

Preguntas de un profesor de Biotecnología: Identificación y caracterización de su función didáctica

Nydia Esperanza Espinel Barrero¹, Édgar Orlay Valbuena Ussa², Carol Lindy Joglar Campos³ y Javier Mauricio Morales Bermúdez⁴

^{1,2}Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias - Universidad Pedagógica Nacional – Colombia

³Universidad Santiago de Chile, ⁴Colegio La Amistad I.E.D – Bogotá - Colombia

¹neespinelb@gmail.com, ²valbuena@pedagogica.edu.co, ³carol.joglar@usach.cl,

⁴ciencialudica2009@gmail.com

Resumen

Atendiendo al importante rol que desempeñan las preguntas en las clases de ciencias naturales, en esta ponencia se presenta la identificación y caracterización de la función didáctica de las preguntas realizadas por un profesor de Biotecnología durante un episodio de una clase desarrollada en un colegio de Bogotá. La caracterización se realizó a través de dos clasificaciones. La primera de ellas a partir de los aportes de Blosser (2000) respecto a los principales tipos de preguntas que hacen los profesores. En la segunda, las preguntas designadas como abiertas fueron clasificadas de acuerdo a la propuesta de Roca, Márquez y Sanmartí (2013). Las dos clasificaciones realizadas y su respectivo análisis interpretativo, permiten señalar que las preguntas que hizo el profesor fueron variadas, contextualizadas culturalmente y con una función didáctica. De esta manera, de las 33 preguntas identificadas, aproximadamente la mitad fueron retóricas (17), y sirvieron para enfatizar ideas de importancia en torno a los procesos y productos biotecnológicos; las preguntas cerradas (3), contribuyeron a traer al discurso aspectos considerados de interés; mientras que las preguntas abiertas (12), posibilitaron la descripción, la explicación causal, la generalización, y la opinión, generando en los estudiantes el desarrollo de operaciones de pensamiento de alto nivel.

Palabras clave: Preguntas de los profesores, Clases de preguntas, Función didáctica, Enseñanza de la Biotecnología.

Introducción

Durante las últimas dos décadas, en Colombia se han venido implementando proyectos pedagógicos orientados a la inclusión de la Biotecnología en la escuela secundaria, lo que ha traído como consecuencia que profesores con distintas formaciones, entre ellos licenciados en Biología, hayan asumido la enseñanza de la Biotecnología en algunas instituciones del país.

La anterior situación ha llevado a la primera autora de esta publicación a plantear una investigación doctoral relacionada con el conocimiento sobre la Biotecnología y el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de profesores que enseñan Biotecnología en Bogotá.

La revisión de literatura originada a partir del desarrollo de la investigación en mención deja ver que entre las varias actividades de enseñanza y evaluación generadas por los docentes en el aula, se encuentran las preguntas.

A este respecto, se puede decir que las preguntas suelen ser instrumentos utilizados de manera transversal. En lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias, el espectro de uso de las preguntas en la clase es amplio, hecho que ha potenciado la necesidad de indagar y reflexionar sobre la función didáctica y las características de las preguntas que realizan los profesores en las clases de ciencias naturales (Márquez y Roca, 2009).

Cuando los estudiantes aprenden ciencias, construyen significados y desarrollan comprensiones en un contexto social. Gran parte de estos significados se produce a través del discurso en el aula generado a partir de las interacciones entre el profesor y los estudiantes. El tipo de preguntas que hacen los profesores y la forma en que los profesores hacen estas preguntas pueden, hasta cierto punto, influir en el tipo de procesos cognitivos en los que los estudiantes participan durante la construcción de conocimiento (Chin, 2007).

En esta ponencia se pretende presentar la identificación y caracterización de la función didáctica de las preguntas que usa un profesor de Biotecnología durante un episodio de una clase relacionada con aspectos generales de la Biotecnología, entre ellos: su definición, algunas de sus características fundamentales, su historia y su clasificación por colores.

Durante el análisis realizado se tomaron como referentes dos propuestas de clasificación de preguntas (Blosser, 2000 y Roca, Márquez y Sanmartí, 2013), con la intención de establecer relaciones entre el uso de las preguntas que hace el profesor a través del episodio seleccionado y la función didáctica de dichas preguntas.

