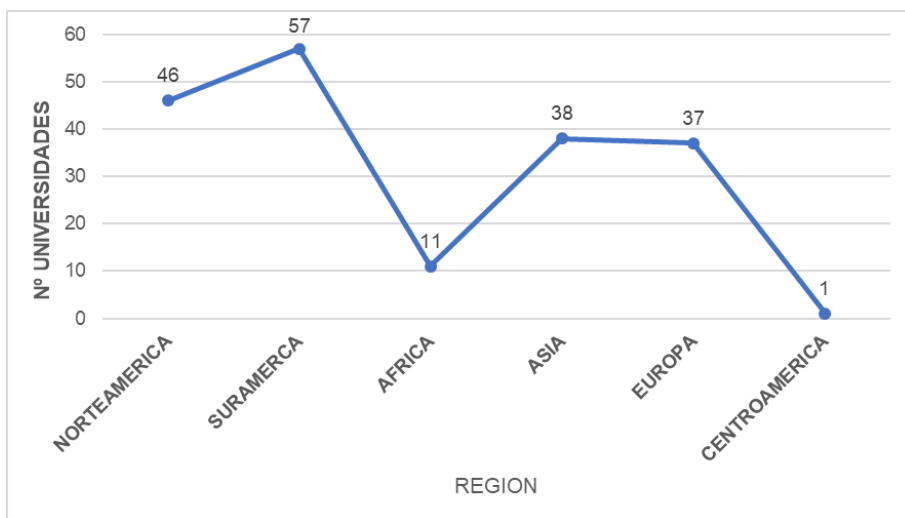


## Capítulo III Panorama internacional de la formación posgradual en Ingeniería

Jorge Andrés Sarmiento-Rojas

El ranking QS World University Rankings (2019), que clasifica el desempeño de las instituciones de educación superior de acuerdo con parámetros de gestión y resultados de las universidades, evidencia que las mejores universidades a nivel mundial, en su mayoría, se concentran en el continente americano con la presencia de más de 100 universidades entre las 10 primeras posiciones de calificación en el área de Ingeniería en América, Europa, Asia y África (Véase Figura 5).

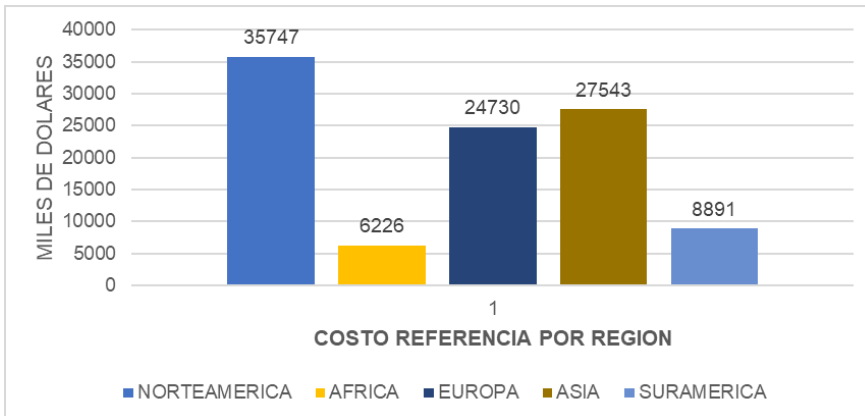
Figura 5. Número de universidades por región que ofrecen programas de posgrado en Ingeniería.



Fuente: Autores, tomando como referencia QS World University Rankings (2019).

La información de los costos de referencia a nivel mundial, como se observa en la Figura 6., se analizó teniendo en cuenta el mayor nivel de posgrado en cada universidad (Doctorado) a tiempo completo, los costos encontrados se unificaron en una moneda específica (dólar americano) y para un periodo de análisis común de un año de estudios, sin tener en cuenta los costos de permanencia en cada universidad. Los periodos promedio de estudio para cada programa varían de 9 meses a 3 años, dependiendo de la profundidad del programa elegido y de las condiciones de cada institución analizada a nivel mundial, tomando como referencia los líderes en cada región.

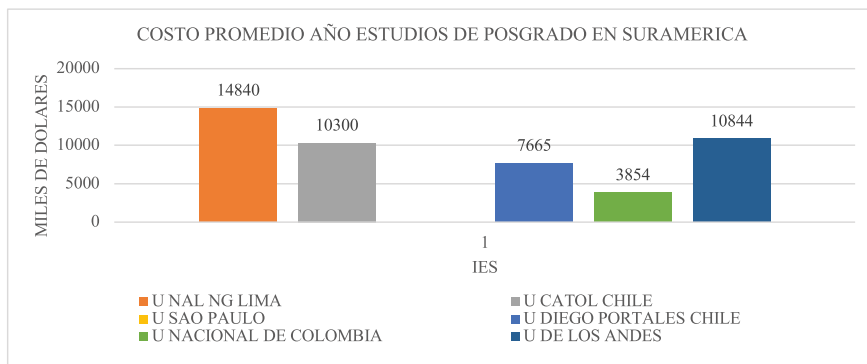
Figura 6. Costos de referencia programas posgraduales (Doctorado) en Ingeniería por regiones a nivel mundial.



Fuente: Autores.

Al analizar puntualmente el comportamiento de los costos de los programas posgraduales en cada región del mundo, en Suramérica (Ver Figura 7) se evidencia que el costo promedio de programas posgraduales en el área de Ingeniería es el menor en la Universidad Nacional de Colombia y el Tecnológico de Monterrey, y el mayor costo se reporta en la Universidad Nacional de Lima.

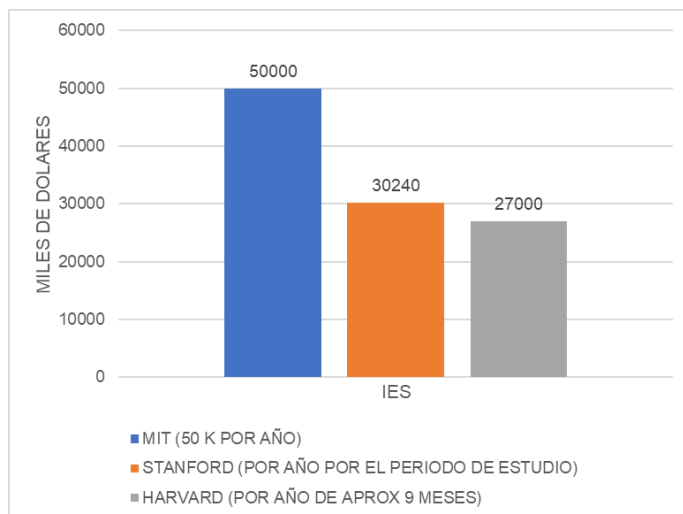
Figura 7. Costo promedio de referencia programas posgraduales en Ingeniería, región Suramérica.



Fuente: Autores.

Para el caso del costo promedio de referencia de programas posgraduales de Ingeniería en Estados Unidos (como país líder en Norteamérica) el mayor costo se presenta en orden en el MIT, seguido de Stanford y finalmente Harvard como lo expresa la Figura 8.

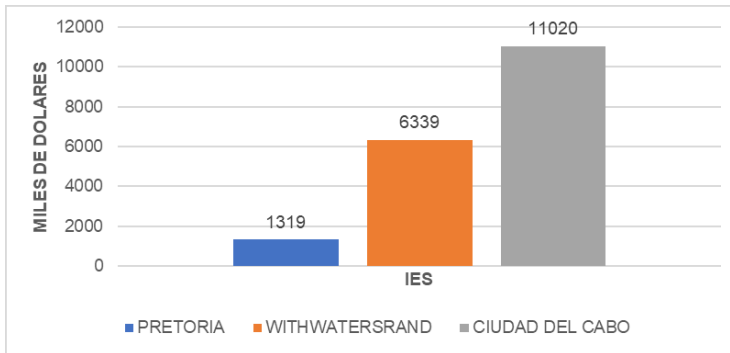
Figura 8. Costo promedio de referencia programas posgraduales en Ingeniería, Estados Unidos.



Fuente: Autores.

La región de África, da cuenta que el menor costo promedio por año de estudio de posgrado es propio de la Universidad de Pretoria con un valor de \$ 1.319 miles de dólares.

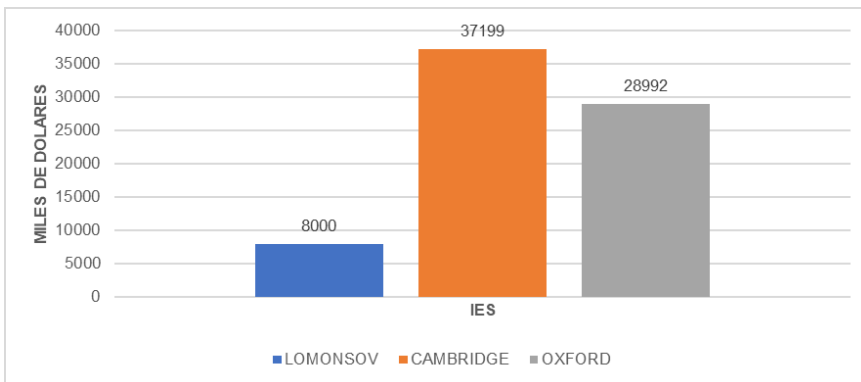
Figura 9. Costo promedio de referencia programas posgraduales en Ingeniería, región África.



Fuente: Autores.

De acuerdo con la Figura 10., comparando las tres universidades identificadas como líderes en Europa, el costo promedio al año de estudios de posgrado es menor en Lomonso, con un valor de \$ 8.000 miles de dólares; mientras la Universidad de Cambridge le supera en \$ 29.199 miles de dólares.

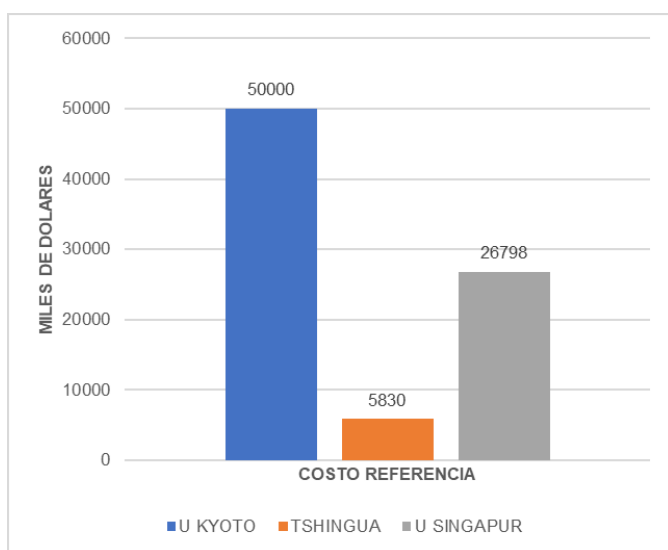
Figura 10. Costo promedio de referencia programas posgraduales en Ingeniería, región Europa.



Fuente: Autores.

Finalmente, la Figura 11., expone el costo promedio por año de estudio posgradual en Asia, presenta grandes diferencias, pues, al evaluar tres de las principales universidades es visible la gran diferencia entre ellas, superando en \$ 44.170 miles de dólares del menor al mayor costo.

Figura 11. Costo total por programa posgradual (mínimo y máximo) para el área de Ingeniería, región Asia.



Fuente: Autores.

Al profundizar el estudio de las tendencias se realiza una búsqueda con los mismos criterios para 5 regiones del mundo como lo son Suramérica, Norteamérica, Europa y Reino Unido, Asia y África, encontrando información de tendencias en líderes y tipo de programas posgraduales ofrecidos como se expone en el siguiente apartado.

