



# Conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología en maestros colombianos y sus tendencias

- Didactic Knowledge of Biotechnology Content in Colombian Teachers and its Tendencies
- Conhecimento didático do conteúdo de biotecnologia em professores colombianos e suas tendências

## Resumen

Dado que la sociedad está inmersa en desarrollos biotecnológicos, estos son abordados en la escuela, lugar en donde interviene el maestro. El objetivo de la investigación fue analizar, en cuatro maestros de ciencias naturales, que laboran en instituciones educativas de Bogotá, Colombia, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de la biotecnología y sus tendencias. Para esto, se emplearon las herramientas de Representaciones del Contenido y los Repertorios de Experiencia Profesional. Los resultados muestran cómo interactúan, entre sí, los diferentes componentes del CDC, y su implicación en los procesos de enseñanza, así como las tendencias entre los maestros que incluyen la biotecnología en su quehacer. Con la investigación, se pretende contribuir al campo de la didáctica de la biotecnología, al considerar diferentes experiencias desde una mirada más holística y, de esta manera, avanzar en el conocimiento y comprensión desde la perspectiva del profesorado y su práctica docente.

## Palabras clave

biotecnología; conocimiento didáctico del contenido; enseñanza; repertorios de experiencia profesional; representaciones del contenido

## Abstract

Society is immersed in biotechnological developments, which is why they are addressed at school and it is precisely there where the teacher intervenes. The objective of the research was to analyze the Didactic Content Knowledge (CDC) of biotechnology and its tendencies in four natural science teachers working in educational institutions in Bogotá-Colombia. For this purpose, the tools Content Representations and Professional Experience Repertoires were used. The results show how the different components of the CDC interact with each other and their implication in the teaching processes as well as the tendencies among teachers who include biotechnology in their work. The research aims to contribute to the field of biotechnology didactics by considering different experiences from a more holistic viewpoint, thus advancing knowledge and understanding from the perspective of teachers and their teaching practice.

Silvia Gómez-Daza\*   
Jimmy Alexander Fúquene-Bárceñas\*\*   
Angie Paola Hernández-Manosalva\*\*\*   
Elizabeth Andrea Triana-Luengas\*\*\*\* 

\* Magíster en Microbiología. Profesora, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Coordinadora de la línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación de la UPN. [srgomezd@pedagogica.edu.co](mailto:srgomezd@pedagogica.edu.co)

\*\* Magíster en Pedagogía, profesor de Biología y Educación Ambiental del Instituto Pedagógico Nacional (IPN). [jfuquene@pedagogica.edu.co](mailto:jfuquene@pedagogica.edu.co)

\*\*\* Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Asesora de Aprendizaje interactivo SAS. [aphernandezm@upn.edu.co](mailto:aphernandezm@upn.edu.co)

\*\*\*\* Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Docente, Fundación Inti Huasi. [eatrional@upn.edu.co](mailto:eatrional@upn.edu.co)



#### Keywords

biotechnology; didactic content knowledge; teaching; repertoires of professional experience; content representations

#### Resumo

A sociedade está imersa em desenvolvimentos biotecnológicos, razão pela qual eles são abordados na escola e é justamente lá que o professor intervém. O objetivo da pesquisa era analisar o Conhecimento de Conteúdo Didático (CDC) da biotecnologia e suas tendências em quatro professores de ciências naturais trabalhando em instituições educacionais em Bogotá-Colômbia. Para este fim, foram utilizadas as ferramentas Representações de Conteúdo e Repertórios de Experiência Profissional. Os resultados mostram como os diferentes componentes do CDC interagem entre si e suas implicações nos processos de ensino, bem como as tendências entre os professores que incluem a biotecnologia em seu trabalho. A pesquisa tem por objetivo contribuir para o campo da didática da biotecnologia, considerando diferentes experiências de um ponto de vista mais holístico, avançando assim o conhecimento e a compreensão a partir da perspectiva dos professores e de sua prática de ensino.

#### Palavras-chave

biotecnologia; conhecimento de conteúdo didático; ensino; repertórios de experiência profissional; representações de conteúdo

## Introducción

La Biotecnología ha realizado aportes a la sociedad y transformaciones en diversos campos como el agropecuario, médico, industrial, económico y ambiental, entre otros, lo cual ha cambiado la manera de percibir el mundo. Globalmente, coexisten propuestas para introducir la biotecnología en diferentes niveles de educación, por diversos motivos: 1) formar ciudadanos críticos que participen y tomen decisiones con argumentos en los debates socio-científicos; 2) desarrollar en los individuos habilidades y competencias científicas, profesionales o empresariales; 3) generar conocimiento y; 4) mejorar la calidad de vida y producción de bienes y servicios, utilizando distintas estrategias, entre las que se destacan las prácticas de laboratorio, charlas por parte de especialistas, debates, las TIC y proyectos escolares (Espinel, 2015; Ocelli *et al.*, 2018).

Sin embargo, existen pocos estudios focalizados en las implicaciones didácticas del abordaje de la biotecnología, particularmente en el campo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de Biotecnología, en maestros de ciencias que están asumiendo su enseñanza, lo que impide avanzar en una comprensión holística desde la visión del profesorado, y su práctica docente y cómo estas afectan en el aprendizaje de los estudiantes (Espinel, 2020).

En atención a lo anterior, esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de analizar las prácticas de enseñanza de la biotecnología realizadas por cuatro maestros de ciencias naturales de algunas instituciones educativas de Bogotá, Colombia, desde la perspectiva del CDC.

## Antecedentes

La Biotecnología es un área del conocimiento con un gran impacto en la sociedad y el

ambiente. No obstante, el uso de contenidos escolares asociados a la Biotecnología se encuentra un tanto reducido, teniendo en cuenta los múltiples escenarios de participación de ella en la vida cotidiana de las personas (Espinel, 2020) y sus implicaciones educativas o socio-científicas.

Es importante centrar la mirada en el maestro, quien es el artífice de los diversos procesos de enseñanza de las ciencias en el aula, incluyendo la delimitación, secuenciación y organización de los contenidos que se han de trabajar con los estudiantes (Roa, 2011). Este acercamiento a la enseñanza de la Biotecnología, desde la mirada de los maestros, implica reconocer el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) que estos tienen acerca de la Biotecnología, pues son esos saberes los que constituyen la base para la enseñanza y el anclaje de estos contenidos en la escuela.

