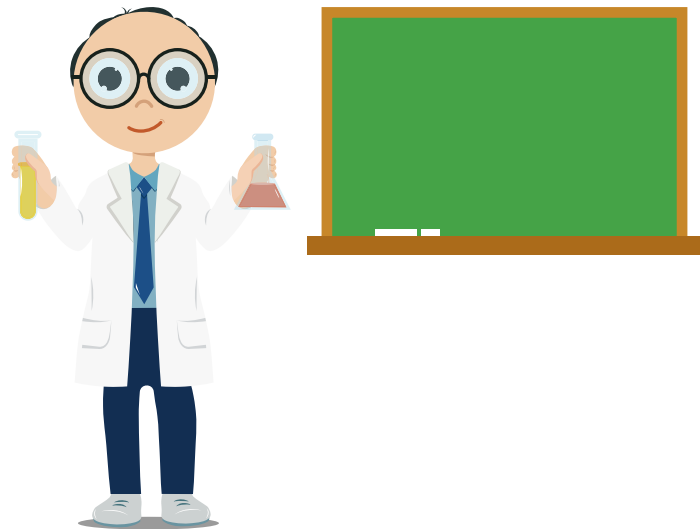


# Mi práctica pedagógica: un camino en la enseñanza de la Biotecnología



Javier Morales Bermúdez

## Contextualización

En la actualidad, una amplia proporción de jóvenes egresados de la educación media se enfrentan a la necesidad de búsqueda de empleo y a la inminente necesidad de generar ingresos para su subsistencia y la de sus familias sin haber recibido una formación orientada para ello.

En Bogotá, el 17,6 % de los jóvenes entre los 15 y 24 años no estudian ni trabajan (nini), lo que representa un total de 238.170 personas. El perfil característico de un nini en Bogotá es el de una mujer de 20 años, soltera, que alcanzó educación media, está buscando trabajo y vive en el hogar de sus padres en una vivienda clasificada en estrato 2. La proporción de ninis incrementa a medida que aumenta la edad, de manera que existe una mayor incidencia de ninis entre los jóvenes con mayor edad. El 84,3 % de los ninis está entre 18 y 24 años, y el 80,7 % de hombres nini está en este rango de edad, frente al 86,4 % de mujeres nini (Gran Encuesta Integrada de Hogares, 2017).

El desempleo en la localidad de Kennedy, alcanzaba un 7,8% de la población, y 5,3% de desempleo de mujeres (Veeduría Distrital, 2020). Para esta Localidad, se observa que, el porcentaje de jóvenes ninis es 17.87% en relación con Bogotá. Los resultados indican que los ninis, en general, están en mayor proporción en estrato 1 y 2 (74,6 %) en comparación con el resto de los jóvenes (58,3 %).

Ante esta problemática, se propone el proyecto de Énfasis en Biotecnología para el Colegio La Amistad, ubicado en la localidad de Kennedy, como una oportunidad y apuesta para la educación media de la jornada nocturna, con el propósito de fomentar la inclusión del joven y adulto desde su proyecto de vida y sus necesidades e intereses a partir de una formación flexible, participativa y potenciadora de actitudes emprendedoras y capacidades ciudadanas a través de diversos ambientes de aprendizaje que articulan el

Javier Morales Bermúdez  
Docente de Biotecnología  
Cencialudica2009@gmail.com

Colegio Distrital La Amistad



conocimiento biotecnológico escolar con la vida experiencial de los estudiantes. En este orden de ideas, el campo de la Biotecnología<sup>1</sup>, que como asignatura se trabaja en los ciclos 5 y 6 (Grados 10 y 11 Decreto 3011 de 1997) busca acercar a los estudiantes el conocimiento científico de manera contextualizada con el propósito de proponer en marcha proyectos Biotecnológicos. La metodología de la práctica es trabajo por proyectos con énfasis en la resolución de problemas socio-científicos.

