

06

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR MEDIANTE EL MÉTODO DE SIMULACIÓN MONTECARLO

PROJECTION OF THE SCIENTIFIC PRODUCTION OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION USING THE MONTECARLO SIMULATION METHOD

Ariel José Romero Fernández¹

E-mail: dir.investigacion@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-2587>

Iruma Alfonso González¹

E-mail: ua.irumaalfonso@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6866-4944>

Gustavo Adolfo Álvarez Gómez¹

E-mail: ua.gustavoalvarez@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7898-3076>

Luis Fernando Latorre Tapia¹

E-mail: sgprocurador@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0408-8228>

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Romero Fernández, A. J., Alfonso González, I., Álvarez Gómez, G. A., & Latorre Tapia, L. F. (2021). Proyección de la producción científica de una institución de educación superior mediante el Método de Simulación Montecarlo. *Revista Conrado*, 17(S3), 46-52.

RESUMEN

La producción científica es uno de los principales estándares que deben potenciar las instituciones de educación superior como estrategia de divulgación de sus resultados de investigación. Este estudio se realiza con la finalidad de proponer una metodología basada en el método de simulación de Montecarlo para la proyección de la producción científica de una universidad ecuatoriana hasta el año 2025. Es una investigación predominantemente cuantitativa donde se utiliza el análisis documental para evidenciar los resultados de producción científica de la universidad objeto de estudio durante los años 2017, 2018, 2019 y 2020, además, se aplica el método Montecarlo para simular los posibles valores de producción científica de esta institución de educación superior hasta el año 2025. Los resultados alcanzados de la proyección científica para los próximos cuatro años dejan claro que se deben tomar acciones específicas para incrementar la publicación de artículos en revista de alto impacto mundial y libros avalados por pares para alcanzar los valores establecidos en los estándares de calidad de los organismos reguladores.

Palabras clave:

Producción científica, proyección científica, método Montecarlo, producción científica de universidades.

ABSTRACT

Scientific production is one of the main standards that higher education institutions should promote as a strategy to disseminate their research results. This study is carried out with the purpose of proposing a methodology based on the Monte Carlo simulation method for the projection of the scientific production of an Ecuadorian university until the year 2025. It is a predominantly quantitative research where documentary analysis is used to evidence the results of scientific production of the university under study during the years 2017, 2018, 2019 and 2020, in addition, the Monte Carlo method is applied to simulate the possible values of scientific production of this institution of higher education until the year 2025. The results of the scientific projection for the next four years make it clear that specific actions must be taken to increase the publication of articles in high impact journals and peer-reviewed books in order to reach the values established in the quality standards of regulatory agencies.

Keywords:

Scientific production, scientific projection, Monte Carlo method, scientific production of universities.

INTRODUCCIÓN

La investigación científica es uno de los procesos sustantivos de la educación superior y juega un papel protagonista en la generación y transmisión del conocimiento de la academia a la sociedad. Las universidades no pueden preocuparse solo por la formación de los futuros profesionales que demanda el mercado laboral, sino que tienen que contribuir con el conocimiento generado en su interior a solucionar los problemas con los que convive la sociedad actual (Abad & Fernández-Larrea, 2021).

Uno de los indicadores que mayor relevancia ha suscitado en los últimos años para el reconocimiento de la investigación en las universidades es la producción científica, la mayoría de los organismos reguladores de la calidad de la educación superior lo utilizan para definir el desempeño y posicionamiento de estas instituciones. Sin embargo, no siempre la producción científica de las instituciones son el reflejo del aporte de la investigación a la solución de las necesidades sociales (Ríos, Prado, Cruzata, & Alvarado, 2020).

En los últimos años ha proliferado el uso de los rankings para medir el desempeño y posicionar las universidades según diferentes estándares. En casi todos se repite la producción científica como estándar de medición y posicionamiento, sobre todo los artículos publicados en revistas de alto impacto mundial. Entre ellos se pueden mencionar Scimago, QS Star, Reanking Qeb de Universidades, Ranking Mundial de Universidades, entre otros (Vásquez, Torres, Bucci, & Crissien, 2020).