Las investigaciones sobre el CDC en biotecnología son pocas, se refieren al estudio de la puesta en práctica de planes en Biotecnología basados en literatura primaria adaptada — APL, por sus siglas en inglés— y los factores que influyen y son influidos por ellos (Falk *et al.*, 2008), el análisis del perfil conceptual de maestros y algunas características del conocimiento pedagógico del contenido de biotecnología de maestros exitosos (Garritz y Velázquez, 2009). El estudio del conocimiento de las concepciones de los estudiantes, con respecto a la velocidad específica de crecimiento microbiano, aportando elementos que permiten organizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo al CDC (Mauro *et al.*, 2012), la caracterización de este y el Conocimiento sobre la Biotecnología de maestros para comprender integralmente el Conocimiento Profesional del Profesor de Biotecnología (Espinel, 2020); además del mapa del CDC de una maestra para conocer

sus relaciones entre los componentes constitutivos, aportando a las investigaciones en este campo (Espinel *et al.*, 2021).

## Marco conceptual

### La Biotecnología y su enseñanza

La Biotecnología, como campo epistémico y escenario en constante construcción de conocimiento científico, se convierte en uno de los tópicos relevantes para llevar a la educación y potenciar la formación de sujetos en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias. Desde su infinidad de aplicaciones y conceptos biológicos, propios y universales, se hace de vital importancia llevar a la práctica y trabajo constante la presencia de la Biotecnología en dinámicas educativas de todo nivel de escolarización. De esta manera, se resaltan aspectos relevantes dentro de la educación utilizando la Biotecnología como: 1) alternativa no convencional para educar en ciencias, 2) alternativa de enseñanza para abordar conceptos en la escuela, 3) ejercicio óptimo para el desarrollo de habilidades científicas, 4) desarrollo de la gestión de proyectos investigativos en ciencias, 5) una manera de exponer la utilidad y la funcionalidad del conocimiento científico en la vida de todos, 6) escenario para alfabetización científica (Valbuena, 1998; Espinel, 2015; Varo, 2018; Ocelli *et al.*, 2018; Roa y Valbuena 2019; Espinel, 2020). Sin embargo, es necesario contextualizar los contenidos en Biotecnología para que los estudiantes mejoren su aprendizaje.

### El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de maestros que enseñan ciencias y Biotecnología

El CDC hace referencia al conocimiento necesario para convertir los contenidos disciplinares en contenidos “enseñables y “aprendibles”, facilitando su aprendizaje. En la investigación sobre el CDC del profesor, se generan diversas conceptualizaciones y, en este sentido, de acuerdo con el modelo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999), la representación del CDC se focaliza en cinco componentes: 1) Orientaciones para la enseñanza de la Ciencia, 2) conocimiento del currículum, 3) conocimiento del aprendizaje de los alumnos, 4) conocimiento sobre la evaluación de los aprendizajes y 5) conocimiento sobre las estrategias de enseñanza.

Buscando comprender la interacción entre los componentes del CDC, surge el modelo de Park y Oliver (2008), quienes toman como referente conceptual el modelo de Magnusson *et al.* (1999), y afirman que, para que este pueda ser eficaz, se requiere la integración entre los componentes de manera compleja y permanente con reflexiones en y sobre la acción. No obstante, otras propuestas en el estudio del CDC integran conocimientos específicos, como el metacientífico, psicopedagógico y del contexto (Mora y Parga, 2014), lo que aporta desde perspectivas de la complejidad al estudio del CDC del profesorado de ciencias.

En lo que se refiere a la investigación en el CDC en biotecnología, existen estudios como los de Moreland *et al.* (2006), que analizan la experiencia exitosa de una maestra al ofrecer de manera planificada experiencias de aprendizaje, destacan las características del PCK que los profesores eficaces ponen en juego al enseñar esta área interdisciplinar; el de Falk *et al.* (2008), donde caracterizan profesores que implementan un plan de estudios basado en APL en biotecnología, y evidencian que la compleja interacción entre conocimientos pedagógicos de profesores sobre el contenido, el género del APL y el contenido del plan de estudios determinan el quehacer del maestro y los resultados en el aula. Por otra parte, Garritz y Velázquez (2009) caracterizan epistemológicamente a maestros por medio del modelo de perfil conceptual de Mortimer para averiguar conocimientos relacionados a la enseñanza de la biotecnología mostrando diferentes expresiones y maneras de pensar que permiten dar elementos para debatir sobre las formas de enseñarla.

En otras investigaciones, Mauro *et al.* (2012) consideran que el conocimiento de las concepciones de los estudiantes podría contribuir a que los docentes diseñen acciones encaminadas a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, nutriendo así su CDC. También muestran la importancia de la reflexión del maestro sobre su práctica. Espinel (2020), desde una perspectiva progresiva y flexible, propone una Hipótesis de Progresión que favorece orientar y comprender procesos de transformación del CDC de maestros que enseñan Biotecnología, mientras que Espinel *et al.* (2021) presentan el mapa del CDC de

una maestra aportando a las investigaciones en este campo.

## Metodología

Esta investigación se enmarca en la hermenéutica interpretativa, puesto que busca entender la realidad de los individuos involucrados, cuyas acciones influyen en la práctica. Además permite reconocer la complejidad de las prácticas que emergen en el contexto educativo (Barrero *et al.*, 2011).

La estrategia metodológica empleada fue el estudio de caso, que busca profundizar un fenómeno contemporáneo en su contexto real (Yin, 2009). Se aborda desde el análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido de maestros que enseñan temáticas asociadas a la Biotecnología (campo poco explorado). Los cuatro participantes se constituyen en una muestra representativa, ya que cumplen con los siguientes criterios de selección: formación académica (licenciados(as) en biología con estudios de maestría o especialización en educación), experiencia docente (más de 15 años), experiencia enseñando contenidos biotecnológicos (más de 7 años) y participación en eventos formativos e investigativos, en relación con la biotecnología y sus diversos campos de aplicación. Por otra parte, según González (2013), este estudio de caso tiene la característica de ser múltiple, ya que aborda un mismo fenómeno a partir de diferentes perspectivas que convergen y logran darle sustento. Se añade que, para garantizar la confidencialidad de los datos de los maestros participantes, se utilizaron pseudónimos, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Perfil general de los maestros participantes

Pseudónimo (código)	Experiencia docente (Años)	Experiencia enseñando contenidos biotecnológicos (Años)	Tipo de Colegio	Incorporación de la Biotecnología en el aula
Pablo (P1)	35	10	Oficial	Se trabaja en función del criterio y autonomía del docente
Marcela (P2)	28	7	Oficial	Énfasis en Biotecnología
Diana (P3)	15	12	Oficial	Énfasis en Biotecnología
Patricia (P4)	29	20	Privado	Semillero de Biotecnología

Fuente: elaboración propia.

