



Evaluación del número de publicaciones en ciencias de la computación en Suramérica en un periodo de veinte años

Evaluation of the number of publications in computer science in South America in a period of 20 years

Luis Fernando Restrepo-Betancur ¹

Fecha de Recepción: 03 de enero de 2022

Fecha de Aceptación: 04 de julio de 2022

Cómo citar: Restrepo-Betancur, L.F. (2022). Evaluación del número de publicaciones en ciencias de la computación en Suramérica en un periodo de veinte años. *Tecnura*, 26(74), 149-164. <https://doi.org/10.14483/22487638.17080>

Resumen

Contexto: La presente investigación se relaciona con el número de publicaciones y citas en ciencia computacional en Suramérica en los últimos veinte años. La medición de la producción científica es de gran impacto a fin de evaluar la producción de un país, al igual que los grupos de investigación, autores y centros universitarios entre otros aspectos.

Método: La investigación se clasifica en descriptiva comparativa de tipo longitudinal. La información se recopiló de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*, donde las variables evaluadas corresponden a los diferentes temas relacionados con el área de la ciencia computacional. El procesamiento estadístico de la información se realizó por medio de la técnica de clúster, análisis multivariado de la varianza (Manova), análisis Biplot por el método procrustes, complementado con la técnica no paramétrica de Spearman. Se empleó el paquete estadístico *SAS University*.

Resultados: Brasil se diferencia estadísticamente respecto a las demás naciones del Cono Sur, en lo concerniente a la difusión científica en el área de las ciencias de la computación. Existe una relación directamente proporcional entre los diferentes temas evaluados; la mayor correlación entre naciones se dio entre Argentina, Brasil, Chile y Venezuela.

Conclusiones: Brasil es el país de Suramérica con el mayor número de publicaciones y citas en las diferentes áreas de la ciencia de la computación, seguido de Argentina, Colombia y Chile, donde ciencias computacionales aplicadas tienen mayor impacto y la interacción persona ordenador es la de menor representación.

Palabras clave: cienciometría, estadísticas, informática, publicaciones.

Abstract

Context: The present research is related to the number of publications and citations in computational science in South America in the last twenty years. The measurement of scientific production is of great impact in order to evaluate the production of a country, as well research groups, authors and university centers, among other aspects.

¹ Estadístico, especialista en Estadística y Biomatemática. Docente titular Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Email: lfernando.restrepo@udea.edu.co

Method: The research is classified as a longitudinal descriptive comparative study. The information was collected from the SCImago Journal & Country Rank platform, where the variables evaluated correspond to the different topics related to the area of computer science. The statistical processing of the information was carried out by means of the cluster technique, multivariate analysis of variance (MANOVA), Biplot analysis by the Procrustes method, complemented with the nonparametric technique of Spearman. The SAS University statistical package was used.

Results: Brazil is statistically different from the other nations of the southern part of the American continent in terms of scientific dissemination in the area of computer science. There is a directly proportional relationship between the different topics evaluated, the highest correlation between nations was between Argentina, Brazil, Chile and Venezuela.

Conclusions: Brazil is the South American country with the highest number of publications and citations in the different areas of computer science, followed by Argentina, Colombia and Chile, where the topic with the highest impact corresponds to applied computational sciences and the lowest is related to human-computer interaction.

Keywords: scientometrics; statistics; computing; publications.

Tabla de Contenidos

	Página
Introducción	150
Metodología	155
Métodos estadísticos	156
Resultados	157
Conclusiones	162
Conflicto de interés	162
Fuente de financiación	162
Agradecimientos	162
Referencias	162

INTRODUCCIÓN

Las publicaciones científicas recopilan el conocimiento generado por investigadores de diferentes regiones del mundo, lo cual incrementa la interacción entre grupos académicos y el desarrollo de las diferentes naciones (Pire, 2015).