### 3.1 Suramérica

En el caso de Suramérica, la tendencia de universidades ubicadas en los principales lugares de calificación resalta a Brasil como el país con mayor número de universidades ubicadas en los primeros lugares de clasificación a nivel mundial y en el campo específico de

la Ingeniería seguido por Chile, Colombia, Argentina y Perú respectivamente.

En el ámbito de programas posgraduales en Ingeniería, el comportamiento de las universidades suramericanas presentes en los rankings a nivel mundial se observa en la Tabla 14.

Tabla 14. Universidades suramericanas presentes en los rankings valorados a nivel mundial.

CÓDIGO DE COLORES DE POSICIÓN EN RANKING									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
1	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	LIMA	WEBOMETRICS
1	UNIVERSIDAD DE SAO PAULO	BRASIL	WEBOMETRICS, THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
1	UNIVERSIDAD DE CAMPINAS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
1	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	CHILE	RANKING QS
1	UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
1	UNIVERSIDAD PONTIFICIA JAVERIANA	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UTEC	LIMA	WEBOMETRICS
2	UNIVERSIDAD ESTADUALDE CAMPINAS UNICAMP	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERIDAD DE LOS ANDES	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERSIDAD DE SAO PAULO	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA	COLOMBIA	WEBOMETRICS
3	UNIVERSDAD FEDERAL DE RIO DE JANEIRO	BRASIL	WEBOMETRICS
3	UNIVERSIDAD FEDERAL DE SAO PAULO UNIFESP	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE DESARROLLO	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE CAMPINAS	BRASÍL	RANKING QS

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
3	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD FEDERAL DEL RIO GRAND DEL SUR UFRGS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD DE CHILE	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD ESTADUALDE CAMPINAS UNICAMP	BRASIL	WEBOMETRICS
4	UNIVERSIDAD FEDERAL DE SAO PAULO UNIFESP	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE CHILE	CHILE	WEBOMETRICS
5	UFMG UNIVERSIDAD FEDERAL DE MINAS GERAIS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	COLOMBIA	RANKING QS
5	UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTAMARIA	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD FEDERAL DE RIO DE JANEIRO	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	COLOMBIA	WEBOMETRICS
6	UNIVERSIDAD ESTATAL DE SAO PAULO	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	UNIVERSIDAD ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO	BRASIL	WEBOMETRICS
6	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	PONTIFICIA UNIVERSIDAD BOLIVARANA DE MEDELLIN UPB	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	UNIVERSIDAD DE CHILE	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	ARGENTINA	WEBOMETRICS
7	UNIVERSIDAD FEDERAL DE SANTA CATARINA UFSC	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE RIO DE JANEIRO	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE CHILE	CHILE	RANKING QS
7	UNIVERSIDAD FEDERAL DEL RIO GRAND DEL SUR UFRGS	BRASIL	WEBOMETRICS
8	ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA	COLOMBIA	WEBOMÍTRICS

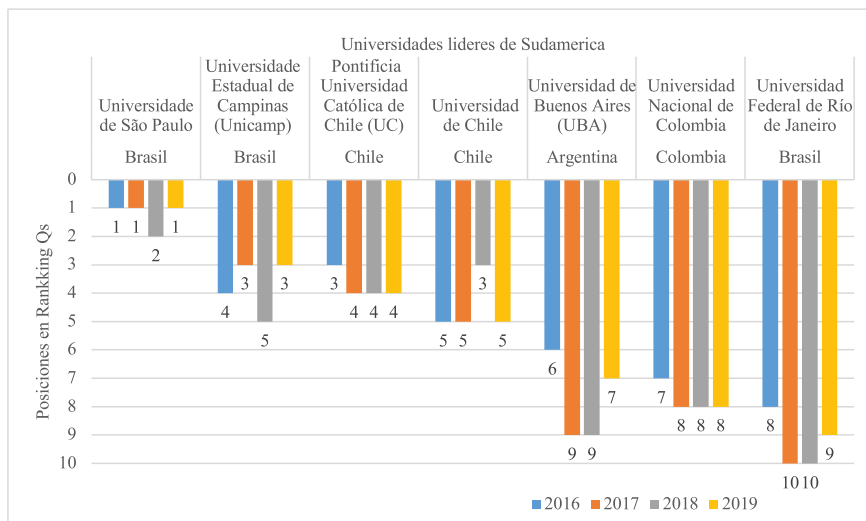
PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
8	UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES	ARGENTINA	WEBOMETRICS, RANKING QS
8	UNIVERSIDAD DE BRASILIA	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	COLOMBIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD FEDERAL DE PELOTA	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD DE TALCA	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD FEDERAL DE RIO DE JANEIRO	BRASIL	RANKING QS
9	UFMG UNIVERSIDAD FEDERAL DE MINAS GERAIS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, WEBOMETRICS
10	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE RIO GRANDE DO SUL PUCRS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	COLOMBIA	RANKING QS
10	UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO UNAB	CHILE	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD FEDERAL DEL RIO GRAND DEL SUR UFRGS	BRASIL	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD FEDERAL DE SANTA CATARINA UFSC	BRASIL	WEBOMETRICS

Fuente: Autores.

Analizando las tendencias de las universidades líderes en Suramérica en los últimos cuatro años, encontramos que la Universidad de Sao Paulo, encabeza la lista permaneciendo constante en el primer lugar de calificación seguido de la Universidad Estadual de Campinas y demás universidades de países como Brasil, Chile, Argentina y Colombia.



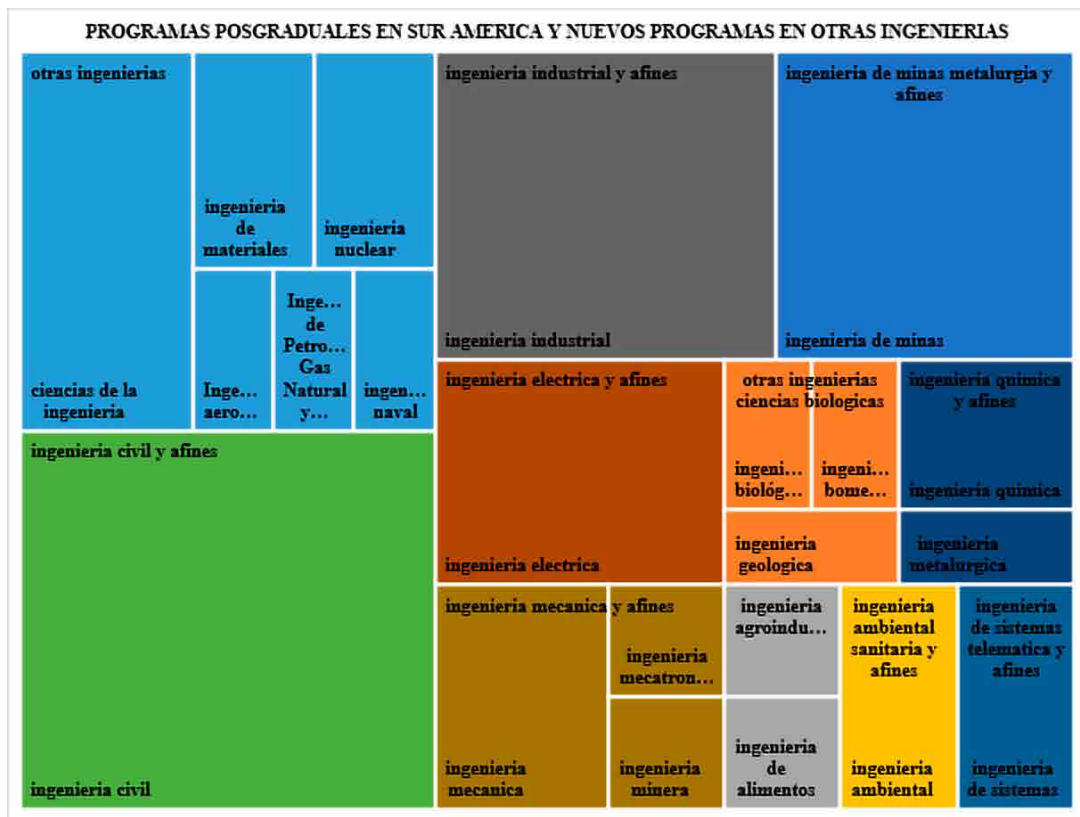
Figura 12. Universidades líderes en Suramérica en el área de Ingeniería en los últimos 4 años según ranking QS. 2016 a 2019.



Fuente: Autores, tomando como referencia QS World University Rankings (2019) y Webometrics (2019).

Analizando la oferta de programas posgraduales en Ingeniería (Figura 13) de las universidades líderes de Suramérica como la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Sao Paulo, la Universidad de Campinas, Universidad Diego Portales y la Universidad Nacional de Perú, sobresalen los programas enmarcados en los núcleos básicos de la Ingeniería, como Ingeniería de Minas, metalurgia y afines e Ingeniería mecánica y afines. Sin embargo, la tendencia destacada se encuentra en la oferta de programas enmarcados en el núcleo de “Otras Ingenierías” donde se ofertan programas en nuevas temáticas de estudio de la Ingeniería, como profundización en ciencias de la Ingeniería, aeronáutica, materiales, petróleo gas natural y petroquímica, geología, Naval y nuclear (Ver tabla 15)

Figura 13. Oferta de programas de posgrado en Ingeniería según núcleos de conocimiento en universidades líderes de Suramérica y nuevos programas en otras Ingenierías.



Fuente: Autores.

Tabla 15. Oferta posgradual en Ingeniería en universidades líderes de Suramérica por núcleos de conocimiento

NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LÍDERES SURAMÉRICA	TEMÁTICAS
otras Ingenierías	12	Ciencias de la ingeniería	5	Ciencias de los materiales, ciencias y tecnología, ciencias nucleares, ciencias geológicas, innovación y biotecnología
		Ingeniería aeronáutica	1	
		Ingeniería de materiales	2	
		Ingeniería de petróleo gas natural y petroquímica	1	
		Ingeniería naval	1	
		Ingeniería nuclear	2	
otras Ingenierías ciencias biológicas	3	Ingeniería biológica	1	
		Ingeniería biomédica	1	
		Ingeniería geológica	1	
Ingeniería agroindustrial alimentos y afines	2	Ingeniería agrícola	1	Civil y medio ambiente, minería, metalúrgica sistemas logísticos y producción, energía y fuentes renovables
		Ingeniería de alimentos	1	
Ingeniería ambiental sanitaria y afines	2	Ingeniería ambiental	2	
Ingeniería de minas metalurgia y afines	7	Ingeniería de minas	7	
Ingeniería civil y afines	12	Ingeniería civil	12	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	2	Ingeniería de sistemas	2	
Ingeniería eléctrica y afines	5	Ingeniería eléctrica	5	
Ingeniería industrial y afines	8	Ingeniería industrial	8	
Ingeniería mecánica y afines	5	Ingeniería mecánica	3	
		Ingeniería mecatrónica	1	
		Ingeniería minera	1	
Ingeniería química y afines	3	Ingeniería química	2	
		Ingeniería metalúrgica	1	