Para conocer las prácticas de los profesores enmarcadas en el CDC, se emplearon las herramientas: Representación del Contenido (CoRe) y Repertorios de Experiencia Profesional (PaP-eRs). El CoRe es una entrevista semiestructurada con preguntas que permiten extraer de los maestros ideas centrales sobre los propósitos, los contenidos enseñados y criterios de escogencia, los estudiantes, las estrategias de enseñanza y la evaluación. La entrevista, validada por expertos, contiene 16 preguntas (anexo 1), las cuales, desde la 3 hasta la 8, hacen referencia al componente currículo; sin embargo, se trabajaron como conocimiento de contenidos en y sobre biotecnología, y fuentes y criterios para la selección de contenidos, para poder profundizar en estos elementos. Las entrevistas fueron realizadas a través de *Teams*, con una duración promedio de hora y media. Fueron grabadas y luego transcritas. Los PaP-eRs constituyen narraciones propias y representan el pensamiento y las acciones de un maestro en la enseñanza de un contenido específico (Loughran *et al.*, 2001; Candela y Viafara, 2014). Se diseñaron e implementaron 3 PaP-eRs (anexo 2).

La información obtenida de cada maestro al utilizar las herramientas CoRe y PaP-eRs fue sometida a un análisis de contenido (Andreú, 2002). El tratamiento de datos se abordó con el siguiente proceso: codificación, categorización, análisis e interpretación. Las categorías de análisis corresponden a: Propósitos de enseñanza (PE), Conocimiento de Contenidos en y sobre Biotecnología (CCB), Conocimiento de las Fuentes y Criterios para Selección de Contenidos (FCSC), Conocimientos de Estrategias con las cuales se Desarrollan Contenidos (EDC), Conocimiento de la Evaluación de los contenidos (EC), Conocimiento de los Estudiantes (EST) y Conocimiento de Recursos (REC). Este último surgió de las respuestas de los maestros. Las unidades de información para su análisis e interpretación hacen referencia a fragmentos expresados durante el CoRe o PaP-eRs, y muestran la presencia de dos o más categorías del CDC. El software Atlas-ti 7.0 fue empleado para determinar las relaciones entre los componentes, y construir los mapas de CDC de los participantes. Para esto, se contabilizó el número de vínculos y su porcentaje entre el componente de origen y de destino, conectadas con una flecha roja, cuya punta indica la dirección de la conexión, y con flechas negras, en el caso de las asociaciones entre componentes. Además, entre paréntesis se ubicó el número de vínculos entre componentes. En el mapeo se empleó el

modelo de Park y Oliver (2008), con excepción del componente de autoeficacia. Además, se incluyó el componente recursos.

## Resultados y análisis

Las herramientas CoRe y PaP-eRs permitieron valorar el desarrollo del CDC de la biotecnología de los maestros para comprender a grandes rasgos las decisiones que toman en relación con el contenido, los estudiantes y su práctica docente; así como también los posicionamientos epistemológicos que sustentan. En consecuencia, esta sección se organizó en dos apartados, los cuales responden al objetivo planteado.

## Mapa del CDC de cada maestro

### Mapa del CDC de Pablo (P1)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Pablo es  $n=80$ , el cual se muestra en la figura 1. Para P1, el EDC es el componente que más rela-

ciones (puntos de origen y destino) establece con los otros, siendo punto destino de CCB (28,75%) y FCSC (17,5%) y punto de partida de EST (18,75%) y REC (3,75%). Este último, también asociado con los estudiantes.

Por lo anterior, el conocimiento de las estrategias es el componente que integra a los demás, coincidiendo con lo encontrado por Espinel (2021). Un ejemplo es la relación entre Estudiantes, Fuentes, Contenido y Estrategias, cuando, en una de las respuestas del CoRe dijo:

Una, es la argumentación coherente, entonces cuando un estudiante lee, lee una o dos fuentes, uno le dice analíceme el texto y dígame qué entendió de eso y el chino dice no pues que ahí hacen clonación, no, pero busque otros niveles de comprensión en la argumentación, cuénteme, siéntese aquí al lado mío y hábleme durante un minuto ¿usted leyó el artículo? Si, y qué hemos dicho que a los artículos toca hacerles, ah profe, toca sacar las ideas principales, las secundarias.

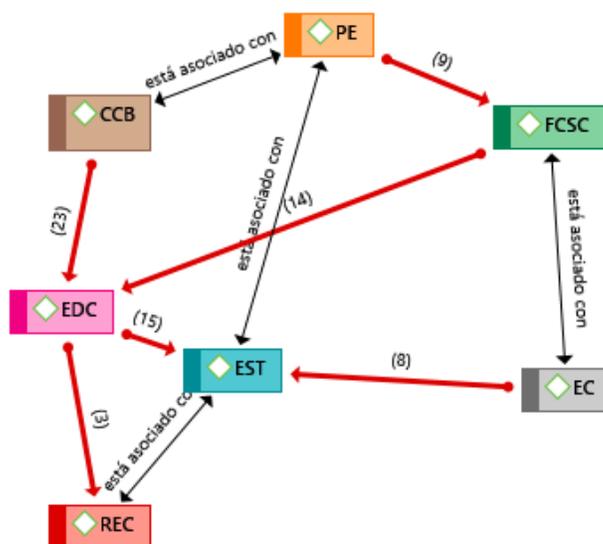


Figura 1. Relación entre componentes del mapa del CDC de P1. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Para P1, el CCB y el EST siguen en importancia por las conexiones que presenta su mapa. Además de lo mencionado anteriormente, los CCB están asociados con interdependencia con los PE, y, estos a su vez, con el EST. Los Propósitos de enseñanza son punto de origen de las FCSC (11,25%), los cuales están asociados con el EC, que, a su vez, es punto de origen del est (10%). Los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas por P1 al igual que P2, P3 y P4.

## Mapa del CDC de Marcela (P2)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Marcela es  $n=91$ , el cual se muestra en la figura 2.

