

CRÓNICA DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE BIODIVERSIDAD, BIOTECNOLOGÍA Y CONSERVACIÓN (BBC)

Chronic of the Biodiversity, Biotechnology and Conservation Research Line

Crônica da Linha de Pesquisa em Biodiversidade, Biotecnologia e Conservação (BBC)

Natalia María Corredor Rodríguez¹
Lady Shirley Delgadillo Pulido²
Silvia Gómez Daza³

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2017
Fecha de aceptación: 10 de mayo de 2018

El Programa de la Licenciatura en Biología, como parte de una institución formadora de formadores, se concibe como un proyecto de investigación educativa y evaluativa acorde a los nuevos retos de esta sociedad cambiante; es por ello que se incentiva a los maestros en formación a hacer investigación, lo cual permite, desde distintos grupos, el fortalecimiento de este proceso. Este se vuelve, a su vez, más específico dado que desde las diferentes líneas se atienden las inquietudes de los estudiantes que quieren participar en ellas. Esta crónica hace referencia a la línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación (BBC) que pertenece al grupo de investigación de Estudios en la Enseñanza de la Biología (EEB), del Proyecto Curricular de la Licenciatura en Biología (PCLB) en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

En 1999, el Departamento de Biología (DBI), en respuesta a los intereses sociales y partiendo de sus potencialidades, recursos y trayectoria académica, organizó en el PCLB cuatro énfasis: Salud para la calidad de vida, Ecología colombiana, Biotecnología y educación, y Biología de la conservación. Con respecto al énfasis Biotecnología y educación se justifica el trabajo pedagógico y didáctico por la exigencia que hacen los niveles de educación básica y media acerca de la formación de los futuros maestros en biotecnología, debido a sus impactos y aplicaciones en la sociedad y el ambiente. Asimismo, por el aporte al conocimiento y al desarrollo de investigaciones a nivel disciplinar, pedagógico-didáctico y biológico que involucren este campo; por todo esto, se hace necesario educar en y a partir de la biotecnología, entre otras cosas por las implicaciones éticas que encierra la manipulación de organismos, o aún más, de su información genética. Por su parte, el énfasis Biología de la conservación se justifica desde los principios funcionales y normativos de esta, que se preocupa por los riesgos actuales de la pérdida de la diversidad e impactos sobre ella, debido a las acciones humanas, así como el desarrollo de actitudes por parte de la comunidad educativa frente al valor educativo, social, económico y ambiental de la biodiversidad (Documento de Referencia del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, 2000).

-
- 1 Estudiante de la Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. dbi_nmcorredorr492@pedagogica.edu.co
 - 2 Estudiante de la Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. dbi_lsdelgadillop830@pedagogica.edu.co
 - 3 MSc Docente de la Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. srgomezd@pedagogica.edu.co
Autor para la correspondencia.

Con el propósito de hacer un recuento de la evolución de la línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación, a continuación, se presentan los momentos más significativos. En sus inicios trabajó solo en biotecnología y se llamó línea de investigación Enseñanza de la Biotecnología en Colombia, liderada por el profesor Edgar Valbuena, quien ingresó a la UPN en 1993 con la propuesta de incorporar este campo en la educación. Comenzó a realizar trabajos con algunos estudiantes de sus asignaturas y a gestionar proyectos desde 1993 hasta el 2002, año en que inició sus estudios de doctorado en la Universidad Complutense de Madrid. El profesor Valbuena coordinó la línea y durante este periodo realizó trabajos de investigación con varios docentes-investigadores y estudiantes de Corpoica (en la actualidad Agrosavia), Instituto Pedagógico Nacional (IPN) y UPN. Es importante resaltar tres proyectos de gran impacto en la educación en esta área, de ellos los dos primeros están vigentes para el periodo actual, pero con transformaciones (Edgar Valbuena, comunicación personal, 26 de noviembre, 2018).

Proyecto 1: “Integración de la Biotecnología al currículum del Instituto Pedagógico Nacional”. A partir de la exploración de intereses de estudiantes de bachillerato, se constituyó el grupo de Biotecnología del colegio, y se incorporó al currículo la modalidad de biotecnología en los grados décimo y undécimo. En el proyecto se propone generar y desarrollar iniciativas pedagógicas para contribuir a la enseñanza de las ciencias naturales y aportar al desarrollo en el país. Aunque, a través de estos trabajos realizados con estudiantes de bachillerato *no es posible generar innovaciones biotecnológicas*, existe la intencionalidad de aportar en: la valoración, aprovechamiento y uso, tanto racional como ético, de los recursos genéticos; la formación en valores; el desarrollo de las capacidades comunicativas, el descubrimiento y desarrollo de potencialidades de actitudes científicas; la concienciación sobre la importancia del avance de la biotecnología; el aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales, y de la biología en particular, a partir de la problematización de procesos, que tienden a integrar los proyectos a situaciones generadas por las necesidades, intereses y realidades de los estudiantes. Las investigaciones impactan de modo positivo en los estudiantes y los guían a tomar carreras afines o a continuar trabajando en el campo de la enseñanza de la biotecnología. Un ejemplo fue Lola Constanza Melo, quien hizo parte del proyecto, primero como maestra en formación y luego como profesora del IPN vinculada a él; realizó muchas investigaciones, ejemplo de ellas la titulada *Desarrollo de proyectos escolares en biotecnología. Contribución a la enseñanza de las ciencias*, que fue publicada en las Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas (1999).