Referentes Teóricos

Las situaciones en las que se plantean preguntas en el aula son muy frecuentes y los objetivos de estas pueden ser muy diversos. Por ello la revisión bibliográfica muestra una gran variedad de miradas al respecto.

Para el caso de este trabajo, se tomaron como referentes principales las propuestas de Blosser (2000) y, de Roca, Márquez y Sanmartí (2013).

a. Las preguntas que hacen los profesores

De acuerdo con Blosser (2000), los tipos de preguntas que hacen los profesores influyen en el nivel de operaciones de pensamiento que los estudiantes utilizan. De forma tal que para los profesores se hace importante reconocer las clases de preguntas habitualmente utilizadas, para luego intentar ampliar su variedad, y al mismo tiempo fomentar el uso de distintas operaciones de pensamiento.

La autora describe además las que considera son las cuatro principales tipos de preguntas realizadas por los profesores.

La siguiente tabla resume las características de tales preguntas.

Preguntas	Características
Gerenciales	Sirven para mantener las operaciones en el aula, para movilizar las actividades (y a los estudiantes) hacia acciones deseadas. Son preguntas del tipo ¿Todos tienen los materiales necesarios?
Retóricas	Sirven para enfatizar un punto, para reforzar una idea o declaración. Son preguntas del tipo: Ayer dijimos que existen tres grupos principales de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas, ¿sí o no?
Cerradas	Sirven para verificar la retención de información previamente informada, para centrar el pensamiento en un punto particular o en un conjunto común de ideas. Son preguntas para las cuales existe un limitado número de "respuestas correctas". Como ejemplo tenemos: ¿De qué está hecha la pared celular de las células vegetales?
Abiertas	Buscan que los estudiantes den y justifiquen sus opiniones, inferan o identifiquen implicaciones, formulen hipótesis, y hagan juicios basados en sus propios valores y estándares. Anticipan un amplio rango de respuestas posibles. Son preguntas del tipo: ¿Cómo supones que sería la vida en la Tierra con menos gravedad? o ¿si tu sospechas que tienes algunas anomalías genéticas, tendrías hijos? Justifica tu respuesta

Tabla 1. Principales tipos de preguntas realizadas por los profesores (Tomada y modificada de Blosser, 2000).

Cuando se realiza una gran cantidad de preguntas de naturaleza cerrada, se estimula al estudiante a desarrollar las habilidades de almacenar, memorizar y recordar información. Las preguntas abiertas, por su parte, pueden promover que los estudiantes pasen de repetir afirmaciones, al desarrollo de la predicción, la experimentación y la explicación (Chin, 2007), esto es, a desarrollar operaciones de pensamiento de alto nivel, por lo que según Blosser (2000), si el profesor pretende que los estudiantes desarrollen habilidades en la solución de problemas y toma de decisiones, requiere hacer preguntas abiertas que propicien el desarrollo de operaciones de pensamiento divergente y de pensamiento evaluativo.

b. Las preguntas y la explicación científica

De acuerdo con Roca, Márquez y Sanmartí (2013) las preguntas están estrechamente relacionadas con la elaboración de explicaciones. Para las autoras (basadas en Pickett, Kolasa y Jones, 1994), el objetivo de la ciencia es generar explicaciones, entendiendo por explicación científica la respuesta a las preguntas sobre los fenómenos. Para ellas,

la explicación tiene tres componentes fundamentales: los fenómenos observables, los conceptos construidos y las herramientas a través de las cuales estos dos se relacionan, herramientas que se refieran a: la descripción, la explicación causal, la generalización, las pruebas para la comprobación, la predicción, la gestión y la evaluación; por lo que proponen que las preguntas que se originan en las clases de ciencias naturales se pueden clasificar de acuerdo a su relación con estas herramientas.

La siguiente tabla muestra la clasificación de las preguntas de acuerdo a la definición de las categorías construidas con base en las herramientas que contribuyen al proceso de formulación de explicaciones.

