

Desempeño de los y las estudiantes de la Facultad de Ingeniería en las asignaturas de matemáticas y programación de computadores

Tatiana Moreno Melo¹, Jenny Marcela Vega Herrera², Jesús H. Camacho-Tamayo³ y María Alejandra Guzmán Pardo⁴

tmorenom@unal.edu.co¹, jmvegah@unal.edu.co², jhcamachot@unal.edu.co³, maguzmanp@unal.edu.co⁴
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN: La brecha de género en la participación de estudiantes de pregrado matriculados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia durante los últimos 7 se encuentra entre 60.4% y 63.4%. Para el período académico de 2020-2S, se observó una disminución del 7.3% en este porcentaje en la base de datos de los estudiantes egresados de la Facultad. Además, se evidencia una mayor tasa de reprobación por parte de los hombres en las 3 asignaturas analizadas (cálculo diferencial, álgebra lineal y programación de computadores), con una diferencia menos marcada en el curso de cálculo diferencial. También, se presenta una mayor probabilidad de reprobación por parte de los hombres en todos los períodos académicos, en comparación con las mujeres, a excepción de 2017-1S. Igualmente, se destaca que en el periodo analizado y para las tres asignaturas, el porcentaje de las estudiantes de la Facultad que reprobaban las asignaturas es inferior al porcentaje de estudiantes hombres; en este artículo se confirmó que el género es un factor determinante en el desempeño de los y las estudiantes de una carrera STEM.

Palabras clave: Brecha de género, tasa de reprobación, STEM, calificación.

I. INTRODUCCIÓN

La participación y formación universitaria de las mujeres en Colombia inicia en el año 1874 a partir del decreto 356 con el fin de formar a las estudiantes de escuelas normales femeninas, luego a través del decreto 1972 de 1933 [1] se reglamenta la inclusión de la mujer en la educación superior. Gracias a las políticas que surgieron en el siglo XIX se construyó un plan de gobierno, así fue como en 1842, el presidente Mariano Ospina Rodríguez elaboró un plan de reforma educativa con el fin de que la brecha entre estudiantes de distinto género se empezará a reducir [2]. Desde 1850, se empieza a mostrar interés por los derechos fundamentales de las mujeres, logrando que la población masculina de esa época considerara la importancia de que las mujeres mejoren su educación para el progreso del país. Con el reconocimiento dispuesto en la constitución política de 1991, donde se consagran importantes normas a favor de

los derechos y la igualdad entre mujeres y hombres, se favoreció la participación de mujeres en la educación superior.

El Sistema Nacional de Información de Educación superior (SNIES) muestra que en las cifras para los últimos años reflejan un aumento en la cantidad de mujeres que se graduaron, para el año 2020 y 2019 de un total de 449923 y 284093 egresados respectivamente, el 56% fueron mujeres.

De igual manera, el Ministerio de Educación informa que las carreras con mayor participación tradicionalmente femenina en los programas con mayor demanda en Colombia son Administración de empresas, Contaduría pública, Derecho, Psicología y Medicina con una participación del 87% y el 13% restante pertenecen a carreras STEM (acrónimo en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), donde también se menciona que la brecha de género resulta en un 30%. La Unesco menciona que sólo el 30% de las mujeres escogen áreas pertenecientes a carreras STEM [3].

Sin duda, cifras como las mostradas anteriormente hacen que distintos sectores relacionados con la educación en todos sus niveles, no sólo se la educación superior se preocupe por la participación de las niñas y mujeres en la Ingeniería. La asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) en marzo de 2021, llevó a cabo un conversatorio con el tema: *La participación de las mujeres en la ingeniería, aporte fundamental para el desarrollo*, allí se habló de la importancia de lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas, cómo se menciona en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 5 [4]. Allí mismo difieren, que una de las principales medidas es que se debe romper los estereotipos y tradiciones sociales, culturales e institucionales, que han sido una de las causas por las cuales las mujeres no ingresan a programas donde la participación del género masculino es mayor, al ser un “mundo de hombres” el cual asigna a las mujeres roles estereotipados de cuidado.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (2021), da razón a lo mencionado en el conversatorio, discutiendo que si bien es un desafío disminuir la brecha que se ha causado

por esta falta de estrategias de inclusión, se mantiene un examen reflexivo de las condiciones e incompatibilidades, llevando a un minucioso estudio para comprender la relación de género y los resultados en Instituciones de Educación Superior (IES), enfocados no sólo en el ODS 5, sino en el número 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos[3].