Por tanto, el tema de la producción científica de las universidades ha sido abordado desde diferentes aristas por diversos autores los que dividen sus análisis en dos tendencias fundamentales; la primera vinculada a la necesidad de elevar la producción científica de las universidades en función de alcanzar altos estándares de calidad y la segunda en función de la producción individual de los investigadores según su categoría y experiencia (Medina, Pérez, Toledo, Carrilo, Rosales & Trujillo, 2019).

Tarango, Hernández, & Vázquez (2015) evalúan la competitividad de la producción científica de las universidades mexicanas desde el año 2007 al 2011 utilizando el método de análisis de componentes principales (ACP). Para el estudio dividen los indicadores en 7 dimensiones y 18 estándares e incluyen 33 universidades públicas como muestra. Sus resultados permitieron establecer el ranking de universidades públicas mexicanas según la producción científica de sus investigadores.

Por su parte Ponce, Vicuña, Erazo & Samaniego (2019) realizan una investigación sobre los factores que influyen

en la baja producción científica de los docentes de una universidad ecuatoriana por medio del análisis de las redes sociales. Los resultados evidencian que los docentes que menor producción científica tienen son aquellos que se dedican a leer periódicos o libros, los que están en el rango de edad de 55 a 60 años, los que tienen bajo dominio de la estadística y los que trabajan de 8 a 10 horas diarias.

Vargas & Utia (2020) desarrollan una investigación para evaluar la producción científica en el área del turismo de las universidades peruanas. Su investigación se realiza en el período comprendido entre el año 2008 y el 2018 y logran identificar los autores e instituciones de educación superior que mayor relevancia han tenido en publicaciones relacionadas con el turismo. Por último, llegan a la conclusión de que, a pesar del desarrollo turístico del país, la investigación y producción científica en el área de turismo por parte de las universidades peruanas es bajo y su tendencia de crecimiento es lenta con respecto a otros países de la región.

Saavedra (2021) investiga sobre los incentivos a la redacción y publicaciones científicas en la Universidad Mayor de San Andrés en Bolivia, desarrolla una comparación en cuanto a los resultados de producción científica de esta universidad con relación a otras del contexto latinoamericano. Como resultado proponen una guía de buenas prácticas de publicaciones en consonancia con las normativas y requerimientos de las principales revistas indexadas en bases de datos regionales o de alto impacto mundial.

De la Cruz & Rodríguez (2019) consideran en su estudio sobre la investigación y los rankings de las universidades peruanas que la investigación es el proceso más importante que se desarrolla en estas instituciones y garantiza el buen desempeño de los otros procesos. Exponen que la investigación no puede verse como un simple elemento de salida que posiciona a las universidades en un ranking, sino que es una necesidad para el logro de estándares de calidad y reconocimiento social, definen la producción científica de los investigadores como una contribución importante a la divulgación de los resultados científicos.

Romero, Alfonso & Latorre (2020) proponen indicadores de gestión para medir el desempeño del proceso de investigación en universidades ecuatorianas, en su trabajo destacan que es insuficiente la teoría generada sobre la medición del desempeño del proceso de investigación en las instituciones de educación superior y proponen una serie de indicadores cualitativos y cuantitativos para medir el desempeño de subprocesos como proyectos de

investigación, producción científica, difusión de resultados de investigación, entre otros.

Garza, Gordillo & Cardona (2020) analizan las variables que inciden y limitan la producción científica y la transmisión de conocimientos en la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO) de Colombia. En su investigación logran identificar como factores limitantes de la producción científica en la institución los siguientes: poca flexibilidad en los horarios, exceso de carga docente y administrativa de los docentes, así como el desconocimiento por parte de los docentes e investigadores de aspectos relacionados con la metodología de la investigación.

El análisis del estado del arte relacionado con la proyección de la producción científica de las instituciones de educación superior evidencia que es limitada la divulgación de artículos y documentos.