El número de artículos que se publican por las diferentes revistas de carácter científico que son archivados en sus bases de datos posibilita que los investigadores en cienciometría empleen métodos estadísticos para evaluar la producción en un área determinada (Salas *et al.*, 2018). El análisis bibliométrico es una poderosa herramienta y ha sido validada en diversas áreas del conocimiento, con

la cual se detectan similitudes, tendencias, variabilidad, diferencias, entre otros aspectos (Arduini y Zanfei, 2014). La ciencia estadística brinda grandes aportes para el desarrollo bibliométrico, desde el cual se puede medir la evolución en la producción de un tema a través del tiempo, gracias a métodos multivariados como: series de tiempo, análisis de regresión y correlación, estadística descriptiva e inferencial, entre una variedad de técnicas. También se puede evaluar el número de publicaciones, citas, autocitas, índice H, patentes, para así generar indicadores relacionados con el campo de la ciencia y la tecnología. De igual manera facilita la medición del desarrollo científico de las universidades, de los docentes, grupos de investigación y países, además de la observación de la dinámica de crecimiento de determinada área del conocimiento (Pineda, 2015).

El análisis de las publicaciones científicas fortalece evaluaciones cualitativas, a través del conocimiento de los investigadores (Urquhart y Dunn, 2013). La gran cantidad de información científica que se genera a nivel mundial aporta a la implementación de diversos programas informáticos al servicio de la comunidad investigativa, con el fin de interactuar y potencializar el desarrollo y la innovación en un campo determinado. El avance en las diferentes plataformas de investigación conduce a que cualquier persona con un conocimiento mínimo acceda a la información que se suministra. La automatización beneficia a los investigadores cuando estos implementan simulaciones por medio de modelos probabilísticos que conduzcan a la modelación y, por ende, a la toma de decisiones, para facilitar el avance científico (Michán, 2011). Existen fuentes bibliométricas como: *ISI Web of Science* (WoS) o *Scopus*, donde los investigadores elaboran mapas asociados con los autores, países, temas, citas, referencias, coautorías, entre otros (Cobo et al., 2011).

La cienciometría se clasifica en dos categorías: la pragmática, que está asociada a la evaluación de la calidad de las publicaciones y su impacto, y estudia la manera como se invierten y administran los recursos disponibles asociados con la investigación y su política. Por otro lado, el enfoque cognitivo evalúa cómo se hace la ciencia. Dentro de la cienciometría es de interés evaluar el número de citas, para determinar la calidad de los diferentes autores y su reconocimiento dentro del mundo científico. Las citas de un artículo generan índices, cumpliendo con una función social y cognitiva, la cual está relacionada con la interacción entre textos por medio de las citas. La cienciometría se clasifica dentro del campo de la sociología debido a que privilegia investigaciones empíricas asociadas a la ciencia, de igual forma cumple una función geopolítica que mide la realidad científica de una nación (Millán et al., 2017). Las citas clasifican de forma justa a las personas dedicadas a la ciencia, lo que se convierte en un estándar de calidad (Franceschini y Maisano, 2011).

El empleo de la cienciometría es inherente a todas las áreas del conocimiento, generan gráficos bidimensionales y a la vez establecen clústeres que ponderan a los autores, países o grupos de investigación, gracias al avance tecnológico en el campo de la computación existen paquetes especializados que se pueden implementar, con el fin de generar reportes asociados con el objeto de estudio. El paquete estadístico R tiene una función llamada "bibliometrix" que determina estadísticas avanzadas relacionadas con las publicaciones científicas (Aria y Cuccurullo, 2017).

La cienciometría, la bibliometría, las *altmetrics*, la minería de textos y la webmetría efectúan mediciones certeras de alto impacto científico (Gómez, 2018). La ciberinfraestructura está asociada a un entorno tecnológico-social que transmite y preserva las bases de datos, hilvanando conocimientos por medio de la recopilación de la información su gestión, procesamiento y visualización por medio de internet (Michán, 2011).