Actualmente, el Énfasis en Biotecnología está dividido en cuatro módulos, configurados así: Módulo I: Fundamentación en Biotecnología, Módulo II: Bioprocesos, Módulo III: Procesos industriales y Módulo IV: Proyecto Integrador. Estos módulos responden a su vez a tres ejes transversales, Eje 1: Investigación, Eje 2: Calidad y Ambiente y Eje 3: Emprendimiento. Estos ejes buscan darle sentido y alcance a la propuesta y al fortalecimiento del concepto de Énfasis en Biotecnología como un espacio de creación, innovación e inclusión. El trabajo desarrollado en el énfasis de Biotecnología se ubica desde la perspectiva del aprendizaje situado como producto de la interacción entre agentes y elementos del entorno; donde la utilización y adecuación de las herramientas con el medio circundante se tornan como premisas particulares en la construcción de conocimiento. En lo específico, la experiencia se basa en la relación de los aprendizajes en Biotecnología con su realidad inmediata. Es decir, se persigue proporcionar un conocimiento contextualizado que le permita al estudiante ubicarse en una realidad y apropiarse de unos conocimientos con un propósito definido en las dinámicas de transformación de realidades. En este sentido, el docente ha procurado el desarrollo de actitudes investi-

gativas y emprendedoras contribuyen a despertar el sentido crítico y propositivo de los estudiantes a partir de su entorno inmediato.

### *El docente que enseña Biotecnología*

Mi nombre es Javier Morales Bermúdez, estoy vinculado a la Secretaría de Educación, hace ya 30 años, y hago énfasis en Biotecnología desde el año 2010 en el Colegio Distrital La Amistad, básicamente mi trabajo ha estado orientado a la educación de jóvenes y adultos en la jornada nocturna de este plantel y ha sido asumido como un énfasis para los grados de décimo y once, que ahora llamamos ciclo 5 y ciclo

El origen de éste énfasis se remonta al 2009 cuando se hace la propuesta a la institución de incorporar el énfasis en biotecnología por las siguientes razones: (1), la institución cuenta con capacidades desde sus recursos y su infraestructura para poder desarrollar prácticas de biotecnología, (2) Al hacer una revisión de los lineamientos curriculares para ciencias naturales, se encuentra que la biotecnología se desconocía, que realmente allí no se hablaba de biotecnología como tal, (3) para población joven y adulta éste tipo de conocimiento es ajeno para ellos, incluido el mismo término biotecnología que para ellos es desconocido como para muchas personas que no están inmersas en el estudio de las ciencias naturales, esto eso me motivó a plantear un énfasis que tuviera en cuenta el contexto de la educación de jóvenes y adultos. En este sentido, teniendo en cuenta las problemáticas analizadas en el contexto, se desarrolla la propuesta del énfasis en Biotecnología única en la localidad estructurada curricularmente desde el ciclo 1 hasta el ciclo 6.

<sup>1</sup> Biotecnología es “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” (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992).

Desde el inicio de la propuesta han pasado 14 años y lo que atañe en este momento es reflexionar sobre la práctica pedagógica para analizar los avances, mejoras y realizar cambios que resignifique el trabajo del docente.

### *Trazando la Ruta*

Con el propósito de hacer una mirada a mi práctica desde mi propia reflexión, pero también desde la observación de mis clases por parte de dos docentes externos y se fue configurando el mapa que caracteriza mi ejercicio docente. Además, se partió de unas categorías de análisis previstas y otras emergentes como el Contexto, propósitos de enseñanza, contenidos de enseñanza, conocimiento de los estudiantes, estrategias didácticas, Evaluación y conocimiento disciplinar.

Para efectos de este artículo abordaré las categorías de Contexto y propósitos de enseñanza, sin desconocer la importancia y relevancia de las demás categorías. Por otra parte, se llevaron a cabo el análisis de contenido de seis clases de biotecnología, las cuales fueron grabadas por audio y video, luego, transcritas para su respectivo análisis. De éstas, tomé la clase número dos y su respectivo análisis a partir de las categorías trabajadas para el presente documento.

El proceso de autoreflexión se fundamentó en los desarrollos sobre conocimiento didáctico del contenido, CDC (PCK, en inglés), constructo teórico más ampliamente utilizado en las últimas décadas en el área de la formación inicial y continua de profesores en todo el mundo. Las técnicas asociadas a este campo de investigación brindan información acerca de lo que los profesores saben, hacen y las razones por las cuales ellos realizan sus acciones. El instrumento que permite la representación del contenido es el CoRe (Content Representation) propuesto por Loughran (2004) quien trabajó princi-

palmente con profesores de ciencias. Además, Loughran sugiere que la mejor forma de caracterizar el PCK era tanto a través de la observación del desempeño del profesor como de entrevistas donde el profesor fuera consultado sobre cómo enseñar y sobre por qué tomó algunas de las decisiones pedagógicas que son observadas.