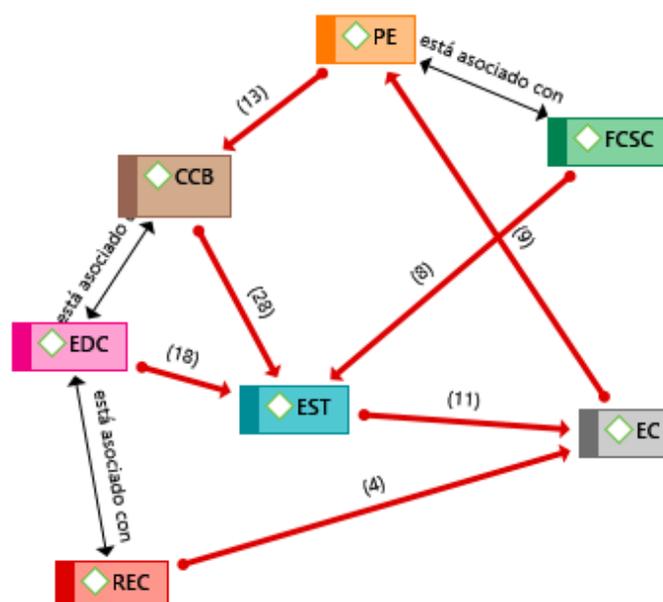


Figura 2. Relación entre componentes del mapa del CDC de P2. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Para Marcela, el conocimiento de los estudiantes (EST) es el componente que más relaciones presenta, convirtiéndose en el eje articulador de su práctica pedagógica, coincidiendo con lo planteado por Ravanal y López (2016). Este es el punto de destino de las EDC (19,7%), las FCSC (9,74%) y el CCB (30,76%), así como punto de origen de EC (12,08%). Este último es punto de origen de los PE (9,08%), a su vez fuertemente asociados con las FCSC, y es punto de origen del CCB (14,28%).

En las respuestas del CoRe de Marcela, se evidencia la relación entre Estudiantes, Contenido, Fuentes y Criterio: “por ejemplo, es transgénicos, clonación, entonces uno empieza a tomar esos temas de interés de ellos y los empezamos

a revisar a la luz de los estándares o del plan de estudios”.

Para Marcela sigue en importancia el componente contenido (CCB), debido a que, en su mapa se presenta relaciones con las estrategias, los propósitos de enseñanza y los estudiantes y, este último, a su vez, con las fuentes y criterios de selección de contenidos (15,38%). También, los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas y la evaluación realizada por la maestra al igual que P3 y P4.

### Mapa del CDC de Diana (P3)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de

Diana es  $n=75$ , el cual se muestra en la figura 3. Para Diana, el conocimiento del contenido (CCB) es el referente para el que-hacer en el aula; es punto de origen para los PE (36%), el cual, a su vez, es destino de EST (13%) y de EC (9,3%). El conocimiento de los estudiantes también es punto de origen para CCB (16%) y EDC (12%) y destino de FCSC (8%). Por otro lado, EDC presenta interdependencia con CCB y REC. Estos, a su vez, permiten ser punto de destino de ec (5,3%), la cual presenta asociación directa con fcsc. Los recursos que presenta la institución tienen incidencia con las estrategias empleadas y la evaluación realizada por la maestra al igual que P2 y P4.

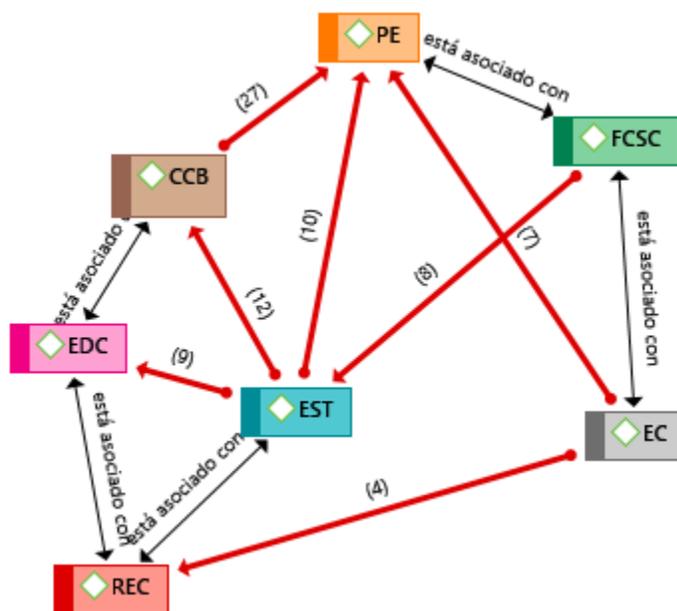


Figura 3. Relación entre componentes del mapa del CDC P3. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estudiantes (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Los componentes CCB y FCSC hacen parte del currículo siendo el dominio que más se vincula con los otros componentes del CDC de Diana, coincidiendo con P4 de este estudio y Park y Chen (2012); por lo anterior, se infiere que es el norte para su quehacer en el aula. Adicionalmente, P3 le confiere mucha importancia a EST, pues es punto de origen y destino de varios componentes.

En las respuestas del CoRe del CDC de Diana, se evidencia la relación entre Contenido, Fuentes y Propósito con afirmaciones como: “a partir de nuestro plan de estudios, buscamos experiencias de laboratorio que acerquen a nuestros estudiantes a la biotecnología, y, pues también de paso, fortalecemos todo lo que tiene que ver con ese pensamiento científico”

### Mapa del CDC de Patricia (P4)

El recuento de las relaciones que se establecen entre los componentes del mapa de Patricia es  $n=70$ , el cual se evidencia en la figura 4. El conocimiento del contenido (CCB) es el componente integrador por sus relaciones con los demás componentes, siendo punto de origen de varios destinos como el EDC (38,57%) y los PE (12,85%) donde ese último a su vez, tiene como destino FCSC (8,57%) y ella es destino de EDC (12,85%). Además, CCB es punto de origen de EST (8,57%), que también está asociado con FCSC y EC, con los cuales se presenta una interdependencia mostrando la importancia que el maestro le confiere al conocer a sus estudiantes.