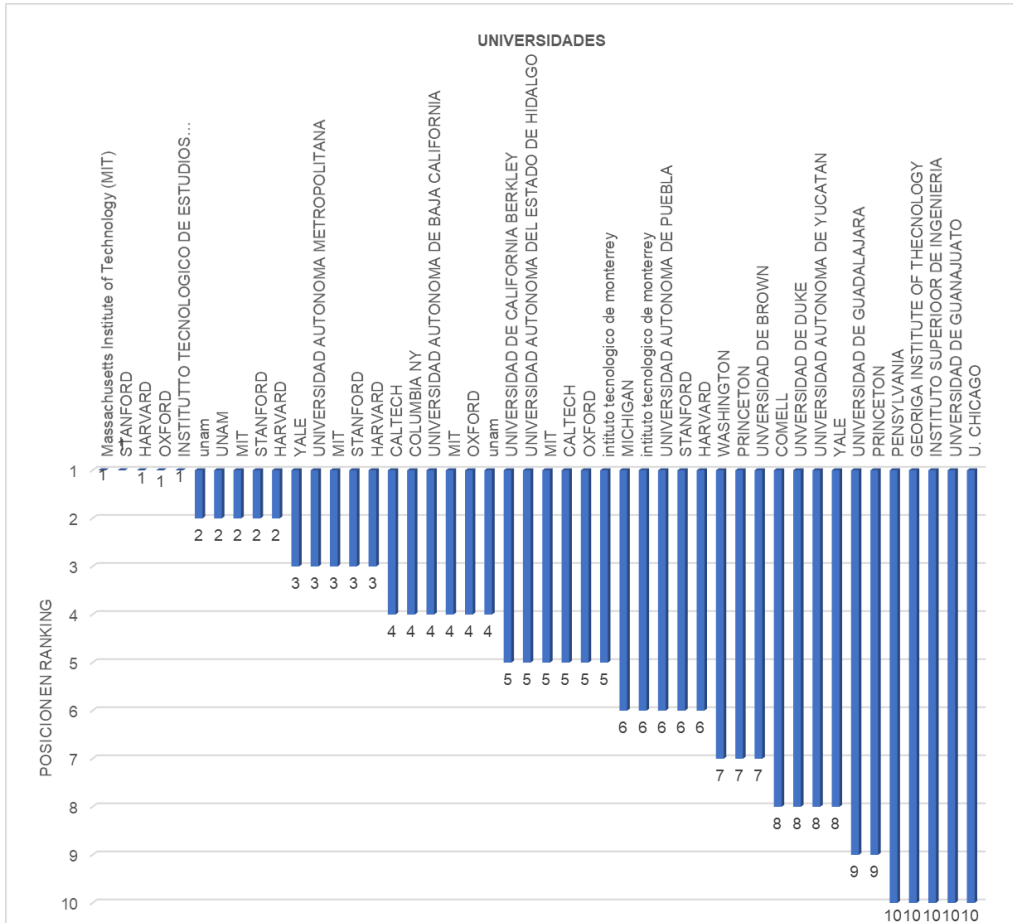
Fuente: Autores

### 3.2 Norte América

Teniendo en cuenta las tendencias mundiales y de acuerdo con la calificación de los rankings analizados por regiones, se encontró en

## Norteamérica la tendencia de las mejores universidades en Ingeniería como se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Universidades líderes en Norteamérica en el área de la Ingeniería, considerando los rankings QS y Webometrics.



Fuente: Autores.

Tabla 16. Universidades Norteamericanas presentes en los rankings valorados a nivel mundial.

CÓDIGO DE COLORES DE POSICIÓN EN RANKING									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAIS	
1	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT)	USA	RANKING QS
1	STANFORD	USA	RANKING QS
1	HARVARD	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, WEBOMETRICS
1	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNAM	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	MIT	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	STANFORD	USA	RANKING QS
2	HARVARD	USA	RANKING QS
3	YALE	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	MÉXICO	RANKING QS
	PENN WHARTHON	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	MIT	USA	WEBOMETRICS
3	STANFORD	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	HARVARD	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, RANKING QS
4	CALTECH	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, RANKING QS
4	COLUMBIA NY	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	MIT	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA BERKLEY	USA	WEBOMETRICS
5	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	MIT	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, RANKING QS
5	CALTECH	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	MICHIGAN	USA	WEBOMETRICS

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAIS	
6	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	STANFORD	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	HARVARD	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	WASHINGTON	USA	WEBOMETRICS
7	PRINCETON	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE BROWN	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	COMELL	USA	WEBOMETRICS
8	UNIVERSIDAD DE DUKE	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	YALE	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	U. CHICAGO	USA	RANKING QS
9	PRINCETON	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	PENSYLVANIA	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, RANKING QS
10	GEORIGA INSTITUTE OF THECNOLOGY	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	INSTITUTO SUPERIOR DE INGENIERÍA	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	MÉXICO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	U. CHICAGO	USA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING

Fuente: Autores.

Para verificar el comportamiento de esta tendencia de líderes en Norteamérica, se analizó el comportamiento de la clasificación en los últimos cuatro años por el ranking QS, que arroja los datos más actualizados en clasificación. Los primeros lugares de clasificación permanecen en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), seguido de la Universidad de Stanford, Universidad de California, Berkeley (UCB) y Universidad de Harvard respectivamente.

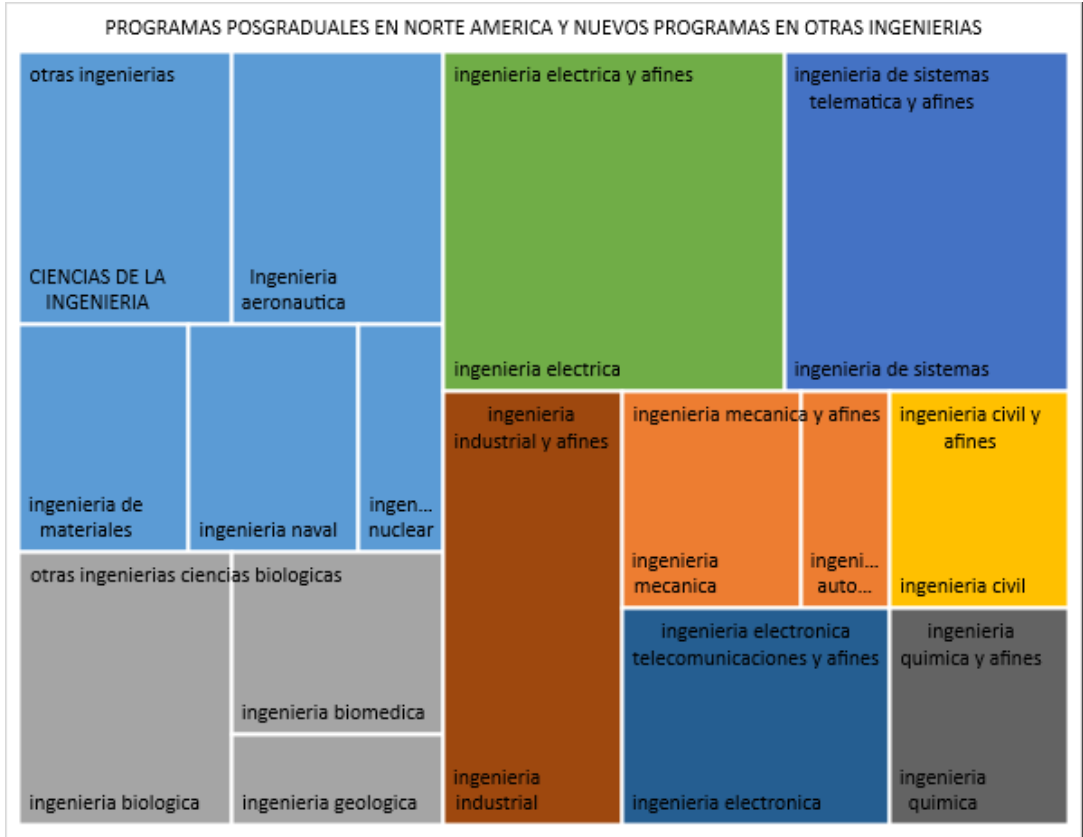
Tabla 17. Universidades líderes en Norteamérica en el área de Ingeniería de 2016 a 2019 según ranking QS.

UNIVERSIDAD	REGIÓN	2016	2017	2018	2019
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	Estados Unidos	1	1	1	1
Universidad de Stanford	Estados Unidos	2	2	2	2
Universidad de California, Berkeley (UCB)	Estados Unidos	3	3	3	3
Universidad de Harvard	Estados Unidos	4	4	4	4
Instituto de Tecnología de Georgia	Estados Unidos	6	5	5	5
Instituto de Tecnología de California (Caltech)	Estados Unidos	5	6	6	6
Universidad Carnegie Mellon	Estados Unidos	9	8	7	7
Universidad de California, Los Ángeles (UCLA)	Estados Unidos	7	7	8	8
Universidad de Toronto	Canadá		9	9	9
Universidad de Princeton	Estados Unidos	8	10	10	10
University of Illinois at Urbana-Champaign	Estados Unidos	10			

Fuente: Autores, tomando en consideración el QS World University Rankings (2019).

Los programas de formación posgradual en Norteamérica (Figura 15), muestran una tendencia hacia temáticas de orden mundial como Biotecnología, ordenamiento urbano, nanotecnología y sistemas inteligentes, entre otros, estas tendencias son similares a los estudios en Ingeniería que se ofertan a nivel mundial acogiendo las nuevas metodologías de enseñanza en Ingeniería que sugieren la interacción de saberes para la solución de problemáticas a nivel mundial.

Figura 15. Programas posgraduales en Ingeniería por núcleos de conocimiento en las universidades líderes de Norteamérica y nuevos programas en otras Ingenierías.



Fuente: Autores.

Las temáticas en Ingeniería basadas en Ciencias biológicas, hacen parte de las nuevas Ingenierías que se ofertan a nivel mundial junto con programas que profundizan las ciencias de la Ingeniería, la Ingeniería aeronáutica, entre otros.



Tabla 18. Oferta posgradual en Ingeniería en universidades Líderes de Norteamérica por núcleos de conocimiento en Ingeniería.

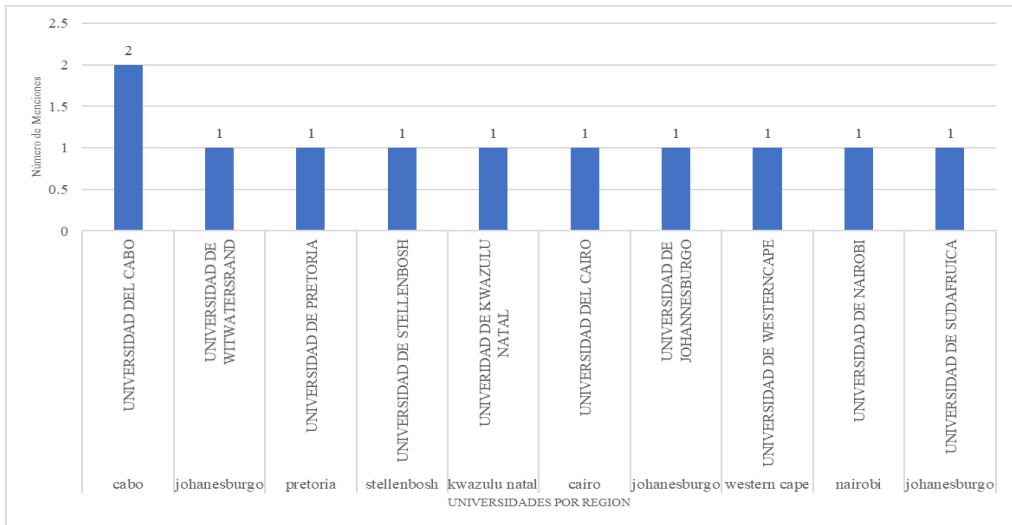
NUCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LÍDERES NORTEAMERICANA	TEMATICAS
otras Ingenierías	11	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	3	Aeronáutica, bioingeniería, nanotecnología para la medicina, ciencias de los materiales, ciencias nucleares filosofía e Ingeniería de la educación, ciencias del espacio, sistemas y estructuras energéticos, biotecnología, nanotecnología
		Ingeniería aeronáutica	3	
		Ingeniería de materiales	2	
		Ingeniería naval	2	
		Ingeniería nuclear	1	
Ingeniería mecánica y afines	3	Ingeniería automotriz	1	
		Ingeniería mecánica	2	
otras Ingenierías ciencias biológicas	6	Ingeniería biológica	3	
		Ingeniería biomédica	2	
		Ingeniería geológica	1	
Ingeniería civil y afines	2	Ingeniería civil	2	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	5	Ingeniería de sistemas	5	
Ingeniería eléctrica y afines	6	Ingeniería eléctrica	6	
Ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines	3	Ingeniería electrónica	3	
Ingeniería industrial y afines	4	Ingeniería industrial	4	
Ingeniería química y afines	2	Ingeniería química	2	

Fuente: Autores.