La medición de la producción científica se debe realizar con toda la exactitud requerida, ya que tiene implicaciones en la clasificación de los centros universitarios, investigadores, grupos investigativos y países, y tiene una implicación en la sociedad. La bibliometría está relacionada con analizar las revistas científicas al igual que los libros y los sistemas de comunicación vinculados con la información que se genera. La cienciometría se correlaciona con la evaluación por métodos estadísticos y sociométricos adscritos a la producción científica. La informetría se basa en los diferentes estudios derivados de la bibliometría y la cienciometría, por medio de la elaboración de modelos para medir

Tabla 1. Producción total de documentos por país y tema en Suramérica

Tema	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	1248	18	10.825	1224	1603	651	59	316	136	386
T2	613	6	4194	818	543	89	3	40	89	134
T3	253	1	3253	267	365	69	13	44	69	64
T4	1536	27	14051	1524	1984	144	83	604	335	298
T5	3423	36	21703	4226	3429	1120	48	504	380	890
T6	561	2	5276	505	881	252	18	168	146	137
T7	602	4	5471	412	523	210	26	151	137	113
T8	357	4	4425	496	544	170	9	134	85	74
T9	948	25	9115	1138	1214	757	44	279	182	345
T10	925	4	5584	467	690	156	20	112	129	138
T11	2223	22	19.130	2126	1597	451	88	169	433	466
Letra	b	e	a	b	b	c	e	d	d	d

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$). ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

Tabla 2. Producción promedio anual por tema y país

Tema	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	65 c	2 e	569 a	68 c	84 b	50 d	5 e	21 d	8 e	20 d
T2	34 c	2 e	220 a	43 b	29 c	8 d	3 e	4 e	5 e	7 d
T3	13 c	1 e	171 a	14 c	20 b	9 d	2 e	3 e	4 e	3 e
T4	80 c	3 f	780 a	80 c	110 b	110 b	6 f	46 d	18 e	16 e
T5	180 b	2 e	1142 a	222 b	180 b	66 c	4 e	28 d	20 d	47 c
T6	29 c	2 e	277 a	27 c	46 b	23 c	2 e	11 d	8 d	7 d
T7	33 b	4 d	303 a	23 b	29 b	19 b	3 d	14 c	9 c	7 c
T8	20 c	1 e	233 a	26 b	32 b	19 c	2 e	10 d	5 e	4 e
T9	50 b	2 d	480 a	60 b	64 b	58 b	3 d	19 c	10 c	18 c
T10	48 b	1 d	294 a	25 c	38 b	12 c	3 d	7 c	8 c	7 c
T11	117 b	2 f	1006 a	111 b	84 b	30 c	6 e	11 d	23 c	24 c

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre naciones para cada uno de los temas tratados ($p < 0,05$). ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

el impacto de la información generada desde aplicativos como las técnicas multivariadas, las cuales determinan similitudes o disimilitudes en aspectos de interés; por otro lado, la informetría tiene que ver con la forma como se guardan los datos. La cibermetría comprende el estudio cuantitativo asociado con la elaboración y empleo de la información al igual que establece las estructuras existentes, adicionalmente se relaciona con las tecnologías de internet, desde aspectos asociados de carácter bibliométricos e informétricos (Tarrío *et al.*, 2017).

El adelanto tecnológico ha impactado en grandes avances en diferentes áreas del conocimiento; en el caso concreto de la educación, los sistemas informáticos son vitales en la implementación de cursos virtuales, los cuales se pueden acceder desde cualquier parte del mundo. Adicionalmente, ha facilitado el entendimiento de diferentes áreas de la matemática, mediante la implementación de paquetes computacionales específicos en cada asignatura. El desarrollo computacional se correlaciona con procesar grandes bases de datos con el fin de brindar soluciones a los diferentes objetivos que se presenten (Padilla-Escorcía *et al.*, 2022). Las bases de datos son fundamentales para acceder a la

