



LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE EN CIENCIAS NATURALES:

Un proceso complejo

Marlene Castro R.

Doctora en Educación por la Universidad de Los Andes, Venezuela
Facultad de Humanidades y Educación
Universidad de Los Andes, Venezuela

INTRODUCCIÓN

Esta es una investigación de naturaleza cualitativa, con carácter descriptivo-interpretativo. Se realizó una investigación dirigida a conocer el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en las Ciencias Naturales. Se hizo un estudio a profundidad a lo largo de un lapso, en una sección de 4to. año de Biología de Educación Media, en un instituto público, con una población estudiantil heterogénea desde el punto de vista social. La información se recabó utilizando técnicas etnográficas como la observación participante, registros magnetofónicos, entrevistas no estructuradas. El análisis se realizó de documentos textuales a través de la inducción analítica y las comparaciones constantes. Se determinó una serie de categorías emergentes que permitieron llegar a ciertas conclusiones. Se concluyó que el aprendizaje es un producto que emerge de la interacción de los componentes del proceso de la enseñanza y el aprendizaje y que la simplificación o eliminación de algunos de ellos para su estudio, va en detrimento del proceso en su complejidad, por lo cual hay que acceder al aula de clase como un sistema.

PROBLEMA

Los estudios que se hacen relacionados con el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en general y de las ciencias naturales en particular, en los institutos educativos, generalmente se presentan de manera descontextualizada, en sus componentes. Unos se refieren a la actuación del docente, otros a la actividad de los estudiantes, algunos otros estudian los contenidos programáticos y otros las estrategias didácticas, o también las influencias socioeconómicas. En todo caso, estas investigaciones así concebidas no logran resolver la grave problemática que se muestra en la educación, principalmente, en el nivel medio; representada por la deserción escolar, alto índice de repitencia, estudiantes pocos motivados a seguir carreras en el campo de las ciencias naturales, entre otros.

Una reflexión profunda sobre el hecho educativo nos muestra que éste está integrado por un lado, por el estudiante (sujeto cognoscente), con sus experiencias, motivaciones, intereses y preconcepciones, en otra palabras su saber cotidiano; por otro lado, el objeto de conocimiento, en este caso, el contenido programático de ciencias, o sea el saber científico con su naturaleza epistémica de relaciones, construcciones, lenguaje simbólico a lo largo de su desarrollo (Galagovsky y Adúris-Bravo, 2001). Ambos se encuentran mediados por la enseñanza, en manos de un docente también con su carga de intereses, experiencias producto de su formación, motivaciones y preconcepciones, quien determina las maneras y las condiciones del proceso de enseñanza y de aprendizaje en la acción didáctica de la clase.

También es necesario señalar que el hecho educativo se encuentra inmerso en un ámbito de interacciones sociales, como las que se dan en el aula de clases. Mauri y Gómez (en Rodrigo y Arnay, 1997) sostienen que “...la relación profesor-alumno-contenido constituye un todo y debe ser analizado tomando en consideración todos los elementos del proceso y las relaciones que estos mantienen entre sí”. Es aquí, en este ámbito, donde se suceden ciertas incidencias como las apropiaciones, las construcciones, las reelaboraciones, los cambios y las emergencias, pero también se presentan las dudas, las contradicciones, las negaciones, que se implican e interfieren en el quehacer pedagógico (Cubero, 2001; Coll y Onrubia, 2001)

través de procedimientos analíticos y comparaciones constantes, los cuales condujeron a la construcción de categorías emergentes.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la finalidad de determinar la importancia de la integralidad de los elementos constitutivos de la acción pedagógica, se realizó un análisis exhaustivo desde diferentes fuentes de información, buscando, también identificar en lo posible, la incidencia de estas prácticas descontextualizadas en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, en general, y de la Biología, en particular.

En tal sentido, se analizaron las clases teóricas para establecer las relaciones derivadas de la interacción contenido-docente-estudiantes. Igualmente se analizaron los exámenes para determinar sus presentaciones y evaluaciones. También se analizaron las actividades prácticas de laboratorio y los informes derivados de las mismas, para indagar en estas actividades el compromiso de sus factores inherentes.

A modo de ilustración, se presentan algunos registros de las clases teóricas, prácticas, entrevistas y exámenes.