Categoría	Definición de la categoría	Preguntas
Descripción	Preguntas que piden información sobre una entidad, fenómeno o proceso. Piden datos que permiten la descripción o acotamiento del hecho sobre el que se centra la atención.	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué pasa? ¿Cómo pasa?
Explicación causal	Preguntas que piden el porqué de una característica, diferencia, paradoja, proceso, cambio o fenómeno.	¿Por qué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que?
Comprobación	Preguntas que hacen referencia a cómo se sabe o cómo se ha llegado a conocer o a hacer una determinada afirmación.	¿Cómo se puede saber? ¿Cómo se hace? ¿Cuál instrumento usarías para? ¿Qué evidencias hay?
Generalización Definición	Preguntas que piden "qué es" o las características comunes que identifican una categoría o clase. También pueden pedir la identificación o pertinencia de una entidad, fenómeno o proceso a un determinado modelo o clase.	¿Qué es? (Definición) ¿Pertenece a tal grupo? ¿Qué diferencia hay?
Predicción	Preguntas sobre el futuro, la continuidad o la posibilidad de un proceso o hecho.	¿Qué consecuencias? ¿Podría ser? ¿Qué pasará sí?
Gestión	Preguntas que hacen referencia a qué se puede hacer para propiciar un cambio, para resolver un problema, para evitar una situación.	¿Qué se puede hacer? ¿Cómo se puede?
Evaluación, Opinión	Preguntas que piden la opinión o la valoración personal	¿Qué piensas, opinas? ¿Qué es para ti más importante?

Tabla 2. Clases de preguntas de acuerdo a las herramientas que participan en el proceso de formulación de explicaciones (Tomada y modificada de Roca, Márquez y Sanmartí, 2013)

Metodología

El análisis que aquí se presenta hace parte de la tesis doctoral que la primera autora adelanta y fue desarrollado desde un *paradigma interpretativo*, a través de una aproximación a un *estudio de caso* (Yin, 2009).

En este sentido, este trabajo parte del ejercicio de sistematización de una experiencia de aula en la que un profesor de Biotecnología aborda en una de sus clases contenidos asociados a los aspectos generales de la Biotecnología, entre ellos: su definición, características fundamentales, historia y clasificación por colores. La clase estuvo dirigida a estudiantes de ciclo 5 (20 – 45 años de edad), de la jornada nocturna de un colegio público de Bogotá. En la jornada nocturna de este colegio el ciclo 5 hace parte de la educación media, uno de los cuatro niveles de la educación formal en Colombia¹. La clase se realizó dentro del marco del Proyecto de Educación Media Fortalecida² del colegio, que para este caso hace énfasis en Biotecnología.

Las fuentes de las que se obtuvo la información corresponden a las grabaciones de la clase, tanto en audio como en video. La clase fue transcrita y sometida a un *análisis de contenido* (Krippendorf, 1990), en el cual las unidades de información correspondieron a cada uno de los *episodios*³ de la clase.

En el marco de la investigación doctoral, las categorías analizadas corresponden a los componentes del CDC: contenidos, estrategias y propósitos de enseñanza, así como el conocimiento de los estudiantes y la evaluación. Para este caso en particular, en el análisis de contenido se prestó especial atención a las preguntas formuladas por el profesor.

Durante la clase se presentaron cinco episodios, de los cuales se seleccionó el episodio número uno, por ser aquel en el que se registró el mayor número de preguntas realizadas por el profesor, las cuales se asociaron al componente estrategias de enseñanza. Este episodio tuvo una duración de 11.5 minutos aproximadamente.

Las preguntas que hizo el profesor en el episodio seleccionado fueron identificadas, y clasificadas inicialmente de acuerdo a los cuatro tipos principales de preguntas que hacen los profesores: gerencial, retórica, abierta o cerrada (Blosser, 2000). Posteriormente, y de acuerdo a los aportes de Roca, Márquez y Sanmartí (2013), las preguntas que anteriormente fueron clasificadas como preguntas abiertas fueron clasificadas de acuerdo a las categorías construidas a partir de las herramientas científicas que contribuyen al proceso de formulación de explicaciones, esto es, como preguntas orientadas a la descripción, la explicación causal, la comprobación, la generalización – definición, la predicción, la gestión o la evaluación – opinión.

