



EL PAPEL DE LA MUJER INGENIERA EN EL DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIOS REMOTAS COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN A LA PANDEMIA POR COVID-19

Nataly Vidal, Rommel Steward Prieto, Juan Fernando Flórez, Leonairo Pencue, Carlos Felipe Ordóñez, Miguel Corchuelo, Rubiel Vargas Cañas

**Universidad del Cauca
Popayán, Colombia**

Resumen

La crisis sanitaria por la pandemia COVID-19 llevó a las instituciones de educación a implementar metodologías de enseñanza a distancia. En el caso específico de los programas de Ingeniería, donde el aprendizaje experimental es un componente esencial en la formación del futuro ingeniero, las propuestas basadas en classrooms “virtuales” no fueron suficientes, dado que es necesario que los estudiantes desarrollen habilidades basadas en la experimentación, manipulación de equipos, recolección y análisis de datos, pero en un entorno real donde están a la merced de factores que usualmente no se consideran en el desarrollo teórico, esto es: ruido ambiental, fallas técnico-mecánicas e incertidumbre en las medidas. Por esto, en la Universidad del Cauca, se realizó una propuesta de formación experimental liderada por talento femenino y soportada en un conjunto de prácticas de laboratorios de mecánica que permita que el estudiante de ingeniería se acerque a un enfoque de experimentación real. La propuesta consistió en el desarrollo de tres sistemas físicos de la mecánica clásica y una plataforma web con interfaz de interacción cliente-servidor para medir, observar y controlar de manera remota cada una de las plantas.

Se organizaron cuatro equipos conformados por estudiantes del programa de Ingeniería Física e Ingeniería en Automática Industrial, los cuales contaron con una notable influencia de mujeres en proceso de formación ingenieril que, inicialmente, lideraron tres de los cuatro equipos. Durante la ejecución de la propuesta, se vislumbra la eliminación de los estereotipos de debilidad o sumisión “imaginario” de la figura femenina frente a la masculina, que frecuentemente resulta muy marcada en ámbitos de tecnología e ingeniería. De acuerdo con la información entregada por las integrantes

de los diferentes equipos, la designación de liderazgo se hizo de manera espontánea, donde por iniciativa propia cada una de las estudiantes tomó la vocería y responsabilidad de organizar las actividades de integración necesarias en sus proyectos, lo cual permitió la correcta comunicación entre todos los integrantes. Uno de los aspectos que enfatizaron las estudiantes, como cualidad a su favor, fue el orden; la presentación clara y concisa de los datos y la responsabilidad por presentar avances en el tiempo estipulado. Desde la opinión de una de ellas, se destaca que esta experiencia la llenó de satisfacción personal al romper estereotipos de la mujer dentro de la rama de la ingeniería, logrando cumplir el objetivo del proyecto a partir del adecuado desempeño de trabajo en equipo.

Palabras clave: brecha de género; gerencia de proyectos; rol femenino

Abstract

The health crisis due to the COVID-19 pandemic led educational institutions to implement distance learning methodologies. In the specific case of engineering programs, where experiential learning is an essential component in the training of the future engineer, proposals based on "virtual" classrooms were not sufficient, since it is necessary for students to develop skills based on experimentation, equipment manipulation, data collection and analysis, but in a real environment where they are at the mercy of factors that are not usually considered in theoretical development, such as: environmental noise, technical-mechanical failures and uncertainty in the measurements. For this reason, at the University of Cauca, a proposal was made for experimental training led by female talent and supported in a set of practices of mechanics laboratories that allows the engineering student to approach a real experimentation approach. The proposal consisted of the development of three physical systems of classical mechanics and a web platform with client-server interaction interface to: measure, observe and remotely control each of the plants.

