

Relevancia e impacto de las tesis de Biología y Enseñanza de las Ciencias en el contexto nacional: tres décadas de investigación de la Universidad Nacional, Costa Rica

Relevance and impact of Biology and Science Education theses in the national context: three decades of research at Universidad Nacional, Costa Rica

Relevância e impacto das teses de Biologia e das Ciências no contexto nacional: três décadas de pesquisa na Universidad Nacional, Costa Rica

Roberto A. Cordero Solórzano
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

roberto.cordero.solorzano@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-7270-104X>

Adriana Zúñiga-Meléndez
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

adriana.zuniga.melendez@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-7911-2288>

Junior Pastor Pérez-Molina
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

junior.perez.molina@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-3396-0599>

Tania Bermúdez-Rojas
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

tania.bermudez.rojas@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-7566-9521>

Recibido – Received – Recebido: 05/11/2021 Corregido – Revised – Revisado: 13/04/2022 Aceptado – Accepted – Aprovado: 29/04/2022

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.3833>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/3833>

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo analizar en un periodo de 35 años (1985-2019) todas las investigaciones de las tesis de grado de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional. Se analizaron un total de 418 tesis que fueron categorizadas en rasgos bibliométricos, como año, carrera, temáticas y zona del país. Además, las tesis de la última década (2009-2019) se consultaron en Google Académico, así como en otras bases de datos electrónicos. Finalmente, todos los títulos de las tesis fueron analizados mediante minería de texto para determinar los conceptos más frecuentes por carrera. Se encontró que el 26.5% fueron tesis de la carrera en manejo de recursos marinos y dulceacuícolas, el 52.7% en manejo de recursos naturales y finalmente el 20.8% en enseñanza de las ciencias. El análisis de las tesis desde la última década (2009 y 2019) mostró que el 26% generaron publicaciones en revistas indexadas, de las cuales el 69% fueron en español y el 75% incluyó al estudiante como primer autor. La carrera en biología está dominada por temas aplicados al manejo de recursos y la acuicultura. En la carrera de enseñanza de las ciencias se aboga por el diseño de experiencias para potenciar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en varios campos disciplinarios y pedagógicos. Estos resultados evidencian la coincidencia entre las temáticas emergentes de interés nacional específicamente en el área de la enseñanza de las ciencias y de la biología. Además, señala que existe un retraso en la difusión del patrimonio científico que se desprende de las tesis y que es un desafío impostergable que estos estudios trascienden más allá de los repositorios universitarios.

Palabras clave: bibliometría, enseñanza superior, literatura, tesis, investigación, publicación.

Abstract: This research aimed to analyze all the undergraduate thesis research of the School of Biological Sciences of Universidad Nacional encompassing a period of 35 years (1985-2019). A total of 418 theses were analyzed and categorized according to bibliometric features, such as year, career, subject, and country area. In addition, theses from the last decade (2009-2019) were consulted in Google Scholar and other electronic databases. Finally, all thesis titles were analyzed by text mining to determine the most frequent concepts by career. It was found that 26.5% were theses in marine and freshwater resource management, 52.7% in natural resource management, and 20.8% in science education. The analysis of theses from the last decade (2009 and 2019) showed that 26% generated publications in indexed journals, of which 69% were in Spanish, and 75% included the student as the first author. The Biology major is dominated by topics applied to resource management and aquaculture. The Teaching Science career plan advocates the design of experiences to enhance and improve teaching and learning processes in various disciplinary and pedagogical fields. These results evidence the coincidence between emerging topics of national interest, specifically in science and biology teaching. In addition, it points out that there is a delay in disseminating the scientific heritage that emerges from the theses and that it is an urgent challenge that these studies transcend beyond the university repositories.

Keywords: bibliometrics, higher education, literature, thesis, research, publication.

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo analisar durante um período de 35 anos (1985-2019) todas as pesquisas de tese de graduação na Faculdade de Ciências Biológicas da Universidade Nacional. Um total de 418 teses foram analisadas e categorizadas de acordo com características bibliométricas, tais como ano, carreira, temas e área do país. Além disso, as teses da última década (2009-2019) foram consultadas no *Google Acadêmico*, bem como em outros bancos de dados eletrônicos. Finalmente, todos os títulos de tese foram analisados por mineração de texto para determinar os conceitos mais frequentes por carreira. Constatou-se que 26,5% eram teses da carreira de gestão de recursos marinhos e de água doce, 52,7% em gestão de recursos naturais e 20,8% no ensino das ciências. A análise das teses da última década (2009 e 2019) mostrou que 26% geraram publicações em revistas indexadas, das quais 69% foram em espanhol e 75% incluíram o estudante como primeiro autor. A carreira de biologia é dominada por tópicos aplicados à gestão de recursos e à aquicultura. A carreira de ensino das ciências defende o desenho de experiências para potencializar e aprimorar os processos de ensino e aprendizagem em vários campos disciplinares e pedagógicos. Estes resultados mostram a coincidência entre as questões emergentes de interesse nacional especificamente na área do ensino da ciência e da biologia. Além disso, aponta que há um atraso na divulgação do patrimônio científico que emerge das teses e que é um desafio urgente e inadiável que estes estudos transcendam além dos repositórios universitários.

Palavras-chave: Bibliometria, educação superior, literatura, teses, pesquisa, publicação.

INTRODUCCIÓN

La misión de las universidades consiste en generar nuevo conocimiento, mediante el ejercicio científico e investigativo, tanto de docentes como de estudiantes, especialmente aquel con potencial para impactar de forma directa el desarrollo de la zona, región o país donde se ubiquen. Esto incluye los proyectos finales de graduación o tesis que forman parte de la malla curricular de cada carrera, previa finalización de los estudios de pre- y pos-grado (Werlinger-Cruces et al. 2014). Estas investigaciones suelen constituir el primer acercamiento formal del estudiante a una investigación rigurosa en donde debe aplicar las competencias adquiridas durante su formación y que, además, estimula el pensamiento crítico y fomenta la creatividad.

La tesis de grado es un requisito de graduación cuyo objetivo es que los estudiantes pongan en práctica la metodología y las técnicas de investigación como proceso riguroso. Al mismo tiempo, los estudiantes deben ser capaces de identificar las áreas prioritarias de atención o con necesidad de transformación del país, basándose, por supuesto, en el conocimiento, estudio e interpretación de los problemas nacionales.

Asimismo, se espera que los resultados derivados de las tesis sean una contribución al conocimiento científico y tecnológico; asimismo que faciliten la formación de profesionales capaces de abrir nuevas vetas de investigación, orientadas a la solución de problemas económicos, ambientales o sociales (Cencia-Crispín & Cárdenas Baldeón, 2013). Es por esta razón que dentro de la misión de las universidades debe

estar la generación de procesos de reflexión y evaluación de su producción científica (Ortiz-Torres et al. 2010), en los que deben estar incluidas las tesis realizadas por su alumnado.