La presente investigación se realiza con la finalidad de proponer una metodología basada en el método de simulación de Montecarlo para la proyección de la producción científica de una universidad ecuatoriana hasta el año 2025.

MÉTODOS

La investigación por su modalidad es mixta pues se combinan elementos cualitativos y cuantitativos para desarrollar la proyección de la producción científica de una universidad ecuatoriana mediante la aplicación del método de simulación de Montecarlo.

Según el alcance se trata de una investigación descriptiva pues busca desarrollar una metodología para la proyección de la producción científica de una institución de educación superior hasta el año 2025.

Para el desarrollo del estudio se ha escogido el proceso de investigación de una universidad ecuatoriana, al que se pretende desarrollar un estudio proyectivo con la utilización de un método de simulación.

Se revisarán las rendiciones de cuentas del proceso de investigación de la universidad objeto de estudio de los años 2018, 2019 y 2020 para contabilizar la producción científica de esos tres años, es decir, libros, artículos en revistas de bases de datos regionales, artículos en revistas de alto impacto mundial y ponencias presentadas en congresos científicos internacionales. Además, se empleará la simulación mediante el método Montecarlo para proyectar la producción científica de esta institución de educación superior hasta el año 2025.

RESULTADOS

En el trabajo se realiza la proyección de la producción de una universidad cuyos indicadores se presentan a continuación:

1. Artículos publicados en revistas de bases de datos regionales (Latindex, EBSCO, Lilacs, Scielo, DOAJ, OAJI).
2. Artículos publicados en revistas de alto impacto mundial (Scimago, Web of Science y SCI).
3. Libros de investigación avalados por pares externos.
4. Ponencias en Congresos Científicos Internacionales de alta calidad (Eventos de más de cinco ediciones consecutivas y con al menos tres expositores internacionales).
5. Ponencias en Congresos Científicos Internacionales de mediana calidad (Eventos de más de cinco ediciones consecutivas y con al menos tres expositores internacionales).

En los gráficos 1,2,3 y 4 se presentan los valores de estos cinco indicadores durante los años 2017, 2018, 2019 y 2020 presentados en la Rendición de Cuentas del Plan Operativo Anual de la universidad.

Producción científica año 2017.

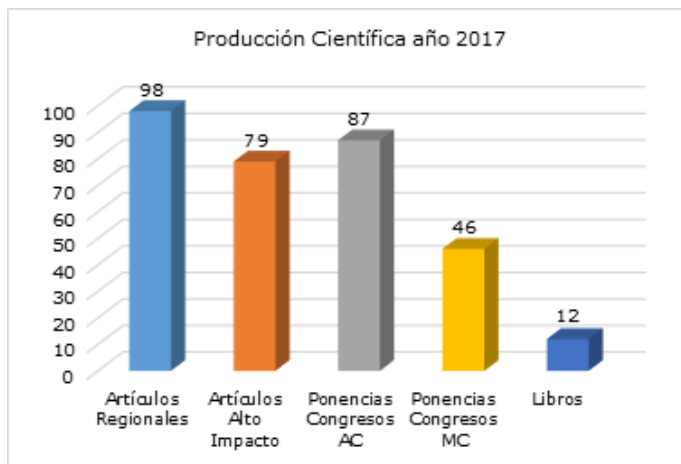


Gráfico 1. Producción científica del año 2017.

Producción científica año 2018.