Four teams were organized made up of students from the Physical Engineering and Industrial Automation Engineering program, which had a notable influence of women in the process of engineering training who, initially, led three of the four teams. During the execution of the proposal, the elimination of stereotypes of weakness or "imaginary" submission of the female figure versus the masculine one, which is often very marked in the fields of technology and engineering, was glimpsed. According to the information provided by the members of the different teams, the leadership designation was made spontaneously, where on their own initiative each of the students took the spokespersonship and responsibility of organizing the necessary integration activities in their projects, which allowed the correct communication between all the members. One of the aspects that the students emphasized, as a quality in their favor, was order; the clear and concise presentation of the data and the responsibility to present progress in the stipulated time. From the opinion of one of them, it is highlighted that this experience filled her with personal satisfaction by breaking stereotypes of women within the engineering branch, achieving the objective of the project from the adequate performance of teamwork.

Keywords: gender gap; project management; female role



1. Introducción

Desde hace varios años se han venido desarrollando investigaciones sobre la escasez del papel femenino en las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por su sigla en inglés) donde los integrantes son mayoritariamente masculinos (González-Palencia, 2016; UNESCO, 2020). Sin embargo, también se viene discutiendo el empoderamiento de las mujeres y el rompimiento de estereotipos que permiten a la mujer asumir con mayor vehemencia carreras tecnológicas, como también diferentes roles de liderazgo en la dirección de proyectos de acuerdo a su nivel de estudios o cargos laborales en cadenas de mando. En este sentido, la situación ha empezado a ser favorable al dar a las mujeres igualdad de oportunidades en carreras STEM lo cual ayuda a reducir la brecha salarial y de género, mejora la seguridad económica de las mujeres, garantiza una fuerza de trabajo diversa y talentosa, y evita los sesgos (UNESCO, 2020; Carretero H. L., 2015). Además, durante los últimos sesenta años se han hecho considerables avances en igualdad de género, sin embargo, la pandemia por COVID-19 provocó en América Latina y el Caribe un retroceso de más de una década en esta área (CEPAL, 2021).

Aunque las mujeres y los hombres tienen la misma capacidad para formarse y ejercer una carrera en ingeniería, las tendencias generales y globales en más de 120 países, muestran una desigualdad entre géneros en la enseñanza de las STEM. En la enseñanza superior, sólo el 35% de los estudiantes matriculados en las carreras vinculadas con las STEM son mujeres. Hoy en día, sólo el 28% de los investigadores del mundo son mujeres (UNESCO, Educación 2030, 2019). De manera análoga, se evidencian valores porcentuales similares en América Latina y el Caribe para los cuales se considera un desempeño relativamente bueno en la cantidad de investigadoras en ciencia y tecnología con una relación de 60% hombres a 40% Mujeres aproximadamente, y para el caso puntual de Colombia se observa un 37% de Mujeres (Bello, ONU, 2020; Lopez-Aguirre, 2019; Carreño y Giraldo, 2017). A nivel local en la Universidad del Cauca se corroboran estas cifras con unos porcentajes aproximados de 60% hombres y 30% mujeres en los programas STEM (Universidad del Cauca, 2021).

Dada la importancia de este tópico en nuestra sociedad, se observa la necesidad de estudiar el desempeño del género femenino en trabajos ingenieriles a partir del desarrollo de proyectos conjuntos empleando la metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP) donde se evidencien las características, roles y las habilidades blandas que presentan las mujeres durante la ejecución de proyectos de ingeniería interdisciplinarios en la Universidad del Cauca. Con el enfoque AOP, los estudiantes que hacen parte del estudio deben ser activos y estar en constante comunicación, actualizando los avances y siendo recursivos para brindar las opciones de trabajo más adecuadas, donde el rol de los profesores es más orientativo, y esto permite que se analice las relaciones entre los dos géneros.