Dentro de los procesos de autoevaluación con miras a la acreditación de las carreras, uno de los problemas detectados es la poca información existente sobre el impacto científico producido por las tesis, como modo de producción y difusión del conocimiento. Para que los miembros de una comunidad lean, evalúen, utilicen y citen una tesis, es necesario que se difunda ampliamente y que sea fácilmente accesible (Larivière, et al. 2008). Esta razón motiva la realización de este estudio, puesto que se considera que todo este bagaje científico contenido en las tesis debe impactar de manera positiva a la comunidad nacional e internacional.

La ECB cuenta con cinco carreras universitarias con dos grados de titulación (Bachillerato y Licenciatura). La Licenciatura en Biología ofrece tres énfasis, “Manejo de los Recursos Marinos y Dulceacuícolas” (MRMD), “Manejo de los Recursos Naturales” (MRN) y “Biotecnología” (BT, inició en el 2018). Además, ofrece la carrera de Enseñanza de las Ciencias (EC). Desde 1985 hasta el 2019 todas estas licenciaturas han generado investigaciones cuyo impacto en el desarrollo de las ciencias, tecnologías y educación no ha sido investigado.

Además, estos trabajos se consideran literatura gris, es decir, literatura no difundida a través de publicaciones comerciales, por lo cual plantea problemas de acceso (El Editor, 2011). Con el advenimiento de los métodos electrónicos para el almacenamiento de documentos se esperaba que fuera posible encontrar las tesis en repositorios electrónicos y así recuperar el valor de las citaciones de las tesis; sin embargo, esto no ha ocurrido (Larivière et al., 2008). De ahí la importancia de evaluar los aportes al conocimiento que representan las tesis para la comunidad nacional e internacional.

El objetivo de esta investigación es evaluar la relevancia de las tesis de grado a través del análisis temporal de las temáticas y su relación con el contexto nacional y su impacto en la difusión del conocimiento. Para esto se analizó la variación en el número de tesis de grado (oficialmente llamadas “Trabajos Finales de Graduación”, TFG: tesis) a través del tiempo (35 años, 1985-2019) de las licenciaturas de la Escuela de Ciencias Biológicas (MRMD, MRN, BT y EC). En el caso de las tesis relacionadas con la biología, el análisis se dio por temáticas, grupo taxonómico, área de aplicación y área geográfica. Las tesis de enseñanza se analizaron en función de los tópicos abordados y la intencionalidad del estudio.

El alcance de esta investigación se definió según las áreas de desarrollo en biología, educación, ambiente y tecnologías de nuestro país, como fundamento para las modificaciones curriculares, en aras de garantizar la formación de profesionales de acuerdo con las necesidades del país. Finalmente, para medir el grado de difusión del conocimiento se investigará la cantidad de tesis que son publicadas en revistas indexadas o libros editados durante la última década.

LITERATURA SOBRE EL TEMA

Según el Programa de Estado de la Nación (2014), la Universidad Nacional (UNA) es la segunda institución pública con más publicaciones científicas anuales de Costa Rica. Este mismo informe señala que el mayor porcentaje (35%) de artículos en ciencia y tecnología pertenecen a las temáticas de las ciencias biológicas y agrícolas. Con esta información es de esperar que las tesis de la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB) gocen de una alta representatividad en la posición alcanzada por la UNA a nivel nacional y que su contribución al desarrollo de nuevos conocimientos sea significativa.

Sin embargo, las tesis son consideradas como literatura gris, que, según la definición de Luxemburgo: “es aquella que se produce a instancias del gobierno, de la enseñanza e investigación pública, del comercio y de la industria, en formato impreso o electrónico, pero que no está controlada por editores

comerciales" (Commission of the European Communities 1998, p.3). Además, se caracterizan por tener un tiraje muy reducido (pocos ejemplares), que no siguen las normas de edición tradicionales de los libros y revistas, no se ajustan a las normas de control bibliográfico como ISBN, ISN, Índices de Impacto, y muchas de ellas no se encuentran en formato digital (El Editor, 2011). Esta definición no ha cambiado con el tiempo y se repite en la literatura más reciente (Pappas, 2011; Mahood et. al, 2014; Ferreras, 2016; Páez, 2017).

La difusión del conocimiento contenido en las tesis puede aumentar al publicarse en medios de tipo convencional y con mayor alcance, tales como revistas o libros. Sin embargo, el tiempo requerido y la mayor dificultad para acceder a este tipo de formatos suele impedir que esto se realice. Por ejemplo, la publicación final de las investigaciones estudiantiles, en ramas de la ciencia como la medicina, parece ser poca. La participación estudiantil en publicaciones científicas médicas en Venezuela, Chile, Perú y Colombia, no supera el 10% (Angulo, Angulo, Huamaní, & Mayta-Tristán, 2008). También en medicina, solamente el 17% de las tesis fueron publicadas (en una muestra al azar de 300 tesis) en 36 universidades francesas del período 1993-1997 (Salmi, et al. 2001). En una universidad peruana (Arriola-Quiroz et al. 2010), de 482 tesis en temas de medicina, solo el 17,6% fueron publicadas, con un 90% de ellas en idioma español.

Esta situación se observa en otras ramas de la ciencia, tal como la biología. Por ejemplo, en el sudeste asiático, muchas universidades requieren que los estudiantes universitarios realicen una tesis de investigación para graduarse; entre estos estudiantes, la ecología es un tema muy popular para sus TFG. Pese a ello, muy pocas de dichas investigaciones se encuentran accesibles en línea (Corlett, 2011) y mucho menos aún son publicadas. De hecho, es posible asegurar que los datos o resultados de una tesis presentan sesgos de publicación, debido a que son los(as) tutores(as) de estos trabajos quienes suelen escoger cuidadosamente cuál de ellos presenta resultados "estadísticamente significativos" que ameriten su publicación en revistas o libros indexados.

La literatura gris, en general, puede hacer contribuciones importantes al proporcionar datos que no se encuentran en la literatura publicada comercialmente, además, facilita una visión más equilibrada de la evidencia (Paez, 2017). También, es más accesible porque generalmente es gratuita (Corlett, 2011). Para el caso específico de las tesis, estas han sido y seguirán siendo el motor de la generación de conocimiento a nivel académico, especialmente en las ramas de las ciencias básicas y aplicadas.

Dado lo anterior, las temáticas que se desarrollan en las tesis adquieren relevancia en relación con las necesidades de una comunidad, región o país y que se enmarcan en las metas de desarrollo científico propuestas por el estado. En este sentido, adquieren relevancia los estudios realizados para evaluar la producción científica en el proceso de formación académica, así como su producto culminante, las tesis.

La bibliometría es una de las herramientas utilizadas en la actualidad para medir la actividad científica derivada de la formación académica de estudiantes posgraduados, consignada en su producto culminante: las tesis. Estos análisis incluyen indicadores bibliométricos que se transforman en datos numéricos y estadísticos calculados a partir de las características bibliográficas de los documentos publicados en el mundo científico y académico, y que facilitan el análisis de diversos rasgos de la actividad científica, vinculados tanto a la producción como al consumo de la información (Ardanuy, 2012).