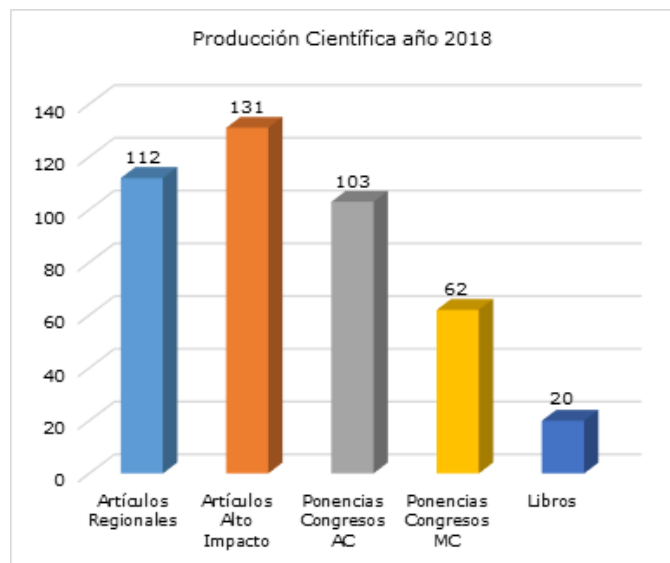


Gráfico 2. Producción científica del año 2018

Producción científica año 2019.

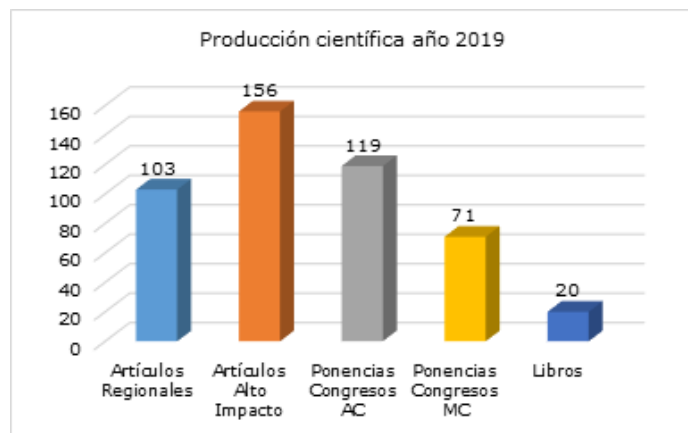


Gráfico 3. Producción científica del año 2019

Producción científica año 2020.

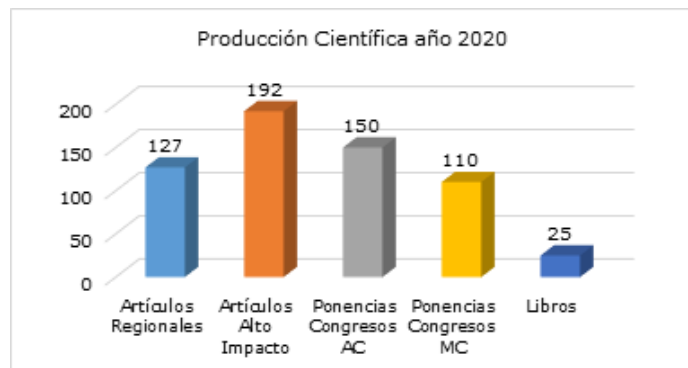


Gráfico 4. Producción científica del año 2020

Resumen de la producción científica de los cuatro años analizados en el estudio

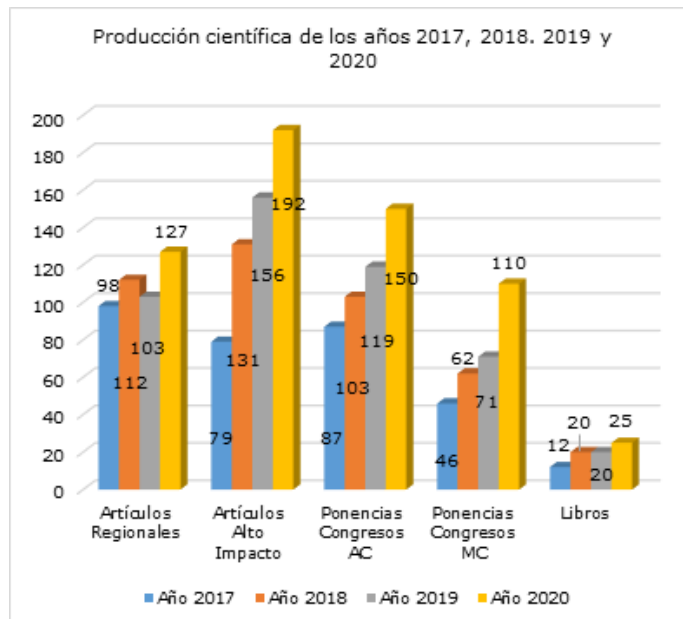


Gráfico 5. Producción científica de los años 2017, 2018, 2019 y 2020.