Siguiendo los pasos del profesor Valbuena (que se va hacer sus estudios de doctorado), la profesora Lola Melo llega a coordinar esta línea desde el año 2002. Ellos toman la biotecnología como una estrategia de enseñanza tanto en el aspecto cognitivo como en el desarrollo de actitudes científico-tecnológicas, donde a partir de la resolución de problemas generados desde las necesidades e intereses de los ciudadanos, se involucra lo práctico y se desarrolla en los estudiantes conocimiento científico, mediante un proceso de descubrimiento y desarrollo de sus potencialidades investigativas, sin descuidar las aplicaciones e implicaciones de la biotecnología sobre la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (Edgar Valbuena, comunicación personal, 26 de noviembre, 2018). En la actualidad, la línea de investigación sigue realizando proyectos pedagógicos, prácticas pedagógicas y trabajos de grado en el IPN.

Proyecto 2: “Establecimiento del cepario bacteriano de la Universidad Pedagógica Nacional”, el cual fue financiado por el CIUP en 1999. Allí se estandarizaron algunas técnicas de preservación de material microbiológico de interés biotecnológico y pedagógico. Se aislaron, caracterizaron y conservaron cepas bacterianas de los grupos: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas sp.*, *Rhizobium*, *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus subtilis*. En el 2010, el cepario se enriqueció con los productos de diversos trabajos de grado de estudiantes del DBI orientados por el profesor Hugo Mauricio Jiménez Melo, quien ingresó a la línea de biotecnología liderada por la profesora Lola Melo. El proyecto del cepario tuvo transformaciones en 2011, y pasó a ser un proyecto de la Facultad de Ciencia y Tecnología denominado *Cepario de microorganismos: una herramienta didáctica para la enseñanza de las ciencias*, este cumple con los mismos objetivos planteados en un inicio: “caracterizar y conservar microorganismos y ser utilizado para generar propuestas didácticas en la enseñanza de las ciencias” (Hugo Mauricio Jiménez, comunicación personal, 26 de noviembre, 2018). Además, asesora proyectos de investigación y es un referente taxonómico de microorganismos a nivel local y regional. Desde el 2012 se vincula la profesora Silvia Rosy Gómez Daza quien aporta al enriquecimiento continuo del cepario bacteriano con la dirección de trabajos de grado. En la actualidad el cepario está constituido por colecciones de micro-hongos, *macromycetes* y bacterias que se encuentran registradas ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y son utilizadas tanto por los maestros en formación como por los docentes en ejercicio para su quehacer pedagógico e investigativo. Es importante mencionar que, desde su creación hasta la actualidad, se han utilizado los microorganismos del cepario para diseñar materiales educativos y didácticos orientados a la enseñanza de la microbiolo-

gía en primaria, bachillerato y universidad, ejemplo de ello es el trabajo titulado “Aislamiento, Caracterización y Conservación de bacterias ácido-acéticas a partir de productos fermentados tradicionales como una herramienta pedagógica” (Martínez, Cortés y Jiménez, 2011). Este proyecto sigue vigente y se desarrolla en el Laboratorio de biotecnología de la UPN (salón B 300).

Proyecto 3: “Incidencia de los proyectos escolares en Biotecnología en el aprendizaje de las Ciencias en Bogotá” (2001-2002), aprobado por el CIUP y cuyos resultados fueron socializados en: Memorias VII Encuentro Nacional de Profesores, Investigadores e Innovadores en la Enseñanza de las Ciencias (Bolaño et al., 2003).

Desde el 2002 hasta el 2015, la profesora Lola Melo coordina la línea de biotecnología y junto con otros profesores como Robinson Roa, Yenny García y Cielo Chavarro, continúan haciendo investigación educativa y biológica en esta área; se destaca la importancia de introducir la biotecnología en la formación de docentes en biología como disciplina que aproxima la naturaleza de la ciencia y las necesidades sociales bajo la óptica del paradigma de la complejidad (Roa, García y Chavarro, 2008). Luego, la línea afronta cambios de profesores e ingresan Mary Luz Yaya, René Montero y Gabriel Cadavid; después siguen los cambios de maestros y respectivamente en los años 2010, 2012 y 2018-2 ingresan los profesores Hugo Jiménez, Silvia Gómez y Javier Cortés quienes junto con estudiantes y egresados continúan investigando en el énfasis de biotecnología.

En el 2015, la línea de Biotecnología se une a investigaciones en el área de la conservación liderada por el profesor Diego Campos, quien junto con estudiantes trabajan en el área de educar para conservar. Del 2015 al 2017-1 este maestro coordina la línea BBC que es fruto de la fusión de las investigaciones en biotecnología y conservación. Desde el 2017-2 la profesora Silvia Gómez coordina la línea⁴ y continúa haciendo investigaciones con los profesores Hugo Jiménez, Javier Cortés y algunos estudiantes del DBI.