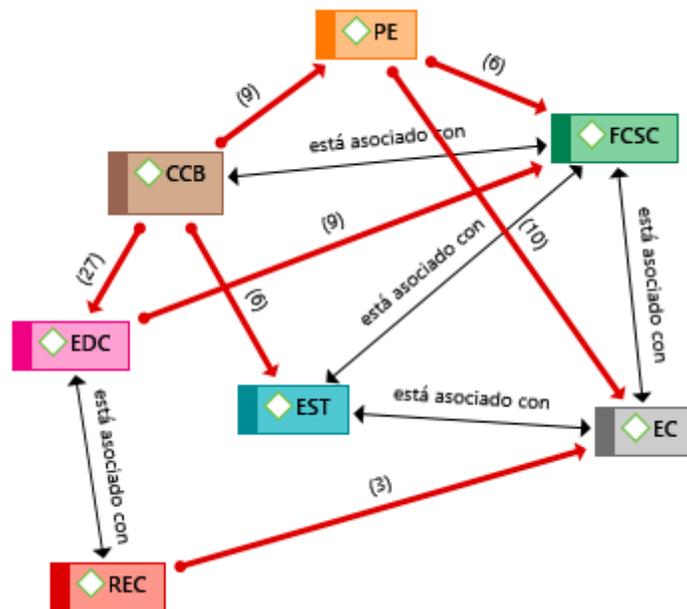


Figura 4. Relación entre componentes del mapa del CDC de P4. Propósitos (PE), Contenidos (CCB), Fuentes y Criterios (FCSC), Estrategias (EDC), Evaluación (EC), Estrategias (EST) y Recursos (REC)

Fuente: elaboración propia.

Los componentes CCB y FCSC hacen parte del conocimiento del currículo, siendo el dominio que más se vincula (punto de origen y destino) con los otros componentes del CDC de P4, coincidiendo con P3 de este estudio y Park y Chen (2012). Se infiere que es el punto de referencia de su actuar en el aula. El conocimiento de las estrategias como destino tiene gran importancia después del componente currículo debido a que le permite enseñar los contenidos en y sobre biotecnología; además, es punto de origen para el FCSC, y se presentan de manera interdependiente con los recursos.

Se evidencia la relación entre Estudiante, Contenidos y Estrategias con el fragmento de su reflexión (PaPer 2) cuando menciona que su clase fue buena, “porque los estudiantes participan activamente en el diseño, implementación y socialización de los proyectos de investigación escolar con cultivo de tejidos vegetales que surgen de sus intereses”.

Como ya se hizo notar, en los mapas del Conocimiento Didáctico del Contenido de la biotecnología de cada maestro, desde una perspectiva más holística, se evidencian las interacciones entre sus componentes y el que, de ellos, ejerce un papel articulador durante su quehacer. Por tanto, el CDC es una construcción propia del profesor, y surge de la relación de varios saberes: disciplinarios, curriculares y experienciales. La reunión de estos forma parte del saber pedagógico que cada maestro va construyendo. Se puede adicionar la lectura del contexto (que se afina a través de la experiencia) y la autorreflexión (Cazares, 2012). Esta agrupación de saberes no solo constituye al maestro como sujeto en constante aprendizaje, sino que se hace evidente a través de las relaciones que estos establecen cuando enseñan biotecnología, cuyos contenidos son necesarios para una formación integral, porque permiten formar ciudadanos críticos, desarrollar habilidades y

competencias, generar conocimiento, mejorar la calidad de vida y producción de bienes y servicios (Espinel, 2015; Ocelli *et al.*, 2018), así, como también, por sus impactos e implicaciones en campos como el agropecuario, salud, industrial, ambiental, entre otros.

En esta investigación se observa que los maestros establecen múltiples relaciones entre todos los componentes que constituyen el CDC. Probablemente sea así porque superaron la fase de “estabilización o consolidación” propuesta por Tardif, quien afirma que el tiempo y los sucesos ocurridos durante los primeros siete años de experiencia laboral se caracterizan por generar mayor confianza en sí mismos, en su dominio pedagógico, en la identificación de dificultades de aprendizaje de sus estudiantes, así como en la búsqueda de un equilibrio en cuanto a sus saberes y su quehacer profesional (2009, p. 63). En palabras de Garnica y Roa, “el conocimiento experiencial del profesor le permite introducir un repertorio de actividades que probablemente mejoren el desempeño en el aula de clase [...], evidencia que han ganado experiencia frente a sus habilidades y destrezas en este campo” (2012, p. 69). Llegando a este punto, se infiere que los conocimientos experienciales (profesional, pedagógico y didáctico), disciplinares y curriculares están implicados en los procesos de enseñanza, por lo que inciden en el aprendizaje de los estudiantes (Loughran, 2001).

## Relaciones entre los cuatro profesores que enseñan Biotecnología

En cuanto a las comprensiones sobre qué es la biotecnología, dadas por los profesores (tabla 2), se evidencia su diversidad, reflejándose la polisemia del concepto. En consonancia con Espinel, “no solamente no hay un consenso en cuanto al concepto y la

categorización de la Biotecnología en la literatura, sino que este término está relacionado más con sus usos y aplicaciones que con el desarrollo de nuevo conocimiento científico” (2002, p. 116). Por otra parte, en cuanto a las finalidades y las implicaciones (tabla 2), los maestros se debaten entre una concepción de Biotecnología pensada para la enseñanza y una abordada desde el campo netamente científico. Es así como van construyendo nuevos acercamientos de estos contenidos a sus aulas de clase y van transformando sus saberes.

Tabla 2. Conocimiento del contenido sobre biotecnología de los maestros

	Pablo	Marcela	Diana	Patricia
<b>Definición de la biotecnología</b>	Tecnología	Disciplina	Aplicación tecnológica / interdisciplina	Ciencia interdisciplinaria
<b>Finalidades de la biotecnología</b>	Mejorar las condiciones y la calidad de vida	Desarrollo de análisis, argumentación y resolución de problemas	Aplicación de herramientas tecnológicas y avances científicos / Acercar a los estudiantes hacia un conocimiento más complejo de las Ciencias Naturales	Mejorar la calidad de vida de las personas y conservar especies en vía de extinción / Resolución de problemas de Orden científicos
<b>Implicaciones de la biotecnología</b>	Discusiones éticas	Pedagógicas / la Biotecnología está al alcance de todas las personas	Pedagógicas / Integración de saberes, reflexiones sociales / múltiples escenarios	Desarrollo de habilidades en los estudiantes

Fuente: elaboración propia.

En relación con los contenidos de enseñanza, los maestros abordan conceptuales, procedimentales y actitudinales (Coll *et al.*, 1994). Los contenidos conceptuales de tipo factual se caracterizaron por ser intencionados y presentados a manera de conceptos estructurantes: Transgénicos, Vacunas, Clonación, Fermentación, Medios de Cultivo, Cultivo de tejidos *in vitro*, Manipulación Genética, Biodiversidad —Semillas, Clasificación de la Biotecnología, Biotecnología Industrial, Microbiología y Biorremediación—; muchos de ellos coinciden con los encontrados por Ocelli *et al.* (2018).