Algunas simbologías utilizadas en las transcripciones: **Do** (docente), **Aa** (alumna), **Ao** (alumno), **Aos** (alumnos), (...) texto omitido, “ ” (registros textuales), ... (cortes y continuación de textos por interrupción y /o por extensión).

En el registro se observa como la definición de selección direccional no quedó lo suficientemente esclarecida por una explicación incompleta. También se produce una confusión conceptual y teórica cuando el docente trata la selección equilibradora como distinta de la estabilizadora o normalizadora. La selección normalizante o estabilizadora, generalmente, elimina a los individuos situados en los extremos de la población y favorece los del promedio. El docente da un ejemplo de la anemia falciforme endémica de África, que junto con la malaria presenta un proceso adaptativo en los heterocigotos de la anemia, y los trata como distinta a la normalizadora. Se puede decir que se han puesto en evidencia algunos problemas relacionados con aspectos conceptuales y teóricos, los cuales se identifican

Registro de Clase 1.1 (Do)

“Primero, entonces, tenemos la *selección direccional* (...) este tipo de selección probablemente sea el punto de origen de la gran diversidad de especies. Este tipo de selección opera o se da en medios ambientes que han sufrido transformaciones producto de la intervención del hombre. *Un ejemplo lo constituye el de la propia Tierra que ocurre como un fenómeno natural...*

Luego tenemos la *selección estabilizante o normalizadora* ¿En qué consiste? En seleccionar los genotipos y fenotipos más comunes a expensas de los más raros, es decir, lo que es bueno lo pongo acá, pero lo que está en malas condiciones lo voy desechando...la *selección normalizadora* nos procura detectar genes que causen algún tipo de anomalía como el caso de los genes del albinismo y el enanismo...

Luego tenemos ahora la selección que va a favorecer ahora a dos fenotipos que antes no existían, que eran comunes los más aptos y los menos aptos, *la disruptiva o diversificadora, aquí se tiene que elegir uno, o es blanco o es negro*. Se presenta cuando organismos de una misma especie viven en ambientes heterogéneos y desarrollan mecanismos de adaptación...

Luego vamos a tener la *selección equilibradora*, entonces este tipo de selección va a operar en ambientes y poblaciones *donde existen dos o más tipos de alelos...* entonces allí la selección natural va a favorecer a los individuos ¡perdón! a los heterocigotos ¿por qué?, porque estos portan enfermedades, la transmiten pero no la sufren, ni la padecen; en el otro extremo están los individuos homocigotos, que nacen con la enfermedad y mueren por la enfermedad. ¿Hay alguna pregunta?

como problemas epistemológicos. En esta clase se ha podido evidenciar lo siguiente: -Para los estudiantes estos problemas se convierten en dificultades para el aprendizaje. También se nota la poca oportunidad de participación de los alumnos para el aporte de ideas, de conceptos. Igualmente, en el desarrollo del contenido no se establecieron vinculaciones entre unos y otros. Estos últimos problemas se han identificado como pedagógicos ya que derivan de la acción didáctica de la clase.

Registro 2.7 (Aos)

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa2	<i>“Es una población aislada a partir de un aislamiento geográfico. También se puede decir que este tipo de evolución ocurre en poblaciones que han sido aisladas por un aislamiento geográfico. Después que se aíslan (...)</i>
Ao1	<i>“La evolución de una especie ocurre (...) Tenemos la especiación alopátrida que es, que se denomina también evolución geográfica (...) que su principal objetivo es la producción de especies en un largo período de tiempo”.</i>
Ao3	<i>“Es la producción de nuevas especies (...) es decir que los individuos, la transformación de los organismos quedan separados (...)</i> ”.
Ao2	<i>“...es cuando los individuos tienen la capacidad de aislarse y éste trae consigo que (...) entre los tipos de especiación tenemos la simpátrida que es, también se dice que es una especiación geográfica y esta tiene que ver con (...) La alopátrida se dice que los organismos se cruzan...</i>
Aa3	<i>“La especiación es la formación de especies a partir de una especie determinada. En la especiación están los pasos formales y los no formales. Los pasos formales incluye la divergencia, la cual impide el apareamiento de distintas poblaciones, lo cual origina nuevas especies. (...)</i> ”.