La línea de investigación BBC tiene como objetivo principal formar licenciados críticos y reflexivos en cuanto a la Biodiversidad, Biotecnología y Conservación, se es consciente de la responsabilidad científica y ética en la enseñanza de la biodiversidad por su gran valor educativo, social, económico y ambiental. Esta línea se caracteriza por: 1) El conocimiento y reconocimiento de la biodiversidad para su conservación y/o uso (mediante la

biotecnología) a través de la caracterización de especies, colecciones biológicas y museos como escenarios para la enseñanza y aprendizaje de la biología. 2) Constituir trabajos prácticos, como laboratorios, salidas de campo, colectas y sistematización de la información biológica, con algunas excepciones cuando se realiza una revisión documental. 3) El diseño de material educativo y didáctico para la enseñanza de la diversidad biológica con un fuerte componente disciplinar de la biología. 4) La contribución, mediante la alfabetización científica, al acercamiento de los maestros en formación a los ambientes académicos en los que se genera conocimiento. 5) Trabajar con el método científico para disminuir la influencia de la subjetividad del investigador y obtener un conocimiento biológico principalmente desde el punto de vista científico. El marco referencial que se reconoce contempla la Política Nacional de Biodiversidad, la Ley 115 de 1994 con el artículo 5, la Ley 99 de 1993, el Programa Nacional de Biotecnología de Colciencias, la OEI, el PCLB, Valbuena (1998), Roa, García y Chavarro (2008), Ocelli (2013), Almeida y Barahona (2005), Crisci (2006), Primack, Rozzi, Feinsinger, Dirzo y Massardo (2001) y otros.

Una de las maneras de fomentar la investigación participativa en la línea es a través del semillero de Biotecnología y educación, que tiene como objetivo: “Formar licenciados críticos y reflexivos en cuanto a las aplicaciones e implicaciones de la biotecnología en diversos espacios académicos fortaleciendo los procesos de recontextualización del saber biológico”⁵. Este semillero se lleva a cabo en el Laboratorio de biotecnología donde también se encuentra el cepario de microorganismos del DBI de la UPN. Otras maneras de fomentar la investigación formativa y evaluativa en la línea son la Práctica Pedagógica y los trabajos de grado.

Con respecto a la práctica pedagógica, constituye un espacio de reflexión para el futuro licenciado en Biología en cuanto a su práctica profesional, su desarrollo como ser humano, su visualización como sujeto maestro y su desempeño académico, reflexión que se muestra mediante el reconocimiento de diversas realidades educativas. De igual manera, la práctica posibilita el reconocimiento de espacios en el aula para la incorporación de estrategias novedosas para la enseñanza de las ciencias, en especial de la biología. En este mismo sentido, la puesta en escena del proyecto pedagógico supone la adquisición y reconocimiento de nuevos panoramas a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, permeados por una discusión bioética constante que lleva a reestructurar la visión del

4 El enlace a la página de la línea es: <https://bbcdbiupn.wordpress.com>

5 Tomado de: <https://bbcdbiupn.wordpress.com/semilleros/biotecnologia-y-educacion/>

mundo, no solo del practicante sino de toda la comunidad que se ve involucrada en el desarrollo del proyecto. (Línea de investigación en Biodiversidad, Biotecnología y Conservación, 2017)

En cuanto a los trabajos de grado, el maestro en formación se asume como docente investigador, capaz de proponer proyectos que contribuyan a su formación profesional, teniendo en cuenta no solo sus perspectivas personales sino los requerimientos de la realidad educativa, por lo tanto, es importante que los maestros en formación tengan conocimientos para ser críticos y reflexivos en cuanto a la conservación y/o uso de la biodiversidad. Además, reconoce la biotecnología como una estrategia de enseñanza para proponer cambios actitudinales y propositivos mediante la resolución de problemas desde las necesidades e inquietudes, con lo cual fortalece habilidades investigativas desde la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). Todo esto, sin olvidar los principios éticos y científicos que acompañan tales procesos formativos, así como la educación en la conservación, importante para generar conciencia y apropiación de nuestra biodiversidad como recurso global que debe conservarse para la sociedad actual y las futuras generaciones.

Los trabajos de grado se realizan en dos grandes campos: uno en biotecnología, los cuales están orientados a: aislamiento, caracterización y evaluación de la potencialidad de microorganismos, incorporación de herramientas de bioinformática para filogenia y diseño de materiales educativos (OVAS, páginas web, cartillas, guías, manuales, unidades didácticas -UD- para enseñar biología); y el otro, en conservación, orientados a: conocimiento, reconocimiento, valoración y apropiación de la biodiversidad, también a diversas estrategias didácticas y propuestas educativas.

Por tanto, en la crónica se reconocen y analizan los trabajos de grado que se encuentran concluidos entre los años 1993 y 2018, con un total de 122 (dos de ellos se encuentran en curso). A continuación, se presentan los criterios de análisis: el paradigma, la modalidad de material educativo, el objeto de estudio que se reconoce en cada producción, el campo de investigación que lo acoge y el acompañamiento de los asesores de los trabajos de grado.