### 3.3 África

En el continente africano no se evidencia gran cantidad de universidades en los principales lugares de calificación en los rankings mundiales, la Universidad del Cabo, es la institución con mayor número de menciones en primer lugar especialmente en el campo de la Ingeniería, las demás universidades mencionadas alcanzan escasamente una mención en los diferentes lugares de las 10 mejores posiciones a nivel mundial.

Figura 16. Universidades presentes en rankings internacionales dentro de los 10 primeros lugares de calificación por países, región África



Fuente: Autores.

En el ámbito de programas posgraduales en Ingeniería, el comportamiento de las universidades africanas presentes en los rankings a nivel mundial se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Universidades africanas presentes en los rankings valorados a nivel mundial.

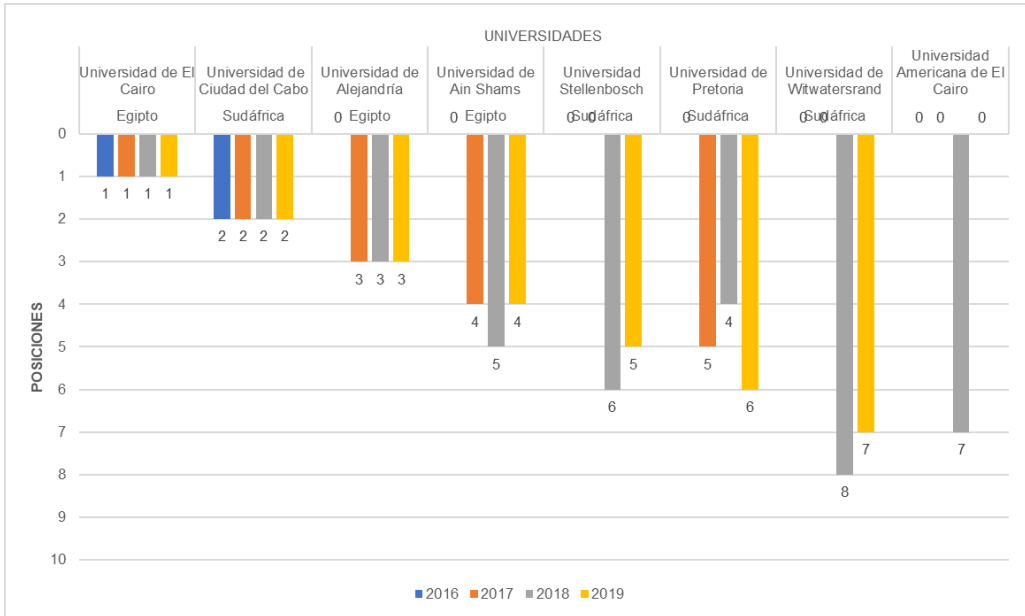
CÓDIGO DE COLORES DE POSICIÓN EN RANKING									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
1	UNIVERSIDAD DEL CABO	SUDÁFRICA	WEBOMETRICS, THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERSIDAD DE WITWATERSRAND	SUDÁFRICA	
3	UNIVERSIDAD DE PRETORIA	SUDÁFRICA	
4	UNIVERSIDAD DE STELLENBOSH	SUDÁFRICA	
5	UNIVERIDAD DE KWAZULU NATAL	SUDÁFRICA	
6	UNIVERSIDAD DEL CAIRO	SUDÁFRICA	
7	UNIVERSIDAD DE JOHANNESBURGO	SUDÁFRICA	
8	UNIVERSIDAD DE WESTERNSCAPE	SUDÁFRICA	
9	UNIVERSIDAD DE NAIROBI	SUDÁFRICA	
9	UNIVERSIDAD DEL CABO	SUDÁFRICA	
10	UNIVERSIDAD DE SUDAFRUICA	SUDÁFRICA	

Fuente: Autores.

Una revisión prospectiva del comportamiento de las universidades líderes clasificadas en los últimos 4 años según el ranking QS, evidencia un liderazgo marcado de la Universidad del Cairo, seguida de la Universidad del Cabo, las demás universidades permanecen en lugares intermitentes entre los cuartos y octavos lugares de calificación, pero aún sosteniéndose en los escenarios de calificación internacionales.

Figura 17. Universidades líderes en África en el área de la Ingeniería en los últimos 4 años según ranking QS

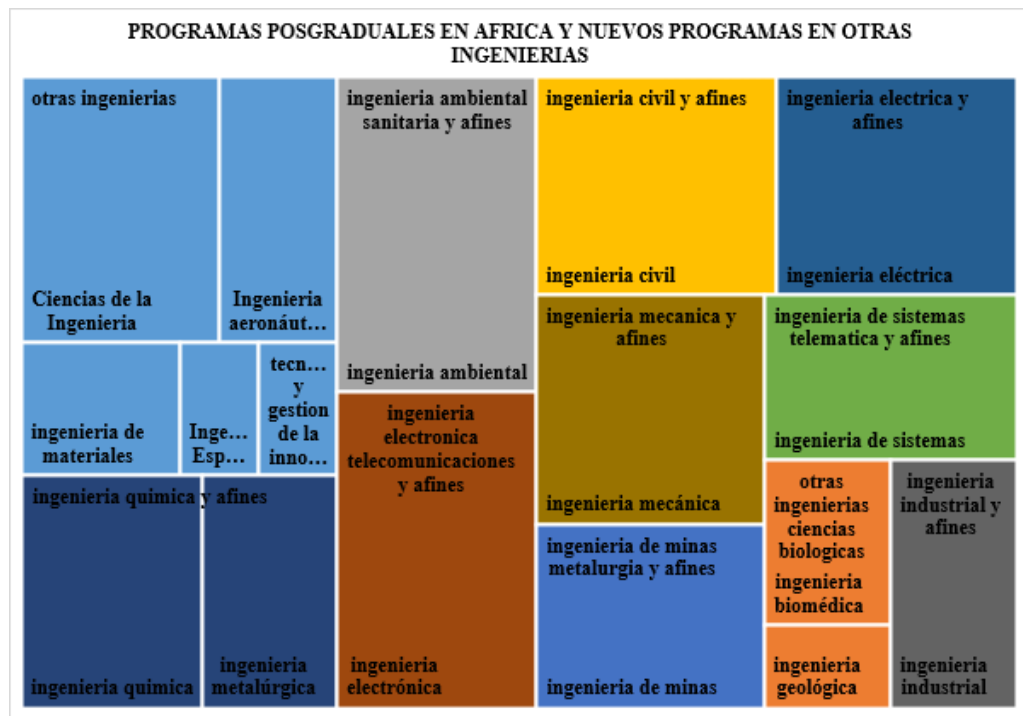


Fuente: Autores.

Entre las universidades líderes clasificadas en los últimos 4 años según el ranking QS, se evidencia un liderazgo marcado de la Universidad del Cairo seguida de la universidad del Cabo, las demás universidades permanecen en lugares intermitentes entre los cuartos y octavos lugares de calificación, pero aun sosteniéndose en los escenarios de calificación internacionales.

En el continente africano la gran cantidad de programas posgraduales en Ingeniería, responden a las necesidades de la región, desarrollando temáticas de impacto como recursos hídricos, ordenamiento y ciudad, nanotecnología por mencionar algunos, que ubican las universidades líderes de África como opción para cursar programas posgraduales en Ingeniería.

Figura 18. Programas posgraduales en Ingeniería por núcleos de conocimiento en las universidades líderes de África.



Fuente: Autores

Tabla 20. Oferta posgradual en Ingeniería en universidades líderes de África por núcleos de conocimiento en Ingeniería.

NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LÍDERES ÁFRICA	TEMÁTICAS
otras Ingenierías	12	Ciencias de la ingeniería	5	Aeronáutica, bioingeniería, Ingeniería de gestión, materiales, geodesia, biomédica y biotecnología, geotecnia, astronomía, estudios del transporte
		Ingeniería aeronáutica	3	
		Ingeniería de materiales	2	
		Ingeniería Espacial	1	
		Tecnología y gestión de la innovación	1	

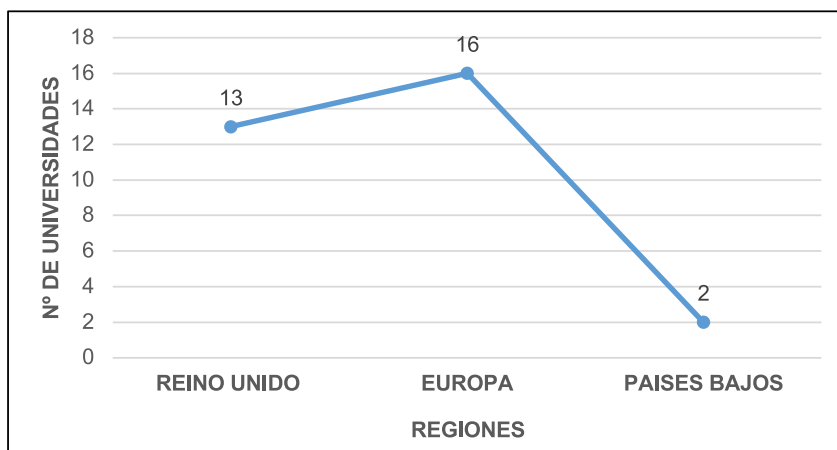
NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LÍDERES ÁFRICA	TEMÁTICAS
otras Ingenierías ciencias biológicas	3	Ingeniería biomédica	2	Planeación de ciudad, sensorica, nano ciencia y nanotecnología, transporte, energía y fuentes renovables, sistemas electrónicos y fotónicos
		Ingeniería geológica	1	
Ingeniería ambiental sanitaria y afines	6	Ingeniería ambiental	6	
Ingeniería civil y afines	5	Ingeniería civil	5	
Ingeniería de minas metalurgia y afines	4	Ingeniería de minas	4	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	4	Ingeniería de sistemas	4	
Ingeniería eléctrica y afines	5	Ingeniería eléctrica	5	
Ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines	6	Ingeniería electrónica	6	
Ingeniería industrial y afines	3	Ingeniería industrial	3	
Ingeniería mecánica y afines	5	Ingeniería mecánica	5	
Ingeniería química y afines	7	Ingeniería metalúrgica	3	
		Ingeniería química	4	

Fuente: Autores

### 3.4 Europa

Aunque en las tendencias analizadas no se encuentran universidades de Europa en el puesto número 1 de calificación, sí se evidencia la presencia de gran cantidad de universidades en las demás posiciones de los rankings evaluados en las diferentes regiones de Europa, tal como se presenta en la Figura 19.