La bibliometría es la aplicación de técnicas cuantitativas al análisis documental que registra el estado de la ciencia y la tecnología (Solano et al 2009). El método evalúa la producción del conocimiento y su difusión en el marco de la academia; además, propone una serie de indicadores para evaluar la producción científica durante el proceso de formación académica posgraduada. Estos indicadores también ofrecen pistas en torno a si el esfuerzo de investigar y publicar representa una contribución real para el progreso de la zona o región de un país o si, por el contrario, resulta ser un esfuerzo poco fructífero (Solano et al. 2009). Los indicadores bibliométricos que con mayor frecuencia se utilizan son: productividad de las publicaciones, productividad de los autores, productividad por instituciones editoras y lugares de edición,

análisis de la producción por su temática o análisis de citas, índices de impacto y colegios invisibles (Solano et al. 2009).

Estos indicadores hacen referencia a la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científico-técnicos divulgados mediante la memoria escrita de las tesis como momento cumbre de la educación de grado y posgrado. De ahí que generarlos adquiere especial importancia (Velasco et al., 2012). Este enriquecimiento del conocimiento científico se ha puesto de manifiesto no sólo a través de metodologías, técnicas y estrategias de trabajo, sino también por los estudios evaluativos en el campo de la documentación y la biblioteconomía en disciplinas como la botánica, las ciencias agrícolas, la avícola, la agropecuaria, la educación y la medicina (Angulo et al., 2008; Ardanuy, 2012; Cencia- Crispín & Cárdenas, 2013).

MÉTODO

Esta investigación se fundamenta en un paradigma interpretativo de corte documental secundario que responde a un diseño de revisión bibliográfica y utilizó indicadores bibliométricos en relación con el análisis de producción por temáticas y descriptores a partir de los títulos de las tesis. Como fuente documental se utilizó el libro de actas de graduación por constituir el archivo institucional de las tesis de grado con el que cuenta la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional.

El estudio se desarrolló en cuatro fases. En la primera se realizó el análisis temporal de las tesis de la Escuela de Ciencias Biológicas, a partir de la información extraída del libro de actas (archivo institucional) referente a la defensa. Esta información se sistematizó en una hoja de cálculo de Excel, según los siguientes criterios: año de la defensa, nombre de los(as) estudiantes, título, nombres del tutor(a) y asesores(as), tipo de licenciatura (Manejo de los Recursos Marinos y Dulceacuícolas: MRMD; Manejo de los Recursos Naturales: MRN; y Biotecnología: BT, licenciatura en Enseñanza de las Ciencias EC) y área geográfica circunscrita (región del país).

Durante la segunda fase, una vez organizados los datos se analizaron los títulos de las TFG. En el caso de las tesis de biología, para el análisis se utilizaron cuatro rasgos bibliométricos de contenido asociados al impacto de las publicaciones científicas (Sancho, 2020): el propósito, las temáticas, el grupo taxonómico y el área de aplicación (e.g. pesquería, acuicultura, agroecología, estudios poblacionales, comportamiento, biorremediación). Cabe mencionar que en algunos casos estas categorías no son necesariamente excluyentes entre sí.

Las tesis de la Licenciatura en EC se sistematizaron y organizaron de acuerdo con los siguientes criterios: trabajos basados en las áreas disciplinarias: ciencias naturales (*i.e.*, ciencias en general, física, química y biología) y en pedagogía. Además, se utilizaron los siguientes rasgos bibliométricos de contenido de los títulos: el propósito, la naturaleza de la investigación y el grupo meta. Esto permitió agrupar la tesis en tres bloques según los propósitos de las investigaciones: las orientadas a diseñar propuestas para la capacitación docente, las enfocadas en desarrollo de experiencias para el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje y las dirigidas a generar cuerpos teóricos en el campo de la enseñanza aprendizaje de las ciencias.

Se utilizó la estadística descriptiva para el análisis y representación de los datos utilizados para dar cuenta de los tópicos desarrollados a partir de las tesis donde se ha concentrado la ECB y de cómo éstas han ido cambiando a lo largo del tiempo. Los resultados se presentan utilizando figuras o tablas de distribución de frecuencias, la comparación de tendencias temporales y por temáticas.

Durante la fase tres, se realizó un análisis de minería de texto de todas las licenciaturas (MRN, MRMD y EC; la biotecnología se descartó por ser de origen reciente). Se utilizó el paquete "wordcloud" (Fellows,

2021) en lenguaje de programación (RCoreTeam, 2020) para este estudio, el cual consistió en cuantificar las palabras más utilizadas en los títulos de los trabajos de licenciatura.

Para la depuración de los datos y la unificación de términos se emplearon los siguientes criterios: 1) eliminar las palabras del español consideradas vacías de contenido, tales como los artículos, preposiciones, conjunciones, 2) extraer la raíz de las palabras para agruparlas por familias semánticas (palabras que derivan de un mismo término, *i.e.* alimento: aliment-ación, aliment-icio, aliment-ar, aliment-ario, otros; la raíz es *aliment-*; 3) eliminar símbolos de puntuación, espacios, dobles espacios, comillas, números y otros, ya que podrían interferir en la extracción de las palabras, 4) pasar todas las palabras resultantes a minúscula, y 5) finalmente, sumar las palabras.

La cuarta etapa tuvo como propósito determinar cuántas de las tesis fueron publicadas en revistas indexadas o en libros editados durante la última década. Se realizó la consulta en el buscador de internet *Google Académico* y su versión en inglés *Google Scholar*; también se consultaron las bases electrónicas de datos: *Academic Search Complete*, *Annual Reviews*, *Biological Abstracts*, *Current Contents*, *Environment Complete*, *JSTOR*, *Science*, *Scopus*, *Springer* y *Web of Science*.

En esta fase del estudio se contemplaron únicamente las tesis de los últimos 10 años (2009-2019), para un total de 184 tesis revisadas. Estas podrían haber generado las publicaciones más recientes y estar incluidas en las bases de datos que se seleccionaron para realizar esta parte de la investigación. Los rasgos bibliométricos utilizados para la búsqueda de esta información fueron: el nombre(s) de los(as) estudiantes, nombre del tutor(a) y sus asesores(as), y palabras claves del título de la tesis, tanto en español como en inglés; se utilizaron los operadores booleanos "y" o "and".