El CoRe es el resultado de una entrevista semi-estructurada en la cual el profesor (o los profesores en grupos pequeños) responde a diversas preguntas que tratan de hacer explícito su PCK sobre algún contenido específico. El instrumento consta de las siguientes preguntas que el investigador debería adaptar para un contenido específico:

- 1) ¿Cuál es la idea central o más importante que usted espera que aprendan los estudiantes en relación a... (contenido)?
- 2) ¿Por qué es importante para los estudiantes aprender sobre (contenido)?
- 3) ¿Qué otras cosas, aparte de la idea central, conoce usted sobre este tema y que no son tan necesarias que los estudiantes aprendan?
- 4) ¿Cuáles son las dificultades y/o limitaciones que usted reconoce en la enseñanza de (contenido)?
- 5) ¿Cuáles son las preconcepciones u otras características de los estudiantes que influyen de mayor forma en el aprendizaje de (contenido)?
- 6) ¿Qué otros factores reconocen que influyen de manera importante en la enseñanza de (contenido)?
- 7) ¿Qué estrategias conoce que son efectivas para enseñar (contenido) y por qué?
- 8) ¿Cuáles son las formas específicas con las cuales averigua la comprensión o confusión que los estudiantes tienen respecto a (contenido)?



## Interpretación y análisis de la clase #2:

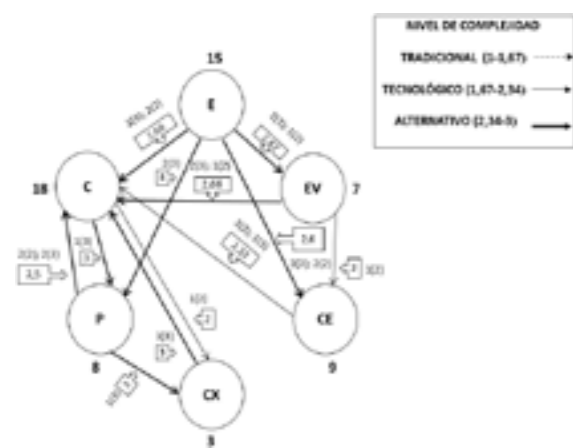
En esta clase trabajé los siguientes temas: ¿Qué es biotecnología? Historia de la Biotecnología, Clasificación de la Biotecnología por colores.

### Hallazgos de la clase

A partir del mapa CDC se establecieron relaciones entre los componentes como se presenta en la figura 1, y su nivel de complejidad.

### Figura 1.

Interpretación mapa CDC



*Nota:* En el mapa se representan los componentes y las relaciones definidas por las flechas de diferentes grosores que denotan el nivel de complejidad.

Las categorías de análisis corresponden a los componentes del CDC, esto es, conocimiento sobre los contenidos de enseñanza (C), conocimiento sobre las estrategias de enseñanza (E), conocimiento sobre los propósitos de enseñanza (P), conocimiento sobre el conocimiento de los estudiantes (CE) y conocimiento sobre la evaluación de contenidos asociados a la Biotecnología (EV). Para este caso en particular, durante el análisis de contenido se vio la necesidad de incorporar la categoría de conocimiento del contexto (CX).

Para el CDC se establece el nivel de complejidad de cada relación, es decir se

indicó si la relación tenía un nivel de complejidad inicial, con un valor de 1; un nivel de complejidad intermedio, con un valor de 2 o, un nivel de complejidad de referencia, con un valor de 3.

El mapa del CDC está representado por 6 círculos a manera de hexágono, a cada uno de ellos se le asignó alguna de las abreviaturas que representan los componentes del CDC. En la parte exterior de cada círculo, se escribe el número de relaciones que establece ese componente con otro. Las relaciones se representan por flechas de diferente grosor y guion, de acuerdo con el promedio del nivel de complejidad. Dichas flechas poseen una dirección, de forma tal que permiten identificar el componente de origen y el de destino, determinando así la influencia de un componente en otro.

El mapa ReCo indica que las estrategias como los propósitos de la enseñanza son planteadas teniendo en cuenta los contenidos de enseñanza; pero también que el conocimiento de los estudiantes, identificado y considerado por el profesor, influencia los contenidos de enseñanza, ya que tanto las preguntas realizadas por los estudiantes, como las respuestas de las preguntas que les formuló acerca de situaciones de la cotidianidad, las abordó, a tal punto que los contenidos implicados en tales respuestas se constituyen en contenidos de enseñanza.