La poca representación de la mujer en las áreas científicas y tecnológicas influye en la incursión de nuevas mujeres en estas áreas. Para lograr la equidad en el desarrollo de competencias en STEM se debe promover y visibilizar estas áreas a las jóvenes desde antes de elegir una carrera universitaria [5].

Lo anterior puede llevar a pensar que incrementaron las ventajas para las mujeres en su formación profesional, sin embargo, el impacto de la pandemia de COVID-19 y sus repercusiones en la salud, economía, la protección social agravó la situación simplemente en virtud de su género [5].

Este proyecto tiene como objetivo analizar el desempeño académico en estudiantes mujeres y estudiantes hombres de los programas de pregrado de la Facultad de Ingeniería en las asignaturas distintas asignaturas del componente de fundamentación.

Por ello se formula la siguiente pregunta ¿Cómo es el desempeño de estudiantes hombres y estudiantes mujeres en distintas asignaturas del componente de fundamentación?

II. METODOLOGÍA

Los datos analizados fueron proporcionados por la Unidad de Apoyo a los procesos de Autoevaluación y Acreditación (UAPA) basados del Sistema Institucional de información Académica, haciendo uso de la base de datos de estudiantes matriculados y el listado de asignaturas cursadas por los estudiantes y egresados.

La información analizada incluyó 27098 registros de los cursos de álgebra lineal, cálculo diferencial y programación de computadores inscritos por 9137 estudiantes matriculados en los programas curriculares de pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, en los periodos de 2015-1S y 2021-2S.

Inicialmente se realizó la consolidación de los datos a analizar en una única base de datos. Haciendo uso de la herramienta Excel se comparó la información a través de una tabla dinámica, con el fin de categorizar los datos por género (femenino, masculino) y semestres académicos obteniendo el número de estudiantes matriculados y egresados por cada una de las categorías mencionadas.

Una vez se obtuvo la cantidad de estudiantes matriculados y egresados discriminados por las categorías, se calculó el porcentaje por género en cada uno de los períodos.

Posteriormente, se aplicó la diferencia entre estos datos, para obtener la brecha de género como se presenta a continuación:

$$Brecha M - F = \%M - \%F$$

$$\text{Donde; } \%M = (M * 100)/total$$

$$\text{Donde; } \%F = (F * 100)/total$$

La tasa de reprobación se calculó como la proporción de estudiantes que obtuvieron una calificación <3.0 frente al total de estudiantes que finalizaron la asignatura en el período académico.

Finalmente, para conocer la probabilidad de perder las asignaturas de álgebra lineal, cálculo diferencial y programación de computadores, de acuerdo con el género, se recurrió a la regla de Bayes que viene dada por:

$$P(B) = \frac{P(A_i)P(A_i)}{P(B|A_n)P(A_n)}$$

Donde:

$$A = 'Aprobar', 'Reprobar'$$

$$B^* = \text{Hombre, Mujer}^*$$

*Según el análisis que se quiera realizar

Para obtener la probabilidad de obtener una calificación se realizó una prueba de Shapiro-Wilks para verificar la normalidad de las calificaciones en el software R. A un nivel de significancia del 0,05 se obtuvo un p-valor de 0.54, confirmando la normalidad de los datos. Los datos fueron agrupados por períodos según 3 momentos: Momento 1 – normalidad académica: 2015-2017, momento 2 – anormalidad académica asociada a manifestaciones sociales que ocurrieron en el país: 2018 - 2019 y momento 3- Pandemia: 2020-2021.

III. RESULTADOS

Se observa que la brecha se mantiene en un rango de 60.4% - 64.1% para los 7 años presentados. En el momento 3 se observa que este porcentaje fue menor en relación con los otros dos momentos.

TABLA 1. BRECHA DE GÉNERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA (2015 - 2021).