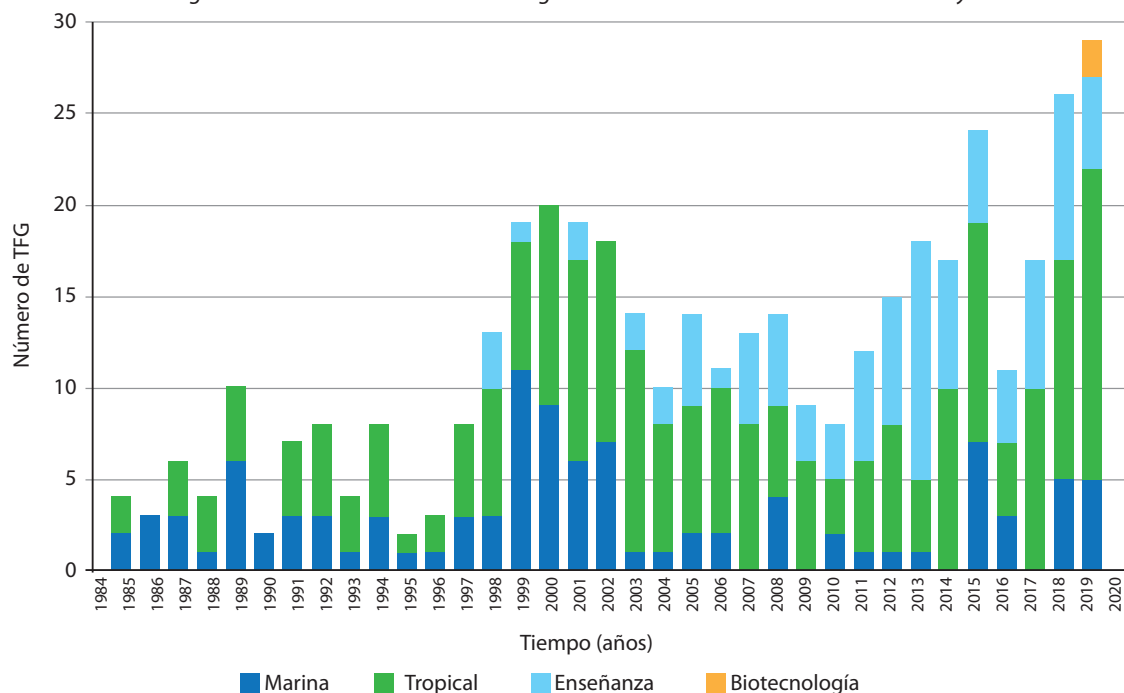
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre febrero de 1985 y diciembre del 2019 (34 años), se presentaron un total de 418 tesis, 103 (24,6%) de la carrera en "Manejo de los Recursos Marinos y Dulceacuícolas" (MRMD), 220 (52,6%) en "Manejo de los Recursos Naturales" (MRN) y 93 (22,2%) en "Enseñanza de las Ciencias" (EC) y, por último, la nueva licenciatura en "Biotecnología" (BT) con solo 2 tesis (0,5%). Es necesario acotar que los porcentajes de producción de tesis están determinados por los tiempos de aparición de cada programa de licenciatura (Figura 1). La cantidad de trabajo producido se mantiene estable en los primeros diez años, con un repunte en el tercer quinquenio, incremento que coincide con el hecho de que a partir de 1998 se gradúan los primeros licenciados de EC, incorporando una titulación más. Además, vuelve a bajar el número de tesis presentadas en el quinquenio cinco, que coincide con la jubilación aproximada del 75% del personal académico, repuntando en el último quinquenio con la incorporación de nuevo personal y el inicio del proceso y posterior obtención de la acreditación universitaria de las licenciaturas MRMD, MRN y EC.

De las 263 tesis de las dos licenciaturas (MRMD y MRN), el 82,5% son investigaciones sobre aplicaciones prácticas de las ciencias biológicas, aspecto que refleja claramente una orientación aplicada del conocimiento. El dominio temático de las tesis versa sobre los ecosistemas marinos, seguido por los sistemas acuáticos terrestres (como ríos y humedales) y muy de cerca los estudios en bosques. Estas temáticas se concentraron en seis tópicos generales, donde el manejo de los recursos representó el 56,3% de los casos, lo cual muestra la naturaleza propia de ambas licenciaturas. Le siguen en orden de frecuencia los temas basados en estudios poblacionales y en comportamiento animal (Tabla 1), los cuales se concentran principalmente en organismos como peces, aves, plantas, mamíferos y reptiles.

Figura 1

Número de tesis de grado de la Escuela de Ciencias Biológicas en sus cuatro Licenciaturas entre 1985 y 2019. N= 418 tesis.



El segundo tema más estudiado es la acuicultura (20,5%), que busca soluciones tecnológicas que incidan directamente en el mejoramiento de la producción. Se trata de aspectos que repercuten directamente sobre la sociedad al generar un impacto económico y social. Estos trabajos se realizaron en agua dulce (22) y en agua marina (32), y han estado orientados hacia grupos taxonómicos como los peces, los crustáceos y los moluscos. En tercer lugar, le siguen de cerca los estudios relacionados con la biodiversidad (Tabla 1).

Al mismo tiempo, el mayor impacto a nivel regional de Costa Rica está directamente relacionado con los sitios donde se encuentra físicamente la ECB, el Valle Central y el Pacífico Central. De las 146 menciones sobre las regiones, el 62% corresponde a éstas dos regiones (Tabla 1). También cabe mencionar que existen 47 tesis realizadas directamente en Áreas Protegidas (AP), generando conocimiento científico acerca de zonas de alta prioridad de conservación.

Tabla 1

Temas, subtemas, ecosistemas (entre paréntesis, año de inicio de las tesis) y regiones de las tesis de las Licenciatura en Manejo de Recursos Marinos y Dulceacuícolas y en Manejo en Recursos Naturales

Temas	N	Subtemas con mayor No de tesis en Manejo	N	Ecosistemas	N	Regiones socioeconómicas	N
Acuicultura	56	Estudios Poblacionales	63	Agro Paisajes (1989)	22	Chorotega	23
Biotecnología	23	Comportamiento Animal	21	Áreas Urbanas (2012)	12	Huetar Norte	6
Diversidad	48	Control Biológico	10	Bosques (1985)	43	Huetar Atlántica	30
Manejo	179	Educación Ambiental	11	Humedales (2002)	48	Central	61
Otros	19	Calidad de Aguas y Manejo de Cuencas	14	Ríos (1987)	45	Pacífico Central	51
		Restauración	9	Sistemas Marinos (1985)	56	Brunca	12

Las tesis representan un recurso significativo para el aprendizaje del estudiantado que pone en práctica los conocimientos adquiridos y puede impulsar procesos de transformación a partir de ideas novedosas, bajo la dirección de su profesor(a) tutor(a). Estas nuevas ideas contribuyen directamente a generar conocimiento científico y tecnológico, en áreas específicas de desarrollo o en zonas con necesidades prioritarias. A pesar de que la licenciatura en Biotecnología inició oficialmente en el año 2018, se han detectado 23 estudios relacionados con este tema (Tabla 1), lo que muestra una tendencia hacia la realización de estudios interdisciplinarios que contribuyen la integralidad de conocimientos y la habilidad de evaluar una misma problemática desde diferentes enfoques formativos y analíticos. Al mismo tiempo, se evidencia y justifica la creación de esta licenciatura en Biotecnología.

Los estudios en los ecosistemas y sus paradigmas de investigación han cambiado con el paso del tiempo. Este proceso de cambio se ve reflejado en la clasificación por tipos de ecosistema en las tesis (Tabla 1), donde se señala el año de inicio de cada tipo. Así, los trabajos en bosques y sistemas marinos están presentes desde el principio de los 80 en las licenciaturas, cuando empieza la necesidad de información sobre todo ese contingente de áreas protegidas de reciente creación y fuertemente amenazadas por la pérdida de bosque, a causa de que la agricultura y ganadería de extensión alcanzaron un avance territorial alarmante justo para finales de la década (Evans, 1997).