En el primer criterio, los paradigmas desde los cuales se posicionan los diferentes trabajos de grado dependen de su naturaleza y pueden ser dos: el positivista y el de la hermenéutica interpretativa; el primero se caracteriza por utilizar el método científico, el objeto y sujeto son independientes, la naturaleza de la realidad es única, tangible, fragmentable en partes que se pueden manipular de forma independiente y son los trabajos encaminados a:

el aislamiento y caracterización de microorganismos y la evaluación de su potencialidad biotecnológica; algunos ejemplos son: *Aislamiento e identificación de cepas nativas de suelo del Bosque Andino de la Calera en la Vereda el Rodeo, Cundinamarca* (2013) y *Aislamiento e Identificación de hongos endófitos asociados a las hojas de Solanum tuberosum (Solanaceae)* (2013); mientras, el segundo busca comprender la realidad de los sujetos involucrados cuyas acciones influyen en la práctica y conocimiento, y los trabajos están encaminados al diseño de materiales educativos para la enseñanza de la biología como: OVAS, páginas web, cartillas, guías, manuales, unidades didácticas entre otros; algunos ejemplos: *Bitácora con ilustraciones científicas de insectos: propuesta interdisciplinaria para aportar a la comprensión sobre valores asociados a la biodiversidad con el curso 804 del Colegio Cedit Ciudad Bolívar* (2018) y *Diseño e implementación de una OVA para la enseñanza del sistema inmunológico* (2015).

La figura 1 presenta la producción de trabajos de grado por año según los paradigmas. En el paradigma positivista se encuentran 59 que se han realizado desde 1993 con el último registro en el 2016; se observa que en 1993 y 2004 tuvo menor producción con un solo trabajo en cada año, mientras en el 2011 y el 2012 tuvo la mayor elaboración de trabajos de grado con 9 y 8, respectivamente. En el paradigma hermenéutico interpretativo se observa que han realizado 61 trabajos, con una fuerte presencia en todos los años. Se reconoce el 2008 como el año en donde hay mayor número de elaboración de trabajos de grado: 7, mientras que en el 2009 y el 2014 se tienen 6 producciones. Se estima que para el año 2019, primer semestre, se entregarán 2 trabajos de grado con el paradigma hermenéutico interpretativo para optar por el título de Licenciados en Biología.

Como se puede observar en la figura 1, la mayor producción de trabajos de grado se encuentra en el paradigma hermenéutico interpretativo que tiene como objetivo profundizar el conocimiento y comprensión del porqué de una realidad (Ruiz, 2012).

Se muestra, entonces, la preferencia de los maestros en formación por realizar materiales educativos y didácticos que problematizan los saberes y conocimientos en torno a un tema (biotecnología o conservación), además que fortalezcan el desarrollo de habilidades científicas, procedimentales y actitudinales tanto en los estudiantes como en los maestros en formación. El hecho de realizar materiales educativos y didácticos supone en gran medida un proceso investigativo por parte del docente, lo cual hace que este reflexione sobre su práctica, proponga objetivos, contenidos, diseñe estrategias de interacción e innove en el aula de clase de acuerdo con su contexto. En otros

ejemplos encontramos: *Fósiles al mural: propuesta educativa para la apropiación del Patrimonio Paleontológico a través del mural, con estudiantes de la Institución Educativa Rural Patio Bonito (Nemocón, Cundinamarca)* (2016) y *El bioensayo en la enseñanza en las relaciones ecológicas (B. bassiana y Mosca Blanca) desde una perspectiva de la resolución del problema* (2017). Es importante resaltar que en la línea se han llevado a cabo trabajos bajo el para-

digma positivista que permiten generar conocimiento científico (disciplinar biológico) los cuales coadyuvan al desarrollo de la ciencia, ejemplos de ellos son: *Relaciones filogenéticas de la familia Trochilidae a través de la bioinformática empleando el gen NADH* (2012) y *Caracterización fisiológica y molecular en raíces entre 2 genotipos de arroz (Oriza sativa L. ssp indica) tolerante y sensible al frío en la fase vegetativa* (2016).

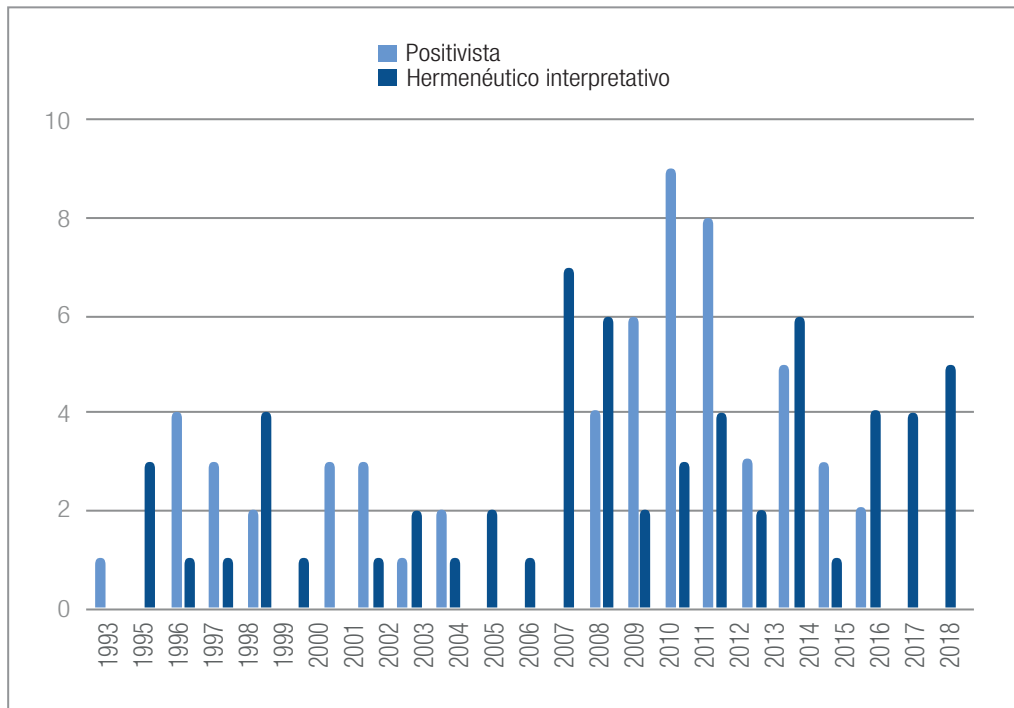


Figura 1. Producción Trabajos de Grado por años en el paradigma positivista y hermenéutico interpretativo.