Por otra parte, los contenidos conceptuales que se orientan hacia la enseñanza de sistemas o relaciones conceptuales se caracterizaron por construir múltiples relaciones entre ellos. Por ejemplo, la relación entre conceptos; entre el concepto y la cotidianidad de los estudiantes; entre el concepto y el nivel de desarrollo del pensamiento científico; entre el concepto y sus miradas interdisciplinares; así como entre los conceptos y los propósitos de enseñanza. En algunos casos, las relaciones establecieron patrones jerárquicos para la enseñanza de sistemas conceptuales cada vez más complejos para los estudiantes y más exigentes para los maestros.

Los contenidos procedimentales se enfocan en el desarrollo de habilidades, tanto cognitivas como concretas, por parte de los estudiantes. Entre los más destacados estuvieron: Prácticas de Laboratorio, Elaboración de informes,

Experimentación, Proyectos de investigación escolar, Manejo del lenguaje Científico, Mapa Mental y Formulación de preguntas. En adición los contenidos actitudinales fueron diversos y muy numerosos; entre ellos se destacan: el Desarrollo de la Capacidad Argumentativa, Fortalecimiento del pensamiento Crítico, Pensamiento científico, Motivación, Desarrollo del pensamiento ambiental y el Trabajo Colaborativo. Estos permiten que los estudiantes reconozcan, entre otros, las relaciones presentes entre la Ciencia y la Tecnología a través de la enseñanza de la Biotecnología (Espinel, 2020).

Como aspecto emergente de los contenidos de enseñanza, ellos afirman que los contenidos de biotecnología deben ser “dinámicos” y atender aspectos que respondan a la “definición y aplicación de la Biotecnología” pues se caracterizan por ser “actualizados”. En una menor proporción, también concuerdan en la “asociación de los contenidos con la bioética”, la “interdisciplinariedad” y la intención de reconocerlos desde una mirada “histórica” para trabajarlas en el aula.

Para todos los maestros, en cuanto a las relaciones presentes entre los propósitos y los contenidos de enseñanza, se encuentra que los propósitos “educativos” son infaltables en la delimitación de sus contenidos. Asimismo, coinciden en la intención de “relación entre el conocimiento científico y su aplicación en contexto”, “desarrollar habilidades y competencias”, a la vez que en el “desarrollo de la capacidad argumentativa”; este último se caracterizó no solo por ser un propósito para la enseñanza de contenidos biotecnológicos, sino que, a su vez, forma parte de las propuestas curriculares y de desarrollo actitudinal que plantean los maestros. Entre los propósitos que presentaron coincidencias en tres de los cuatro maestros, se encuentran aquellos que buscan el “fortalecimiento del pensamiento científico”,

“aprendizaje en contexto”, la “formación interdisciplinaria” y la parte “investigativa”. De acuerdo con lo anterior, se encuentra que, aunque se comparten propósitos, estos no necesariamente los van a llevar a elegir los mismos contenidos de enseñanza, pues los propósitos actúan más como una guía que como un esquema rígido, coincidiendo con Espinel al mencionar que “para los profesores es propósito de la enseñanza de la Biotecnología articular los contenidos de enseñanza con los proyectos de vida de los estudiantes, en cuanto a su formación profesional o como opción laboral” (2020, p. 471).

Entre los criterios para la selección de los contenidos encontramos la malla curricular de las instituciones, contenidos actualizados, la interdisciplinariedad y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Además, algunos tienen presente los lineamientos curriculares y los Derechos Básicos de Aprendizaje del MEN, en donde se encuentran los contenidos programáticos de biotecnología de manera implícita. Mientras que las fuentes empleadas son diversas, podemos encontrar en común las siguientes: fuentes investigativas, documentos con contenidos actualizados, textos y herramientas tecnológicas. Además, algunos utilizan los intereses de los estudiantes, guías, metabuscadores, materiales con vocabulario accesible a los estudiantes. De acuerdo con Espinel (2020), es necesario que los estudiantes tengan una construcción de un saber situado.

Las estrategias para la enseñanza de los contenidos de biotecnología, empleadas por los maestros, se presentan en la tabla 3. De estas, muchas coinciden con las reportadas por Occelli *et al.*, (2018), Espinel (2020) y Gómez (2021).

Tabla 3. Relaciones de las estrategias de enseñanza empleadas por los maestros

Componente	Categoría	Coincidencias
Estrategias de Enseñanza	Prácticas de laboratorio	P1, P2, P3, P4
	TIC	P1, P2, P4
	Trabajo en grupo	P1, P2, P3
	Proyectos de investigación escolar	P2, P3, P4
	Guías	P1, P2, P3
	Trabajo individual	P1, P2, P4
	Diagnóstico de ideas previas	P1, P2, P3
	Mapas mentales y/o conceptuales	P1, P3
	Juego de roles	P2, P3
	Debates	P1, P2
	Buenas preguntas	P1, P3
	Intereses de ellos estudiantes	P2, P3

Fuente: elaboración propia.

Los maestros mencionan que entre los requerimientos para el aprendizaje se encuentran que los estudiantes prefieren los trabajos prácticos, lo cual concuerda con lo planteado por Vargas *et al.* (2016) al mencionar que las prácticas se constituyen como un método adecuado para la interrelación entre los contenidos teóricos y los prácticos, permitiéndole a los alumnos ser parte de un procedimiento científico, a partir de la formulación de hipótesis, del trabajo en equipo y el diseño de experimentos. Además, prefieren trabajar desde los temas que les gusta e interesa, Marchesi (2020) resalta que el interés favorece la motivación pues se activan procesos cognitivos que permiten mejorar el aprendizaje.

Entre las dificultades que los maestros encuentran en algunos de sus estudiantes están: la fragmentación del conocimiento, el olvido de contenidos, la falta argumentación y de rigurosidad en el trabajo, el desinterés por el trabajo de manera remota, el limitado lenguaje científico, una lectura superficial y desmotivación. Además, presentan errores conceptuales en relación con la biotecnología, por ejemplo, que “ella es ajena a la vida cotidiana”, “solo se relaciona con la biología”, “ella es solo laboratorio” y “hay ideas erróneas e imaginarios conceptuales equivocados. En palabras de Cubero, “los errores conceptuales son identificados como conocimientos que se adquieren a través de fuentes no especializadas, en ese caso se refiere a aspectos como “las interacciones con otros o los medios de comunicación” (1994, p. 35).