Por lo tanto, en este trabajo se presenta un estudio del desempeño de la mujer en gerencia de proyectos de ingeniería, que aportan significativamente a su proceso de formación ingenieril a nivel de pregrado, por medio de su participación en la concepción, diseño e implementación de un proyecto de Laboratorios Remotos de mecánica durante el segundo semestre de 2020 bajo la metodología de AOP. El cual se realizó por medio de un trabajo interdisciplinario de estudiantes de los cursos de Instrumentación Virtual y Metodología de Proyectos de Ingeniería en Automática



de los programas de Ingeniería Física (PIF) y Automática Industrial (PIAI) de la Universidad del Cauca.

2. Marco Contextual: Proyecto de ingeniería en el marco del aprendizaje orientado a proyectos

En esta propuesta se implementó un sistema de laboratorios de mecánica basado en el control remoto para la configuración de equipos y recolección de datos de tres plantas que describen distintos fenómenos físicos observados en la naturaleza y que, como enfoque de experimentación real, están a la merced del ruido e incertidumbre en las medidas. El propósito de este sistema, apoyado del Internet de las Cosas (IoT, desde sus siglas en inglés) y los dispositivos software y hardware necesarios, es promover prácticas con interacción cliente-servidor que se puedan establecer como alternativas de aprendizaje experimental en una modalidad remota.

2.1 Descripción general del sistema

El sistema se divide en dos capas: La primera corresponde a la capa física donde se encuentra cada planta con su tarjeta integrada, que se conecta al servidor, mediando la interacción a través del flujo de datos de los sensores (distancia, inclinación) y los actuadores (servomotores, sistemas de engranajes). Cada planta cuenta con dispositivos de video entregado en streaming que permiten un monitoreo del sistema y en un mejor grado de inmersión con la práctica experimental. La segunda capa es la denominada capa de interacción, donde el usuario accede con registro previo a la planta remota, mediante herramientas de interfaz gráfica de la página web el usuario puede ingresar variables de entrada, observar el streaming de video de la planta e iniciar o pausar el proceso experimental. Las variables de ingreso y de salida son almacenadas en una base de datos que permite la correcta retroalimentación del sistema. Adicionalmente con los valores capturados se alimentan tablas y gráficos que se despliegan directamente y son enviadas, junto con el video, a los usuarios para el análisis correspondiente.

2.2 Especificaciones de las plantas

Se plantearon tres plantas físicas en el laboratorio de mecánica: (1) movimiento parabólico de proyectiles, (2) caída libre de los cuerpos y (3) sistema masa-resorte.

La primera planta tiene como objetivo reforzar los conocimientos sobre el movimiento acelerado de un proyectil en dos dimensiones. Como variable de entrada se encuentran el valor del ángulo de inclinación del cañón. En variables de salida, el sistema arroja coordenadas vertical y horizontal del proyectil en instantes de tiempo determinados, las coordenadas son establecidas a través de un sistema de visión computacional a través de una cámara convenientemente ubicada (Figura 1).



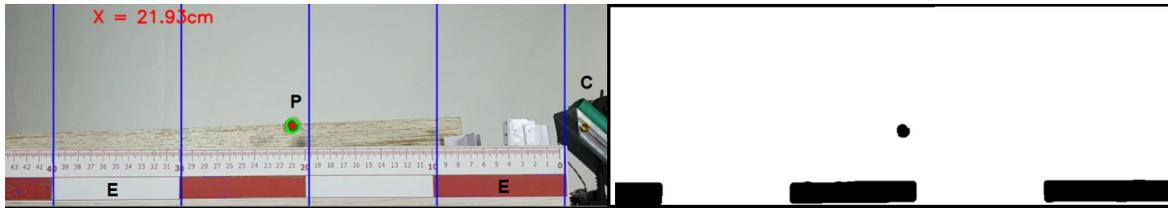


Figura 1. Planta de movimiento parabólico: cañón (C), proyectil en vuelo (P), escalas de referencia (E); a la derecha, segmentación del proyectil y escalas de referencia.