Proyección de la producción científica hasta el año 2025

El método de simulación Montecarlo surge en el año 1940 y su creación se le atribuye a Stanislaw Ulam y John Von Neuman en sus investigaciones sobre la creación de la Bomba Atómica en la II Guerra Mundial (Estela, Inicio, Fernández, Contreras, Paredes & Ortiz, 2021). El nombre del método está asociado a la capital de los juegos de Azar el Principado de Mónaco, específicamente al juego de la ruleta que se basa en generación de números aleatorios.

El método se sustenta en la ley de probabilidades pues considera la posible ocurrencia de un evento en un número suficiente de repeticiones determinado por la variable aleatoria de la que depende el evento. Este instrumento se emplea para sistemas grandes y es un sondeo artificial de componentes aleatorios que generan números para predecir lo que puede ocurrir en escenarios inciertos (Estela, Contreras, Inicio, Fernández, Namuche, & Reyes, 2021).

A continuación, se presentan las tablas con los datos que se procesaron mediante el método Montecarlo para obtener la producción científica hasta el año 2025, se hace una propuesta en Excel de 100 números aleatorios y se obtiene el promedio de las publicaciones para cada año.

Artículos en bases de datos regionales.

Tabla 1. Valores de las publicaciones de artículos en bases de datos regionales

Año	Artículos publicados	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	intervalos		Proyección
1	98	0,23	0,23	0,001	0,23	120
2	112	0,25	0,48	0,231	0,48	115
3	103	0,23	0,71	0,481	0,71	125
4	127	0,29	1	0,711	1,00	109

Artículos en bases de datos de alto impacto.

Tabla 2. Valores de las publicaciones de artículos en bases de alto impacto

Año	Artículos publicados	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	intervalos		Proyección
1	79	0,14	0,14	0,001	0,14	176
2	131	0,23	0,37	0,141	0,37	159
3	156	0,28	0,65	0,371	0,65	180
4	192	0,35	1	0,651	1	126

Ponencias en Congresos Científicos Internacionales.

Tabla 3. Valores de las publicaciones en Congresos Científicos Internacionales

Año	Ponencias Congresos	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	intervalos		Proyección
1	133	0,18	0,18	0,01	0,18	221
2	165	0,22	0,40	0,181	0,40	234
3	190	0,25	0,65	0,401	0,65	198
4	260	0,35	1	0,651	1,00	253

Libros de investigación.

Tabla 4. Valores de las publicaciones de libros de investigación

Año	Libros	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	intervalos		Proyección
1	12	0,15	0,15	0,01	0,15	18
2	20	0,26	0,41	0,151	0,41	19
3	20	0,26	0,67	0,411	0,67	22
4	25	0,33	1	0,671	1	21

DISCUSIÓN

La investigación científica es la piedra angular del desempeño de las universidades, mediante esta función la educación superior tiene la posibilidad de satisfacer las necesidades y demandas sociales (Romero, Flores, Flores y Luzuriaga, 2020). Producto de la investigación se generan conocimientos en las instituciones de educación superior, los que deben ser transferidos a la sociedad y divulgados para que tanto la comunidad científica como los actores sociales hagan un uso responsable de él (Leyva, Estupiñán, Coles & Bajaña, 2021).

En los escenarios actuales es extremadamente complicado hacer proyecciones pues los niveles de incertidumbre no permiten definir posibles escenarios de planificación, lo que impone importantes retos a las organizaciones para definir sus posibles metas (Rodilla, Mastroprieto & Batlle, 2018). Ante esta realidad es difícil para las instituciones de

educación superior proyectar sus indicadores de producción científica por lo que se debe recurrir a instrumentos no tradicionales para garantizar una mayor fiabilidad de los datos (Ruiz & Musco, 2021).

