

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



GENDER BIASES IN PROFESSIONS: A MACHINE LEARNING – POWERED SEARCH ENGINES ANALYSIS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Nicolas Alejandro Tirado Vilela

Código 20181885

Adriana Maemi Ueunten Acevedo

Código 20181929

Asesor

Marcos Fernando Ruiz Ruiz

Lima – Perú

Noviembre de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

Gender Biases in Professions. A Machine Learning – Powered Search Engines Analysis

Autor(es)

20181885@aloe.ulima.edu.pe

20181929@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: El Machine Learning está adquiriendo cada vez más relevancia en la vida de las personas, pero cuando sus resultados reflejan sesgos sostenidos en prejuicios arraigados a la sociedad, el bienestar psicológico de múltiples grupos vulnerables puede verse afectado. Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo determinar si existen sesgos de género en los algoritmos de motores de búsqueda de imágenes que utilizan Machine Learning. El estudio consistió en la búsqueda de diversas profesiones en Google, DuckDuckGo y Yandex. Utilizando técnicas de web scraping, se recuperó una muestra de imágenes para cada profesión seleccionada y motor de búsqueda. Posteriormente, las imágenes se clasificaron manualmente por género y mediante una serie de análisis estadísticos y cálculo de indicadores se comprobaron sesgos en la representación de cada género. Los análisis consistieron en una comparación de resultados entre los motores de búsqueda, cálculo de la media, desviación estándar y coeficiente de variación, análisis de intervalos de confianza, análisis de regresión logística y una prueba de Chi-Cuadrado. Se descubrió una fuerte asociación entre los hombres y los puestos de liderazgo o las profesiones STEM, mientras que las mujeres predominan en profesiones tradicionalmente asociadas a valores de cuidado y crianza (docencia, enfermería). Por ejemplo, se encontró que el 100% de los resultados de búsqueda para secretarías y enfermeras en Yandex son mujeres, mientras que el 94% de los resultados para ingenieros son hombres. Estadísticas similares se encontraron en DuckDuckGo, donde el 96% de los resultados para matemáticos eran hombres, y en Google, donde el 73% de los resultados para docentes eran mujeres. Estos hallazgos revelan manifestaciones de los prejuicios de género en la sociedad contemporánea y su potencial para afectar el acceso a determinadas profesiones.

Palabras Clave: Diversidad, sesgos de género, machine learning, profesiones, motores de búsqueda.

Abstract: Machine learning is becoming increasingly important and pervasive in people's lives, yet when its conclusions reflect biases that support ingrained prejudices in society, many vulnerable groups' psychological wellbeing may be impacted. To investigate if gender biases exist in image search engine algorithms that use machine learning, the study focuses on occupations. To do this, searches for various professions were run on Google, DuckDuckGo, and Yandex. Using web scraping techniques, a sample of images was retrieved for each selected profession and search engine. The images were then manually classified by gender, and statistical indicators and analyses were computed to detect potential biases in the representation of each gender. This analysis included a comparison between search engines, the calculation of mean, standard deviation, and coefficient of variation, a confidence interval analysis, a logistic regression analysis, and a Chi-Square test. It was discovered that there is a strong association between men and leadership positions or STEM professions, while women are predominantly portrayed in traditionally female-associated professions. For instance, it was discovered that 100% of the search results for secretaries and nurses in Yandex are female, meanwhile 94% of the search results for engineers are male. Similar statistics may be found on DuckDuckGo, where 96% of results for mathematicians were men, and on Google, where 73% of results for teachers were women. These findings illuminate novel manifestations of gender prejudices in contemporary society and their potential to affect access to particular professions.

Keywords: Diversity, gender biases, machine learning, professions, search engines

Línea de investigación IDIC – ULIMA: Derechos, Estado y Democracia (Género)

Área y Sub-áreas de Investigación: Ingeniería de la información

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación: Igualdad de género (5), Trabajo decente y crecimiento económico (8), Industria, Innovación e Infraestructura (9) y Reducción de las desigualdades (10).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio aborda cómo los sesgos en los resultados de búsqueda de imágenes pueden influir en la representación de género en diferentes ocupaciones. Se observa que los motores de búsqueda tienden a asociar ciertas profesiones con un género específico: los hombres con profesiones de liderazgo y STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), y las mujeres con roles tradicionalmente considerados femeninos, como enfermería, secretariado y docencia. Esta representación desequilibrada podría reforzar estereotipos y limitar las oportunidades de desarrollo profesional para las mujeres, afectando su bienestar psicológico, económico y social.