La segunda planta tiene como propósito reforzar los conocimientos sobre el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en una dimensión. La variable de entrada es la posición vertical inicial. El valor de salida es el tiempo que le toma al cuerpo en pasar por determinadas alturas hasta llegar a la superficie horizontal. La tercera planta tiene como fin reforzar los conocimientos sobre la Ley de Hooke y la constante de elasticidad presente. La variable de entrada otorgada por el usuario es la distancia de elongación del resorte dentro del dinamómetro, que brinda también la variable de salida: la fuerza que se ejerce en el resorte; la lectura de este último dato se hace mediante visión computacional.

2.3 Pruebas de funcionamiento

Con respecto a la parte mecánica de cada una de las plantas, el funcionamiento de motores, engranajes, sensores y demás actuadores estuvo dentro de los parámetros deseados después de ciertos ajustes. Por otro lado, las pruebas de comunicación entre la tarjeta integrada y la plataforma web presentaron un excelente comportamiento sin pérdida de datos entre la planta y el servidor, además con un tiempo de procesamiento menor a 0.3 s, permitiendo experimentar retardos mínimos para una interacción fluida.

Para el caso de la primera planta, con la ayuda de un sistema de visión computacional se realizó el análisis de imágenes respectivo, que permitió establecer de una forma muy adecuada las coordenadas del proyectil cuya escena estuvo en un ambiente controlado y en la cual con ayuda de una escala graduada se logró establecer un error de 1.0 cm en la medición, que al ser sistemático se puede controlar en el análisis de datos.

Por otra parte, el *streaming* realizado mediante cámaras IP para monitoreo de cada planta, evidencian un esquema ajustable en tamaño y video de óptima calidad (1280x800 pixeles), pero con latencias de la señal en vivo equivalentes a entre 3 y 8 s de retraso, valores que están en función de la capacidad de subida de la red local empleada, así como de la conexión del cliente que se encuentre en sesión. Finalmente, la integración de las diferentes etapas físicas y lógicas en sus diferentes capas permitió experimentar las funcionalidades de manera fluida y acceder de manera reiterada a las prácticas sin problemas importantes, en cada caso el esquema estaba listo para configurarse y correr el experimento correspondiente.

3. Metodología

Esta investigación está soportada es un estudio cualitativo realizado por medio de la aplicación de un cuestionario estructurado contestado por mujeres y hombres estudiantes de pregrado que



participaron de la actividad académica AOP, donde las mujeres ejercieron la gerencia de los equipos de trabajo. El cuestionario se implementó en línea usando la herramienta Google Forms. A continuación, se explica el alcance y contexto del estudio, búsquedas bibliográficas y desarrollo del instrumento de recolección de información.

Con respecto al alcance de la investigación se usa un enfoque cualitativo ya que se busca comprender las características de interacción propias de una población de estudiantes de pregrado, hombres y mujeres participantes en un proyecto de ingeniería donde el liderazgo de los equipos de trabajo fue ejercido por mujeres. El estudio se soporta en una actividad académica AOP donde los estudiantes debieron diseñar e implementar un laboratorio remoto de prácticas de mecánica. La población consistió de 27 estudiantes, ocho estudiantes del PIF y 19 estudiantes del PIAI del segundo semestre del año 2020 de la Universidad del Cauca, organizados en cuatro equipos interdisciplinarios, así: Planta Caida Libre: cuatro hombres y cuatro mujeres; Planta Ley de Hooke: tres mujeres y siete hombres; Planta Movimiento Parabólico: dos mujeres y un hombre; y Plataforma web: tres mujeres y tres hombres. En cada uno, las actividades de gerencia fueron lideradas por mujeres. Un grupo de cuatro docentes de los dos programas académicos fungieron tanto como clientes y asesores del proyecto.

En cuanto a la búsqueda de material bibliográfico para el presente estudio se aplica la metodología de la revisión sistemática, usando palabras clave relacionadas con la temática de la investigación. Las bases de datos consultadas fueron Scopus y los buscadores Google Scholar y Google, así como páginas de instituciones como DANE y UNESCO. Se tomaron como criterios inclusión-exclusión material bibliográfico tipo artículos científicos, informes técnicos entre los años 2011 y 2021.