1 Los cuatro niveles de educación formal en Colombia son: preescolar, educación básica (primaria y secundaria), educación media y educación superior. La educación media contempla los dos últimos grados de la educación formal previos a la obtención del título de bachiller (Ley 115 de 1994 art. 29).

2 Este proyecto es liderado por la Secretaría de Educación de Bogotá. Su objetivo es transformar y fortalecer la educación media mediante la consolidación de una oferta diversa, electiva y homologable con la educación superior que promueva la continuidad de los estudiantes en este nivel educativo, generando en ellos mayores oportunidades en el mundo socio – productivo.

3 Momentos de la clase diferenciados, un episodio acaba cuando comienza otro con otra finalidad.

Una vez realizada la clasificación se procedió a desarrollar el análisis de la función didáctica de algunas de las preguntas identificadas.

Resultados Y Discusión

El análisis de contenido desarrollado respecto a las estrategias de enseñanza empleadas por el profesor permite señalar que al comienzo del episodio el profesor acude a una estrategia expositiva a través de la cual recuerda a los estudiantes algunos de los temas abordados en las clases anteriores, manifestando que el término Biotecnología siempre va a estar presente en las clases, y que se están acercando a mirar qué es realmente la Biotecnología. En este sentido, indica a los estudiantes que no se preocupen por una definición, sino más bien por tratar de captar los elementos de lo que realmente es la Biotecnología.

Continuando con su discurso, el profesor se refiere a uno de los ejercicios desarrollado en alguna clase anterior, en el que se solicitaba a los estudiantes indicar, en una lista de procesos, cuáles de ellos correspondían a procesos biotecnológicos. En ese orden de ideas, el profesor acude a una situación de la cotidianidad colombiana, la preparación de una arepa⁴, y pregunta si hacer una arepa será un proceso biotecnológico, lo cual desencadena un diálogo entre él y varios de los estudiantes acerca de lo que entienden por procesos biotecnológicos y al mismo tiempo por Biotecnología; diálogo en el que el profesor hace distintas clases de preguntas, las cuales, junto con las preguntas del apartado inicial del episodio, constituyen el objeto de la sistematización y análisis interpretativo que acá se presenta.

Durante el episodio se identificaron 33 preguntas realizadas por el profesor, las cuales fueron clasificadas como se muestra en la tabla 3.

Clase de Pregunta	Cantidad de preguntas
Gerencial	1
Retórica	17
Cerrada	3
Abierta	12

Tabla 3. Clasificación de las preguntas realizadas por el profesor en el episodio 1 de la clase

Esta primera clasificación permite detectar que las dos clases de preguntas más utilizadas por el profesor durante el episodio analizado corresponden a preguntas retóricas y abiertas respectivamente; siendo, por tanto las dos clases de preguntas menos empleadas,

4 Pancillo de masa de harina de maíz o trigo.

las preguntas cerradas y gerenciales (sólo hubo una pregunta gerencial). Dado que las preguntas abiertas fueron sometidas a una posterior clasificación, nos detendremos ahora a analizar algunas de las preguntas retóricas y cerradas realizadas por el profesor.

Como se puede notar, las preguntas retóricas corresponden a un 51.51% del número total de preguntas realizadas, esto es, aproximadamente la mitad de las preguntas que hizo el profesor fueron preguntas retóricas.

Efectivamente, puede decirse que las preguntas retóricas empleadas por el profesor tienen la función de poder encauzar o direccionar el discurso hacia puntos o ideas que considera de interés (Blosser, 2000), las cuales, en ciertos casos amplía o desarrolla. Es el caso por ejemplo de las siguientes dos preguntas:

"[...] y así cada día ustedes van comprendiendo y van teniendo más elementos para poder construir eso que llamamos Biotecnología, ¿de acuerdo?"

En este caso la expresión ¿de acuerdo? sirve para enfatizar la idea que es transmitida, esto es, que con el pasar de los días los estudiantes van a ir comprendiendo y teniendo más elementos para poder construir un concepto de Biotecnología.