En el segundo criterio, los documentos o materiales elaborados por maestros en formación en sus trabajos de grado, según Área (como lo citan Pere, Devís y Peiró, 2008), se pueden clasificar en: disciplinar biológico, disciplinar biológico-didáctico y disciplinar didáctico (Véase figura 2). A su vez, pueden presentar dos tendencias, el uso de TIC (OVAS o páginas web) y los impresos (cartillas, guías, manuales, propuestas educativas, unidades didácticas o documento científico); como ejemplos de ellos encontramos: *Análisis de la producción artesanal de chicha como un proceso biotecnológico tradicional en el Valle de Tenza, Boyacá* (2014), *Clave microbiológica interactiva del cepario bacteriano de la Universidad Pedagógica Nacional* (2012) y *Guía ilustrada de macromycetes de la vereda Tilatá, municipio de Chocontá* (2012).

La figura 2 muestra que la mayoría de los trabajos de grado se encuentran en impreso con un total de 101; destaca la producción de investigaciones de corte netamente biológico, con 53 trabajos, los cuales presentan paradigma positivista, les sigue el didáctico con 31 trabajos y, por último, los que contemplan las dos áreas disciplinares, biológico-didáctico, con una producción de 17 trabajos. Con respecto a las investigaciones que utilizan las TIC desde el paradigma hermenéutico interpretativo, se encuentra que la mayoría están enfocadas en la enseñanza, con mayor producción en la parte didáctica que corresponde a 16 trabajos de grado; en cambio, la menor producción en TIC fue en lo biológico-didáctico con 1 trabajo, mientras que en lo disciplinar biológico se hallaron 3.

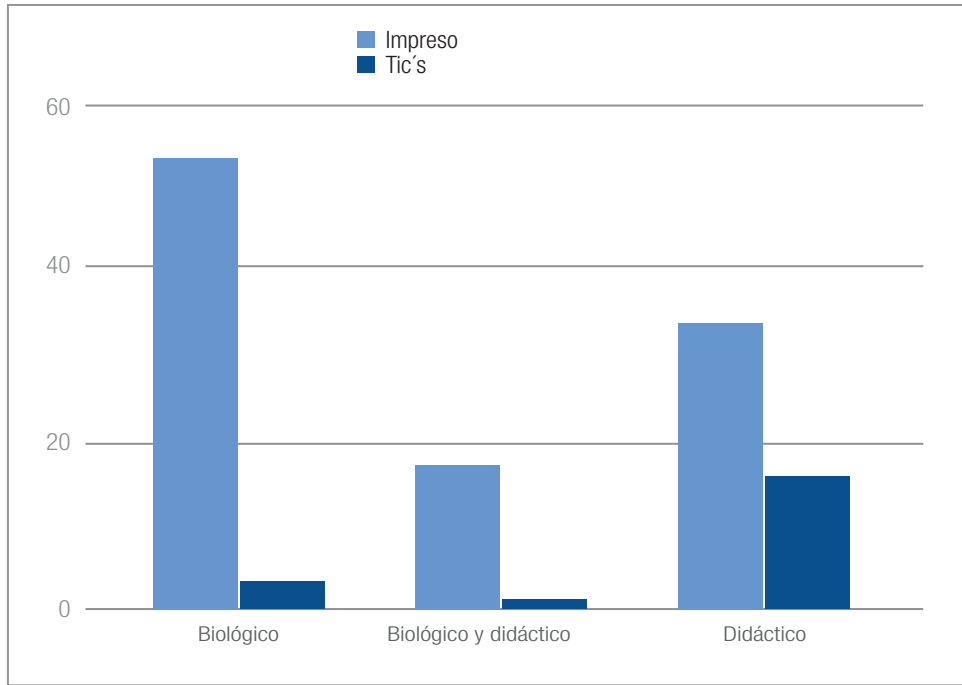


Figura 2. Documentos o materiales elaborados: disciplinar biológico, disciplinar didáctico y disciplinar biológico-didáctico.

En el tercer criterio, Objeto de estudio, encontramos que el más representativo son los microorganismos, con 48 trabajos realizados, seguido de los trabajos prácticos con 15;

luego están los estudios en conservación y biología molecular con 10 cada uno, mientras bioinformática tiene menor tendencia, con 2 trabajos (Véase figura 3).