El mapa permite notar también que la evaluación que practico se dirige principalmente a los contenidos de enseñanza y, que he buscado, a partir del conocimiento del contexto, presentar a los estudiantes ejemplos y situaciones particulares de la Biotecnología en Colombia, con las cuales posibilitar que los estudiantes den significado a los contenidos de enseñanza. A este respecto, cabe recordar que durante la clase observada por dos profesores externos, fueron varios los contenidos de enseñanza abordados, predo-

minantemente del tipo conceptual, y que entre ellos, los principales fueron los conceptos de Biotecnología, proceso y producto biotecnológico; las generaciones en las que algunos autores dividen la historia de la Biotecnología (presentando en este caso contenidos tanto históricos como epistemológicos de cada generación); las clases de Biotecnología según su clasificación por colores (clasificación asociada a los diferentes sectores productivos) y; los criterios de clasificación de procesos y productos biotecnológicos atendiendo a los tipos de biotecnología por colores. Es relevante señalar que durante el abordaje de los contenidos de enseñanza mencionados se presentan elementos de la epistemología de la Biotecnología que influyen en la enseñanza de tales conceptos, y que al mismo tiempo se constituyen en contenidos de enseñanza.

A partir de la reflexión o del análisis del instrumento presentado anteriormente se concluye que es pertinente y necesario incorporar la epistemología de la enseñanza de la Biotecnología, en momentos en que el interés está centrado en la lógica mercantilista de la producción biotecnológica. Esto se explica y confirma desde el planteamiento realizado por Robinson (2016), al afirmar:

Es preciso puntualizar, que la Biotecnología se constituye en “un espacio en el que se ponen en juego diversas perspectivas de investigación y poderes-políticos, académicos, económicos-fraguados en los Estados que tienen en sus manos el control de la vida y de lo vivo. La mirada reduccionista sobre el conocimiento, su producción y naturaleza se torna obsoleto en este campo, más todavía si se tienen en cuenta las implicaciones y aplicaciones del mismo en el mundo. (p.354)

### Aplicación del ReCo

A partir de las preguntas orientadoras de la entrevista semiestructurada se tiene los

siguientes hallazgos al analizar las categorías, propósitos de enseñanza y contexto: *¿Qué pretende cuando enseña biotecnología a los estudiantes?*

“En primer lugar, acercarlos a un conocimiento nuevo, desde el punto de vista de la realidad de ellos de los que han aprendido durante los años anteriores, el mismo concepto de biotecnología, pues que no lo tienen claro, entonces *¿cuál es la intencionalidad de la enseñanza?* Acercar un conocimiento que dialogue con la realidad de los estudiantes, es decir, que de alguna manera ellos vean, que es un conocimiento que no está allá en los libros o en el profesor, sino que tiene que ver con la vida cotidiana, dado que nosotros convivimos con muchas aplicaciones biotecnológicas, empezando por los alimentos, *¿cuántos alimentos consumimos nosotros, que tienen su origen en el trabajo de biotecnología, en los estudios en las investigaciones y pues desconocemos?* Y *¿por qué es importante conocerlos?* Porque nos permite también tomar decisiones, tener unos criterios frente a lo que debemos consumir o no consumir, por ejemplo.

Entonces, desde ese punto de vista, cuando el profesor lleva la biotecnología a estudiantes jóvenes y adultos persigue una alfabetización científica en el tema de la biotecnología, y a su vez, mostrar que el conocimiento científico no es un conocimiento aislado de unos pocos que investigan, sino que es un conocimiento que convive con nosotros en nuestras realidades. Entonces éste trabajo de biotecnología permite alcanzar también otras cosas, hay otros propósitos allí y es en primer lugar, que los estudiantes puedan hacer una lectura crítica de los hechos o de las aplicaciones de la biotecnología; cuando se habla de una lectura crítica de los hechos, se habla de aprender qué significan esos conocimientos cuando ya se implementan en la vida



cotidiana o en la realidad o cuando ya el ser humano asuma ese conocimiento para su bienestar.

Figura 2.

#### Prácticas de laboratorio



Fuente: Autor (2017).

Por tanto, es muy importante que los estudiantes encuentren sentido, significado y aplicabilidad de ese conocimiento a la vida del ser humano, tomando distancia obviamente para que ellos analicen cuáles serían sus beneficios, sus efectos de todas esas aplicaciones biotecnológicas en sus vidas.