A. Momento 1 (2015-2017)

SEXO	2015-1S	2015-2S	2016-1S	2016-2S	2017-1S	2017-2S
F	1196	1213	1214	1239	1242	1234
M	5470	5408	5381	5360	5307	5350
Total, general	6666	6621	6595	6599	6549	6584
%F	17.9	18.3	18.4	18.8	19.0	18.7
%M	82.1	81.7	81.6	81.2	81.0	81.3
Brecha M-F	64.1	63.4	63.2	62.4	62.1	62.5

B. Momento 2 (2018-2019)

SEXO	2018-1S	2018-2S	2019-1S	2019-2S
F	1238	1241	1236	1271
M	5316	5400	5323	5317
Total, general	6554	6641	6559	6588
%F	18.9	18.7	18.8	19.3
%M	81.1	81.3	81.2	80.7
Brecha M-F	62.2	62.6	62.3	61.4

C. Momento 3 (2020-2021)

SEXO	2020-1S	2020-2S	2021-1S
F	1323	1350	1434
M	5457	5470	5811
Total, general	6780	6820	7245
%F	19.5	19.8	19.8
%M	80.5	80.2	80.2
Brecha M-F	61.0	60.4	60.4

* hombres (M) y mujeres(F)

En la Tabla 2, se presenta la brecha para el caso de egresos en la Facultad de Ingeniería, teniendo en cuenta los mismos momentos mencionados anteriormente. La brecha tiene la misma tendencia de los datos de matriculados en la Facultad, en algunos períodos académicos como en el 2020-2S (momento 3 – Tabla 2 (C)) la brecha disminuye en un 7.3%.

TABLA 2. BRECHA DE GÉNERO AL EGRESAR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA (2015 - 2021).

A. Momento 1 (2015-2017)

SEXO	2015-1S	2015-2S	2016-1S	2016-2S	2017-1S	2017-2S
F	70	85	88	84	96	76
M	315	329	330	336	324	336
Total, general	385	414	418	420	420	412
%F	18.2	22.1	22.9	21.8	24.9	19.7
%M	81.8	85.5	85.7	87.3	84.2	87.3
Brecha M-F	63.6	63.4	62.9	65.5	59.2	67.5

B. Momento 2 (2018-2019)

SEXO	2018-1S	2018-2S	2019-1S	2019-2S
F	77	71	79	78
M	299	324	297	328
Total, general	376	395	376	406
%F	20.5	18.0	21.0	19.2
%M	79.5	82.0	79.0	80.8
Brecha M-F	59.0	64.1	58.0	61.6

C. Momento 3 (2020-2021)

SEXO	2020-1S	2020-2S	2021-1S
F	67	94	81
M	304	307	310
Total, general	371	401	391
%F	18.1	23.4	20.7
%M	81.9	76.6	79.3
Brecha M-F	63.9	53.1	58.6

* hombres (M) y mujeres(F)

Tasa de reprobación

Se observa que en general, existe una mayor tasa de reprobación por parte de los hombres en las 3 asignaturas analizadas, con una diferencia menos marcada en el curso de cálculo diferencial (Fig 1, Fig 2 y Fig 3). Estos resultados difieren con los resultados del examen de admisión en donde los admitidos hombres tienen mejor desempeño en las pruebas de matemáticas y análisis de imagen [6]. Por otro lado, para los años 2020-2021 no se reportan reprobaciones debido a los cambios normativos en el marco de la pandemia, en donde la Universidad estableció como política institucional que no se tomarían en cuenta las calificaciones de las asignaturas que los estudiantes reprobaran, con el fin de no afectar el promedio académico de los estudiantes y como una medida para no incrementar la tasa de deserción.

ÁLGEBRA LINEAL

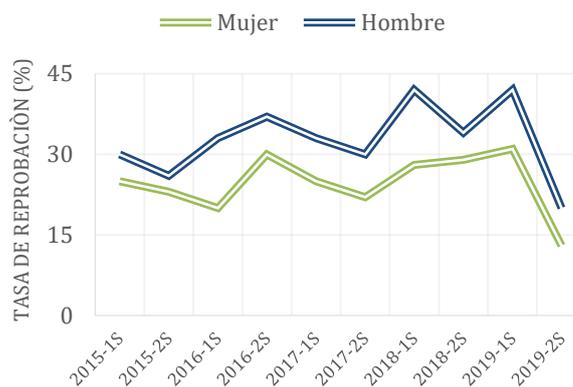


Fig. 1. Tasa de reprobación de los estudiantes hombres y mujeres en la asignatura de Álgebra Lineal