Tabla 3. Coeficiente de variación por tema y país

Tema	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	71,8	63,1	70,5	75,6	111,1	213,7	65,2	175,6	84,7	53,9
T2	48,7	38,4	57,6	67,0	81,9	101,0	0,0	104,7	70,0	54,8
T3	70,6	0,0	65,0	70,8	103,8	139,2	57,5	86,3	71,7	68,7
T4	111,4	103,3	85,4	97,4	116,9	174,9	137,5	171,3	86,2	70,5
T5	29,8	61,8	56,7	64,9	87,1	214,6	96,5	133,6	70,5	31,1
T6	61,4	0,0	63,6	74,1	102,5	148,1	51,1	155,8	72,5	51,8
T7	121,3	0,0	69,3	100,6	114,5	210,1	126,5	218,9	84,9	66,8
T8	75,0	0,0	79,3	81,2	89,6	121,7	36,5	143,3	99,3	51,9
T9	66,4	72,4	69,7	73,5	96,3	186,4	119,1	121,1	70,7	67,4
T10	103,0	43,3	70,8	81,0	98,8	139,5	74,0	104,9	80,3	49,6
T11	56,3	56,2	57,9	66,5	84,1	149,3	94,1	101,1	77,7	43,5

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

información de manera oportuna y evaluar el comportamiento estadístico de las diferentes variables que se tengan. Estas bases han evolucionado en el tiempo, y se han adaptado cada vez más a las necesidades de la sociedad (Rojas, 2018).

El acceso al conocimiento, uso y manejo de diferentes programas computacionales permite al estudiante avanzar en el conocimiento de un área específica, e interactuar de mejor forma con sus compañeros y con el docente que imparte la asignatura. Cada día se implementan nuevas estrategias pedagógicas asistidas por el uso de sistemas informáticos, lo que conduce a un mejor aprendizaje de los diferentes conceptos tratados en el aula, lo cual trae grandes ventajas en aspectos como la motivación, facilidad en el acceso al conocimiento, rapidez en la generación de actividades, comunicación eficaz, entre otros factores (Giovanny-Hidalgo *et al.*, 2021). En las últimas dos décadas la robótica ha impactado en el avance de la industria, lo que ha repercutido en la economía global y en la calidad de vida de los habitantes. Adicionalmente se han creado nuevas fuentes de empleo minimizando riesgos en el proceso de producción (Becerra-Mora, 2020).

Tabla 4. Documentos citables por país y tema en Suramérica en el área de sistemas

Tema	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	1215	17	10.576	1171	1570	643	55	313	133	385
T2	608	6	4100	794	537	89	3	40	86	133
T3	249	1	3167	259	363	68	13	39	68	63
T4	1514	27	13.793	1456	1970	1431	83	600	324	296
T5	3295	36	21.119	4093	3349	1107	48	496	361	874
T6	556	2	5194	493	873	250	18	166	145	134
T7	593	4	5318	397	520	209	26	149	133	133
T8	351	4	4341	484	541	165	9	132	83	72
T9	930	25	8938	1092	1203	749	44	276	178	339
T10	912	4	5497	457	684	154	20	110	127	136
T11	2171	21	18.582	2019	1573	436	88	168	424	464
Letra	b	f	a	b	b	c	e	d	d	d

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre naciones ($p < 0,05$). ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

El objetivo de la presente investigación es evaluar y comparar tanto el número de publicaciones como el de citas, en los últimos veinte años, en países de Suramérica, en el área de la computación.

METODOLOGÍA

La investigación se clasifica en descriptiva comparativa de tipo longitudinal. La información se recopiló de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*, que corresponde a un portal de evaluación de revistas, adscritas a los diferentes países del mundo y se basa en la información contenida en la base de datos *Scopus* (Elsevier). Los datos corresponden al área de ciencia computacional que comprende inteligencia artificial, teoría computacional y matemática, gráficos por computadora y diseño asistido por computadora, redes computacionales y comunicación, ciencias computacionales