*Una inquietud frente a eso. Lectura crítica ¿qué significa lo crítico ahí? ¿En su práctica?*

Se trata de establecer lo crítico, el pensamiento crítico, se habla de un pensamiento que los lleve a leer una situación determinada

o un hecho de la biotecnología pero que tome una distancia para ver ese conocimiento qué impactos puede tener para un sector, para una población, pero mirando también desde un punto de vista de cómo nos benefician, como nos puede perjudicar, como nos puede proyectar, es decir buscando como es la esencia de ese conocimiento, pero que haya un acto de reflexión del estudiante y también una postura, eso es muy importante, no sólo es decirles, sino yo qué posición tomo frente a ellos

*¿Te aproximas a esa finalidad?*

Eso es lo que intento, que todo lo que yo pueda tratar con ellos, tratar de despertar en ellos, no sólo el interés, sino que se cuestionen, que se pregunten, que digan si realmente ese conocimiento si les puede servir, o no. Entonces empiezan a hacer unas reflexiones que me parecen interesantes, sobre lo que genera la aplicación de ese conocimiento a nivel social y obviamente ahí se van extendiendo, los intereses políticos. Cuando ya hay esa lectura crítica, lo hablo desde ese punto de vista...

Así las cosas, la búsqueda de sentido en la interpretación de acontecimientos biotecnológicos promueve el pensamiento crítico como lo refiere Facione (2007), “el pensamiento crítico es un pensamiento que tiene propósito (probar un punto, interpretar lo que algo significa, resolver un problema), pero el pensamiento crítico puede ser una tarea colaborativa, no competitiva.”

Si partimos de esos saberes que los estudiantes jóvenes y adultos manejan son riquísimos y lo digo porque yo ya tenía una experiencia pasada de trabajar con comunidades y encontré un buen porcentaje de estudiantes ha pasado por la Central de Abastos y tienen unos conocimientos y experiencias enriquecedoras, otros que trabajan en frutas y verduras, hay recicladores, personas que

barren las calles, es decir, si yo empiezo a indagar sobre esos saberes que ellos tienen los podemos relacionar con la biotecnología.

*¿Qué conocimientos previos y/o creencias tienen sus estudiantes sobre biotecnología?*

Bueno, lo primero era lo que yo les comentaba que el hecho de que yo les pronuncie el término – biotecnología- ya de por sí crea una barrera porque la primera pregunta es ¿qué es eso?, entonces cuando no hay claridad sobre qué es y yo le estoy hablando sobre biotecnología, pues ahí encontramos la primera barrera, pero cuando buscamos a partir de hechos concretos, como las aplicaciones de biotecnología y las podemos visualizar, evidenciar en el laboratorio, en las salidas, entonces ya ellos empiezan a relacionar. Cuando hablo con los conocimientos previos o creencias, lo primero que piensan, cuando hablamos de biotecnología, es en la clonación, y dicen “ profe ¿cierto que se puede clonar un ser humano?” Entonces el tema de la clonación se destaca sin haber leído...

Figura 3.

#### Exposición de productos alimenticios



Fuente: Autor (2018)

Hay una cosa interesante sobre las creencias, y es que ellos todavía siguen pensando con una interpretación de las cosas algo mágicas, en algunos aspectos ellos creen que las cosas se producen porque sí, o porque

una sustancia se unió con otra y pum...pero no del porqué o cómo se llegó allá, qué hubo allí internamente unos procesos. Entonces yo digo que también aquí el pensamiento científico indudablemente está atravesado por ese pensamiento mágico y porque no también religioso.

*¿Cómo ha influido en su práctica docente el conocimiento que usted tiene de las creencias y/o los conocimientos previos de sus estudiantes sobre biotecnología?*

Pues sí, porque es que resulta que uno va recogiendo desde su experiencia y de ese conocimiento que va acumulando a lo largo del tiempo, entonces yo me pongo a mirar a mis estudiantes y pienso que la educación en sí, no les ha permitido pensar sino solamente almacenar sin digerir y repetir y entonces uno dice “ustedes han visto células cuántos años y todavía siguen pensando en algo mágico” y hay una serie de conocimientos que los estudiantes no han digerido y por lo tanto no pueden dar cuenta de ellos y si llegan a hablar de ese conocimiento está muy atravesado por el dogmatismo.