Figura 19. Número de universidades presentes en rankings a nivel internacional dentro de los 10 primeros lugares de calificación por regiones en Europa.



Fuente: Autores.

Por otra parte, el comportamiento de universidades de Europa presentes en los rankings mundiales en el campo de la Ingeniería se evidencia en la Tabla 21.

Tabla 21. Universidades de Europa y el Reino Unido presentes en los rankings valorados a nivel mundial.

CÓDIGO DE COLORES DE POSICIÓN EN RANKING									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
1	OXFORD	LONDRES	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
1	UNIVERSIDAD ESTATAL DE MOSCU LOMONSOV	RUSIA	RANKING QS
2	CAMBRIDGE	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERSIDAD ESTATAL DE NOVOSIBIRSK	RUSIA	RANKING QS
3	ETH INST FEDERAL DE TECNOLOGIA SUIZA	SUIZA	RANKING QS
3	UNIVERSIDAD DE LA SORBONA	FRANCIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
3	UNIVERSIDAD DE LONDRES	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE CHARLES	REPÚBLICA CHECA	RANKING QS
4	LONDON BUSSINES SCHOOL	REINO UNIDO	RANKING QS
4	UNIVERSIDAD DE WARWICK	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD ESTATAL DE SAN PETESBURGO	RUSIA	RANKING QS
4	OXFORD	LONDRES	WEBOMETRICS
4	CAMBRIDGE	REINO UNIDO	RANKING QS
5	UCL	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	INSTITUTO FEDERAL SUIZO DE TECNOLOGA DE ZURICH	SUIZA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE TARTU	ESTONIA	RANKING QS
5	OXFORD	LONDRES	RANKING QS
5	UNIVERSIDAD ESTATAL DE MOSCU LOMONSOV	RUSIA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	UNIVERSIDAD DE BRISTOL	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	COLEGIO IMPERIAL DE LONDRES	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	UNIVERSIDAD DE VARSOVIA	POLONIA	RANKING QS
6	CAMBRIDGE	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, RANKING QS
7	HEC PARIS	FRANCIA	RANKING QS
7	UNIVERSIDAD DE MANCHESTER	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE UTRECHT	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE JAGIELLONIAN	POLONIA	RANKING QS
7	ETH INST FEDERAL DE TECNOLOGIA SUIZA	SUIZA	RANKING QS
8	IMPERIAL COLLEGE LONDON	REINO UNIDO	RANKING QS
8	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	ESPAÑA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD TECNICA DE MEDIO ORIENTE	PAVO	RANKING QS
8	UNIVERSIDAD DE MANCHESTER	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING

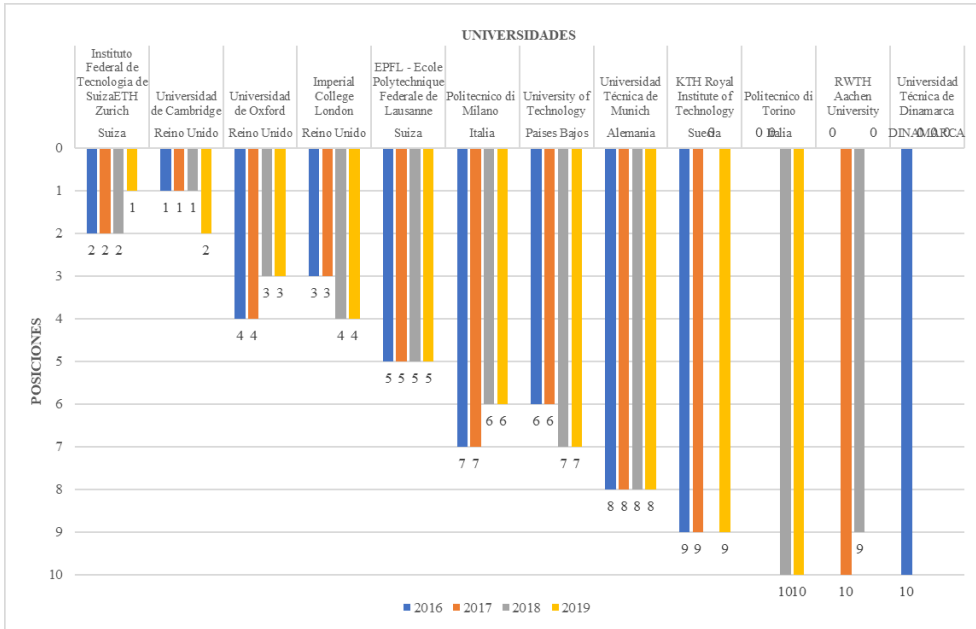


PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
9	UNIVERSIDAD DE NEWCASTLE	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD DE AMSTERDAN	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD TECNICA CHECA EN PRAGA	REPÚBLICA CHECA	RANKING QS
9	ETH INST FEDERAL DE TECNOLOGIA SUIZA	SUIZA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	IMPERIAL COLLEGE LONDON	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UCL	REINO UNIDO	RANKING QS
10	UNIVERSIDAD DE YORK	REINO UNIDO	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSAME	SUIZA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	BOGAZICI UNIVERSITI	PAVO	RANKING QS

Fuente: Autores.

El resultado de los rankings durante los últimos cuatro años según la clasificación QS, muestra que la mayor parte de universidades mantienen su comportamiento con el liderazgo de la Universidad de Cambridge y el Politécnico di Torino en décimo lugar para 2019.

Figura 20. Número de universidades líderes en Europa en el área de la Ingeniería según ranking QS, 2016 a 2019.



Fuente: Autores.

Las temáticas de estudio en Ingeniería que marcan tendencia en Europa responden a las temáticas de estudio a nivel mundial como Ciencias de los materiales, Ciencias y tecnología, Ciencias nucleares, Ciencias geológicas, Innovación y Biotecnología, Ciencias ambientales, Ingeniería y Gestión, entre otras, con nuevos programas de Ingeniería que dan respuesta a estas temáticas.

Figura 21. Programas posgraduales en Ingeniería por núcleos de conocimiento en las universidades líderes de Europa

PROGRAMAS POSGRADUALES EN Y NUEVOS PROGRAMAS EN OTRAS INGENIERIAS



Fuente: Autores.

Tabla 22. Oferta posgradual en Ingeniería en universidades líderes de Europa por núcleos de conocimiento en Ingeniería.

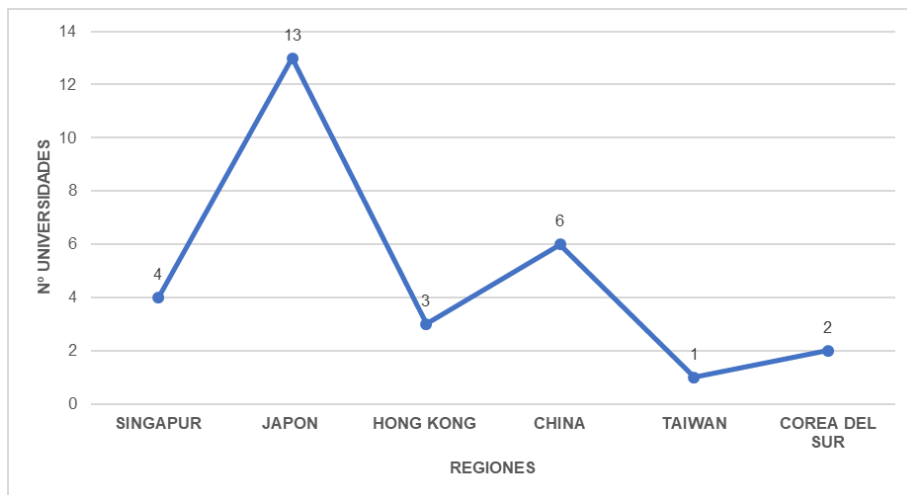
NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LÍDERES EUROPA	TEMÁTICAS
otras Ingenierías ciencias biológicas	7	Bioingeniería y bioinformática	1	Ciencias de los materiales, ciencias y tecnología, ciencias nucleares, ciencias geológicas, innovación y biotecnología, ciencias ambientales Ingeniería y gestión
		Ingeniería biológica	1	
		Ingeniería biomédica	3	
		Ingeniería física	1	
		Ingeniería geológica	1	
otras Ingenierías	7	Ciencias de la ingeniería	2	Ciencias de la computación datos y sociedad, máquinas y sistemas inteligentes autónomos, sistemas de energía, propulsión y potencias futuras, planeación de ciudad y diseño urbano
		Ingeniería de materiales	5	
Ingeniería ambiental sanitaria y afines	2	Ingeniería ambiental	2	
Ingeniería civil y afines	5	Ingeniería civil	5	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	3	Ingeniería de sistemas	3	
Ingeniería eléctrica y afines	4	Ingeniería eléctrica	4	
Ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines	4	Ingeniería electrónica	4	
Ingeniería química y afines	1	Ingeniería química	1	
Ingeniería mecánica y afines	4	Ingeniería mecánica	4	

Fuente: Autores.

### 3.5 Asia

En el continente asiático, se encontraron 29 universidades presentes en los rankings a nivel internacional en el área de Ingeniería dentro de los 10 primeros lugares de calificación, encontrando en Japón la mayor cantidad de universidades que hacen parte de estas calificaciones (Ver Figura 22).

Figura 22. Número de universidades presentes en rankings a nivel internacional dentro de los 10 primeros lugares de calificación por países en Asia.



Fuente: Autores.

La distribución de universidades ubicadas en los primeros lugares de calificación en los rankings mundiales en el campo de la Ingeniería se resume en la Tabla 23.

Tabla 23. Universidades de Asia presentes en los rankings valorados a nivel mundial

CÓDIGO DE COLORES DE POSICIÓN EN RANKING									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
1	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR	SINGAPUR	RANKING QS
1	UNIVERSIDAD DE TSHINGUA	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING, WEBOMETRICS
1	UNIVERSIDAD DE KYOTO	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
2	UNIVERSIDAD DE HONG KONG	HONG KONG	RANKING QS, WEBOMETRICS
2	UNIVERSIDAD DE PEKIN	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING