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Ao3	“...Entonces cómo es la primera...la segunda es larga ¿no? ¿Qué cree sucede con la Biston betularia ¿Esas son las mariposas?”
Aa1	Que en un año aparecerán...
Aa2	“¿Cómo es que usted había dicho el otro día esa...?”
Aa1	“¿La qué?”
Aa2	“La Biston betularia, que pasarían en unos años sin betularia...”
Aa3	“¿Qué crees que suceda con la Biston betularia en algunos años?”
Aa2	“¿Esa era la que era negrita?”
Aa1	“No, la <i>Betularia</i> es la blanca”
Aa2	“¡Ah! La blanca”
Aa1	“La Carbonaria es la negra”
Aa3	“La <i>Betularia</i> es la que ya está desapareciendo...”

CUADRO 8: EXAMEN 1. PREGUNTA 1

¿Por qué se produce el síndrome de klinefelter?

Se observa que los estudiantes en sus respuestas presentan omisiones, errores y confusiones, los cuales se traducen como problemas teóricos y conceptuales, que en algún momento se pueden convertir en dificultades epistemológicas como lo señala Camilloni (1997). Por ejemplo, algunos

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	"Se produce por una <i>mala separación del cromosoma X de la mujer, trayendo como consecuencia que el individuo posea un cromosoma XXY</i> . Se da generalmente en los varones y presentan características como desarrollo de senos, poseen testículos pequeños y duros, poseen cardiopatía en algunos casos"
Ao2	"Se produce por la no disyunción <i>de los cromosomas XX</i> , se da en el hombre, el cual va a presentar 47 cromosomas y va a tener XXY en vez de XY"
Ao3	"El síndrome de Klinefelter se da en los hombres <i>por un cromosoma sexual de más y en vez de tener XY tiene XXY</i> , trayendo como consecuencia 47 cromosomas en vez de 46, 3 cromosomas sexuales y 44 asexuales"
Ao4	"Por la <i>adición de un cromosoma X (XO)</i> "
Ao5	"El síndrome de Klinefelter se produce porque una persona le sobra <i>un cromosoma sexual</i> es decir que en vez de estar en su condición normal tiene un cromosoma de más"
Ao6	"Se produce porque <i>le falta un cromosoma sexual (X) y tiene 45 cromosomas en general; tiene dos pares uno de 23 cromosomas y otro de 22 cromosomas</i> "

estudiantes tienen poca o ninguna comprensión del proceso meiótico en la formación de las células sexuales, específicamente el fenómeno de la no disyunción que se puede producir en durante el proceso en la separación de los cromosomas. Así como también desconocimiento en la formación de trisomías cromosómicas responsables de algunas enfermedades hereditarias.

CUADRO 13: EXAMEN 2. PREGUNTA 2

¿A qué alelo favoreció la selección natural en el proceso del melanismo industrial después de 1848?

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Aa1	"La selección natural favoreció al <i>alelo oscuro</i> ..."
Aa2	"Favoreció al <i>alelo oscuro</i> ; y a partir de ese momento existen y predominan las polillas de color oscuro y han sido desechadas las de color claro"
Ao3	"Favoreció al <i>alelo de color negro</i> o el de la <i>Bistón carbonaria</i> "
Ao4	"La selección favoreció al <i>alelo más oscuro</i> después de 1848"
Aa5	"Al alelo de las mariposas oscuras <i>Bistón carbonaria</i> "
Ao6	"El alelo favorecido fue el de la mariposa <i>Bistón carbonaria</i> , ya que ésta como no se notaba al posarse en los árboles ennegrecidos por el hollín no era muy predada, en cambio el alelo de la mariposa clara se vio desfavorecido debido a que eran detectadas fácilmente por los depredadores, por lo tanto podemos deducir que el alelo de las mariposas oscuras se vio favorecido con la revolución industrial..."