El instrumento usado en este estudio es una encuesta estructurada disponible en línea para ser contestada por todos los participantes hombres y mujeres del proyecto de ingeniería. Acorde a la revisión sistemática realizada y particularmente apoyándose en el estudio realizado en (Carreño F. et al, 2017) se organizó un grupo de 24 preguntas clasificadas en tres categorías:

- Aspectos generales de carácter personal y de acuerdo a su programa académico (9 preguntas)
- Trayectoria en gerencia de proyectos en su programa académico (10 preguntas)
- Equipos de trabajo en la iniciativa Laboratorios Remotos de Mecánica (5 preguntas)

4. Resultados

4.1 Aspectos generales de carácter personal y de acuerdo a su programa académico

De acuerdo con los resultados de los 27 estudiantes participantes en el proyecto de los cuales 21 respondieron la encuesta; 42,9% mujeres y 57,1% hombres. Divididos entre los dos programas académicos así: 42,9 % de Ingeniería Física y 57,1 % de Ingeniería en Automática Industrial. El 61,9 % se encontraba en su séptimo semestre de carrera, el restante se reparte entre decimo, noveno y octavo semestres. Sus edades oscilan entre 20 y 26 años, todos sin hijos y no casados. Durante el proyecto el 57,1% permanecieron en la ciudad de Popayán, el resto estuvo en una o



dos ciudades entre los departamentos de Valle, Huila, Nariño y Cauca, una estudiante permaneció en León, México como parte de una pasantía.

Los estudiantes integrantes de los cuatro equipos de trabajo que respondieron las encuestas: 33,3% son de la planta caída libre, 28,6% de ley de Hooke, movimiento parabólico y plataforma web 19% cada uno. El 57,1% manifestó que el rol asignado fue ejecutor(a) de actividades, un 38,1% tanto como líder(esa) y ejecutor(a), finalmente una persona declaró que su rol fue otro (ver figura 2). En cada equipo se asignó una persona responsable, más específicamente tres lideresas y un líder, sin embargo en la encuesta 8 estudiantes (cuatro hombres y cuatro mujeres) expresaron tener roles de líder en sus equipos de trabajo.

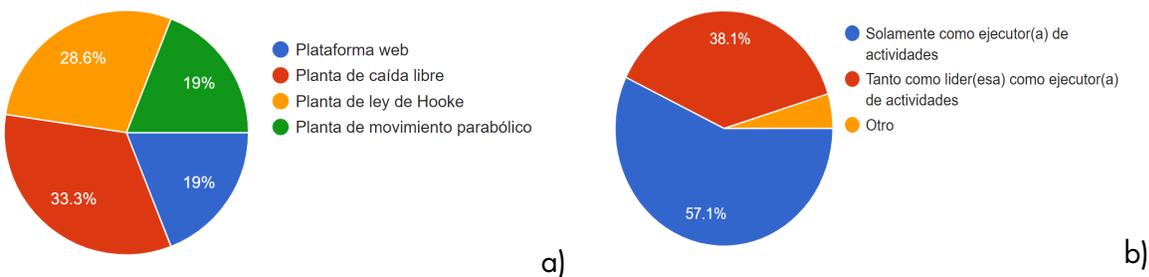


Figura 2. a) Grupos de trabajo b) Roles asignados

4.2 Trayectoria en gerencia de proyectos en su programa académico

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 52,4% de los estudiantes encuestados considera que en promedio por cada semestre académico en sus programas participan en dos proyectos, el porcentaje restante indican que uno, tres, cuatro o que en cada materia tienen un proyecto. De las mujeres consultadas sobre en cuántos de esos proyectos ha liderado el 55,5 % responde que la mayoría de las veces, el 33,3% que dependiendo de las circunstancias ha liderado mientras que solamente una mujer respondió que pocas veces. Contrasta lo anterior, con el 58,3% de los hombres que respondió que pocas veces ha liderado, el 25 % que dice que la mayoría de las veces y solamente dos hombres que dicen que dependiendo de las circunstancias (ver figura 3). El nivel de autoridad que manejaron en la dirección de esos proyectos es alta para el 77,7% para las mujeres y 66,6% para los hombres, el porcentaje restante reportan que mientras lideraron el nivel de autoridad fue de nivel medio.