"¿Y qué tal ese maíz haya sido producto de una alteración en su genética, es decir, de una transferencia de genes, de un mejoramiento genético de esa planta y es un maíz transgénico?, ¿sí?, y entonces que se hizo con ese maíz transgénico la harina, y pues, se deriva de una planta transgénica, entonces, eso depende de cómo lo esté abordando uno."

Con la cual el profesor, sin esperar una respuesta por parte de los estudiantes (Blosser, 2000), busca que ellos reconozcan la importancia de analizar a profundidad los procedimientos que hacen parte de un proceso, antes de decidir si ese proceso, y por tanto el producto obtenido son biotecnológicos.

Por su parte, en cuanto a las preguntas cerradas realizadas por el profesor (3 preguntas), dos tuvieron como función, la indagación de contenidos abordados previamente, indagación que le permitiría más adelante preguntar por la elaboración de una arepa y su relación con un proceso biotecnológico. Estas preguntas fueron:

"Entonces, fíjense, ustedes leyeron en la unidad dos, cómo una primera generación de la Biotecnología, que se llama la Biotecnología tradicional, estaba basada precisamente en los alimentos, ¿cómo cuáles?... ¿cómo cuáles, a ver?"

"El queso, ¿qué más?"

Las cuales persiguen la repetición de información respecto a alimentos que son considerados productos de la Biotecnología tradicional; traer al discurso esa información le posibilitaría dirigir sus cuestionamientos hacia la pregunta relacionada con la arepa como proceso biotecnológico, y así encauzar la clase hacia las concepciones de los estudiantes acerca de los procesos biotecnológicos, partiendo de situaciones de la cotidianidad en el contexto cultural colombiano.

La tercera pregunta cerrada

"¿De dónde sale la harina? [Con la que se hacen las arepas]"

No tuvo como función la repetición de información previamente transmitida, sino centrar el discurso en un aspecto en particular (Blosser, 2000), para este caso, los ingredientes con los que se prepara una arepa.

Por otro lado, se procedió a hacer una clasificación de las preguntas abiertas, teniendo en cuenta los criterios establecidos por Roca, Márquez y Sanmartí (2013).

La siguiente tabla deja ver los resultados de dicha clasificación.

Clase de Pregunta	Cantidad de Preguntas
Descripción	2
Explicación causal	1
Comprobación	-
Generalización, Definición	8
Predicción	-
Gestión	-
Evaluación, Opinión	1

Tabla 4. Clasificación de las preguntas abiertas realizadas por el profesor

Como se puede notar, durante el diálogo establecido el profesor realiza preguntas abiertas orientadas a la descripción, a la comprobación, y en la mayor parte de los casos a la generalización o definición.

Entre las preguntas orientadas a la descripción de situaciones se encuentra la siguiente:

"Sí, es una mezcla [La mezcla que se hace durante la preparación de una arepa], pero, ¿para que sea Biotecnología, qué tiene que haber?"

Con la que, al parecer el profesor busca que los estudiantes, al reconocer y acotar las características de la mezcla con la que se preparan las arepas, establezcan relaciones entre los componentes de esa mezcla y una de las características fundamentales de la Biotecnología: la participación de los seres vivos como mediadores de los procesos de producción.

La pregunta orientada a la explicación causal que el profesor realiza es la siguiente:

"¿Por qué? [¿Por qué mezclar harina con agua es Biotecnología?]"

Con la que al indagar por las razones por las que se puede pensar que el mezclar harina con agua hace parte de la Biotecnología, está indagando a los estudiantes por el

porqué de la consideración de esa situación como característica de la Biotecnología, es decir, está indagando el porqué de una característica, solicitando así una explicación causal (Roca, Márquez y Sanmartí, 2013), que conlleve a comprender que mezclar harina con agua no constituye un ejemplo de un producto biotecnológico.

Por otro lado, cabe reiterar que las preguntas orientadas a la generalización fueron las preguntas abiertas más frecuentes durante el episodio (8 preguntas). Estas preguntas estuvieron dirigidas, en su mayoría, a la identificación de características de los procesos biotecnológicos, así como del objeto de la Biotecnología. Entre ellas se encuentran las siguientes:

"[...] ¿Si nosotros hacemos arepas, será un proceso biotecnológico?, ¿una arepa?"