Tabla 5. Número de citas por tema y país

Temas	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	8789	28	63.418	9968	5665	827	162	395	1223	2376
T2	6726	19	33.502	7545	2628	289	5	163	1575	947
T3	2021	0	18.448	2283	2113	145	63	366	645	879
T4	4913	39	61.632	6932	3546	1636	209	542	1204	1814
T5	28.849	253	153.394	62.068	13.519	2369	215	1407	1997	5912
T6	4025	4	30.496	4639	5388	297	54	451	1666	573
T7	3736	9	34.180	3810	2439	495	132	191	562	717
T8	1485	2	16094	3878	1434	224	10	261	228	189
T9	4568	60	39729	10937	3324	875	73	727	627	1351
T10	5033	60	37934	3253	2283	609	42	364	452	1230
T11	18.066	137	137219	19650	10.308	1502	256	921	3429	4378
Letra	b	e	a	b	b	c	e	d	c	c

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre naciones ($p < 0,05$). ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

aplicadas, visión por computadora y reconocimiento de patrones, *hardware* y arquitectura, interacción persona ordenador, sistemas de información, procesamiento de señales y *software*. Los datos corresponden al periodo 2000-2019 que es la fuente actual existente, con acceso marzo 18 de 2020. La información se recogió para cada país, año tras año, en cada tema citado. Las variables evaluadas fueron número de documentos, documentos citables, número de citas, número de autocitas, citas por documento.

Métodos estadísticos

Se emplearon las siguientes técnicas estadísticas: análisis de clúster, con el objetivo de clasificar a los diferentes países de Suramérica en cuanto a la producción científica publicada y citada; *Manova*, para contrastar diferencias entre naciones, teniendo en cuenta todas las variables objeto de

Tabla 6. Número de citas por tema y país

Temas	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
T1	186	15	182	233	144	35	33	43	324	150
T2	252	10	250	238	381	76	2	50	396	131
T3	215	0	192	228	144	37	36	246	280	206
T4	136	24	119	145	71	72	89	25	98	168
T5	176	103	175	387	111	136	114	120	137	132
T6	166	4	162	255	157	20	26	98	437	86
T7	218	2	163	278	157	125	86	26	84	117
T8	138	2	108	236	62	22	9	52	76	57
T9	132	18	141	327	92	54	21	63	99	138
T10	175	34	192	238	86	143	13	71	88	155
T11	202	73	200	228	190	213	85	110	241	187
Letras	c	e	b	a	c	d	e	d	b	c

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre naciones ($p < 0,05$). ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

estudio; análisis de correlación por el método no paramétrico de Spearman; análisis Biplot y análisis de pictograma a través del método de componentes principales, cuyo objetivo es establecer que temas priman. Se emplearon los paquetes estadísticos *SAS University* y *R* versión 3.6.1.

RESULTADOS

El país de Suramérica con el mayor número de publicaciones en las diferentes áreas de la ciencia computacional es Brasil, seguido de Chile, Colombia y Argentina. La nación con menor participación fue Bolivia (tabla 1).

Al contrastar el número promedio de publicaciones por tema, Brasil ocupó la primera posición,

Tabla 7. Análisis multivariado de la varianza (Manova)

Prueba		Valor	F	p					
Wilks' Lambda		0,17	65,9	<0,0001					
Análisis canónico									
Argentina	b	Bolivia	d	Brasil	a	Chile	b	Colombia	b
Ecuador	c	Paraguay	d	Perú	c	Uruguay	c	Venezuela	c

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. Letras distintas indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$).

Tabla 8. Análisis de correlación entre naciones de Suramérica

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
ARG	1,0	0,90	0,94	0,90	0,87	0,58	0,52	0,74	0,81	0,95
BOL		1,0	0,83	0,88	0,82	0,54	0,68	0,76	0,73	0,81
BRA			1,0	0,83	0,90	0,69	0,90	0,86	0,87	0,92
CHI				1,0	0,91	0,60	0,70	0,76	0,79	0,89
COL					1,0	0,64	0,77	0,90	0,77	0,90
ECU						1,0	0,54	0,65	0,65	0,75
PAR							1,0	0,83	0,81	0,80
PER								1,0	0,78	0,75
URU									1,0	0,81
VEN										1,0

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. ARG: Argentina; BOL: Bolivia; BRA: Brasil; CHI: Chile; COL: Colombia; ECU: Ecuador; PAR: Paraguay; PER: Perú; URU: Uruguay; VEN: Venezuela.

donde las ciencias computacionales aplicadas son las más difundidas; gráficos por computadora y diseño asistido por computadora son el componente menos publicado (tabla 2).