Figura 3. Proyectos durante la carrera donde se ha liderado el equipo de trabajo.



Consultados si habían recibido previamente formación en gerencia de proyectos el 52,4 % de los consultados afirmó que no, el resto que ya había recibido alguna preparación (33,3%) o estaba tomando un curso en gerencia de proyectos (14,3%). Entre las tres habilidades gerenciales que más destacan las mujeres para ser líderes en su orden están: Comunicación, Toma de decisiones y Liderazgo. Mientras los hombres destacan en primer lugar el Liderazgo, luego la Comunicación y finalmente la Toma de decisiones (ver figura 4). Con respecto a la percepción en sus programas académicos sobre preferencia porque un hombre o mujer lidere un equipo de trabajo, el 76,2% de los estudiantes manifiestan que no existe, el 14,3% indica que si y 9,5% dice que no sabe.

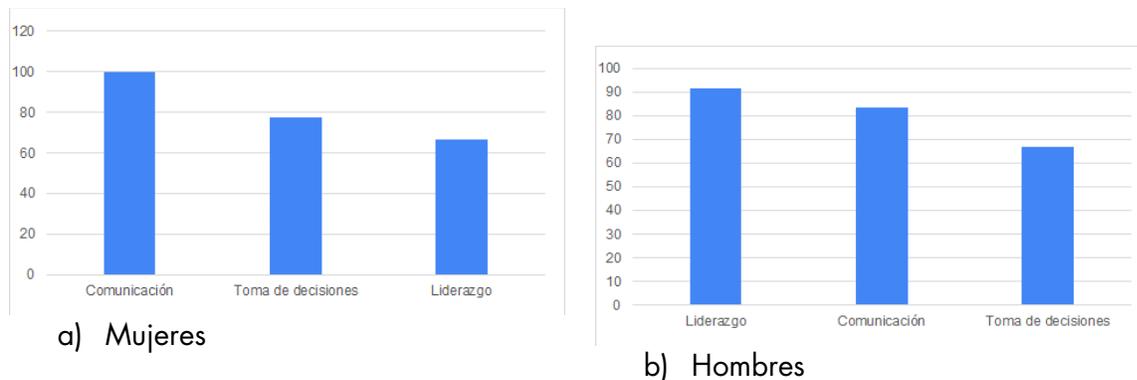


Figura 4. Habilidades gerenciales para liderar el equipo de trabajo

Finalmente, consultados sobre su percepción y experiencia, en sus programas académicos para que, a un Hombre o Mujer, bajo condiciones similares llegue a ocupar la misma posición de líder, le toma el mismo trabajo si es Hombre el 90.5% si es Mujer el 85.7%, solamente el 14,3% de los encuestados responde que le toma más trabajo si es Mujer. En términos de cada género, las mujeres responden con un 88.8% que a los hombres les toma el mismo trabajo (7,2% dice más trabajo), mientras a ellas con un 100% que les toma el mismo trabajo. En este sentido, los hombres responden con un 75% que a las mujeres les toma el mismo trabajo (25% dice más trabajo), mientras a ellos con un 91,6% que les toma el mismo trabajo (8.4% dice menos trabajo).