Para finales de los 90, se estableció que las áreas protegidas son diferentes y se consolidó la inclusión de políticas específicas para ecosistemas particulares, cuyo proceso en el caso de los humedales abarca desde 1992 hasta inicios del siglo XXI (MINAE, 2017). Es así como en la ECB se inicia en el año 2002 una serie de tesis específicamente relacionadas con humedales. Asimismo, en el 2001 inician en Costa Rica los estudios en ecología, en las áreas urbanas (Piedra-Castro et al. 2013). Además, la incorporación de las áreas urbanas dentro de la estrategia de conservación de corredores biológicos (MINAE, 2017) originó un aumento exponencial de este tipo de investigaciones en el tema.

Ambos ecosistemas (humedales y áreas urbanas) aparecen como prioritarios en el recuento de inicios del siglo XXI sobre el futuro de la biología tropical realizado por Bawa (2004). Según Padrón (2007), ésta es una tendencia típica de las llamadas “nuevas epistemologías”, las cuales están influenciadas por factores socio-contextuales y por la inclusión de la persona y de otros actores en los procesos investigativos. Más allá de esto, la tendencia mundial hacia el manejo y uso de los recursos, en combinación con el continuamente cambiante concepto de *sostenibilidad*, queda reflejada en la inclusión reciente de los conceptos de Antropoceno y Noósfera (Ayestarán, 2012), en las tesis. Según el recuento realizado por Bawa et al. (2004), la persona bióloga debe centrarse en el aumento del conocimiento acerca de la estructura y función de los ecosistemas, por ejemplo, la conservación y manejo de los recursos naturales. Muchas de las tesis se enfocan en el origen, conteo y mantenimiento de la diversidad, sin embargo, una gran cantidad de ellas están dirigidas hacia el manejo.

En segundo lugar, es posible notar un aumento de los estudios relacionados con la naturaleza y magnitud de los efectos del Antropoceno, en especial, dentro del concepto de las comparaciones basadas en fragmentación, deforestación, contaminación, urbanización y restauración de ecosistemas. Por último, cada vez se incluyen estudios que se consideran los detonantes socioeconómicos a través de la evaluación y percepción ambiental de comunidades, instituciones y otros actores.

Esta escuela ha logrado encontrar maneras propias de hacer investigación (metodologías) y concebir nuevas vetas de investigación, que van de la mano con las tendencias regionales y mundiales sobre el uso, manejo y mantenimiento de los recursos naturales, sin dejar de lado los fundamentos teóricos, por ejemplo, la sostenibilidad.

Por otra parte, la Enseñanza de la Ciencia (EC) a partir de 1998 empieza a contribuir con el desarrollo de tesis, las cuales representan un 38,87% (93 tesis) del total presentado a finales del 2019. En el último quinquenio, ha habido un incremento vertiginoso de estos trabajos, alcanzando un máximo de doce en

el 2013. Todos estos trabajos han sido desarrollados en diversas áreas de conocimiento de las ciencias naturales (Tabla 2), donde el 27% corresponde a temáticas relacionadas con la biología, el 22% se ha enfocado en el desarrollo de experiencias de carácter interdisciplinario.

Tabla 2

Porcentaje de tesis en la carrera de enseñanza de las ciencias por áreas de conocimiento

Áreas de conocimiento	Porcentaje (N = 93)
Biología	27
Química	12
Física	19
Ciencias	16
Interdisciplinarios	22
Total	100

De la misma forma, las tesis en EC se encuentran marcadas por tendencias que surgen como respuesta a las demandas del contexto social. En este sentido, dos de las mayores tendencias son *la educación ambiental* a partir de 1998 y los estudios enfocados en la *educación científica* a partir del 2011, tal como se muestran en el Tabla 3.

Tabla 3

Tendencias temáticas de las tesis desde 1998 al 2019

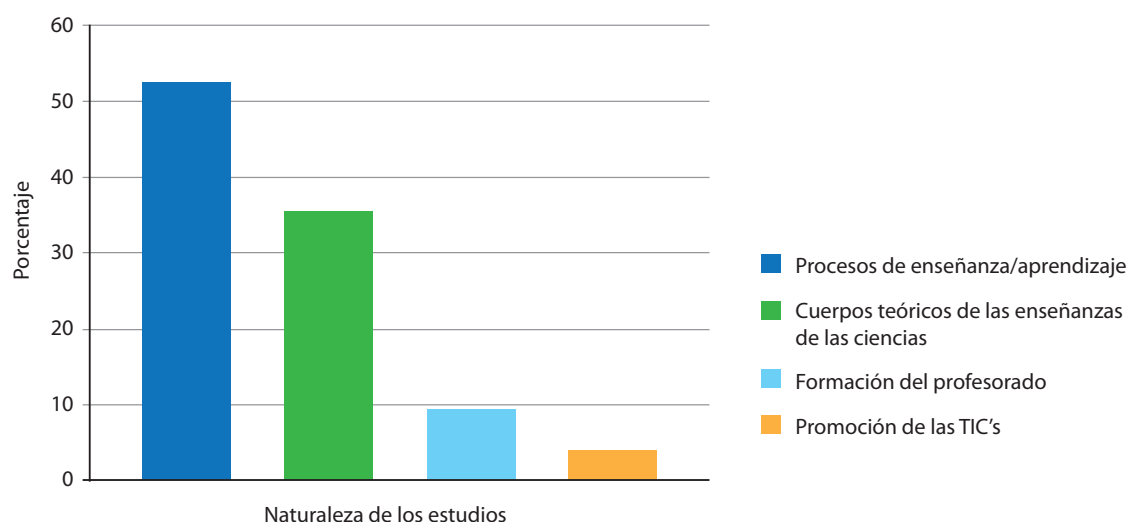
Ejes temáticos	Número de tesis	Año de la primera tesis
Educación Científica	44	2011
Educación Ambiental	11	1998
Formación y Desempeño del Profesorado	6	2009
Competencias Profesionales y Competencias Científicas	4	2013
Educación para la Sexualidad	3	2005
Educación para la Salud	3	2005
Educación en Valores	3	2005
Habilidades de Pensamiento Científico	3	2019
Educación Emocional	2	2007

Otro aspecto relevante de la tesis en EC es el tipo o naturaleza de las que se han realizado a lo largo de estos 21 años, entendiendo por tipo aquella diferenciación entre la intención del estudio y su grupo meta (Figura 2).

Las investigaciones se enfocan en el diseño de experiencias para potenciar y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en los diversos campos disciplinarios y pedagógicos. El 54% de los estudios han generado propuestas didácticas con el enfoque ciencia, tecnología y sociedad, el aprendizaje por indagación y la resolución de problemas, así como la implementación del método de investigación, experimentación como experiencia de aprendizaje. Además, se han realizado 33 estudios (37%) que pretenden clarificar problemas comunes a los procesos de enseñanza-aprendizaje, tales como: el marco legal educativo, la deserción escolar, factores que determinan la escogencia de las ciencias en bachillerato, formación en valores y motivación del estudiantado. En menor proporción (9%) los trabajos se han dedicado a la capacitación del profesorado tanto en aspectos pedagógicos como disciplinarios.

