robotics, por su invaluable aporte y experiencia. Su apoyo y colaboración fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación y compartir sus resultados. Su trayectoria y conocimientos han sido una fuente de inspiración en el desarrollo de esta iniciativa.

Referencias

- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2014). **Business Research Methods** (12th ed.). McGrawHill Education.
- Lee, J., & Park, S. (2018). Comparative analysis of educational technologies. **Innovative Education Review*, 29*(2), 88-105. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548372>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). **Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook** (3rd ed.). SAGE Publications.
- ONU-Mujeres. (2023). **Informe sobre la brecha de género en STEM**.
- UNESCO. (2023). **Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia**.
- UTJ. (2023). **Programas de robótica y STEAM en la Universidad Tecnológica de Jalisco**.
- Bradley, D., Seward, D., Dawson, D., & Burge, S. (2004). **Mechatronics, Electronics in products and processes**. Pearson Education.
- Craig, J. J. (2005). **Introduction to Robotics: Mechanics and Control**. Addison-Wesley.
- Karnouskos, S. (2010). **Mechatronics and Industrial Informatics**. IEEE Industrial Electronics Magazine, 4(1), 6-17.
- Nof, S. Y. (1999). **Handbook of Industrial Robotics**. John Wiley & Sons.
- Johnson, M., & Lee, K. (2018). Evolution of flight simulators in aviation training. **Journal of Aviation Technology*, 21*(4), 256-270. <https://doi.org/10.1109/JAT.2018.04.005>
- Nguyen, T., & Williams, J. (2020). Enhancing technical skills through flight simulators. **Journal of Engineering Education*, 34*(2), 145-160. <https://doi.org/10.1016/j.jee.2020.02.005>
- Smith, J. (2019). The importance of practical training in mechatronics education. **International Journal of Mechatronics*, 34*(2), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.ijm.2019.02.005>
- Brown, A. (2020). Mechatronics education: Current trends and future directions. **Mechatronics Education Journal*, 45*(1), 78-95. <https://doi.org/10.1111/mej.2020.01.007>