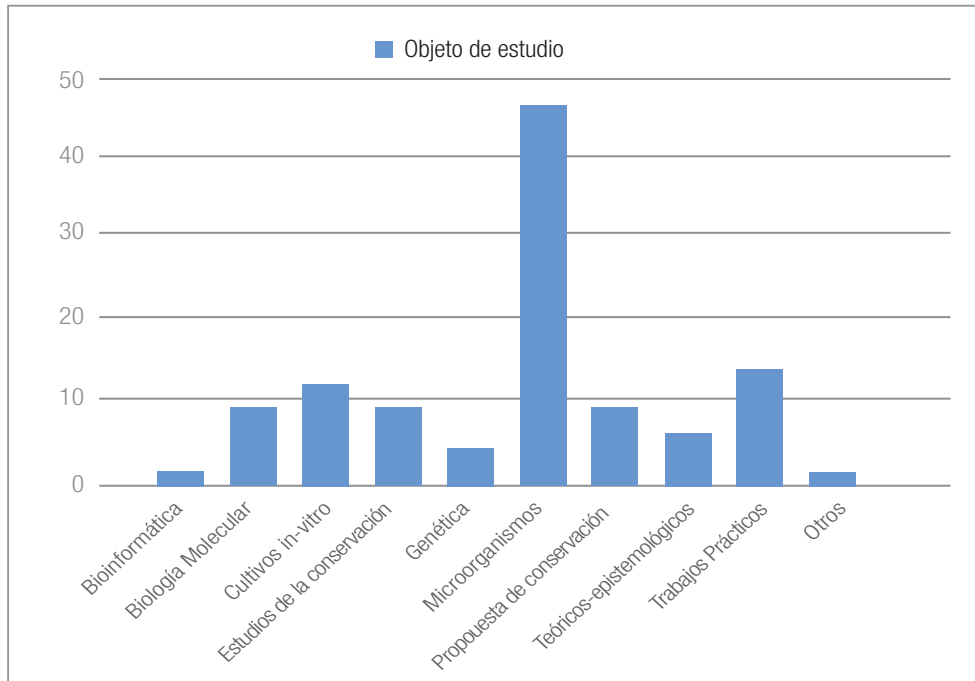


Figura 3. Objeto de estudio

En el cuarto criterio, al analizar los trabajos de grado en relación con los campos que hacen parte de la línea BBC, podemos observar que en biotecnología se han realizado la mayoría de las investigaciones, ya que alcanzan 101 (Véase figura 4). Esto se debe a que la línea inició sus producciones en el DBI desde 1993 y como es una multidisciplinaria emergente, es una excelente estrategia para ser abordada desde el aula y favorecer la consecución de los objetivos de la enseñanza de las ciencias y el establecimiento de las relaciones C.T.S.A. Además, con ella el maestro tiene la oportunidad de constituirse en actor importante, al brindar elementos para que sus estudiantes actúen de forma coherente y con conocimiento de causa respecto al vertiginoso mundo científico y tecnológico donde están inmersos. Se hace necesaria la alfabetización científica, debido a que la ciencia como actividad humana tiene gran importancia social, sin olvidar la generación de nuevo conocimiento en el campo disciplinar biológico.

La biotecnología se entiende como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (Convención de Diversidad Biológica, 1992, Art. 2). Con lo cual queda claro que la biología se encuentra involucrada de modo indefectible en diversos contenidos que, por lo general, se trabajan en la escuela y podrían vincularse a procesos biotecnológicos (Ocelli, 2013).

En lo que concierne al campo de la conservación, como se muestra en la figura 4, son 19 los trabajos de grado que marcan esta tendencia, paulatina a lo largo del tiempo, pero que a partir del 2014 ha tenido presencia constante. Para el año 2019 es posible que se lleve a cabo un trabajo de grado en el campo de la biotecnología y cuatro en el campo de conservación.

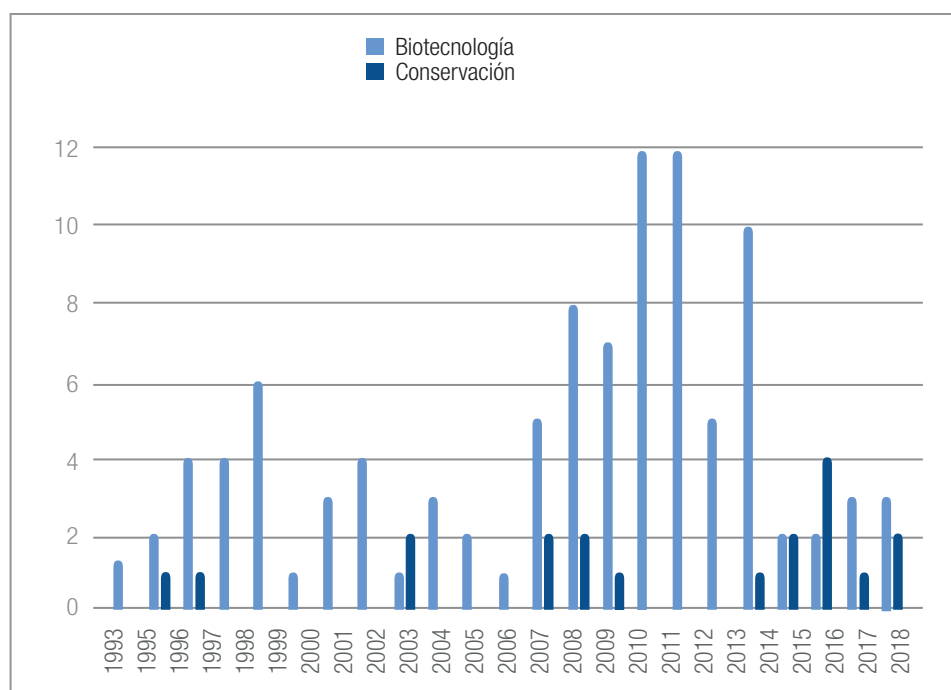


Figura 4. Producción de Trabajos de Grado por año según campo de estudio.