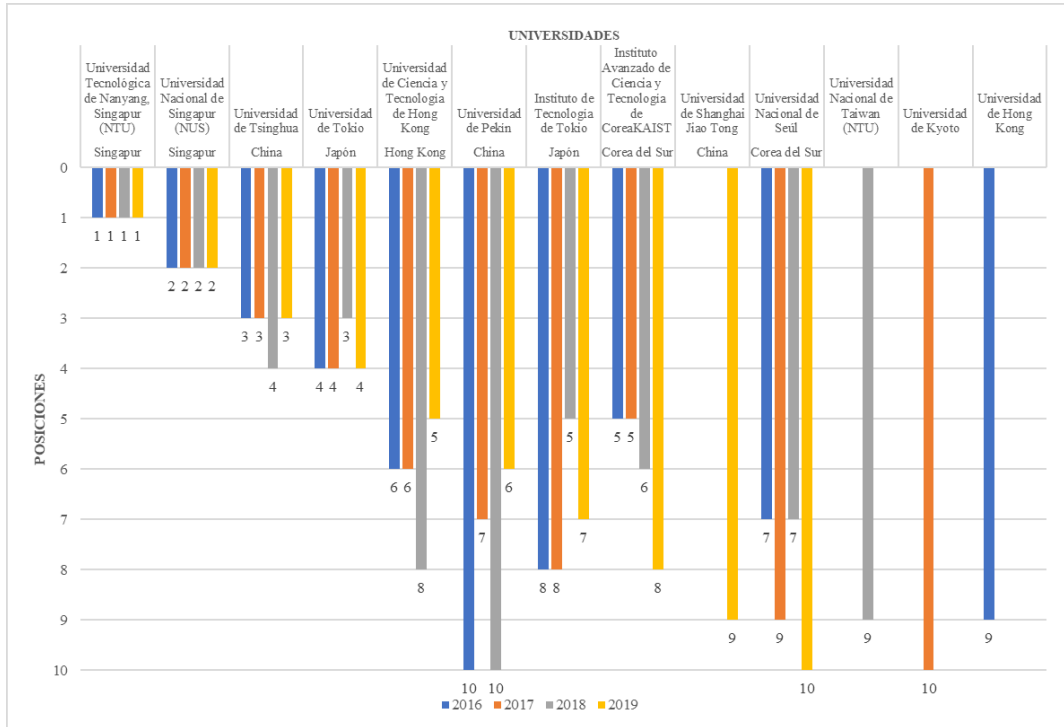
PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
2	UNIVERSIDAD DE TOKIO	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NANYANG SINGAPUR	SINGAPUR	RANKING QS
3	UNIVERSIDAD DE TOHOKU	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE ZHEJIANG	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
3	UNIVERSIDAD DE PEKIN	CHINA	WEBOMETRICS
4	UNIVERSIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CHINA	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD DE KYUSHU	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
4	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR	SINGAPUR	WEBOMETRICS
4	UNIVERSIDAD DE TSHINGUA	CHINA	RANKING QS, THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE FUDAN	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE HOKKAIDO	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
5	UNIVERSIDAD DE PEKIN	CHINA	RANKING QS
5	UNIVERSIDAD DE TOKIO	JAPÓN	WEBOMETRICS
6	INSEAD SINGAPUR	SINGAPUR	RANKING QS
6	UNIVERSIDAD DE NAGOYA	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
6	UNIVERSIDAD DE SHANGAI	JAPÓN	WEBOMETRICS
6	UNIVERSIDAD DE FUDAN	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING RANKING QS
7	UNIVERSIDAD DE NANJING	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE HONG KONG	HONG KONG	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING RANKING QS
7	INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE TOKIO	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
7	UNIVERSIDAD DE ZHEJIANG	JAPÓN	WEBOMETRICS
8	NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPOORE	SINGAPUR	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD DE SHANGAI JIAO TONG	CHINA	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING

PUESTO	UNIVERSIDADES	PAÍS	RANKING
8	KAIST INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE COREA	COREA DEL SUR	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD DE OSAKA	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
8	UNIVERSIDAD DE KYOTO	JAPÓN	WEBOMETRICS, RANKING QS
9	UNIVERSIDAD CHINA DE HONGKONG	HONG KONG	RANKING QS
9	UNIVERSIDAD DE TSUKUBA	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
9	UNIVERSIDAD DE TAIWAN	JAPÓN	WEBOMETRICS
10	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TAIWAN		THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD DE SEUL	COREA DEL SUR	RANKING QS
10	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE AKITA	JAPÓN	THE WORLD UNIVERSITIES RANKING
10	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NANYANG SINGAPUR	SINGAPUR	WEBOMETRICS

Fuente: Autores.

La valoración del comportamiento durante los últimos cuatro años para las universidades asiáticas, indica que el primer y segundo lugar se mantiene intacto con la Universidad Tecnológica de Nayang y la Universidad Nacional de Singapur a la cabeza, del tercer lugar en adelante, aunque se presentan variaciones, estas no son considerables.

Figura 23. Universidades líderes en Europa en el área de la Ingeniería en los últimos 4 años según ranking QS.



Fuente: Autores.

Los programas posgraduales que marcan tendencia en las universidades líderes de Asia, se enmarcan en los núcleos de conocimiento de la Ingeniería civil, mecánica y eléctrica, pero la mayor oferta se identifica en nuevas Ingenierías e Ingenierías basadas en Ciencias biológicas.



Figura 24. Programas posgraduales en Ingeniería por núcleos de conocimiento en las universidades líderes de Asia.

PROGRAMAS POSGRADUALES EN AFRICA Y NUEVOS PROGRAMAS EN OTRAS INGENIERIAS



Fuente: Autores.

Por otra parte, las nuevas Ingenierías ofertadas en formación posgradual en Asia, desarrollan temáticas como Biotecnología, Astrofísica, Ciencias ambientales, Geodesia, Materiales, Aeronáutica, Astronomía, Estructuras de energía eólica y marina.

Tabla 24. Oferta posgradual en Ingeniería en universidades líderes de Asia por núcleos de conocimiento en Ingeniería.

NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA	TOTAL POR NÚCLEO DE CONOCIMIENTO	PROGRAMAS	CANTIDAD DE PROGRAMAS EN UNIVERSIDADES LIDERES ASIA	TEMÁTICAS
otras Ingenierías	10	Ciencias de la Ingeniería	6	Biotecnología, astrofísica, ciencias ambientales, geodesia, materiales, aeronáutica, astronomía, estructuras de energía eólica y marina
		Ingeniería de materiales	3	
		Ingeniería nuclear	1	
otras Ingenierías ciencias biológicas	5	Ingeniería biológica	1	estructuras de energía eólica y marina
		Ingeniería biomédica	2	
		Ingeniería física	1	
		Ingeniería geológica	1	
Ingeniería ambiental sanitaria y afines	1	Ingeniería ambiental	1	Datos sistemas y sociedad, hidráulica, mecánica, metalúrgica, minería, sistemas eléctricos, recursos hídricos.
Ingeniería civil y afines	6	Ingeniería civil	2	
		Ingeniería de transporte	1	
		Ingeniería hidráulica	3	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	1	Ingeniería de sistemas	1	
Ingeniería eléctrica y afines	4	Ingeniería eléctrica	4	
Ingeniería industrial y afines	3	Ingeniería industrial	3	
Ingeniería mecánica y afines	4	Ingeniería mecánica	4	
Ingeniería química y afines	3	Ingeniería química	3	

Fuente: Autores

### **3.6 Tendencias en programas de posgrado en Ingeniería a nivel mundial**

En cuanto a los tipos de programas posgraduales en el mundo y las tendencias encontradas en las universidades líderes se puede analizar que la tendencia más predominante se encuentra en los estudios de maestría y en menor proporción en los programas de doctorado, cabe anotar, que de acuerdo a la región, los programas posgraduales pueden cambiar al nivel de especialización ofrecido y a la duración de los programas, encontrando subprogramas como doctorados de tiempo completo o medio tiempo, especializaciones y diplomados.

La tendencia predominante en el tipo de programas posgraduales en Ingeniería ofrecidos en las universidades líderes de Suramérica se concentra en programas de maestría, teniendo en cuenta que en esta región del mundo es en la que más se presenta variedad de programas posgraduales como, diplomados, especializaciones, maestrías y doctorados de medio tiempo y de tiempo completo.

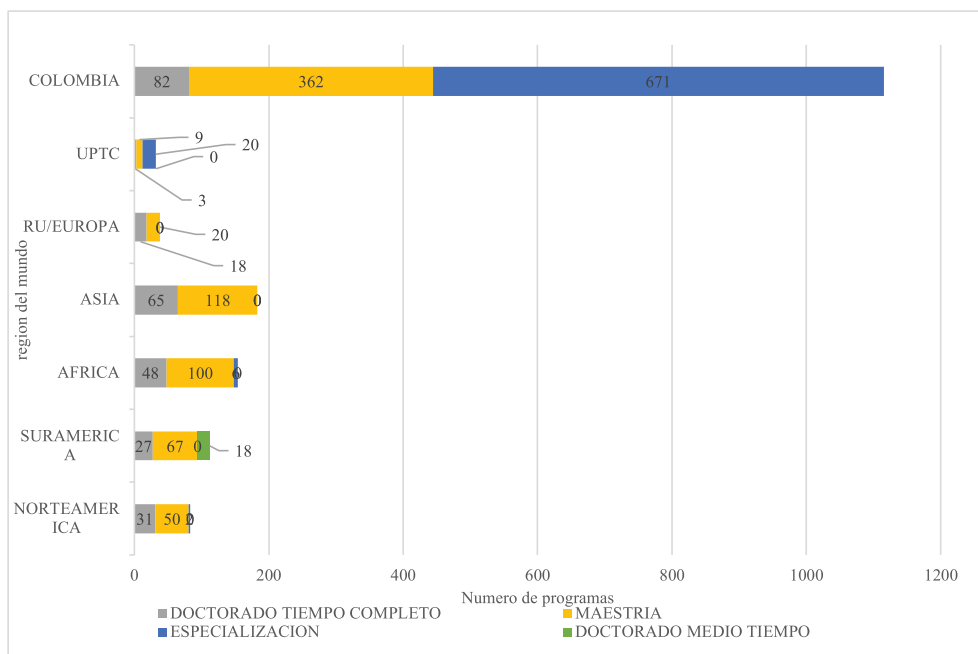
Al hacer un análisis de las universidades líderes, podemos encontrar una tendencia en ascenso de los programas de doctorado y maestría, con poca participación de programas de especialización en el área de Ingeniería en la región de Norteamérica

En Colombia, los tipos de posgrados que predominan en el área de la Ingeniería, son los programas de especialización universitaria, maestría y especialidad tecnológica, quedando los programas de doctorado relegados de la oferta de programas posgraduales en Ingeniería en el el país.

En conclusión, la tendencia a nivel mundial en cuanto a programas posgraduales en Ingeniería, se ve representada en estudios de maestría y doctorado, panorama que en Suramérica se ve enriquecido con la modalidad de estudios posgraduales como en especializaciones, que para el caso de la UPTC específicamente, es la mayor oferta de programas, ya que cuenta con 20 especializaciones en el área de Ingeniería, seguido de las maestrías y en menor cantidad los docto-

rados con 3 programas ofrecidos por la Facultad de Ingeniería como se resume en la Figura 25.

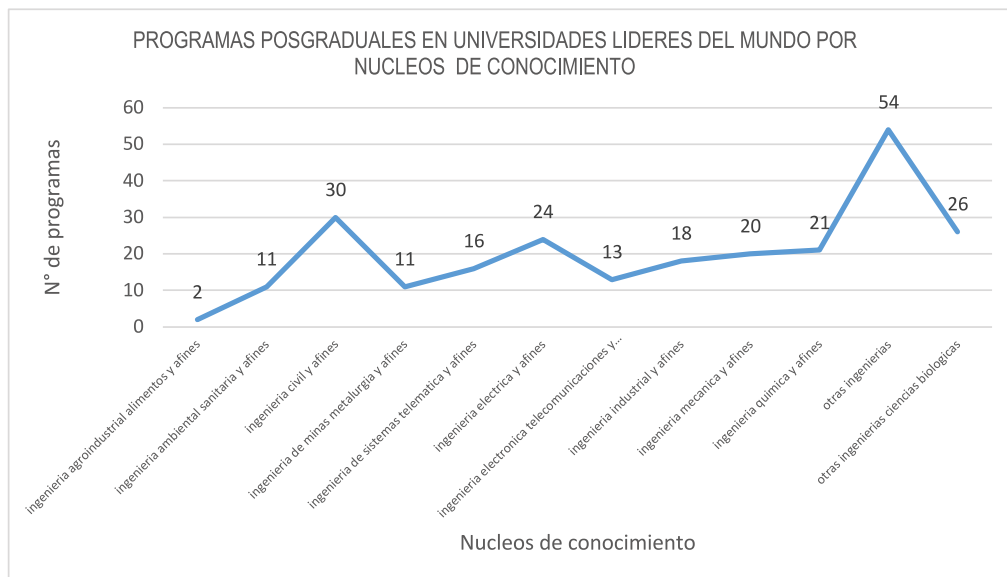
Figura 25. Tipo de programas de maestría y doctorado en Ingeniería registrados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional.