Se observa gran heterogeneidad en la producción científica traducida en publicaciones en cada uno de los temas evaluados, donde Perú presenta el mayor grado de heterocedasticidad (tabla 3).

Al evaluar el número de documentos citados, se encontró a Brasil con los mejores resultados, con una diferencia estadística altamente significativa respecto a las demás naciones del sur del continente.

Tabla 9. Correlación entre temas en el área de sistemas en Suramérica

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T1	1,0	0,89	0,93	0,89	0,96	0,93	0,95	0,95	0,98	0,97	0,93
T2		1,0	0,91	0,84	0,93	0,84	0,85	0,85	0,91	0,93	0,97
T3			1,0	0,89	0,94	0,94	0,91	0,95	0,94	0,94	0,92
T4				1,0	0,85	0,93	0,92	0,92	0,88	0,87	0,85
T5					1,0	0,93	0,91	0,95	0,99	0,94	0,94
T6						1,0	0,98	0,98	0,95	0,94	0,88
T7							1,0	0,96	0,93	0,95	0,90
T8								1,0	0,96	0,92	0,86
T9									1,0	0,95	0,92
T10										1,0	0,97
T11											1,0

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*.

Tabla 10. Análisis de clúster relacionado con el área de sistemas en Suramérica

Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4
Brasil	Colombia Argentina Chile	Paraguay Bolivia	Ecuador Perú Venezuela Uruguay

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*.

Lo sigue Chile, Colombia y Argentina. Naciones como Bolivia y Paraguay se ubican en las últimas posiciones, como se puede apreciar en la tabla 4.

Los temas con el mayor número de citas corresponden a las ciencias computacionales aplicadas, seguido de *software*; los menos citados son interacción persona ordenador y gráficos por computadora y diseño asistido por computadora. Brasil registra una diferencia estadística respecto a los demás países evaluados ($p < 0,05$). Colombia, Chile y Argentina ocupan la segunda posición en lo referente al número de documentos citables (tabla 5).

El país de Suramérica con el mayor número de citas por documento es Chile y el menor es Bolivia (tabla 6). Se presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) de Chile respecto a las demás naciones del Cono Sur.

El análisis multivariado de la varianza con base en todas las variables objeto de estudio, permitió detectar diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) entre las naciones de Suramérica, referente a las publicaciones en el área de las ciencias computacionales. La técnica canónica detectó diferencia entre Brasil respecto a los demás países evaluados en la presente investigación (tabla 7).

El análisis de correlación entre naciones muestra la mayor asociación en la producción científica asociada a sistemas entre Argentina, Brasil, Chile y Venezuela, donde la relación es directamente proporcional. La menor correlación se da entre Argentina y Paraguay, como se puede observar en la tabla 8.

El análisis de correlación entre los temas en el área de sistemas detectó una medición directa entre las variables evaluadas, donde la mayor asociación se dio entre T5 = ciencias computacionales aplicadas y T9 = sistemas de información (tabla 9).

El análisis de clúster llevó a clasificar en cuatro grupos los países de Suramérica, en lo referente a la producción académica y citas en el área de sistemas. En el grupo 1 se ubica Brasil, como la nación con las estadísticas más destacadas; en el grupo 2 se encuentran Colombia, Argentina y Chile; en el grupo 3 están Paraguay y Bolivia, como las naciones con menor producción científica publicada en el área de sistemas. En el último clúster se ubican Ecuador, Perú, Venezuela y Uruguay (tabla 10).