Figura 2

Naturaleza de estudios realizados en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. TIC's: Tecnologías de Información y Comunicación



Es relevante destacar que los estudios realizados desde 1998 hasta el 2004 en EC fueron de diversa naturaleza en todas las áreas de las ciencias y enmarcados en la premisa de educación ambiental. No obstante, a partir del 2005 los estudios tienden hacia la promoción de los ejes transversales: educación para la salud, educación para la sexualidad y educación ambiental. En este sentido, los trabajos se enfocaron en desarrollar experiencias a través de los ejes transversales como elementos generadores de transformación curricular y social.

A partir del 2003 el Ministerio de Educación Pública (MEP) incluye los temas transversales en los programas de estudio, como resultado de un proceso de convergencia socialmente aceptado, que apunta al desarrollo, que apuntan al desarrollo de competencias específicas vinculadas a conceptos, habilidades, actitudes y valores que forman parte integral de los programas de estudio de las ciencias (Bogantes et al., 2004). Con esto se marca una nueva línea en el diseño de las investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias.

En este momento, las investigaciones empiezan a desarrollar temáticas enmarcadas en propuestas que proporcionen a los docentes inmersos en el contexto de cambio, herramientas para atender su práctica docente e incorporar los temas transversales. Sin embargo, a partir del 2008, las tesis empiezan orientarse hacia la investigación de los procesos de formación del profesorado; los estudios buscan explorar y valorar aspectos como: el perfil docente para la enseñanza de las ciencias, el perfil del desempeño, las competencias del docente y el conocimiento del área disciplinaria.

De igual manera, entre el 2010 y el 2011 la formación científica del profesorado y del alumnado cobra importancia al incluirse el concepto de alfabetización científica en las investigaciones. Este cambio favoreció una tendencia a aproximarse a los procesos de enseñanza-aprendizaje desde nuevas perspectivas paradigmáticas del entendimiento de las ciencias. Tal como señala Gordillo (2003) y Furió-Mas et al. (2001), la alfabetización científica supone dotar a la población del conocimiento científico mínimo necesario para participar democráticamente en la sociedad.

A partir del 2013 en las tesis de la carrera de la EC se incluye un nuevo concepto: las competencias profesionales y científicas, cuya definición se encuentra muy relacionada con la máxima de alfabetización científica, entendida como la capacidad de utilizar el conocimiento, los procesos científicos y las actitudes asociadas para comprender el mundo natural y participar de la toma de las decisiones que lo afectan (Zúñiga-Meléndez et al. 2012). En este sentido, el enfoque de las investigaciones se centró en las

competencias científicas necesarias según los planes de estudio de la educación general básica y diversificada, así como en las que el profesor y los estudiantes deben poseer según su rol.

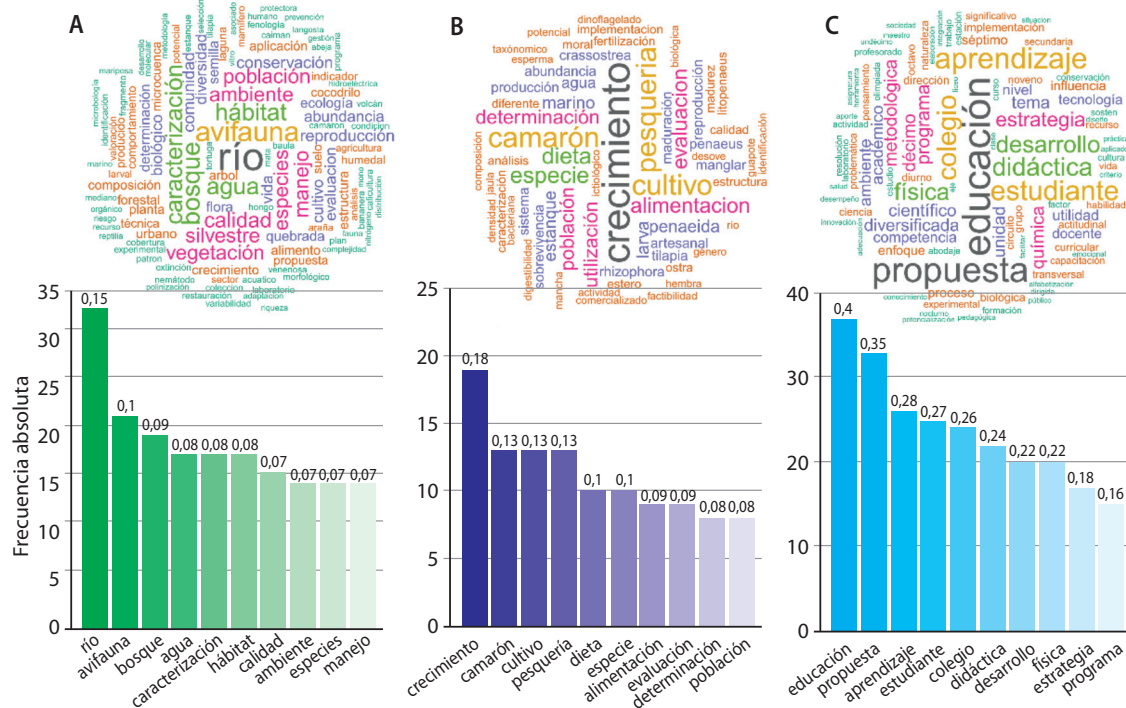
En el 2018, los estudios presentan otra tendencia muy cercana al contexto en el que ocurre el proceso de enseñanza aprendizaje. El MEP introdujo, en el 2017, un cambio en la política curricular a nivel nacional, la cual propone pasar de la enseñanza por contenidos a la enseñanza por habilidades. Por tal razón las tesis comienzan a enfocarse en la promoción de habilidades para el pensamiento crítico y sistémico, los hábitos para la vida saludable, aprender a aprender y las formas de relacionarse con el mundo.

Es importante destacar que las investigaciones realizadas en el marco de la licenciatura de EC no solo han marcado un progreso importante en los procesos de formación científica al adaptarse a las demandas de los contextos sociales, sino que además se han transformado en elementos diferenciadores para la construcción del conocimiento y la aplicación de experiencias prácticas, en orden del mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias a nivel nacional.

Por otra parte, el análisis de minería de texto de los títulos de las tesis reveló las temáticas más frecuentes de cada licenciatura en los últimos 34 años (Figura 3). En general, la mayor diversidad de temas (palabras) fue observada en MRN, seguido por MRMD, y por último, EC. En la licenciatura de MRN, que representó el 50,4% del total de investigaciones, predominan los conceptos como *río*, *avifauna*, *bosque*, *agua* y *caracterización*. En la licenciatura de MRMD predominaron las temas como *crecimiento*, *camarón*, *cultivo*, *pesquería* y *dieta*, con un 66,0% de representatividad de los trabajos de esta licenciatura; por último, en la de EC casi el 100% de sus trabajos contenía al menos uno de los siguientes conceptos: *educación*, *propuesta*, *aprendizaje*, *estudiante* y *colegio*.