En el quinto criterio, la consolidación de todos estos trabajos de grado que abarcan desde 1993 al 2018, no podría ser llevada a cabo sin el acompañamiento de aquellos profesores que enriquecen y fortalecen las investigaciones, entre quienes encontramos: Edgar Valbuena (1993-2001), Lola Constanza Melo (2004-2016), Cielo Chavarro (2012), Diego Campos (2015-2016), Gabriel Cadavid Marín (2014-2017), Mary Luz Yaya Lancheros (2011), René Mon-

tero Vargas (2008-2010), Yenny García Sandoval (2004-2010), Hugo Mauricio Jiménez Melo (2010-2018) y la actual coordinadora de la línea BBC, la maestra Silvia Gómez Daza (2012-2018). Las fechas que se registran corresponden a los periodos de acompañamiento a tutorías para la realización de trabajos de grado, no a su permanencia o vinculación con el PCLB (Véase figura 5).

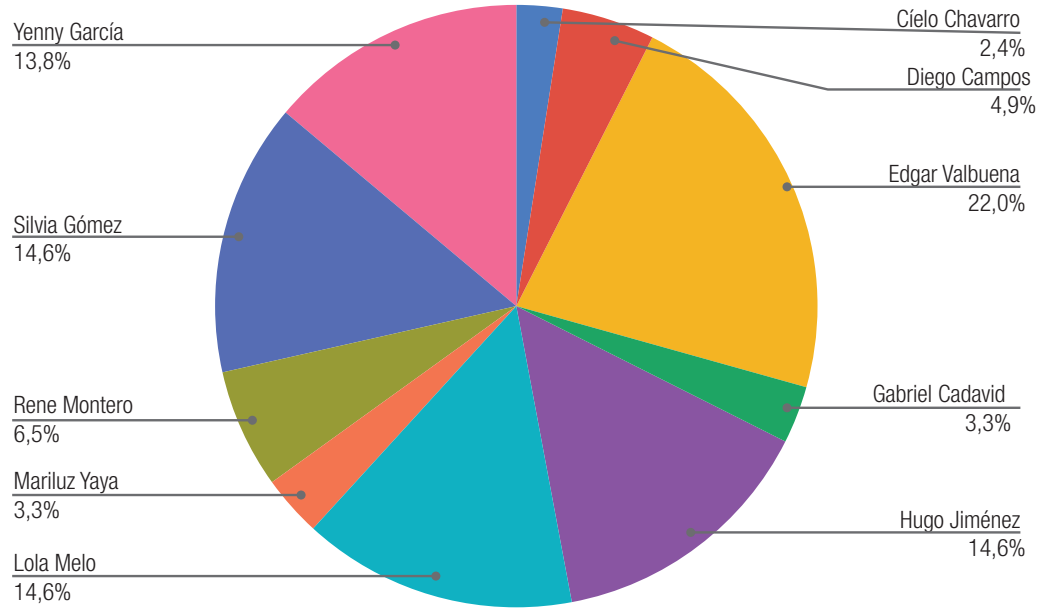


Figura 5. Producción de maestros tutores de Trabajos de Grado.

Sin embargo, hay otros maestros como Gustavo Ligarreto (1998), Mauricio Pulido (2011), Alcira Ordóñez (2014) y Edgar Prieto (2018), que han contribuido en las tutorías en diferentes tiempos de la línea, y se reconoce, grosso modo, que sus aportes han constituido el cuerpo de conocimiento que maneja la línea, a través de la caracterización de especies, colecciones biológicas y museos como escenarios para la enseñanza y aprendizaje de la biología, con el fin de promover el conocimiento y reconocimiento de la biodiversidad tanto para su conservación como para su uso mediante la biotecnología.

A continuación, se mencionan algunas publicaciones de investigaciones de integrantes de la línea: “Introducción in vitro de colectas colombianas de achira (*Canna edulis*, Ker)” (Bravo et al., 1998); “Cartilla para docentes del Instituto Pedagógico Nacional sobre simbiosis y procesos biotecnológicos: el biofertilizante *Rhizobium sp* en *Phaseous vulgaris* para la reducción de fertilizantes químicos” (Quevedo, 2015); “Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología molecular” (Bernal y Gómez, 2016) y “Estandarización de protocolos de transformación genética en *Escherichia coli* y *A tumefaciens* para la generación de una colección de constructos génicos” (Gómez, Gómez y Núñez, 2018). También se encuentra el capítulo 1: “Escenario de reflexión” en el libro “Encuentro de experiencias, Relatos de enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos” (Vargas et al., 2016).