4.3 Equipos de trabajo en la iniciativa Laboratorios Remotos de Mecánica

A partir de la recopilación de información y análisis de las encuestas en cuanto a conocer diferencias de género en el trabajo conjunto por equipos, roles, competencias o distinción de habilidades específicas dentro del trabajo grupal, se establece la importancia del género femenino dentro de los equipos de trabajo, donde se observa coincidencia entre las mujeres y hombres que indican la no existencia de distinción para la asignación de roles de trabajo, lo cual se realizaba independiente del género, y estaba más en función de las capacidades individuales de liderazgo, de toma de decisiones, motivacionales, de programación, habilidades de ensamble o donde se sintieran más cómodos para aportar al equipo de trabajo como documentar, comunicar o organizar las tareas asignadas. El 66% de las mujeres encuestadas indican que no identificaron diferencias de género durante el desarrollo del trabajo respecto, así como el 100% de hombres encuestados que reflexionaron de igual manera, y presentan admiración y asombro de hacia sus compañeras que muestran cualidades que los ayudan y complementan en el desarrollo; no obstante, una única



persona indica que algún compañero hombre no cumplía con sus labores, sin embargo en la presentación de avances e informes todo funcionaba como un bloque.

Por otro lado, ante el cuestionamiento de conocer si evidenciaron alguna preferencia de género por parte de los asesores o clientes de las plantas planteadas, las mujeres en un 89% indican no haberlo percibido, 11% indicaron que sí; el 67% de los hombres encuestados notaron alguna preferencia sin indicar hacia qué género; lo anterior, muestra que para el 76.2% de la población encuestada no hay preferencia de género. Adicionalmente, se quiso conocer en qué factores hubo mejor desempeño de cada género y se perciben aspectos interesantes en los cuales hay un nivel igual de reconocimiento entre los géneros o algunos donde sobresalen las mujeres o los hombres. Para los encuestados el desempeño del género femenino en temas organizacionales es del 86%, en el cumplimiento de informes fue 95%, solución de conflictos 67%, en las presentaciones de avances fue 95%, para el manejo de costos se evidencia un 62%, y entre otras estadísticas que manejan otros roles se presentaron los siguientes resultados para el género femenino: en el ensamble del hardware un 38%, para la programación 14%, en diseño de interfaces 52% y en el área de simulación u otros diseños se involucran en un 29%. Tanto hombres como mujeres coinciden en sus percepciones hacia sus semejantes sin distinción de género o rasgos que evidencian prejuicios hacia el género femenino o estereotipos para la asignación, desarrollo y ejecución de las tareas dentro de cada equipo.

5. Conclusiones

De acuerdo con la CEPAL, la pandemia por COVID-19 no solo representó dificultades para la enseñanza experimental de la ingeniería, sino que además provocó un retroceso en materia de igualdad de género. Esta propuesta AOP buscó mitigar ambos efectos, ya que durante su ejecución se vislumbró la eliminación de los estereotipos de debilidad o sumisión “imaginario” de la figura femenina frente a la masculina, que frecuentemente resulta marcada en ámbitos STEM. De acuerdo con la información entregada por las integrantes de los diferentes equipos, la designación de liderazgo se hizo de manera espontánea, donde por iniciativa propia cada una de ellas tomó la vocería y responsabilidad de organizar las actividades de integración necesarias en sus proyectos, lo cual permitió la correcta comunicación entre todos los integrantes. Además, las estudiantes enfatizaron, como cualidad a su favor, el orden; la presentación clara y concisa de los datos y la responsabilidad por presentar avances en el tiempo estipulado.

Al dar libertad a los equipos de trabajo para la planeación, estructuración y desarrollo de cada laboratorio, se mostraron iniciativas que surgieron de forma natural donde los roles del género femenino estaban involucrados en todas las fases de ejecución, mostrando en este caso específico de ingeniería Física e Ingeniería Automática Industrial una tendencia global de empoderamiento y papeles de liderazgo dentro de la gestión de un proyectos, lo cual impulsa a pensar que cada vez hay mayor participación activa de la mujer dentro de proyectos que contribuyen a su formación en ingeniería y tecnología.