Figura 3

Análisis de minería de texto de los títulos de las investigaciones por carrera



Nota: (A: MRN, n= 220; B: MRMD, n= 103; y C: EC, n= 93). En la parte superior, nube de conceptos con 3 o más repeticiones en el total de títulos de tesis para cada licenciatura; el tamaño es proporcional a la frecuencia relativa de los conceptos. En la parte inferior, la frecuencia absoluta de los primeros 10 conceptos más frecuentes en los títulos de las tesis (número en la parte superior de las barras es el índice de importancia de los conceptos, medido como frecuencia absoluta entre el número total de tesis para cada licenciatura).

El análisis de minería de textos demostró que las dos licenciaturas de biología se estudia de manera amplia los temas curriculares y confirma que la MRN se especializa en estudiar los hábitats y recursos, mientras que la MRMD se concentra en temas propios que enfatiza una mayor aplicación. Este análisis da cuenta de la manera en que los objetivos y metas de estos programas de licenciatura se concentran en su función original. En el caso de EC se destaca los temas que requieren la formulación y prueba de nuevas estrategias y conceptos. Las palabras más comunes se relacionan, de manera significativa, con la inclusión de las tendencias educativas y de prácticas innovadoras, que se transforman en la razón de ser de esta licenciatura.

Finalmente, de las 184 tesis elaboradas entre 2009 y 2019, el 26% fue publicado en revistas indexadas o libros con sello editorial (48 investigaciones) y de éstos sólo 15 fueron escritos en inglés (Tabla 4).

Tabla 4

Algunos indicadores bibliométricos de las tesis para el periodo 2009 a 2019

Áreas	Tesis 1985-2019	Tesis 2009-2019	Tesis Publicadas 2009-2019 N (%)	Artículos en inglés N (%)	Citaciones			Posición de autoría Estudiante	
					N	Min	Max	1 ^{er}	otra
MRMD	103	25	7 (14,6)	4 (8,3)	8	1	7	4	3
MRN	220	90	28 (58,3)	11 (22,9)	18	1	49	21	7
EC	93	67	13 (27,1)	0	9	1	7	11	2
BT	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Total	418	184	48 (26)	15 (31,2)	35	---	---	36	---

Nota: MRMD: Manejo de los Recursos Marinos y Dulceacuicolas; MRN: Manejo de los Recursos Naturales; EC: Enseñanza de la Ciencias; BT: Biotecnología. N (%).

En este análisis se cubre un periodo de 10 años, a saber, la década de 2009 a 2019, y en él se comprueba que las tesis con énfasis en MRN lidera el número de trabajos publicados (58,3%), de los cuales el 22,9% fueron escritos en inglés y todos ellos han sido citados, mínimo una vez y máximo 49 (Tabla 4). La licenciatura en EC alcanza un 27,1% de tesis publicadas, aunque ninguna en inglés. Las tesis con énfasis en MRMD se mantienen en esta última década por debajo del promedio de todos estos parámetros a nivel de escuela, por lo cual se sugiere un análisis posterior para identificar la causa de la diferencia con respecto a los otros énfasis. La consolidación y madurez de los programas de licenciatura con los énfasis de MRMD, MRN y EC es adecuada y de larga data como para que los parámetros presentados en el Tabla 4 sean tan divergentes.

Por otro lado, el orden de los autores es un tema de propiedad intelectual y derecho de autoría, muy sensible en la actualidad. El 75% del total de las tesis publicadas en este periodo coloca a la persona estudiante como primer autor. Si se analiza por licenciaturas, la primera autoría del estudiante ocurre en el 57%, 75% y 85% para MRMD, MRN y EC, respectivamente. A sabiendas de que las tesis se realizan tradicionalmente sin propósitos de ser publicadas, estos porcentajes se consideran relativamente altos.

El alcance de las investigaciones en todas las carreras de la Escuela de Ciencias Biológicas debería ser medido por el mensaje y no el medio, tal como lo señala Dávalos-Sotelo (2015), quién sugiere que los países en vías de desarrollo deberían concentrarse en definir sus políticas de apoyo a la investigación, más que visibilizar su trabajos o la relevancia global de sus revistas a nivel internacional. Sin embargo, se considera que apoyar la investigación y difundir el conocimiento generado por las tesis son estrategias conjuntas e inseparables. En la actualidad, es preciso dar a conocer el acervo científico que contenido en los cientos de trabajos de graduación que abarcan una gran diversidad temática (Tabla 1, Figura 3). La generación del conocimiento científico está en estrecha relación con la función de la universidad,

la formación de profesionales en biología y en la enseñanza de las ciencias; además, muestra cómo la universidad actúa respondiendo a las necesidades del país.

CONCLUSIONES

En relación con la relevancia de las tesis de grado y el análisis temporal de los temas y su relación con el contexto nacional, se llega a las siguientes conclusiones:

Las investigaciones realizadas en Biología presentan un abordaje temático cronológico, que se ajusta a los cambios propuestos a partir de las tendencias nacionales e internacionales en materia ambiental, ecosistemas específicos, afianzados con políticas y reglamentos generados en el país.

Las tesis de la licenciatura en Biología, con sus tres énfasis, se han concentrado en las temáticas aplicadas e interdisciplinarias, como el manejo y restauración de ecosistemas, que mejoran la integralidad de conocimientos y las destrezas del estudiante al ritmo de los cambios en la condición ambiental del país.

Además, las investigaciones realizadas en el campo de la Enseñanza de las Ciencias desde el abordaje temático evidencian una marcada relación con los cambios cronológicos que han sufrido las políticas educativas y curriculares a nivel nacional. Esto evidencia que los trabajos se han orientado a mejorar la comprensión de los temas emergentes en el contexto educativo nacional.

En cuanto al impacto que han tenido las tesis en la difusión del conocimiento, es importante destacar la necesidad de que las investigaciones en estas carreras dejen de ser vistas solamente como un requisito para graduarse y que sean asumidas como una oportunidad para difundir conocimiento útil y relevante para los problemas emergentes del contexto nacional. En este sentido, existe una real preocupación por el alcance que puedan tener las tesis, las propuestas que de ellas se deriven con miras a ofrecer soluciones a los problemas mencionados del país. Debido a esto, se considera que las universidades deben asumir con mayor seriedad la labor de divulgar los conocimientos contenidos en las tesis.

El impacto final de los TFG debe ser evaluado con mayor profundidad, a través de técnicas que se apoyen en páginas especializadas en citación, tales como *Scopus*, *ResearchGate*, *Google Scholar* y *Académico*, de manera que sea posible establecer el alcance de las publicaciones en el mundo académico.

Finalmente, el impacto real solo se verá reflejado en estudios donde se analice la medida en que los conocimientos consignados en las tesis son retomados por los destinatarios según el contexto, sector y región del país donde se llevó a cabo la investigación. Tomando esto en consideración, es posible asegurar la conveniencia de realizar estudios para profundizar en estos aspectos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este manuscrito agradecen a las autoridades de la Escuela de Ciencias Biológicas por permitirnos el uso de las actas de graduación de donde se extrajo la información para la base de datos inicial. Además, agradecemos a los(as) revisores(as) anónimos(as) y editor(a) por las sugerencias y observaciones realizadas, pues estas contribuyeron a un mejoramiento sustancial del documento final.