*¿Ha influido de alguna otra manera? Eso que tú recoges de los estudiantes...*

En un curso tuve una pareja de esposos, personas mayores de 65 años, campesinos que vivían en Usme y trabajaban en Abastos, de quienes aprendí. El señor, me siempre me decía “profe, usted está hablando de abonos, resulta que yo trabajé en el campo y yo conozco de abonos” empíricamente él cultivaba y preparaba los abonos y yo pensé que era una vivencia que tuvo, pero ya y él seguía insistiendo y cuando les puse proyectos él eligió trabajar sobre bioabonos y hacer una maqueta sobre bioabonos para mostrar el proceso y me di cuenta que él sí sabía, “él que no sabía era yo”, él sabía desde el punto de vista práctico porqué le agregaba determinados componentes, y cómo se formaba



y que él veía que efectivamente germinaba esa semilla, que efectivamente el cultivo se quedaba con éstas características, etc. Y ahí fue donde yo dije, “mira cómo no hay que desechar nada, esa experiencia que ellos tienen es valiosísima”, lo que hay es que coger esa práctica, que es muy funcional, y hacerles ver a los estudiantes qué tiene que ver con la biotecnología, qué conocimientos están allí presentes y qué le aportan.

Figura 4

Visita técnica al Relleno Sanitario de Doña Juana



Fuente: Autor (2017)

He tenido diferentes momentos en mi vida profesional que han incidido en lo que hago actualmente, ya que he tenido la oportunidad de escribir y de sistematizar varias de mis actividades en la institución y esto me ha permitido reflexionar y tomar decisiones para mejorar mi práctica en un escenario de investigación, porque en la medida que yo me

doy cuenta de mi propia práctica y de lo que estoy haciendo y cómo lo estoy haciendo, pues eso me va a abrir un poco mi panorama de acción.

### Percepción de los docentes observadores sobre la práctica de un docente

En el desarrollo de este trabajo autoreflexivo, se encuentran algunas percepciones expresadas por los profesores observadores acerca de la categoría enseñanza de la Biotecnología, que se presentan a continuación:

Hallazgos desde las percepciones de los observadores externos

**Profesor 1** - Es una visión novedosa, es una visión diferente, pero muy válida también desde esa justificación del contexto de los estudiantes con que el profe trabaja en la enseñanza de la biotecnología y también desde su visión de cuál debe ser la finalidad de la biotecnología y bastante contrastante también con el otro caso que tenemos.

**Profesor 1** - “...a mí se me hace profe que el recorrido que usted ha llevado hasta ahorita, lo lleva a que sus clases sean muy ricas, muy complejas en su discurso, también en sus estrategias de enseñanza y en sus contenidos de enseñanza, pero en su discurso para analizar, es bastante complejo, pues para mí, me demanda mucho trabajo profe”.

Respecto al constructo epistemológico

**Profesor 2** - La importancia de la historia de la epistemología. Al respecto, y considero que es algo muy difícil que un profe incorpore en sus prácticas pedagógicas, elementos del estudio de epistemología.

Le escuché la expresión “tecnociencia” ese es un asunto epistemológico y es un asunto epistemológico contemporáneo, y así uno diría que la biotecnología es contempo-

ránea, muchas experiencias de enseñanza de biotecnología están restringidas a la aplicación de técnicas y claro, la biotecnología se presta para una discusión como el profesor Javier lo ha mencionado bastante fuerte desde los aspectos sociales, muy contemporáneo.

### Discusión de Resultados

Con base en los hallazgos de los instrumentos aplicados para caracterizar la práctica pedagógica del profesor cuando enseña Biotecnología, es evidente ciertos elementos que se hacen constantes en el desarrollo de la clase #2, en cuanto a las categorías de Contexto y Propósitos de enseñanza y que se expresan en la manera como se relacionan los propósitos de enseñanza con lo que acontece en el sector real y la importancia de aterrizar los contenidos partiendo de las características del estudiante joven y adulto y su vida cotidiana. Tal como lo plantea (Espinel y Valbuena, 2017), al referirse al modelo didáctico alternativo en el cual “los procesos de enseñanza incorporan conocimientos y situaciones cotidianas, culturales, históricas y científicas, además, de contenidos conceptuales y procedimentales, actitudinales, axiológicos y epistemológicos.” (pág. 7)