El análisis del pictograma por el método de las componentes principales definió para cada país los temas de mayor impacto en el número de publicaciones y citas en el área de sistemas. Para el caso de Argentina, los contenidos en T5 = ciencias computacionales aplicadas, T11 = *software*, T4 = redes computacionales y comunicación, T1 = inteligencia artificial son los que más priman. En Brasil: T5 = ciencias computacionales aplicadas, T11 = *software*, T4 = redes computacionales y comunicación, T1 = inteligencia artificial y T9 = sistemas de información. En Colombia priman los temas: T5 = ciencias computacionales aplicadas, T11 = *software*, T1 = inteligencia artificial y T9 = sistemas de información. En Chile: T5 = ciencias computacionales aplicadas, T11 = *software*, T4 = redes computacionales y comunicación. En general, el de mayor impacto en la inmensa mayoría de países de Suramérica es sobre las ciencias computacionales aplicadas (tabla 11).

Tabla 11. Pictograma asociado al análisis de componentes principales

Tema	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
Componente 1										
T1	■		■		■	■	■			■
T2										
T3										
T4	■	■	■	■		■	■	■	■	
T5	■		■	■	■	■	■	■	■	■
T6										
T7		■								
T8										
T9			■		■	■	■			■
T10										
T11	■		■	■	■	■			■	■
Componente 2										
T1		■		■				■	■	
T2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T4					■					■
T5		■								
T6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T7	■		■	■	■	■	■	■	■	■
T8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T9	■	■		■				■	■	■
T10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
T11		■						■		

Nota: elaboración propia con base en la información de la plataforma *SCImago Journal & Country Rank*. T1: inteligencia artificial; T2: teoría computacional y matemática; T3: gráficos por computadora y diseño asistido por computadora; T4: redes computacionales y comunicación; T5: ciencias computacionales aplicadas; T6: visión por computadora y reconocimiento de patrones; T7: *hardware* y arquitectura; T8: interacción persona ordenador; T9: sistemas de información; T10: procesamiento de señales; T11: *software*.

CONCLUSIONES

Brasil es el país de Sudamérica que mayor número de producción científica registra en el área de la ciencia computacional, seguido de Argentina, Colombia y Chile. Bolivia y Paraguay son las naciones con menor publicación de artículos. El número de publicaciones y citas que permiten ubicar a Brasil en el primer puesto en el Cono Sur, se puede explicar por tener esta nación el mayor número de ingenieros y científicos en el tema tratado en el presente artículo.

Los temas de mayor producción académica son: ciencias computacionales aplicadas y *software*. Los de menor cantidad de publicaciones son gráficos por computadora y diseño asistido por computadora, teoría computacional y matemática, e interacción persona/ordenador.

La mayor cantidad de citas son sobre ciencias computacionales aplicadas, *software*, redes computacionales y comunicación e inteligencia artificial. El menor número de citas se relaciona con interacción persona/ordenador, y gráficos por computadora y diseño asistido por computadora.

Existe heterogeneidad en todos los temas relacionados con las ciencias de la computación, donde el país con mayor heterocedasticidad es Ecuador.

CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara que no existe ningún conflicto de interés.

FUENTE DE FINANCIACIÓN

La investigación se realizó con recursos propios.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a Nova Cecilia, por su constante compañía y a la Universidad de Antioquia Colombia, por el apoyo que de ella recibí para adelantar las diferentes actividades de investigación en que participo.

REFERENCIAS

[Arduini y Zanfei, 2014] Arduini, D. y Zanfei, A. (2014). An overview of scholarly research on public e-services? A meta-analysis of the literature, *Telecommunications Policy*, 38(5-6), 476-495. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.10.007> ↑Ver página 151