Las estadísticas muestran que los porcentajes de participación de las mujeres en temas de tecnología como la programación o diseño y simulación, aún se encuentran por debajo de la media



nacional, mostrando posibles faltas de confianza o el impulso para desarrollar este tipo de tareas frente al género masculino, ya que no es por falta de conocimiento o capacidades.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Universidad del Cauca, especialmente al Centro de Gestión de la Calidad y la Acreditación Institucional, quienes financiaron el desarrollo del estudio aquí descrito. Igualmente, es necesario reconocer el trabajo de los estudiantes de los cursos de Instrumentación Virtual y Metodología de Proyecto de Ingeniería en Automática, de los programas de Ingeniería Física e Ingeniería en Automática Industrial de la Universidad del Cauca del segundo semestre del año 2020.

7. Referencias

- Carreño F., Vargas A. y Giraldo G. (2017). Caracterización del rol actual de la mujer en la gerencia de proyectos en Colombia. Revista EAN (Escuela de Administración y Negocios), No.83, pp. 93-117. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1823>.
- Carretero H. L, (2015). Plan de igualdad de oportunidades en una empresa de ingeniería de Proyectos. Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Cartagena, pp 5-10 (Trabajo de fin de grado)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL (2021). La autonomía económica de las mujeres en la recuperación sostenible y con igualdad. Consultado el 20 de mayo de 2021 en: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46633/S2000740_es.pdf.
- González-Palencia J. R., Jiménez F. Carmen (2016). La brecha de género en la educación tecnológica. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Vol. 24, No. 92, pp. 743-771.
- Lopez-Aguirre C, (2019). Women in Latin American science: gender parity in the twenty-first century and prospects for a postwar Colombia. Tapuya: Latin American Science, Technology and Society, Vol. 2, Issue 1. pp 356-377. <https://doi.org/10.1080/25729861.2019.1621538>.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016, mayo). Matrículas en Educación Superior - Colombia 2015. Consultado el 2 de mayo de 2017 en: <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-350451.html>
- UNESCO, Educación 2030 (2019), Descifrar el código:La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), ISBN: 978-92-3-100233-5, pp 11, 17-35.
- UNESCO. (2020, septiembre). Informe: Las mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en América Latina y El Caribe. Consultado el 30 de Mayo de 2021 en <https://es.unesco.org/news/mas-mujeres-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-mejorar-desarrollo-economico-region>
- Universidad del Cauca (2021), Unicauca en cifras. consultado el 10 de junio de 2021 en <https://www.unicauca.edu.co/versionP/node/20072>

Sobre los autores

- **Nataly Vidal:** Estudiante del programa de Ingeniería Física de la Universidad del Cauca. natalyvidal@unicauca.edu.co.



- **Rommel Stiward Prieto:** Estudiante del programa de Ingeniería Física de la Universidad del Cauca. stiwardprieto@unicauca.edu.co.
- **Juan Fernando Flórez:** Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Magister en Electrónica, Profesor titular departamento de Electrónica, Instrumentación y Control. Grupo en Automática Industrial. jflorez@unicauca.edu.co.
- **Leonairo Pencue:** Ingeniero Físico, Profesor Titular del Departamento de Física de la Universidad del Cauca. Grupos de Investigación en Óptica y Láser y en Ciencias Ambientales. leonairo@unicauca.edu.co.
- **Carlos Felipe Ordóñez:** Ingeniero Físico, Máster en Ciencias Físicas, Profesor Titular del Departamento de Física de la Universidad del Cauca. cfordonez@unicauca.edu.co.
- **Miguel Corchuelo:** Licenciado en Física y Electrónica, especialista en Aprendizaje Autónomo, Doctorado en Ciencias de la Educación, Profesor Titular del Departamento de Física de la Universidad del Cauca, Grupo CYTEMA. micorcho@unicauca.edu.co
- **Rubiel Vargas Cañas:** Ingeniero de Sistemas, PhD en Ingeniería Biomédica, City University, Londres - Reino Unido. Profesor titular del Departamento de Física, Universidad del Cauca - Colombia. rubiel@unicauca.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