Por otra parte, se destaca como elemento innovador en las clases del profesor, la incorporación de aspectos epistemológicos de la Biotecnología y su relación con la producción de conocimiento ligado a la historia de las ciencias, de tal manera, que se sitúa al estudiante en un contexto histórico de la Biotecnología y en los paradigmas de la ciencia para que comprenda las dinámicas de producción de conocimiento científico y su interpretación. Al respecto, Gimeno (1988), (citado por Porlán, Rivero y Martín del Pozo (1998), afirma que “esa epistemología implícita del profesor respecto del conocimiento es una parte sustancial de sus perspectivas profesionales configuradas a lo largo de su experiencia en la formación inicial, como profesor e incluso como alumno.”

Por otra parte, la intencionalidad al abordar aspectos epistemológicos es provocar la reflexión y el desarrollo del pensamiento crítico de mis estudiantes frente al conocimiento biotecnológico y su instalación en la sociedad, como lo expresa Tejada (2008, p. 17), al referirse al profesor como “agente curricular en el ámbito de la innovación, por cuanto adquiere un papel primario en la construcción la innovación”.

Otro elemento presente en que se hace evidente en las clases es la comprensión de la incidencia de las aplicaciones de la Biotecnología para la humanidad y las implicaciones económicas, políticas y socioculturales que conducen a generar controversias.

Estas posturas configuran una concepción de la biotecnología en el ámbito educativo que se incorporan en el desarrollo de las clases cuando el profesor enseña biotecnología.

### A manera de conclusión

El ejercicio autoreflexivo de la práctica pedagógica representa una oportunidad de darle sentido y fuerza a la enseñanza que imparte un maestro en el aula y fuera de ella. En el caso concreto de la práctica pedagógica cuando el profesor enseña Biotecnología ha permitido reconocer intencionalidades y retos para ubicar desde la enseñanza, la comprensión de la Biotecnología.

Por otra parte, se desprende de la reflexión y observación externa, la importancia de articular a los contenidos de enseñanza, el contexto sociocultural de los estudiantes, para lograr incidir en sus concepciones, representaciones, creencias y actitudes.

De la misma manera, se destaca en la práctica pedagógica la incorporación de la epistemología en la enseñanza de la Biotecnología que ha permitido posicionar la historia de las ciencias y la producción



de conocimiento en el contexto actual de la biotecnología como tecnociencia con todos los conflictos que ello genera.

Del análisis de las sesiones mi clase y la entrevista semiestructurada se evidencian elementos de la enseñanza correspondientes a un modelo didáctico alternativo en el cual el conocimiento escolar se ubica desde el socio constructivismo desde el cual se aborda la ciencia y la tecnología de manera no neural imbricada en la realidad sociocultural y el desarrollo de un pensamiento crítico frente a las aplicaciones de la Biotecnología y los intereses económicos y políticos que confluyen.

### Referencias Bibliográficas

Espinel, N. (2015). Enseñanza de la Biotecnología en América Latina. Revisión de Antecedentes. Biografía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición extraordinaria. pp. 1318 – 1331.

Espinel, N y Valbuena, E. (2017). ¿Qué contenidos de Biotecnología enseñar en la escuela?

Bio-grafía. Escritos sobre la biología y su enseñanza. ISSN 2027-1034. Edición extraordinaria. p.p 448 Recuperado de: <http://www.eduteka.org/Pensamiento-CriticoFacione.php>

Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante. Insight assessment, 22, 23-56.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documen-

ting professional practice. Journal of research in science teaching, 41(4), 370-391.

Porlán, R.; Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las ciencias, 6 (2): 271-288.

Roa, R. (2016). Configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología. Tesis Doctoral. Universidad Pedagógica Nacional.

Segura, D. (2010). Las urgencias de la innovación. Universidad Libre, Facultad de educación.

Vol. 10.

Tejada, J. (1995). El papel del profesor en la innovación educativa. Algunas implicaciones sobre la práctica innovadora. Educar, 19. Universidad Autónoma de Barcelona, pg. 19-32.

Vergara, C, Hernán, M. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? Estudios Pedagógicos, vol. XL, Número Especial

1: 323-338, Chile.

[https://www.integracionsocial.gov.co/imagenes/\\_docs/2021/transparencia/ETIS\\_Localidad\\_8.pdf](https://www.integracionsocial.gov.co/imagenes/_docs/2021/transparencia/ETIS_Localidad_8.pdf)