CÁLCULO DIFERENCIAL

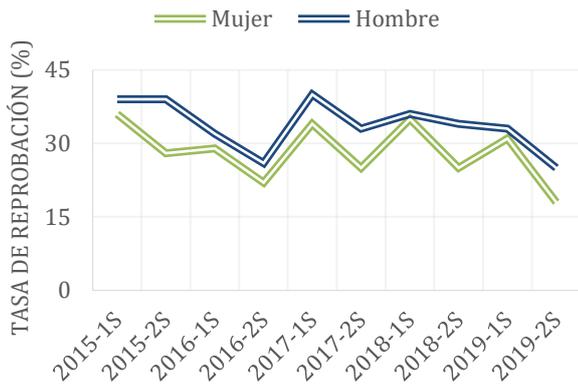


Fig. 2. Tasa de reprobación de los estudiantes hombres y mujeres en la asignatura de Cálculo Diferencial

ÁLGEBRA LINEAL

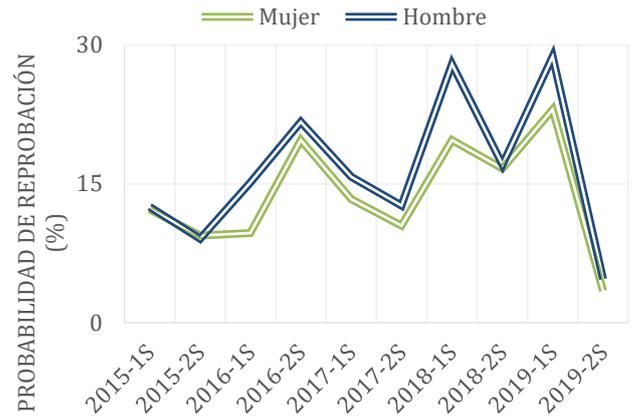


Fig. 4. Probabilidad de reprobación según su género en la asignatura de Álgebra Lineal

PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES

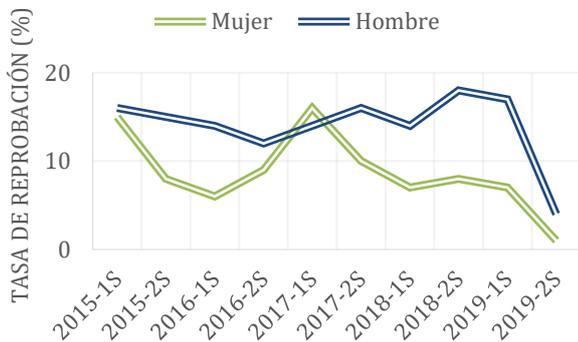


Fig. 3. Tasa de reprobación de los estudiantes hombres y mujeres en la asignatura de Programación de Computadores.

PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES

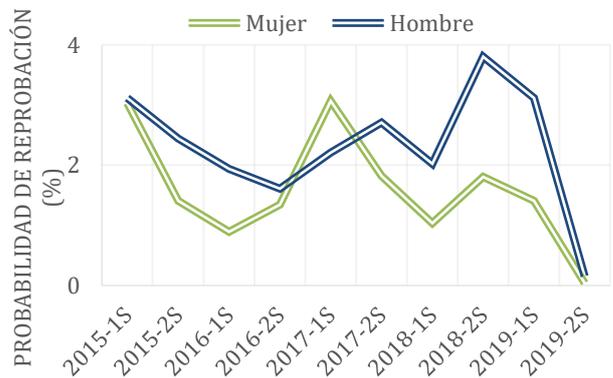


Fig. 5. Probabilidad de reprobación según género en la asignatura Programación de Computadores

Probabilidad de reprobación

Se observa un comportamiento muy similar al presentado en las gráficas de la tasa de reprobación. Los resultados muestran que existe una mayor probabilidad de reprobación en la asignatura de programación de computadores al ser hombre, frente a ser mujer en todos los periodos, exceptuando 2017-1S (Fig 5). Un resultado similar ocurre con la asignatura de álgebra lineal, con la particularidad de que existe una mayor diferencia entre las probabilidades de reprobación a lo largo de los periodos, en comparación con las otras dos asignaturas, en donde hay mayor probabilidad de reprobación al ser hombre, con excepción del periodo 2018-2S (Fig 4).

Finalmente, para el curso de cálculo diferencial se observa que, en la probabilidad de reprobación de la asignatura, no hay una tendencia que indique una marcada diferencia en el desempeño de acuerdo con el género del estudiante, dado que, para la mayoría de los periodos, la probabilidad fue similar (Fig 5).