Los estudios previos indican que los modelos de machine learning pueden perpetuar los prejuicios sociales existentes. Según Harvard Business Review (2021), los algoritmos de procesamiento de lenguaje natural asocian términos como "doctor" con el género masculino y "enfermera" con el femenino, lo que refleja y refuerza estereotipos tradicionales. Booth et al. (2021) sostienen que estos sesgos no solo provienen de los datos de entrenamiento, sino también de las decisiones de diseño tomadas por los desarrolladores de los modelos, lo que contribuye a una representación sesgada en las aplicaciones de IA. Por su parte, Otterbacher et al. (2018) encontraron que los resultados de búsqueda de imágenes influyen significativamente en la percepción de las personas, ya que los usuarios confían en estos resultados como imparciales y precisos, perpetuando así los prejuicios de género. Finalmente, Gutierrez (2021) demostró que en búsquedas como "CEO", solo el 8% de los resultados mostraban a mujeres, evidenciando una subrepresentación significativa de este género en posiciones de liderazgo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de abordar y corregir los sesgos de género en los algoritmos de búsqueda para evitar la reafirmación de estereotipos y promover una representación más equitativa.

OBJETIVOS

Objetivo General:

El objetivo general del estudio es analizar la presencia de sesgos de género en los resultados de búsqueda de imágenes de profesiones en motores de búsqueda que utilizan algoritmos de machine learning, como Google, DuckDuckGo y Yandex, para determinar cómo estas representaciones visuales pueden perpetuar estereotipos de género en diversas ocupaciones.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar la representación de género en las imágenes obtenidas de los motores de búsqueda para diferentes profesiones, comparando la proporción de hombres y mujeres en cada caso.
2. Comparar los sesgos de género entre diferentes motores de búsqueda, identificando cuál de ellos presenta una mayor o menor tendencia a favorecer un género específico en la representación de ciertas profesiones.
3. Realizar análisis estadísticos, como pruebas de coeficiente de variación, intervalos de confianza, regresión logística, chi cuadrado para cuantificar la magnitud del sesgo de género en las profesiones estudiadas.

JUSTIFICACIÓN

Relevancia Teórica

El artículo contribuye de manera significativa a la literatura existente sobre sesgos de género en algoritmos de machine learning y motores de búsqueda. Aporta un enfoque innovador al explorar cómo los resultados de búsqueda de imágenes, un ámbito menos estudiado en comparación con el procesamiento del lenguaje natural, pueden perpetuar estereotipos de género y afectar la percepción pública de las profesiones. Este análisis es crucial para entender las implicaciones de los sesgos en la inteligencia artificial y cómo estos pueden influir en la formación de creencias y actitudes en la sociedad.

Relevancia Técnica

Desde un punto de vista técnico, el estudio utiliza técnicas avanzadas de web scraping, clasificación manual y análisis estadístico para evaluar los sesgos de género en los resultados de búsqueda de imágenes. Esto no solo contribuye al desarrollo de metodologías robustas para la detección y

cuantificación de sesgos en sistemas de inteligencia artificial, sino que también sugiere mejoras en los algoritmos de búsqueda para evitar la propagación de prejuicios. La propuesta podría guiar la implementación de algoritmos más equitativos y neutrales en futuras aplicaciones tecnológicas.

Relevancia Económica

La perpetuación de estereotipos de género a través de algoritmos de búsqueda puede tener implicaciones económicas significativas. Al reforzar roles tradicionales, se limitan las oportunidades de empleo y ascenso para mujeres en profesiones mejor remuneradas, como las relacionadas con STEM y liderazgo, mientras que se sobrerrepresenta a las mujeres en trabajos tradicionalmente feminizados, que tienden a estar peor remunerados. Un mejor entendimiento de estos sesgos contribuirá a crear políticas más justas y a fomentar la igualdad de oportunidades en el ámbito laboral, promoviendo un crecimiento económico inclusivo.

Relevancia Social

El impacto social del proyecto es considerable, ya que aborda la reproducción de estereotipos de género que pueden influir en las elecciones profesionales y en la percepción de capacidades de los individuos. Al visibilizar estos sesgos y proponer soluciones, el estudio busca promover la igualdad de género y contribuir a la eliminación de barreras invisibles que afectan tanto a hombres como a mujeres. Además, al reducir la influencia de estos estereotipos en los motores de búsqueda, se promueve un entorno más equitativo y representativo.