La institución de educación superior que se incluye en el estudio incluye como indicadores de producción científica en su rendición de cuentas del Plan Operativo Anual la publicación de artículos en revistas de bases de datos regionales, publicación de artículos en revistas de alto impacto mundial, presentación de ponencias en congresos científicos internacionales y publicación de libros de investigación. Estos indicadores caracterizan las acciones de esta institución para divulgar sus resultados científicos y transferir el conocimiento a la sociedad, lo que es corroborado por otros investigadores en sus estudios (Barros & Turpo, 2020 y Castillo & Powel, 2019).

Los resultados de producción científica de la universidad muestran un crecimiento sostenido en la publicación de artículos tanto en revistas de bases de datos regionales como en revistas de bases de datos de alto impacto mundial, igualmente, en la presentación de ponencias en los congresos científicos internacionales también se evidencia una tendencia creciente y en la publicación de libros de investigación se crece, pero de manera más discreta.

El método de simulación de Montecarlo es una herramienta de gran utilidad y fiabilidad para la proyección de datos en escenarios de gran incertidumbre, este método permite establecer de manera aleatoria resultados futuros (Lorenzo, Leines, Hernández, & Medrano, 2019). La propuesta de procedimiento con la utilización de este método permitió definir la proyección de producción científica de la institución de educación superior objeto del estudio.

La proyección de artículos en bases de datos regionales para el año 2022 es de 120, para el 2023 serán 115, para el 2024 serán 125 y para el año 2025 se esperan 109 artículos, para un total de 469 artículos en bases de datos regionales. La propuesta de artículos en bases de datos de alto impacto para el año 2022 es de 176, para el 2023 serán 159, para el 2024 serán 180 y para el año 2025 se esperan 126 artículos, para un total de 641 artículos en bases de datos de alto impacto.

Por otra parte, la proyección de ponencias para Congresos Científicos Internacionales para el año 2022 es de 221, para el 2023 serán 234, para el 2024 serán 198 y para el año 2025 se esperan 253 ponencias, para un total de 906 ponencias en Congresos Científicos Internacionales. Por último, la proyección de libros de investigación para el año 2022 es de 18, para el 2023 serán 19, para el 2024 serán 22 y para el año 2025 se esperan 21 libros, para un total de 80 libros.

CONCLUSIONES

Las universidades deben potenciar la producción científica para cumplir su misión social de contribuir al desarrollo de la sociedad, su correcta proyección permite tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo. Las publicaciones de artículos, libros y ponencias en congresos científicos internacionales también contribuyen al posicionamiento y prestigio de las instituciones de educación superior.

La aplicación del método Montecarlo para la proyección de la producción científica de la institución de educación superior objeto de estudio permitió identificar la cantidad de artículos de bases de datos regionales, de artículos de bases de datos de alto impacto mundial, de libros de investigación y ponencias en congresos científicos que se deben publicar desde el año 2022 al 2025.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abad, R. E. G., & Fernández-Larrea, M. G. (2021). La integración de procesos sustantivos en la Universidad Católica de Cuenca: estado actual y prospectiva. *Universidad Y Sociedad*, 13(2), 184-193.
- Barros, C., & Turpo, O. (2020). La formación en investigación y su incidencia en la producción científica del profesorado de educación de una universidad pública de Ecuador. *Publicaciones: Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 50(2), 167-185. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7355761>
- Castillo, J. A., & Powell, M. A. (2019). Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015. *Revista Española de Documentación Científica*, 42(1), 1-16. <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1031/1660./index.php/redc>
- De La Cruz Vargas, J. A., & Rodríguez Chávez, E. I. (2019). La investigación: Más allá del ranking de las universidades. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(1), 7-12. <http://inicib.urp.edu.pe/rfmh/vol19/iss1/2/>
- Estela, R. O., Contreras, E., Inicio, F. A., Fernández, R. Á., Namuche, J. O., & Reyes, E. E. (2021). Método de Montecarlo como estrategia didáctica intercultural para la enseñanza universitaria de la física y matemática en el contexto de la educación no presencial. *Apuntes Universitarios*, 11(4), 250-268.