REFERENCIAS

- Angulo, R., Angulo, F., Huamaní, C., & Mayta-Tristán, P. (2008). Publicación Estudiantil en Revistas Médicas Venezolanas, 2001- 2005. *Ciencia e Investigación Medico Estudiantil Latinoamericana*, 13(1), 6- 8. Recuperado de <https://www.cimel.felsocem.net/index.php/CIMEL/article/view/156>
- Ardanuy, J. (2012). Breve introducción a la bibliometría. España: Universidad de Barcelona. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30962/1/breve%20introduccion%20bibliometria.pdf>
- Arriola-Quiroz, I., Curioso, W. H., Cruz-Encarnacion, M., & Gayoso, O. (2010). Characteristics and publication patterns of theses from a Peruvian medical school. *Health Information & Libraries Journal*, 27(2), 148- 154. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2010.00878.x>
- Ayestarán, I. (2012). La interfaz entre la biosfera y la noosfera: pensar las esferas de la sostenibilidad en la era del Antropoceno. *Ludus Vitalis*, 20(38), 193- 213. Recuperado de <http://www.ludus-vitalis.org/ojs/index.php/ludus/article/view/87>
- Bawa, K. S. (2004). Tropical Ecosystems into the 21st Century. *Science*, 306(5694), 227b- 228b. <https://doi.org/10.1126/science.306.5694.227b>
- Bawa, K. S., Kress, W. J., & Nadkarni, N. M. (2004). Beyond Paradise-Meeting the Challenges in Tropical Biology in the 21st Century. *Biotropica*, 36(3), 276- 284. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00320.x>
- Bogantes, E. V., Delgado, L. C., Jiménez, S. A., Murillo, M. E. A., Rojas, G. C., Rojas, G. M. & Zúñiga, A. M. (2004). Transversalidad y valores: una propuesta metodológica para incorporarlos en los programas de estudio de ciencias y biología. *Revista Electrónica Educare*, 7, 221- 240. <https://doi.org/10.15359/ree.2004-7.13>
- Cencia-Crispín, O. & Cárdenas-Baldeón, G. G. (2013). El impacto potencial de las tesis de pre y posgrado. *Horizonte de la Ciencia*, 3(4): 55-60. Recuperado de <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/179>
- Commission of the European Communities. (1998). Trird International Conference on Grey Literature: Perspectives on the Design and Transfer of Scientific and Technical information. Recuperado de: http://greyguide.isti.cnr.it/attachments/category/30/GL97_first.pdf
- Corlett, R. T. (2011). Troublewith the Gay literature. *Biotropica* 43(1): 3-5. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00714.x>
- Dávalos-Sotelo, R. (2015). Una forma de evaluar el impacto de la investigación científica. *Madera y Bosques*, 21. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210422>
- El Editor. (2011). La Literatura Gris. *Formación Universitaria*, 4(6), 1-2. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062011000600001>
- Evans, S. D. (1997). The green republic: a conservation history of Costa Rica, 1838-1996. University of Texas Press.
- Fellows, I. (2021). *wordcloud: Word Clouds. R Package Version 2.6*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/package=wordcloud>
- Ferreras, T. F. (2016). Visibilidad e impacto de la literatura gris científica en repositorios institucionales de acceso abierto. Estudio de caso bibliométrico del repositorio Gredos de la Universidad de Salamanca.
- Furió-Mas, C., Vilches, A., Aranzabal, J. G. & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(3), 365-376. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21756>

- Gordillo, M. M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(3), 377-398. Recuperado de http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_10.pdf
- Ibañez-Martí, J. J. (2018). La ciencia en Latinoamérica: tendencias y patrones. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(1), 23-39.
- Larivière, V., Zuccala, A., & Archambault, É. (2008). The declining scientific impact of these: Implications for electronic thesis and dissertation repositories and graduate studies. *Scientometrics*, 74(1), 109-121. <https://doi.org/10.1007/s11192-008-0106-3>
- Mahood, Q., van Eerd, D. & Irvin, E. (2014). Searching for grey literature for systematic reviews: challenges and benefits. *Research Synthesis Methods*, 5, 221-234. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1106>
- MINAE. (2017). Oficialización Corredores Biológicos Interurbanos. [Decreto Ejecutivo No. 40043-MINAE]. La Gaceta diario oficial, Costa Rica 27 de enero del 2017.
- Ortiz-Torres, E., González Guitián, M.V., Infante Pérez, I., & Viamontes Garrido, Y. (2010). Evaluación del impacto científico de las tesis doctorales en Ciencias Pedagógicas mediante indicadores científico-métricos. *Revista Española De Documentación Científica*, 33(2), 279-286. <https://doi.org/10.3989/redc.2010.2.728>
- Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el Siglo XXI. *Cinta de Moebio*, 28, 1-28. Recuperado de <http://www.moebio.uchile.cl/28/padron.html>
- Paez, A. 2017. Gray literature: An important resource in systematic reviews. *Journal Evidence- Based Medicine*, 10(3): 233-240. <https://doi.org/10.1111/jebm.12266>
- Pappas, C & Williams I. (2011). Grey literature: its emerging importance. *Journal of Hospital Librarianship*, 11: 228-234. <https://doi.org/10.1080/15323269.2011.587100>
- Piedra-Castro, L., Bermúdez-Rojas, T. & Romero-Vargas, M. (2013). Costa Rica. En I. MacGregor-Fors & R. Ortega-Álvarez (Eds.). *Ecología Urbana, Experiencias en América Latina*. (pp. 73-81). Recuperado de http://www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana
- Programa Estadode la Nación. (2014). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible. San José Costa Rica. www.estadonacion.or.cr
- RCoreTeam. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Recuperado de <https://www.r-project.org/>
- Salmi, L. R., Gana, S., & Mouillet, E. (2001). Publication pattern of medical theses, France, 1993-98. *Medical Education*, 35(1), 18-21. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2923.2001.00768.x>
- Sancho, R. (2020). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3-4), 842. <https://doi.org/10.3989/redc.1990.v13.i3.842>
- Solano, E.L., Castellanos, S.Q., López, M.R. & Hernández, J.F. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7(4), 59-62. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2009000400011
- Velasco, B., Eiros, B., Pinilla, J., San Román, J. (2012) La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora. *Aula abierta*, 40(2), 75-84.
- Werlinger-Cruces, F., Coronado -Vigueras, L., Ulloa-Marín, C., Candia- Pérez, O., Gonzalo Rojas-Alcayaga, G. (2014). Metodología y visibilidad en los medios de divulgación científica de las tesis de pregrado en Odontología. *Educación Médica Superior*, 28(2), 318-334. Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/316>
- Zúñiga-Meléndez, A., Leitón, R., & Naranjo-Rodríguez, J. A. (2012). *Los Retos De La Modernidad: La Formación De Competencias Científicas: Una Mirada a Los Procesos De Enseñanza-aprendizaje en La Educación Secundaria*. Editorial Académica Española. 208 p.