"Bueno, esa es la elaboración de una arepa, pero, la pregunta es: ¿hacer una arepa es, digámoslo así, un procedimiento de la Biotecnología?, o sea, ¿es propio?, digamos, ¿eso se puede considerar como, como un hacer de la Biotecnología?"

"[...] o sea, lo que yo quiero es que me aterricen, ¿por qué llamamos algo como un producto de la Biotecnología?"

Como puede apreciarse, la intención con la que se formularon tales preguntas, posibilitó el abordaje de los contenidos de enseñanza, constituyendo al mismo tiempo el propósito de enseñanza del episodio analizado.

Finalmente, en cuanto a la función de las preguntas abiertas, cabe resaltar que aunque sólo hubo una pregunta orientada a la opinión:

"Allá el compañero dice que él no consideraría que fuera un proceso biotecnológico, eh, ¿por qué razón es que me dices?"

Esta pregunta posibilitó la elaboración de argumentos por parte del estudiante indagado, con los cuales soportar su posición respecto a la elaboración de una arepa como ejemplo de un proceso biotecnológico.

De manera general, y a modo de cierre, puede decirse que las preguntas realizadas por el profesor, tuvieron diversas funciones didácticas, dependiendo del tipo de pregunta formulada y de lo que demandaron de los estudiantes. Siendo muy pocas las preguntas cerradas, y más frecuentes las preguntas abiertas, durante la clase, el profesor propició la participación de los estudiantes en un diálogo alrededor de la elaboración de una arepa y su relación con un proceso – producto biotecnológico, en el que fue posible para los estudiantes reflexionar y discutir al respecto, co-construyendo de esta forma el conocimiento a través del debate productivo (Chin, 2007).

Por otro lado, cabe señalar que durante el análisis aquí presentado solo se tuvo en cuenta la clasificación y caracterización de la función didáctica de las preguntas realizadas por el profesor, sin considerar la secuencia en la que dichas preguntas fueron realizadas, lo cual podría constituir el objeto de una siguiente publicación.

Conclusiones

Las dos clasificaciones realizadas (Blosser, 2000 y Roca, Márquez y Sanmartí, 2013) y su respectivo análisis interpretativo, permiten aportar una propuesta de caracterización de la función didáctica de las preguntas que hacen los profesores en clases de ciencias naturales, que puede ser aplicada al análisis de la práctica docente de profesores en ejercicio, con miras no sólo a la caracterización, sino también a la reflexión conjunta al respecto, en aras de orientar oportunamente la formación y el desarrollo de los profesores de ciencias en cuanto a la formulación en el aula de preguntas útiles en términos didácticos.

Las preguntas que hizo el profesor durante la clase, fueron variadas, contextualizadas culturalmente y tuvieron diversas funciones didácticas para la enseñanza de la Biotecnología, dependiendo del tipo de pregunta formulada y de lo que demandaron de los estudiantes. De esta manera, las preguntas retóricas, le sirvieron para enfatizar puntos o ideas de importancia respecto a los contenidos de enseñanza. Las preguntas cerradas (3 de 33), más que buscar la repetición de información previamente transmitida, le ayudaron a traer al discurso aspectos de interés, entre ellos, el reconocimiento de productos alimenticios de la Biotecnología tradicional; mientras que las preguntas abiertas, desarrollaron varias funciones, entre ellas, posibilitar principalmente la identificación y generalización de características de los procesos biotecnológicos, así como del objeto de la Biotecnología. Las preguntas abiertas también posibilitaron la descripción, la explicación causal y la opinión, en torno a la elaboración de una arepa como ejemplo de un proceso propio de la Biotecnología, generando consigo el desarrollo en los estudiantes de operaciones de pensamiento de alto nivel (Blosser, 2000).

Referencias Bibliográficas

- Blosser, P. (2000). How to ask the right questions. Arlington, USA: NSTA Press.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of research in Science Teaching*, 44 (6):815-843.
- Krippendorf, K. (1990). Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Márquez, C. y Roca, M. (2009). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18 (45):61-71.
- Roca, M.; Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1):95-114.
- Yin, R. (2009). Case Study Research. Design and Methods (Applied social research methods V. 5) USA: SAGE Inc.