Relevancia Metodológica

Metodológicamente, el estudio aporta una nueva forma de evaluar los sesgos de género utilizando datos de búsqueda de imágenes en múltiples motores de búsqueda, lo cual es innovador y replicable en otros contextos y para otras variables demográficas. Esto establece un precedente para futuras investigaciones que busquen analizar y mitigar sesgos en otros tipos de datos y aplicaciones de inteligencia artificial.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

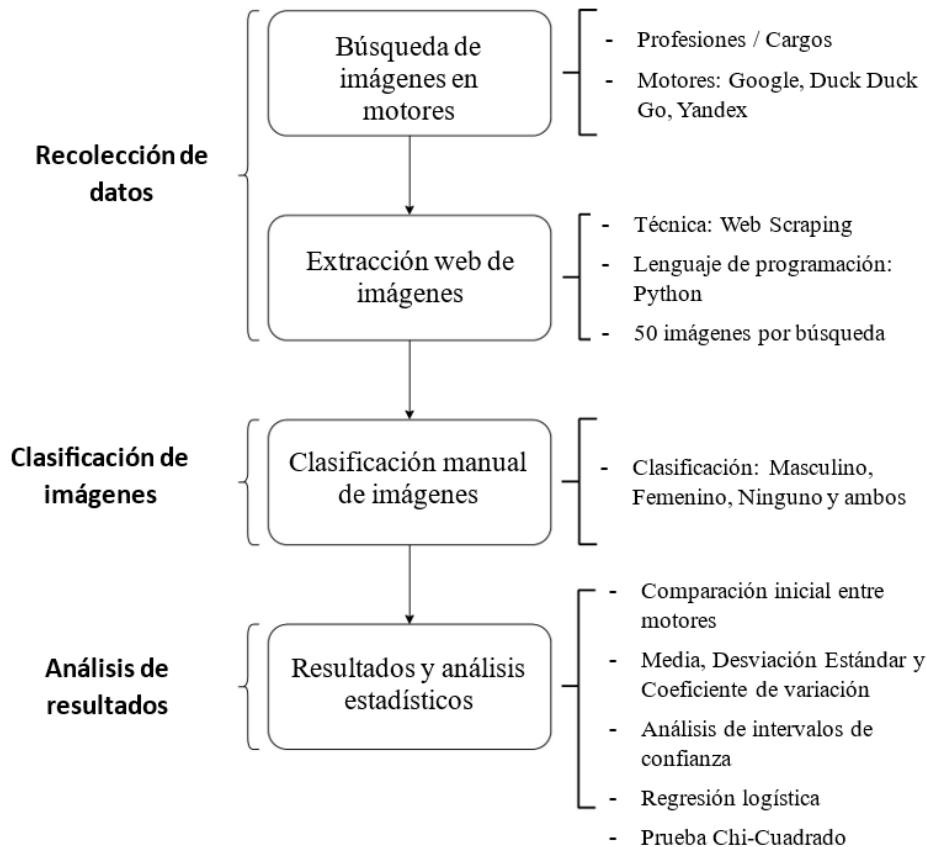
1. **Igualdad de Género (ODS 5):** El proyecto se alinea directamente con el ODS 5 al abordar y visibilizar los sesgos de género en los motores de búsqueda, herramientas que influyen en la percepción pública y en las decisiones individuales. Al identificar y proponer soluciones para estos sesgos, se fomenta la igualdad de oportunidades y se lucha contra la discriminación en todos los ámbitos de la vida.
2. **Trabajo Decente y Crecimiento Económico (ODS 8):** Al reducir la influencia de sesgos de género en la percepción de profesiones, se facilita un acceso más equitativo a empleos bien remunerados y en sectores tradicionalmente dominados por hombres. Esto puede incentivar a más mujeres a ingresar a profesiones en STEM y liderazgo, promoviendo un crecimiento económico inclusivo y sostenible.
3. **Reducción de las Desigualdades (ODS 10):** El proyecto contribuye a este objetivo al exponer y abordar cómo los sesgos de género en los motores de búsqueda pueden exacerbar las desigualdades existentes. Al proponer estrategias para corregir estos sesgos, se promueve un entorno más equitativo en el acceso a la información y en las oportunidades de desarrollo personal y profesional.

HIPÓTESIS (Si aplica)

No aplica

DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio es de tipo no experimental, de enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-correlacional. Se dividió en las siguientes tres etapas: recolección de datos, clasificación de imágenes según el género representado y análisis de resultados. Google Imágenes, DuckDuckGo y Yandex fueron los motores de búsqueda seleccionados. El siguiente diagrama muestra gráficamente el procedimiento metodológico.