Los estudiantes Aa1, Aa2, Ao3, Ao4, en sus respuestas asumen el gen y los alelos como entidades físicas con determinado color, en este caso, el color oscuro. El gen según la teoría es una entidad teórica que permite explicar cómo se transmiten los caracteres hereditarios de una generación a otra, puede manifestar un determinado carácter para el color y sus alternantes (alelos); en el caso de las mariposas el claro y el oscuro, pero no tienen una entidad física determinada como tamaño, forma o color. Por lo que estas expresiones corresponderían a preconcepciones de los alumnos

(Carrascosa, 2005; Furió, 1999; Pozo,1993) con respecto al concepto del gen. Los alumnos Ao5 y Ao6 se refieren a los alelos de manera muy diferente. Las expresiones “el alelo de las mariposas oscuras” y el alelo oscuro de las mariposas no tiene el mismo significado teórico. Los problemas presentados en estas respuestas se pueden catalogar como teóricas, conceptuales y cognitivas, dada la incapacidad para interpretar los modelos teóricos presentes en estos contenidos. También se observan problemas de orden didáctico del docente, debido a que las preconcepciones no fueron diagnosticadas ni tampoco tratadas adecuadamente para reducir su impacto en estos conocimientos.

REGISTRO 1.2: ENTREVISTA AL DOCENTE

¿Cómo cree que es el trabajo de los estudiantes en clase?

“Bueno el trabajo de los estudiantes pues, no vamos a decir que es excelente, contrariamente, es un trabajo regular si se puede decir de esta manera; porque lo de ellos es agarrar un libro y cuando se ponen a investigar, por ejemplo, transcriben lo de un libro ¡y para el cuaderno!, pero ellos no tienen la iniciativa, por ejemplo, ver una palabra rara, tomar el diccionario o preguntar qué significa esa palabra... *porque realmente ellos no discuten, ellos no analizan, ellos no se preocupan por desglosar, por ejemplo, un concepto en palabras, para entenderlo realmente; ¿qué es lo que sucede?, sino simple y llanamente por emitir un concepto o sacar una reseña de un libro y repetir en clase, pero ellos no quieren ir más allá, como si no quisieran explotar esa inteligencia...*”

El docente enfatiza que los estudiantes no discuten, no analizan, no desglosan los conceptos, pero en la totalidad de las clases observadas y registradas no se hizo ninguna actividad que pudiera ilustrar a los estudiantes en este sentido.

REGISTRO 1.3: ENTREVISTA AL DOCENTE

¿Cree que esto se debe a una práctica pedagógica insuficiente?

En esta respuesta del docente, como de muchos otros, generalmente atribuyen los problemas derivados del proceso educativo a los estudiantes y a otros agentes que pudieran participar de la acción educativa, sin prestarle suficiente atención al proceso de enseñanza y aprendizaje en sí mismo. En ellos pareciera encontrarse las causas de la falta de involucramiento y la baja producción académica. Nunca se asume que las causas fundamentales deberían indagarse dentro del propio proceso. Se observa que el papel del docente como orientador y conductor del proceso es tergiversado, dejando toda la responsabilidad en manos del estudiante.

“No profesora, no pienso, lo que pasa con el joven de ahorita es que ellos no quieren aceptar pues, que ellos tienen que ir más allá, que el proceso educativo es meramente de ellos, que el docente simple y llanamente es un orientador. Pienso que los profesores que han tenido anteriormente se han preocupado por esto... No pienso que sea realmente, a lo mejor sí, puede que haya muchas fallas, por ejemplo, en las materias que tienen suplentes, que muchas veces lo que les mandan es trabajos, pero realmente no hay esa relación de la materia de la teoría con el laboratorio, pero pienso realmente que no debe estar allí”.

REGISTRO 2.5: ENTREVISTA ALUMNOS

¿Qué fue lo que ustedes hicieron mayormente en el laboratorio?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	“Escribir y realizar dibujos... porque un científico en cambio lo que hace es que observa, busca, investiga... tiende a seguir buscando más y más hasta conseguir la respuesta que a él le satisfaga. En el laboratorio nuestro hay muchas fallas”

A2	“Bueno, en la práctica lo que hicimos fue dibujar modelos, representar la estructura de los individuos, pero tampoco estudiamos las formas como estos individuos actúan... pero así tampoco llegamos al fondo...”
----	---

REGISTRO 2.6: ENTREVISTA ALUMNOS

¿Las dificultades son propias de la signatura, de quién aprende o del profesor que enseña?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	“Las tres cosas, ya que pueden darse las tres en una misma situación. Puede ser la persona que enseña, porque ya dije si es una persona que no está realmente capacitada para enseñarla, pues, por supuesto, que no la va enseñar bien y saldrá todo mal”
A2	“Bueno, yo creo que en eso pueden influir ambos, porque el profesor trata de explicar mejor el tema que él domina, pero también el alumno debe prestarle atención para poder retener todos estos conocimientos”

Los alumnos después de varias preguntas realizadas reconocen que la asignatura y la manera como se enseña, pueden influir en el aprendizaje, cuestión que antes no tenían muy claro, al pensar que la responsabilidad era única y exclusivamente de ellos.