Además, los integrantes de la línea han participado en varios congresos, ejemplo de ellos: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (2014), García, L., Ordóñez, A. y Melo, L. “Diseño de un objeto virtual de aprendizaje sobre plantas transgénicas para el desarrollo de la habilidad cognitivo-lingüística de la explicación en docentes de Biología en formación de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-Colombia)”;^{vi} Encuentro del Departamento de Biología UPN (2014), Jiménez, H. “Los microorganismos como estrategia para la enseñanza” y LIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas (2018), Delgadillo, Sh. “La construcción de mapas conceptuales en la enseñanza de la biología al reconocer algunas bacterias de la cotidianidad por los estudiantes de grado cuarto de la fundación Colegio Emilio Valenzuela” y Guevara, C. “Conociendo la diabetes a través de un ambiente virtual de aprendizaje en el IPN con estudiantes del énfasis en biología” y han organizado eventos académicos como el Diplomado en Biotecnología (I). Principios, fundamentos y técnicas en el 2013 (Corpogen-UPN).

Por último, se rescata que en la línea BBC se fomenta una actitud de ciudadano responsable y crítico con respecto al uso y manejo sostenible de la biodiversidad, que permita la consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social, relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental. Se aprende a utilizar el método científico como herramienta para comprender y explicar la biodiversidad. Se fortalece

la integración de la biodiversidad, la biotecnología, la conservación, la pedagogía y la didáctica en los espacios de desarrollo profesional de los futuros licenciados. Se mantiene la colección de microorganismos como herramienta para la enseñanza en ciencias. Asimismo, se genera material educativo y nuevo conocimiento científico mediante proyectos de trabajos de grado e investigaciones que se divulgan a través de diferentes medios.

Referencias

- Almeida, L. y Barahona, A. (2005). *Educación para la Conservación* [1ra ed.]. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias UNAM. <http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/jspui/bitstream/11154/177711/2/2005%20Barahona,%20A.%20Libro%20-%20Educación%20Conservación.pdf>
- Bernal, S. y Gómez, S. (2016). Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología molecular. *Biografía*, 10 (18), 145-147.
- Bolaño P., Chavarro C., García Y., López S., Pulido M., Roa R., Valbuena E. (2003). Incidencia de los proyectos escolares en Biotecnología en el aprendizaje de las Ciencias en Bogotá (2001-2002). En Memorias VII Encuentro Nacional de Profesores, Investigadores e Innovadores en la Enseñanza de las Ciencias. Bogotá
- Bravo, P., Ligarreto, G., Muñoz, G., Reyes, L. y Valbuena E. (1998). Introducción in vitro de colectas colombianas de achira (*Canna edulis*, Ker). *Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 10 (1), 27.
- Convención sobre la Diversidad Biológica (1992). Río de Janeiro-Brasil: Naciones Unidas. Recuperado el 21 de abril 2019 de <https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02>
- Crisci, J. (2006). Espejos de nuestra época: biodiversidad, sistemática y educación. *Gayana botánica*, 63 (1), 106-114. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432006000100006
- Documento de Referencia del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología (2000). Licenciatura en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.
- Gómez, L., Gómez, S. y Núñez, V. (2018). Estandarización de protocolos de transformación genética en *Escherichia coli* y *Agrobacterium tumefaciens* para la generación de una colección de constructos génicos. *Ciencia en Desarrollo*, 9 (2), 9-16.
- Línea de investigación en Biodiversidad, Biotecnología y Conservación (2017). Página web oficial [en línea]. Recuperado el 20 de noviembre de <https://bbcdbiupn.wordpress.com/>
- Martínez, C., Cortés, L. y Jiménez, H. (2011). Aislamiento, Caracterización y Conservación de bacterias ácido-acéticas a partir de productos fermentados tradicionales como una herramienta pedagógica. *Biografía*, 4 (7), 146-149.
- Ocelli, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Biológica*, 27 (7), 9-13. Recuperado el 25 de noviembre de 2018 de https://www.researchgate.net/publication/281112263_Ensenar_biotecnologia_en_la_escuela_aportes_y_reflexiones
- Pere, J., Devís, J. y Peiró, C. (2008). Materiales curriculares: clasificación y uso en educación física. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 33, 183-197. Universidad de Sevilla. España. Recuperado el 20 de noviembre de 2018 de <http://www.redalyc.org/pdf/368/36803314.pdf>
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Marsardo, F. (2001). *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Quevedo, M. (2015). Cartilla para docentes del Instituto Pedagógico Nacional sobre simbiosis y procesos biotecnológicos: el biofertilizante *Rhizobium sp en Phaseous vulgaris* para la reducción de fertilizantes químicos. *Biografía*, 8 (14), 85-99.
- Roa, R., García, Y. y Chavarro, C. (2008). Formación de profesores de biología a través de la Biotecnología. *Educación y Educadores*, 11 (2), 69-88.
- Ruiz O. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Deusto.
- Vargas, C., Moyano, E., Medellín, F., Ojeda, G., ... Gómez, S. (2016). Escenario de reflexión. En *Encuentro de experiencias: relatos de la enseñanza de la biología a través de los trabajos prácticos*. Bogotá: Ciup. Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado el 21 de noviembre del 2018 de https://issuu.com/fondoeditorialupnc/docs/final_libro_web
- Valbuena, E. (1998). Contribución al desarrollo de la biotecnología desde la educación en los niveles de la básica y media. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (4). <https://doi.org/10.17227/ted.num4-5695>



Fotografía: Santiago Arango Campuzano