CÁLCULO DIFERENCIAL

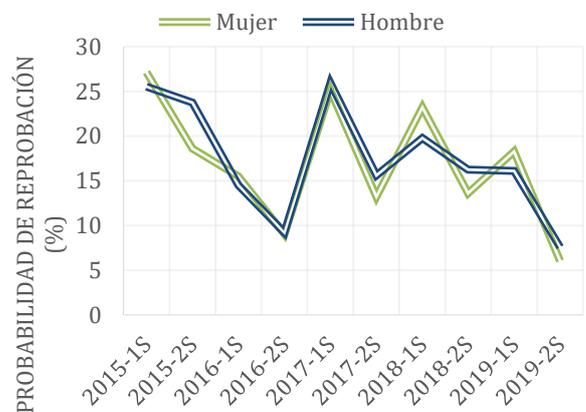


Fig. 6. Probabilidad de reprobación según su género en la asignatura Cálculo Diferencial

Probabilidad de obtener una calificación.

Se observa que hasta el año 2018, la mayor parte de los estudiantes de las asignaturas de cálculo diferencial y álgebra lineal obtenían calificaciones entre 3 y 3.5 y para programación de computadores entre 3.7 y 4.2. Para los años 2020 y 2021 (pandemia con clases asistidas por computador), las calificaciones mejoraron sustancialmente. Los estudiantes obtuvieron calificaciones entre 3.7 y 4.4 en las asignaturas de álgebra lineal y cálculo diferencial y calificaciones de 4.4 y 5.0 en programación de computadores (Tablas 4, 5 y 6).

Por otro lado, se observa que, generalmente, las mujeres de la Facultad obtienen mejores calificaciones que los hombres en las asignaturas analizadas durante la ventana de tiempo estudiada. Los resultados arrojan que, para el curso de álgebra lineal, los hombres tienen una probabilidad de entre 0.089 y 0.11 de obtener una calificación entre 0.0 y 1.9 para los momentos 1 y 2. En el caso de las mujeres, existe una probabilidad de 0.056 en ambos momentos. La probabilidad de obtener un rango de calificación entre 2.0 y 2.9 en el momento 1 es de 0.216 y 0.181 para hombres y mujeres respectivamente, mientras que en el momento 2, la probabilidad es de 0.239 y 0.201. Para el rango de calificaciones de 4.0 a 5.0 se obtuvo una probabilidad de 0.228, 0.181 y 0.547 en los 3 momentos al ser hombre y de 0.299, 0.214 y 0.609 al ser mujer (Tabla 3).

Para la asignatura de programación de computadores los estudiantes hombres obtienen menores calificaciones al reprobador la asignatura. Para el momento 1, la probabilidad de reprobador una asignatura con una calificación inferior a 1.9 al ser hombre fue de 0.046, mientras que esta probabilidad al ser mujer fue de 0.031. Para el momento 2, la probabilidad fue de 0.045 para los hombres y de 0.014 para las mujeres. Frente a los estudiantes que reprobaron con calificaciones entre 2.0 y 2.9, se obtuvo que, la probabilidad de obtener esta calificación al ser hombre fue de 0.097 en el momento 1 y del 0.091 en el momento 2. Al ser mujer esta misma probabilidad fue de 0.07 y 0.044 en el momento 1 y momento 2 respectivamente. Finalmente, se obtuvo una probabilidad de 0.497, 0.53 y 0.73 de obtener una calificación entre 4.0 y 5.0 al ser hombre para los tres momentos y de 0.541, 0.617 y 0.795 al ser mujer (Tabla 4).

Para la asignatura de cálculo diferencial, se obtuvo que la probabilidad de obtener calificaciones entre 0.0-1.9 en el momento 1 al ser hombre fue de 0.118 y de 0.085 al ser mujer; en el momento 2 esta fue de 0.110 al ser hombre y 0.072 al ser mujer. La probabilidad de obtener una calificación entre 2.0 y 2.9 al ser hombre en el momento 1 fue de 0.239 y de 0.201 al ser mujer, en el momento 2 fue de 0.207 y 0.193 para los hombres y las mujeres respectivamente. En el rango de 4.0 y 5.0 para los 3 momentos al ser hombre se obtuvo una probabilidad de obtener ese rango de calificación de 0.184, 0.220 y 0.474 y al ser mujer de 0.209, 0.216 y 0.563 (Tabla 5).