- [Aria y Cuccurullo, 2017] Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007> ↑Ver página 151
- [Becerra-Mora, 2020] Becerra-Mora, Y. A. (2020). Una revisión de plataformas robóticas para el sector de la construcción. *Tecnura*, 24(63), 115-132. <https://doi.org/10.14483/22487638.15384> ↑Ver página 154
- [Cobo et al., 2011] Cobo, M. J., López, E., Herrera, V. y Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525> ↑Ver página 151
- [Franceschini y Maisano, 2011] Franceschini, F. y Maisano, D. A. (2011). Structured evaluation of the scientific output of academic research groups by recent *h*-based indicators. *Journal of Informetrics*, 5(1), 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.08.003> ↑Ver página 151
- [Giovanny-Hidalgo et al., 2021] Giovanny-Hidalgo, C. G., Llanos-Mosquera, J. M. y Bucheli-Guerrero, V. A. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, 25(69), 196-214. <https://doi.org/10.14483/22487638.16934> ↑Ver página 154
- [Gómez, 2018] Gómez, Y. J. (2018). Abuso de las medidas y medidas abusivas. Crítica al pensamiento bibliométrico hegemónico. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, 45(1), 269-290. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/achsc/article/view/67559> <https://doi.org/10.15446/achsc.v45n1.67559> ↑Ver página 152
- [Michán, 2011] Michán, L. (2011). Cienciometría, información e informática en ciencias biológicas: enfoque interdisciplinario para estudiar interdisciplinas. *Ludus Vitalis*, 29(35), 239-243. <http://www.ludus-vitalis.org/ojs/index.php/ludus/article/view/214/210> ↑Ver página 151, 152
- [Millán et al., 2017] Millán, J. D., Polanco, F., Ossa, J. C., Béria, J. y Cudina, J. N. (2017). La cienciometría, su método y su filosofía: reflexiones epistémicas de sus alcances en el siglo XXI. *Revista Guillermo de Ockham*, 15(2), 17-27. <https://doi.org/10.21500/22563202.3492> ↑Ver página 151
- [Padilla-Escorcía et al., 2022] Padilla-Escorcía, I. A., Conde-Carmona, R. J. y Tovar-Ortega, T. (2022). Recursos tecnológicos utilizados por profesores universitarios de carreras de ingeniería, en tiempos de virtualidad en Barranquilla (Colombia). *Tecnura*, 26(72). <https://doi.org/10.14483/22487638.18277> ↑Ver página 153

- [Pineda, 2015] Pineda, D. L. (2015). Análisis bibliométrico para la identificación de factores de innovación en la industria alimenticia. *AD-minister*, 27(2), 95-126. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.27.5www.eafit.edu.co/ad-minister> ↑Ver página 151
- [Pire, 2015] Pire, R. (2015). La importancia de las revistas científicas universitarias y la necesidad de su financiamiento. *Compendium*, 18(35), 1-2. <https://www.redalyc.org/pdf/880/88043199001.pdf> ↑Ver página 150
- [Rojas, 2018] Rojas B., S. A. (2018). Taxonomía de las bases de datos espaciotemporales con objetos en movimiento. Revisión de tema. *Tecnura*, 22(55), 66-76. <https://doi.org/10.14483/22487638.12192> ↑Ver página 154
- [Salas *et al.*, 2018] Salas, G., Ravelo-Contreras, E. L., Mejía, S., Andrades, R., Acuña, E., Espinoza, F., Núñez, M., Barboza, M., Ventura, J., Caycho, T. y Pérez, A. M. (2018). Dos décadas de Acta Colombiana de Psicología: un análisis bibliométrico. *Acta Colombiana de Psicología*, 21(2), 13-25. <https://doi.org/10.14718/ACP.2018.21.2.2> ↑Ver página 150
- [Tarrío *et al.*, 2017] Tarrío, J., Orois, E. y Naya, S. (2017). Estudio métrico sobre la actividad investigadora usando el software libre R: el caso del sistema universitario gallego. *Investigación Bibliotecológica*, (número especial de bibliometría), 221-247. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.nesp1.57891> ↑Ver página 153
- [Urquhart y Dunn, 2013] Urquhart, C. y Dunn, S. (2013). A bibliometric approach demonstrates the impact of a social care data set on research and policy. *Health Information and Libraries Journal*, 30(4), 294-302. <https://doi.org/10.1111/hir.12040> ↑Ver página 151