Fuente: Autores (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, 2019)

De acuerdo con los programas posgraduales en tendencia a nivel mundial y teniendo en cuenta la clasificación de las Ingenierías que propone el Ministerio de Educación Nacional en Colombia, los programas posgraduales en Ingeniería de las mejores universidades a nivel mundial establecen los siguientes núcleos de formación, como se observa en la Figura 26.

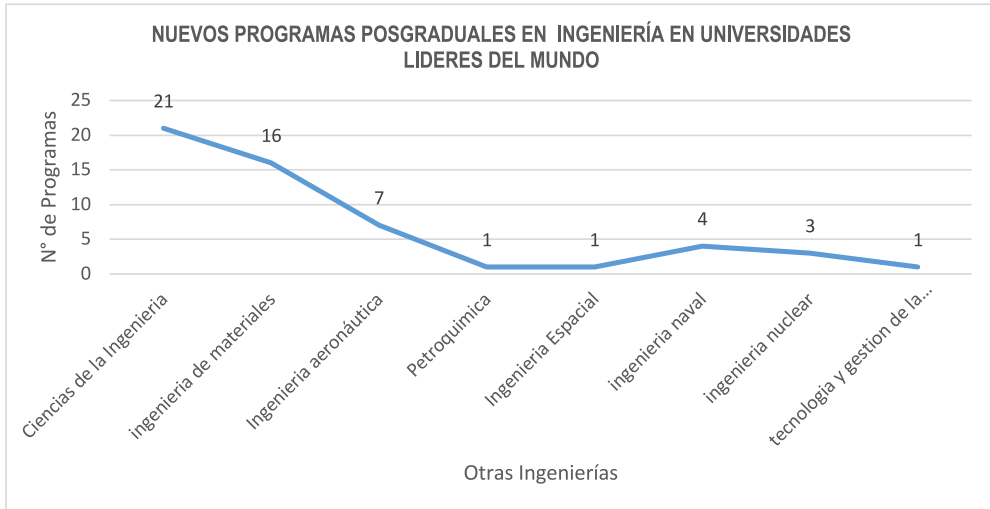
Figura 26. Tendencia de programas posgraduales en las mejores universidades a nivel mundial de acuerdo con los núcleos de formación establecidos en Colombia.



Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta las temáticas en Ingeniería que demanda el mundo a nivel productivo, se evidencia que las mejores universidades en su mayoría están ofertando programas que se orientan a las nuevas tendencias de conocimiento a nivel global así como la interacción del profesional con su entorno inmediato. Por la misma razón, se demuestra que los programas de formación se subdividen en nuevas ramas del conocimiento y establecen nuevas especializaciones, saliéndose del esquema general que se venía manejando en las Instituciones de Educación Superior (Ver Figura 27).

Figura 27. Programas posgraduales en las mejores universidades a nivel mundial en nuevos programas de estudio en Ingeniería.

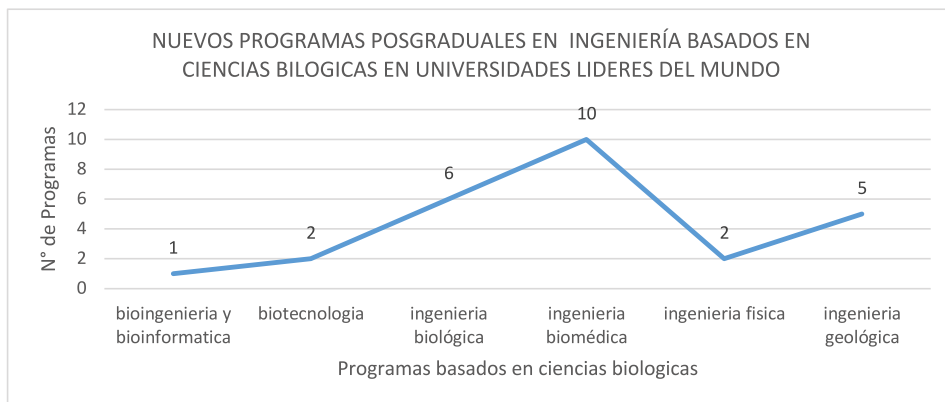


Fuente: Autores.

En lo que respecta al surgimiento de nuevos programas posgraduales, expuestos en la Figura 28., se destacan aquellos relacionados con la profundización en Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería de materiales, e Ingeniería aeronáutica; mientras que las Ingenierías espacial, petroquímica y gestión de la innovación, que aún no tienen mayor representación en la nueva oferta posgradual, se convierten en las nuevas tendencias de conocimiento para los profesionales de Ingeniería.

De igual forma, es posible reconocer una tendencia específica en las ramas de conocimiento de la Ingeniería que se integran con las Ciencias biológicas, por lo que en la clasificación de otras Ingenierías, este tipo de programas marcan una tendencia en ascenso en la profundización e interacción de saberes en la Ingeniería.

Figura 28. Nuevos programas posgraduales en Ingeniería basados en Ciencias biológicas en universidades líderes del mundo



Fuente: Autores.

En cada región de estudio, hay una especificidad en las temáticas de estudio que se ven reflejadas en la cantidad de programas analizados y la tendencia de las temáticas que se manejan en cada región del mundo.

Tabla 25. Temáticas de estudio en Ingeniería en universidades líderes del mundo.

NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE PROGRAMAS UNIVER-SIDADES LÍDERES	TEMÁTICAS
Ingeniería agroindustrial alimentos y afines	2	Ciencias de la computación datos y sociedad, máquinas y sistemas inteligentes autónomos, sistemas de energía, propulsión y potencias futuras, planeación de ciudad y diseño urbano, sensorica, nanociencia y nanotecnología, transporte, energía y fuentes renovables, sistemas electrónicos y fotonicos, datos sistemas y sociedad, hidráulica, mecánica, metalúrgica, minería, sistemas eléctricos, recursos hídricos
Ingeniería ambiental sanitaria y afines	11	
Ingeniería civil y afines	30	
Ingeniería de minas metalurgia y afines	11	
Ingeniería de sistemas telemática y afines	16	
Ingeniería eléctrica y afines	24	
Ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines	13	
Ingeniería industrial y afines	18	
Ingeniería mecánica y afines	20	
Ingeniería química y afines	21	

NÚCLEOS DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE PROGRAMAS UNIVER-SIDADES LÍDERES	TEMÁTICAS
otras Ingenierías	54	Aeronáutica, bioingeniería, nanotecnología para la medicina, ciencias de los materiales, ciencias nucleares filosofía e Ingeniería de la educación, ciencias del espacio, sistemas y estructuras energéticas, biotecnología, astrofísica, ciencias ambientales, geodesia, astronomía, estructuras de energía eólica y marina, innovación
otras Ingenierías ciencias biológicas	26	

Fuente: Autores.

La interacción de las Ingenierías con otras disciplinas, como la Biología, la Medicina y la Administración, son cada vez más estrechas, tienen fronteras menos claras cuando se abordan temas de sostenibilidad ambiental, manejo de información para los mercados, sistemas de comunicación y logística comercial y la inteligencia artificial. Por tal razón, es necesario pensar en programas mixtos o propuestos entre diferentes disciplinas que desarrollen de forma explícita y coherente habilidades laborales para esos nuevos campos que emergen en el contexto organizacional actual.

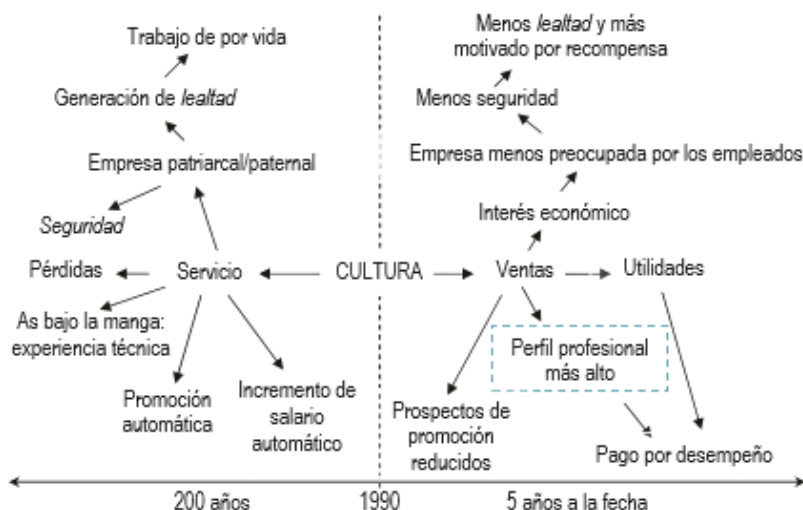
Es importante resaltar, que la denominada Revolución Industrial 4.0, debe transformar la enseñanza en las universidades y volcar el uso y manejo de las tecnologías en todas las áreas de conocimiento; la importancia de potencializar las habilidades gerenciales y blandas para que los ingenieros tengan un perfil mucho más integral y acorde a los cargos que actualmente ocupan en diferentes organizaciones públicas y privadas.



### 3.7 Temáticas líderes en estudios posgraduales en Ingeniería

Teniendo en cuenta la evolución histórica de las organizaciones a partir de los años 1900, la cultura organizacional a nivel general, se ha enfocado en sistemas y técnicas de ventas, la producción para la competitividad y la generación de utilidades, lo que ha llevado a dinamizar la economía en torno a las tendencias de consumo de acuerdo con el cambio de comportamiento, prácticas de intercambio comercial y satisfacción de nuevas necesidades con los clientes, nuevas culturas híbridas intergeneracionales que han emergido globalmente cambiando los sistemas de consumo, de trabajo y de interacción colectiva. Tales cambios sociales y organizacionales establecen nuevos roles de los profesionales de la Ingeniería que exigen también nuevas habilidades y temáticas de formación, especialmente a nivel posgradual donde se interactúa directamente en el mundo del trabajo que rodea al estudiante. Particularmente este cambio de rol derivado de los variaciones culturales aplicado al mundo de la Ingeniería se evidencia en la Figura 29.

Figura 29. Tendencias en nuevos campos de Ingeniería.



Fuente: Vega (2013).

Dicha proyección ha requerido la profesionalización de los servicios que permitan ser competitivos de acuerdo con la dinámica mundial de consumo del momento histórico, es así, como se han requerido profesionales capaces de crear nuevas tecnologías duras y blandas, capaces de ser protagonistas en la dinámica de consumo actual teniendo claras unas bases de formación común y suficiente para lograr desempeñarse en el mercado objetivo.