Restricciones y Limitaciones

1. Restricciones:

- **Acceso a Datos:** La recolección de datos depende de la disponibilidad de imágenes en los motores de búsqueda y de las limitaciones impuestas por estos motores para el uso de técnicas de scraping.
- **Clasificación Manual:** La clasificación de género es un proceso manual que puede estar sujeto a errores humanos y percepciones subjetivas.
- **Lenguaje Utilizado en las Búsquedas:** La investigación se realizó utilizando términos en inglés debido a su neutralidad de género. Esto puede limitar la aplicabilidad de los resultados a otros idiomas y contextos culturales.

2. Limitaciones:

- **Generalización de Resultados:** Los resultados obtenidos se limitan a las profesiones y motores de búsqueda específicos estudiados, por lo que no pueden generalizarse a todos los términos de búsqueda o plataformas.
- **Actualización de Algoritmos:** Los motores de búsqueda actualizan frecuentemente sus algoritmos, por lo que los resultados pueden variar con el tiempo y no reflejar el estado actual de los sesgos.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima por su apoyo durante todo el proyecto

REFERENCIAS

- 2000 Carreras. (2021). ¿Cuánto gana un Enfermero al mes en 2021? <https://bit.ly/3BL6w6g>
- Aleyani, S. (2021). Detection and evaluation of machine learning bias. *Applied Sciences*, 11(14), 1-17. <https://doi.org/10.3390/app11146271>
- American Andragogy University. (2021). ¿Cuánto gana un Ingeniero Civil en Latinoamérica 2024? <https://bit.ly/3Mt2jJn>
- Amodio, D., & Vlasceanu, M. (2022). Propagation of societal gender inequality by internet search algorithms. *Psychological and Cognitive Sciences*, 119(29), 1-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.2204529119>
- Bloomberg. (2022). Cuánto ganarán los gerentes de grandes empresas en LatAm en 2022. <https://bit.ly/3WsYpVs>
- Booth, B. M., Hickman, L., Subburaj, S. K., Tay, L., Woo, S. E., & D'Mello, S. K. (2021). Bias and fairness in multimodal machine learning: A case study of automated video interviews. En *Proceedings of the 2021 International Conference on Multimodal Interaction* (pp. 268-277). <https://doi.org/10.1145/3195570.3195580>
- Celis, E., & Keswani, V. (2020). Implicit diversity in image summarization. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 4(139), 1-28. <https://doi.org/10.1145/3415210>
- Colorado State University. (2023). What is Artificial Intelligence? <https://bit.ly/3P4yRvy>
- Dastin, J. (2018). Insight - Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. <https://bit.ly/3VEIXWW>
- En el Extranjero. (2023). ¿Cuánto gana en promedio un abogado en Perú? <https://bit.ly/3BNXIfE>
- Epstein, R., Robertson, R., Lazer, D., & Wilson, C. (2017). Suppressing the search engine manipulation effect (SEME). *ACM on Human-Computer Interaction*, 1(42), 1-22. <https://doi.org/10.1145/3134677>
- Feldman, T., & Peake, A. (2021). End-to-end bias mitigation: Removing gender bias in deep learning. Cornell University, 1-9. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.02532>
- Flanagin, A., Metzger, M., Pure, R., Markov, A., & Hartsell, E. (2014). Mitigating risk in ecommerce transactions: Perceptions of information credibility and the role of user-generated ratings in product quality and purchase intention. *Electronic Commerce Research*, 14, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10660-014-9139-2>
- Gerdeman, D. (2019). How Gender Stereotypes Kill a Woman's Self-Confidence. <https://bit.ly/3B57xWa>
- Gutierrez, M. (2021). Algorithmic gender bias and audiovisual data: A research agenda. *International Journal of Communication*, 15, 439-461. <https://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/14906/3333>
- Harvard Business Review. (2021). Algorithmic Bias in Health Care Exacerbates Social Inequities — How to Prevent It. <https://bit.ly/3ph4tng>
- Howard, A., & Borenstein, J. (2021). The ugly truth about ourselves and our robot creations: The problem of bias and social inequity. *Science and Engineering Ethics*, 24, 1521-1536. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9975-2>
- IBM. (2022). What is machine learning (ML)? <https://bit.ly/3M4EVCY>
- Inetasia. (s.f.). The importance of search engines. <https://www.inetasia.com/resources/articles-the-importance-of-search-engines.html>
- Instituto de Altos Estudios de Derecho. (2021). Conozca el salario mínimo de profesores en América Latina. <https://bit.ly/3MKqMuO>
- Leavy, S. (2018). Gender bias in artificial intelligence: The need for diversity and gender theory in machine learning. *University College Dublin*, 14-16. <https://doi.org/10.1145/3195570.3195580>
- Lemoine, B., Mitchell, M., & Hu, B. (2018). Mitigating unwanted biases with adversarial learning. *Artificial Intelligence for the Earth Systems*, 335-340. <https://doi.org/10.1145/3278721.3278779>
- Makhortykh, M., Urman, A., & Ulloa, R. (2021). Detecting race and gender bias in visual representation of AI on web search engines. *Advances in bias and fairness in information retrieval* (pp. 36-50). https://doi.org/10.1007/978-3-030-78818-6_5
- Metz, R. (2019). AI software defines people as male or female. That's a problem. <https://bit.ly/42tRNHC>
- Otterbacher, J., Checco, A., Demartini, G., & Clough, P. (2018). Investigating user perception of gender bias in image search: The role of sexism. *Proceedings of the 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval* (pp. 933-936). <https://doi.org/10.1145/3209978.3210094>
- Pothen, A. (2021). Artificial intelligence and its increasing importance. En Karthikeyan, J., Ting Su Hie, & Ng Yu Jin (Eds.), *Learning outcomes of classroom research** (pp. 74-81). https://www.researchgate.net/publication/358058444_Artificial_Intelligence_and_its_Increasing_Importance