En cuanto a la evaluación, esta se considera un proceso continuo que tiene la intención de reconocer qué aspectos pueden mejorarse para ayudarle al estudiante a que construya conocimientos, a la vez que a desarrollar múltiples habilidades o competencias, así como la formación integral para la vida. Los maestros emplean diversos tipos: la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, pues consideran que son necesarias y complementarias para una valoración global, la cual permite conocer lo que está ocurriendo en el proceso de aprendizaje de

los estudiantes (Fernández y Vanga, 2015). Sin embargo, la más empleada es la heteroevaluación. Es una tendencia evaluar el manejo de los contenidos biotecnológicos por parte de los estudiantes, así como las habilidades y competencias desarrolladas durante el aprendizaje de contenidos. Además, evaluar el desarrollo de los proyectos de investigación escolar, la rigurosidad que mantienen durante la ejecución de las diferentes estrategias empleadas, la participación en grupos de trabajo, actitud y compromiso con su proceso de aprendizaje, apropiación de los conceptos biotecnológicos y la argumentación de los diversos contenidos programáticos de biotecnología.

Es importante mencionar que la investigación se realizó en el marco de la pandemia por COVID-19, lo cual condujo a algunas limitaciones como: 1) el PaPer 1 se realizó de manera virtual, condicionando el desarrollo natural de una clase como. Algunos ejemplos: poca participación voluntaria, reducida interacción entre los estudiantes, restricción de algunas actividades y recursos educativos, dificultad para observar actitudes y expresiones durante la clase, entre otros. 2) Aumento de la carga laboral, generado por el trabajo remoto, lo que redujo el tiempo de los maestros para participar en la investigación. En adición, como las investigaciones en CDC del profesorado en Biotecnología son incipientes, hubo dificultad para la construcción de la fundamentación teórica y los análisis de los resultados.

## Conclusiones

De acuerdo con lo presentado, el contenido capturado con el CoRe y PaP-eRs permitió valorar el desarrollo del CDC de los maestros, mostrando, a grandes rasgos, las acciones que toman al enseñar biotecnología.

La relación entre los componentes del CDC de cada maestro es diferente. Aquella se

transforma a través de la experiencia y está ligada a su práctica pedagógica. El conocimiento del currículo, tomado como conocimientos del contenido en y sobre biotecnología y fuentes y criterio de selección de contenidos de manera general, es tendencia en esta investigación y tiene estrecha relación con los propósitos de enseñanza. Al lado de esto, los conocimientos de los estudiantes y de las estrategias son componentes que inciden en el quehacer del maestro.

El conocimiento experiencial del profesor y de los recursos con que cuenta la institución son también elementos claves para que los estudiantes logren un aprendizaje de los contenidos biotecnológicos de manera eficaz.

Las diferentes estrategias facilitan la enseñanza de la biotecnología, debido a que permiten alcanzar los propósitos como el desarrollo de competencias y habilidades, conocimiento contextualizado, la resolución de problemas, la alfabetización científica, motivación, aprendizaje significativo, la inclusión de la ciencia y tecnología desde la producción de textos e informes, debates de temáticas socio-científicas controversiales, laboratorios, proyectos de investigación escolar entre otros. Asimismo, generar una inclusión en las distintas formas de aprender de los estudiantes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos biotecnológicos (clonación, manipulación genética, transgénicos, vacunas, fermentación, microbiología, biorremediación, cultivo de tejidos entre otros) a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, que, de manera muy general, se encuentran implícitos en los estándares del MEN de Colombia, por ser temáticas biológicas importantes en una formación para la vida.

Por último, la evaluación es considerada como un proceso continuo que permite conocer lo que está ocurriendo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## Agradecimientos

A los maestros participantes y a la doctora Ximena Vildósola Tibaud por sus aportes a la realización de esta investigación. Esta investigación fue financiada por CIUP-UPN con el proyecto “Prácticas de enseñanza de la biotecnología de profesores de ciencias naturales de Colombia y Chile: implicaciones didácticas código DBI-563-21”

## Referencias

- Andreu, J. (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Universidad de Granada.
- Barrero, C., Bohórquez, L. y Mejía, M. P. (2011). La hermenéutica en el desarrollo de la investigación educativa en el siglo XXI. *Itinerario Educativo*, 57, 101-120.
- Candela, B. y Viáfara, R. (2014). Articulando la CoRe y los PaP- eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 35, 89-110.
- Cazares, M. (2012). *Una reflexión teórica del currículum y los diferentes enfoques curriculares*. Universidad de Cienfuegos.
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B. y Valls, E. (1994). *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Santillana.
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la escuela*, 23.
- Espinel, N. (2015). Enseñanza de la biotecnología en América Latina. Revisión de antecedentes. *Bio-grafía*, número extraordinario, 1318-1331. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1318.1331>
- Espinel, N. (2020). *Conocimientos sobre la biotecnología y didáctico del contenido de dos profesores de Bogotá: un estudio de caso múltiple* [Tesis de Doctorado en Educación, Universidad Pedagógica Nacional].
- Espinel, N., Valbuena, E. y Ocampo, D. (2021). Mapeo del conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología de una profesora de educación media de Bogotá. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (número extraordinario).
- Falk, H., Brill, G. y Yarden, A. (2008). Teaching a Biotechnology Curriculum Based on Adapted Primary Literature. *International Journal of Science Education*, 30, 1841-1866.
- Fernandez, A. y Vanga, M. (2015). Proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación para caracterizar el comportamiento estudiantil y mejorar su desempeño. *Revista San Gregorio*, 1(9), 6-15.
- Garnica, S. E. y Acosta, R. R. (2012). Conocimiento didáctico del contenido sobre fotosíntesis de dos profesores de los grados sexto y noveno de