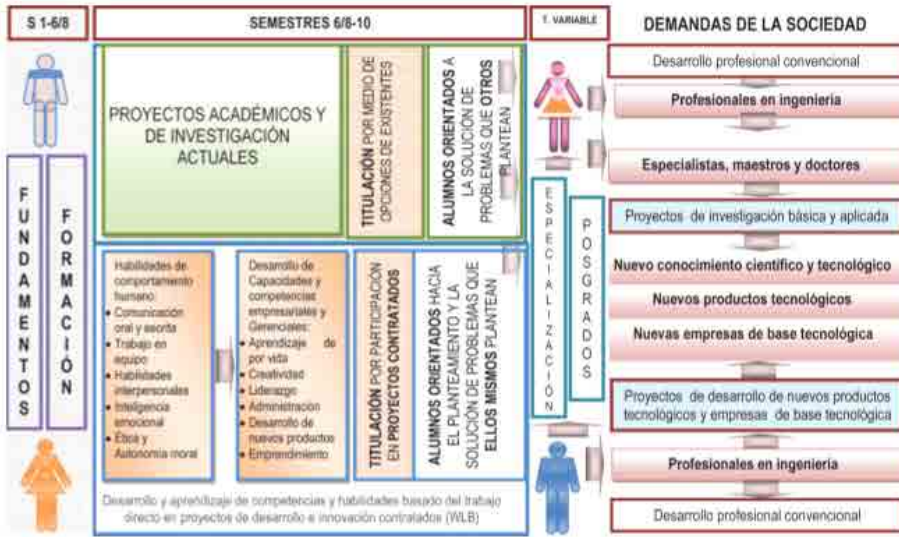
Las dinámicas de la economía global, vienen requiriendo la profesionalización de los servicios que permitan a los empleados y equipos de trabajo ser competitivos de acuerdo con el comportamiento mundial de consumo del momento histórico, razón por la cual, se han requerido profesionales calificados para crear nuevas tecnologías duras y blandas, teniendo claras las bases de formación común y suficiente para lograr desempeñarse en los mercados objetivo que atienden las organizaciones.

Frente al panorama anterior, es importante revisar la forma en la que los diseños curriculares en el área de Ingeniería son pertinentes para responder a las dinámicas de la economía global. En este sentido, las metodologías de enseñanza para la Ingeniería, actualmente proponen en los primeros años, una formación en Ciencias básicas, para continuar en el siguiente ciclo con un énfasis en Ciencias específicas de la Ingeniería y terminar con materias optativas en la Ingeniería aplicada, las que permiten el desarrollo de tesis o trabajos de grado aplicados en la temática de estudio. Culminada su formación disciplinar como decisión personal, el profesional de Ingeniería tiene la opción de profundizar sus estudios a nivel posgradual en una temática basada en problemáticas del medio que permitan el desarrollo de conocimientos y habilidades suficientes para la enseñanza, la investigación o el desarrollo tecnológico.

Sin embargo, y teniendo en cuenta la pluralidad de interacciones que se requieren hoy en día, en el ecosistema productivo tecnológico y organizacional a nivel mundial, el profesional de la Ingeniería ya no solo debe tener las herramientas básicas para ser capaz de solucionar problemas, asimilar tecnologías, operar y mantener sistemas productivos, sino también, debe tener formación en capacidades especí-

ficas del comportamiento humano como comunicación, trabajo en equipo, habilidades interpersonales inteligencia emocional, ética y autonomía moral, que le permitan interactuar correctamente en el ecosistema tal y como lo propone Vega (2013) (Véase Figura 30).

Figura 30. Propuesta para la nueva formación de ingenieros.



Fuente: Vega (2013).

Según lo anterior, la metodología de educación actual en Ingeniería, debe iniciar con una fundamentación en Ciencias básicas para pasar a una etapa enfocada a desarrollar habilidades para solucionar problemáticas planteadas en el medio productivo, combinando su formación con herramientas suficientes que fortalezcan habilidades blandas como: comunicación, trabajo en equipo, inteligencia emocional, ética, etc., las cuales generan capacidades y competencias pertinentes para el desempeño empresarial y gerencial.

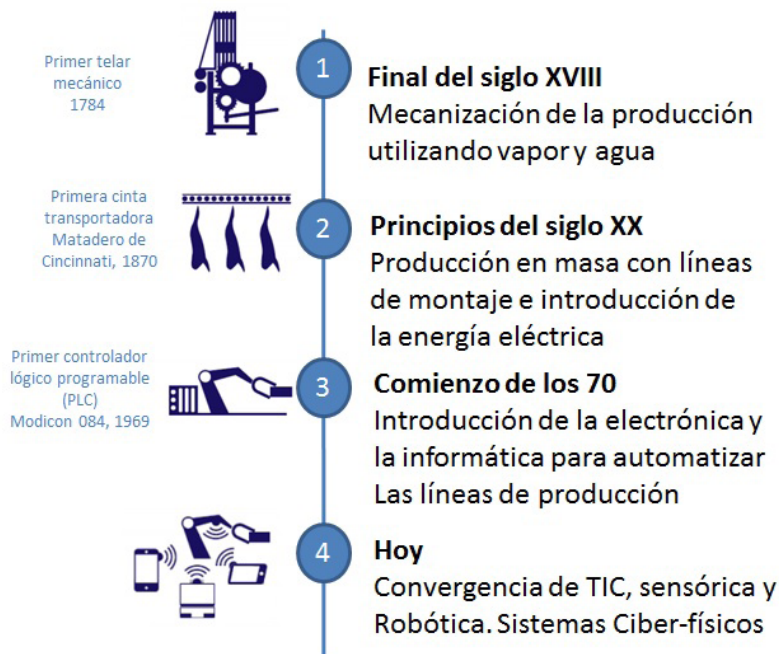
Surtida la formación en las herramientas básicas, el profesional de Ingeniería buscará pasar en un tiempo corto a especializar el conocimiento en temáticas de demanda global, para estar en capacidad de responder a nuevas demandas de desempeño profesional, tales como generación de nuevo conocimiento científico, nuevos productos o nuevos desarrollos tecnológicos aplicados a diferentes sectores

productivos y económicos. Los componentes que relacionan el comportamiento humano y las capacidades empresariales y gerenciales harán que ese profesional cuente con una demanda y un campo de acción mucho más amplio y pertinente en la sociedad productiva.

Por otra parte, y de acuerdo con la evolución de los sectores productivos, se introduce en el panorama el término de Ingeniería 4.0 o Cuarta revolución industrial, términos a los que se les atribuye una nueva etapa de revolución técnica – económica en el mundo, proyectando su evolución hacia la inteligencia artificial, la acumulación de grandes cantidades de datos o Big-Data y la interconexión masiva de sistemas y dispositivos digitales.

“Industria 4.0 es un concepto nuevo, que también recibe otras denominaciones o subdenominaciones tales como: *Ciberfábrica Industria digital, Fabricación avanzada, Futurprod, Integrated Industry*. Corresponde a una nueva manera de organizar los medios de producción. El objetivo que pretende alcanzarse es la puesta en marcha de un gran número de «fábricas inteligentes» (en inglés: «smart factories») capaces de tener una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, abriendo así la vía a una nueva revolución industrial o Revolución industrial 4.0” (Ynzunza, Izar, Larios, Aguilar, & Bocarando, 2017).

Figura 31. Esquema Revolución Industrial 4.0



Fuente: Ynzunza, Izar, Larios, Aguilar, & Bocarando (2017).

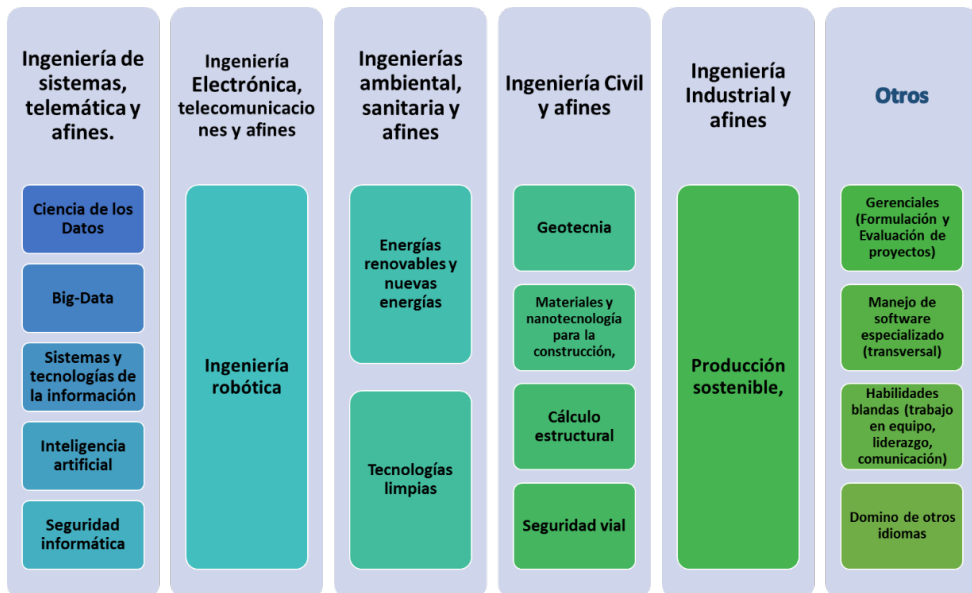
El anterior cambio de mentalidad a nivel mundial aunque no es una realidad consolidada, es un cambio en el desarrollo industrial que se debe basar en tecnologías específicas, como el internet de las cosas, los sistemas ciber físicos, la cultura Maker y las fábricas 4.0 que dan base al desarrollo de filosofías de producción fundados en las necesidades inmediatas del entorno y la rapidez de cambio de las mismas, así como la creciente necesidad de integración y coordinación entre las unidades productivas del ecosistema, llegando a impactar en ámbitos de interés mundial como nuevas formas generadoras de energía más inteligente y la relación con el medio ambiente.

Como lo señala, Ynzunza, Izar, Larios, Aguilar, & Bocarando (2017), los ingenieros de hoy, tienen que adaptarse e incorporar las tecnologías a su saber y a los procesos de producción, siendo la tecnología no solo una disciplina del área de Ingeniería, sino un conocimiento transversal, lo que lleva a plantear a las Instituciones de Educación

Superior (IES) incluir este conocimiento en el pensum de todas las Ingenierías.

Ahora bien, al triangular la información de la vigilancia tecnológica realizada en diferentes universidades a nivel mundial, los resultados de las encuestas aplicadas para este estudio y las entrevistas efectuadas a los actores del sector productivo y coordinadores, se identificaron varias temáticas que se pueden explorar para tenerlas como un referente, ya sea en la actualización de los contenidos temáticos de los posgrados existentes o para evaluar si algunas líneas temáticas son de interés en la UPTC, con el fin de crear un programa posgradual. Se presenta la información a partir de los núcleos básicos del conocimiento que estipula el SNIES, y se agrega una categoría denominada “otros”, donde se resaltan las habilidades gerenciales, la transversalidad del uso de los sistemas y las habilidades blandas, que tanto en programas internacionales como en el entorno laboral están demandando los perfiles de un profesional postgraduado en Ingeniería.

Figura 32. Tendencias temáticas identificadas para el área de Ingeniería.



Fuente: Autores, a partir de encuestas de mercado y entrevistas 2019.

Como se evidencia en el diagrama que resume los temas que predominan en la formación posgradual de las Ingenierías a nivel internacional, cada rama específica de las Ingenierías se está concentrando en temas que son complementarios con otras ramas o con otros campos del conocimiento, lo cual exige repensar los diseños curriculares y cómo se fortalecen las competencias de trabajo con otras disciplinas de la formación de los ingenieros. De Igual manera, todos los campos son transversales a los diferentes sectores de la Economía en el mundo, y, por tanto, el desempeño laboral de un ingeniero con formación de alto nivel, exige cada vez más el desarrollo de habilidades blandas que le permitan desenvolverse de manera efectiva en cargos directivos, de toma de decisiones, de gran capacidad creativa e innovación, y de resolver problemas con otros profesionales de forma singular.