TABLA 3. PROBABILIDAD DE OBTENER UN RANGO DE CALIFICACIÓN – ÁLGEBRA LINEAL

Rango de calificación	MOMENTO					
	MASCULINO			FEMENINO		
	1	2	3	1	2	3
0.0-1.9	0.09	0.11	0.00	0.06	0.06	0.00
2.0-2.9	0.22	0.24	0.0	0.18	0.20	0.00
3.0-3.9	0.47	0.47	0.45	0.46	0.53	0.39
4.0-5.0	0.23	0.18	0.55	0.30	0.21	0.61

TABLA 4. PROBABILIDAD DE OBTENER UN RANGO DE CALIFICACIÓN – PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES

Rango de calificación	MOMENTO					
	MASCULINO			FEMENINO		
	1	2	3	1	2	3
0.0-1.9	0.05	0.05	0.00	0.03	0.01	0.00
2.0-2.9	0.10	0.09	0.00	0.07	0.04	0.00
3.0-3.9	0.35	0.33	0.27	0.36	0.33	0.21
4.0-5.0	0.50	0.53	0.73	0.54	0.62	0.79

TABLA 5. PROBABILIDAD DE OBTENER UN RANGO DE CALIFICACIÓN – CÁLCULO DIFERENCIAL

Rango de calificación	MOMENTO					
	MASCULINO			FEMENINO		
	1	2	3	1	2	3
0.0-1.9	0.12	0.11	0.00	0.09	0.07	0.00
2.0-2.9	0.24	0.21	0.00	0.20	0.19	0.00
3.0-3.9	0.46	0.46	0.53	0.50	0.52	0.44
4.0-5.0	0.18	0.22	0.47	0.21	0.27	0.56

IV. CONCLUSIONES

La brecha de género entre matriculados en carreras STEM es muy amplia. Esta es una realidad que se visibiliza en los datos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, en donde, en promedio existe una brecha del 62,3% para los últimos 7 años.

Inicialmente, se tenía la percepción de que el desempeño de los estudiantes hombres en asignaturas de fundamentación como álgebra lineal, cálculo diferencial y programación de computadores era mucho mejor, en comparación con el desempeño de las estudiantes mujeres debido a los

resultados de los puntajes obtenidos en los componentes de matemáticas y razonamiento abstracto evaluados en el examen de admisión. Sin embargo, los datos analizados evidencian que las mujeres estudiantes de la Facultad tienen una menor tasa de reprobación, ya que la probabilidad de no aprobar alguna de las tres asignaturas presentadas en el documento es menor en el caso de las mujeres, en contraste con los hombres. Además, la probabilidad de obtener calificaciones más altas es mayor en el caso de las estudiantes mujeres de la Facultad de Ingeniería en los periodos de tiempos analizados. Por tanto se concluye que el género de un estudiante no tiene incidencia en su rendimiento académico.

V. REFERENCIAS

- [1] Gallego Torres, A. P., y Fino Peña, L. (2021). Género y educación superior. Pensar la ciudad. Revista digital, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Edición N° 11. Junio-Julio de 2021. Tomado de: <https://pensarlaciudad.udistrital.edu.co/miradas-de-ciudad/genero-y-educacion-superior>
- [2] Blanco Blanco, Jacqueline, Cárdenas Poveda, Margarita LAS MUJERES EN LA HISTORIA DE COLOMBIA, SUS DERECHOS, SUS DEBERES. Prolegómenos. Derechos y Valores [en línea]. 2009, XII (23), 143-158[fecha de Consulta 11 de febrero de 2022]. ISSN: 0121-182X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87617260012>
- [3] UNESCO (2021). Women in higher education: has the female advantage put an end to gender inequalities? Tomado de: https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2021/03/Las-mujeres-en-la-educacio%CC%81n-superior_12-03-21.pdf
- [4] ACOFI, (2021). Conversatorio: La participación de las mujeres en Ingeniería, aporte fundamental para el desarrollo., un homenaje desde ACOFI a las mujeres ingenieras. Tomado de: <https://www.acofi.edu.co/noticias/el-conversatorio-la-participacion-de-las-mujeres-en-ingenieria-aporte-fundamental-para-el-desarrollo-un-homenaje-desde-acofi-a-las-mujeres-ingenieras/>
- [5] Arredondo Traperó, Florina Guadalupe, Vázquez Parra, José Carlos, Velázquez Sánchez, Luz María. (2019). STEM y brecha de género en Latinoamérica. Revista de El Colegio de San Luis, 9(18), 137-158. <https://doi.org/10.21696/rcls9182019947>
- [6] Gallego Vega, L.E. (2021). Saltos y brechas. Un examen de admisión a lo que SABER PROcura decimos sobre la Universidad Nacional de Colombia. Editorial: Universidad Nacional de Colombia.