- Reich-Stiebert, N., & Eyszel, F. (2017). (Ir)relevance of gender? On the influence of gender stereotypes on learning with a robot. *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 166-176). <https://doi.org/10.1145/2909824.3020242>
- Ruiz-Ruiz, M. F., Noriega-Aranibar, M. T., & Pease-Dreibelbis, M. A. (2021). Brecha de género en la graduación de ingenieras industriales peruanas. *Revista De Ciencias Sociales*, 27(4), 341-360. <https://doi.org/10.31876/rsc.v27i4.37277>
- Seneviratne. (2022). Are Women Reaching Parity with Men in STEM? <https://bit.ly/3B00SwC>
- Shrestha, S., & Das, S. (2022). Exploring gender biases in ML and AI academic research through systematic literature review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 976838. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.976838>
- Singh, V. K., Chayko, M., Inamdar, R., & Floegel, D. (2019). Female librarians and male computer programmers? Gender bias in occupational images on digital media platforms. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 71(11), 1281-1294. <https://doi.org/10.1002/asi.24335>
- Smith, G., & Rustagi, I. (2021). When Good Algorithms Go Sexist: Why and How to Advance AI Gender Equity. <https://bit.ly/41gUknX>
- Tatman, R. (2016). <https://bit.ly/3nHjD4P>
- Thelwall, M. (2017). Gender bias in sentiment analysis. **Online Information Review*, 42(1), 45-57. <https://doi.org/10.1108/OIR-05-2017-0139>
- Van Haren, J., & Wijnhoven, F. (2021). Search engine bias. *Frontiers in Big Data*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fdata.2021.622106>
- Vandana, V., & Singh, D. (2020). A review on the significance of machine learning for data analysis in big data. *Jordanian Journal of Computers and Information Technology*, 6(6), 41-57. <https://doi.org/10.5455/jjcit.71-1564729835>
- Walls, D. (2021). The responsibility of engineers: Decouple engineering and oppression. *International Journal of Engineering, Social Justice and Peace*, 8(2), 86-116. <https://doi.org/10.24908/ijesjp.v8i2.10743>
- Zhao, B. (2017). Web scraping. En *Encyclopedia of big data* (pp. 1-3). https://doi.org/10.1007/978-3-319-32001-4_483-1

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Gender Biases in Professions. A Machine Learning – Powered Search Engines Analysis
- **Autores:** Nicolás Alejandro Tirado Vilela y Adriana Maemi Ueunten Acevedo
- **Co autor(es):** Marcos Fernando Ruiz Ruiz y Wilfredo Yushimito

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** International Journal of Engineering Trends and Technology
- **Volumen:** 72
- **Número:** 9
- **Año:** 2024
- **Pp:** 367 - 383
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I9P134>





5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Grupos de coincidencias


-  **14 Sin cita o referencia 5%**
Coincidencias sin una citación ni comillas en el texto
-  **0 Faltan citas 0%**
Coincidencias que siguen siendo muy similar a la materia fuente
-  **0 Falta referencia 0%**
Las coincidencias tienen comillas, pero no una citación correcta en el texto
-  **0 Con comillas y referencia 0%**
Coincidencias de citación en el texto, pero sin comillas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
98 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.