- Estela, R. O., Inicio, F. A., Fernández, R. Á., Contreras, E., Paredes, C. M., & Ortiz, J. A. (2021). Estimación numérica del volumen de la pulpa del coco (*Cocos nucifera*) aplicando el método Montecarlo. *Revista Veritas Et Scientia-Upt*, 10(1), 118-127. <http://161.132.207.136/ojs/index.php/vestsc/article/view/465>
- Garza, J. P., Gordillo, N. F., & Cardona, L. (2020). La investigación como eje articulador de la gestión del conocimiento en universidades. *Sinergias educativas*, 5(2), 330-349. <https://doi:10.37954/se.v5i2.141>
- Leyva, M. Y., Estupiñán, J., Coles, W. S., & Bajaña, L. J. (2021). Investigación científica. Pertinencia en la educación superior del siglo XXI. *Revista Conrado*, 17(82), 130-135. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1940>
- Lorenzo, H., Leines, D., Hernández, D. M., & Medrano, K. A. (2019). Simulación Montecarlo para el cálculo probabilísticos de riesgo en salud ambiental e inocuidad alimentaria. *TECTZAPIC Revista de divulgación científica y tecnológica*, 5(1), 17-24. <https://www.eumed.net/rev/tectzopic/2019/01/calculo-riesgo-salud-ambiental.html>
- Medina, O.D., Pérez, M., Toledo, F., Carrillo, A., Rosales, R.J., & Trujillo, J.A. (2019). Sistema de información para la gestión de la producción científica de la Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. *Medi-Sur*, 17(6), 764-770. <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4382>
- Ponce, J., Vicuña, A., Erazo, O., & Samaniego, E. (2019). Caracterización de factores que influyen en la baja producción científica de las universidades usando análisis de redes sociales. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E17), 156-169. <https://www.proquest.com/openview/ef48269d2b309b4687b5f99e360615e0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Ríos, F. A., Prado, W. R., Cruzata, A., & Alvarado, S. C. (2020). Análisis de la producción científica de universidades en Comunicación Social (2014-2018). *Propósitos y Representaciones*, 8(2), 1-18. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n2.558>
- Rodilla, P., Mastropietro, P., & Batlle, C. (2018). Mecanismos de capacidad y opciones de fiabilidad: criterios de diseño en un contexto con alta incertidumbre. *Papeles de Energía*, (6), 77-103. <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/439815/retrieve>
- Romero, A. J., Alfonso, I., & Latorre, L. F. (2020). Indicadores de gestión para medir el desempeño del proceso de investigación en las universidades ecuatorianas. *Conrado*, 16(75), 334-340. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442020000400334&script=sci_arttext&tling=en
- Romero, A.J., Flores, D.A., Flores, E.V., & Luzuriaga, M. (2020). Gestión de la calidad en instituciones de educación superior. *Revista Dilemas Contemporáneos, Política y Valores*, VII (edición especial), 1-15.
- Ruiz, J., & Musco, F. (2021). Incertidumbre. Planificar en marcos de incertidumbre/habitar en tiempos de incertidumbre. *Revista INVI*, 36(101), 1-6. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582021000100001>
- Saavedra, F. (2021). Incentivos a la redacción y publicación científica. *Ecología en Bolivia*, 56(1), 1-3. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282021000100001&script=sci_arttext
- Tarango, J., Hernández-Gutiérrez, P. Z., & Vázquez-Guzmán, D. (2015). Evaluación de la producción científica en universidades públicas estatales mexicanas (2007-2011) usando análisis de componentes principales. *El Profesional de la Información*, 24(5), 567-76.
- Vargas, G., & Utia, D. (2020). Universidades peruanas y su producción científica en el área de turismo. *Comuni@ccion: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 11(2), 164-176.
- Vásquez, C. L., Torres, M., Bucci, N., & Crissien, T. J. (2020). Producción científica y posicionamiento de universidades según ranking SIR IBER 2013 al 2019, caso latinoamericano. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao*, (E29), 570-581.