- educación básica secundaria de un colegio privado en Bogotá-Colombia. *Biografía*, 5(8), 50-76.
- Garritz, A. y Velásquez, P. (2009). Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer's conceptual profile. Proceedings of the NARST 2009 Conference. Garden Groves,
- Gómez, S. (2021). Relato sobre estrategias de enseñanza para desarrollar habilidades de pensamiento y educar en valores. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(33), 133-142.
- González, W. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 17(56), 139-144.
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R. y Mulhall, P. (2001). Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 31, 289-307.
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Kluwer Academic Publishers.
- Mauro, L., Mac Cormack, W., Calabro, A. y Rodríguez, J. (2012). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza universitaria de Biotecnología. El caso de la velocidad específica de crecimiento microbiano ( $\mu$ ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 9(3), 353-360.
- Marchesi, A. (2020). Aprendizaje: la clave está en el interés. *EDUforics*. <https://www.eduforics.com/es/aprendizaje-la-clave-esta-en-el-interes/>
- Moreland, J., Alister, J. y Cowie, B. (2006). Developing Pedagogical Content Knowledge for the New Sciences: The example of biotechnology. *Teaching Education*, 17(2) 143-155.
- Mora, W. y Parga, D. (2014). Aportes al CDC desde el Pensamiento Complejo. En A. Garritz (Ed.), *Conocimiento Didáctico del Contenido: Una perspectiva Iberoamericana*. Editorial Académica Española EAO.
- Ocelli, M., García, L. y Valeiras, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (43), 31-46.
- Park, S. y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- Ravanel, E. y López, F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742.
- Roa, R. (2011). Didáctica de la biotecnología en la escuela (pp. 333-341). *Biografía*. Edición Extra-Ordinaria.
- Roa, R. González, L. y Valbuena, E. (2019). Implicaciones didácticas del concepto Biotecnología. *Educación y Educadores*, 22(3).
- Tardif, M. (2014). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.
- Varo, L. (2018). *La biotecnología en el entorno social y educativo* [Tesis de Maestría, Universidad de Valladolid].
- Vargas, C., Moyano, E., Medellín, F., Ojeda G., Jiménez, H., Sierra, L., Cárdenas L., Roa, P. y Gómez, S. (2016). Escenarios de Reflexión En Medellín, F., C. Vargas, y G. Ojeda. *Encuentro de experiencias, Relatos*

de enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos. Universidad Pedagógica Nacional.

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).

Vergara C. y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile. *Estudios Pedagógicos*. XL (1): 323-338.

Yin, R. (2009). *Case study research: design and methods*. SAGE Publications.

### Forma de citar este artículo:

Gómez-Daza, S., Fúquene-Bárceñas, J. A., Hernández-Manosalva, A. P. y Triana-Luengas, E. E. (2024). Conocimiento didáctico del contenido de la biotecnología en maestros colombianos y sus tendencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 63-82. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17442>

## Anexo 1: Cuestionario de la entrevista

### Preguntas iniciales

- 1 Nombre del entrevistado
- 2 ¿Cuál es su formación profesional?
- 3 ¿Cuántos años de experiencia tiene como maestro?
- 4 ¿Desde hace cuánto involucra la enseñanza de la Biotecnología en la escuela?
- 5 Para usted ¿qué es biotecnología?
- 6 ¿Cuál es la finalidad de la biotecnología?
- 7 Para usted ¿cuáles son las implicaciones de la biotecnología?

### Herramienta CoRe

- 1 ¿Cuáles son los propósitos que usted persigue para enseñar las diferentes temáticas relacionadas con la biotecnología?
- 2 ¿De qué manera considera que el aprendizaje de la biotecnología aporta a sus estudiantes?
- 3 ¿Qué contenidos de biotecnología intenta que aprendan los estudiantes?
- 4 Elabore un listado con todos los contenidos específicos de biotecnología que considere fundamentales para su práctica en el aula.
- 5 Cuando enseña biotecnología tiene en cuenta aspectos como:
  - a) sociológicos (social, político, cultural, económico) diga cuál es la razón y de un ejemplo
  - b) ¿Histórico? ¿por qué? de un ejemplo
  - c) ¿Éticos? ¿por qué? de un ejemplo
  - d) el contexto cotidiano de sus estudiantes, ¿cuál es la razón? De un ejemplo.
- 6 ¿Qué criterios emplea para organizar los contenidos de biotecnología que implementa? Descríbalos.
- 7 ¿Qué elementos tiene en cuenta para elegir los contenidos en la enseñanza de la biotecnología?
- 8 ¿Cuáles son las fuentes bibliográficas para enseñar los contenidos relacionados a la biotecnología? ¿por qué las escoge?
- 9 ¿Qué conocimientos previos y/o creencias ha detectado en los estudiantes sobre biotecnología que influyen en su aprendizaje? ¿cómo los tiene en cuenta? / ¿qué hace con esas ideas?
- 10 ¿Cómo prepara sus clases con contenidos relacionadas a la biotecnología?
- 11 ¿Qué materiales y/o recursos utiliza para enseñar contenidos relacionados a la biotecnología?
- 12 ¿Cuáles estrategias de enseñanza emplea (razones particulares de su uso) para que los estudiantes aprendan temáticas sobre biotecnología?
- 13 Cuando enseña biotecnología ¿cuáles son las dificultades y limitaciones que encuentra en su práctica como profesor?
- 14 Respecto a la evaluación de los aprendizajes de biotecnología
  - a) ¿Qué se evalúa?
  - b) ¿Cómo se evalúa?
  - c) ¿Para qué se evalúa?
  - d) ¿Quién(es) evalúa(n)?
  - e) ¿Cuándo se evalúa?
- 15 ¿Cuáles son las dificultades que usted ha podido identificar en sus estudiantes para que puedan comprender contenidos relacionados con la biotecnología?
- 16 ¿Qué conocimientos de los estudiantes acerca de la biotecnología influyen en su enseñanza?

Nota: Las preguntas 4, 13 y 14 fueron tomadas de Espinel (2020), las otras fueron adaptadas de Loughran *et al.* (2001) y, a su vez, elaboradas por los integrantes del proyecto teniendo presente los avances en CDC en ciencias.

## Anexo 2: PaP-er

PaPer-1: Observación no participante de una clase.

PaPer-2: Reflexión escrita u oral acerca de una clase que consideran ha sido una de las mejores que ha tenido. Ubicado en esa clase: ¿qué conocimientos tuvo en cuenta?, ¿por qué es importante que ellos aprendieran sobre ese tema?, ¿qué estrategias empleó?, ¿cómo realizó la evaluación?, ¿por qué considera que fue una muy buena clase?, ¿qué limitaciones o dificultades se presentaron por parte de los estudiantes?, ¿a qué conclusiones puede llegar?

PaPer-3: Notas de clase: Escriba una reflexión acerca de una clase de biotecnología que considere que no ha sido una de sus mejores ¿por qué cree que no salió muy bien? y ¿a qué conclusiones puede llegar?