Las manifestaciones recurrentes de algunos problemas a través del análisis, permitió la identificación de ciertos patrones, que luego se convirtieron en categorías de análisis. Estas categorías se pudieron identificar o relacionar con algunas actividades bien diferenciadas dentro de la acción didáctica de la clase. En este sentido se identificaron cuatro tipos de categorías: *categoría componente conceptual*, *categoría componente procedimental*, *categoría componente cognitivo* y *categoría componente didáctico*. Igualmente se

determinaron tres posibles ámbitos en las explicaciones de estos problemas: *epistemológico, psicológico y pedagógico*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Podemos decir que muchos de los problemas en la comprensión de los conocimientos presentes en los contenidos de estudio, se deben, posiblemente, a la ausencia de ciertos procesos cognitivos como el análisis, relaciones, abstracciones, deducciones e inferencias, en la interpretación de teorías, modelos y conceptos afines, cuestiones que dificultan la reconstrucción de dichos conocimientos. Resultados que coinciden con los trabajos de White y Gutwill, Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), refiriéndose a los problemas que se derivan al no tomarse en cuenta los modelos de la ciencia en las explicaciones. También el análisis mostró la presencia de ciertas preconcepciones relacionadas con la representación de algunos conceptos aceptados por la ciencia, pudiendo interferir esta situación en la reconstrucción de presentes y futuros conocimientos.

La puesta en marcha de prácticas didácticas independientes trajo como consecuencia una serie de hechos recurrentes durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en el aula de clases, conduciendo al desarrollo de algunos resultados no acordes con estas prácticas. Cuando las actividades de clases fueron conducidas por el docente, la participación de los estudiantes fue limitada, impidiendo de alguna manera sus elaboraciones y reconstrucciones en la interacción docente-contenidos-alumnos. Igualmente, la falta de correcciones y observaciones tanto en los exámenes como en los trabajos y en las exposiciones de los alumnos, y la no elaboración didáctica sobre la base, por ejemplo, de algunos procesos cognitivos y de preconcepciones, obstaculizó de alguna manera que los estudiantes conocieran de sus errores y debilidades teóricas, conceptuales y de procedimiento.

Es importante resaltar que el hecho de considerar el proceso de enseñanza y aprendizaje como un todo integrado, permitió evidenciar que tanto los estudiantes como el docente incurrieran en los mismos problemas o dificultades tales como omisiones, confusiones, errores conceptuales y

teóricos y de preconcepciones en sus explicaciones; situación que no se hubiese podido lograr con un análisis independiente de los componentes del proceso.

CONCLUSIONES

Debido a la ausencia en una relación profesor-alumnos-contenidos apropiada se determinó una serie de problemas en las construcciones y elaboraciones de los estudiantes: en el registro del lenguaje natural, en el uso del lenguaje específico propio de la biología; problemas en los procesos cognitivos, y en la manifestación de preconcepciones, además de presentar problemas de omisiones, confusiones y errores en sus construcciones; cuestiones que probablemente se hubiesen evitado si el proceso de enseñanza y aprendizaje hubiese sido abordado como un todo complejo dentro del sistema aula y no como prácticas descontextualizadas.

Muchos de los problemas identificados en los estudiantes, son compartidos por el docente en sus orígenes y sus causas; aunque pudiese haber otras explicaciones, como por ejemplo, la formación del docente, sus preconcepciones y creencias relacionadas con la práctica pedagógica. Esta situación se torna riesgosa al constituirse en un elemento multiplicador a través de la docencia. Se podría decir que estos problemas tienen un origen diverso, derivados del *propio proceso de enseñanza y aprendizaje* durante la acción didáctica de la clase, de los *procesos cognitivos* del estudiante y de los *contenidos programáticos* de la asignatura.

Asimismo, tomando en cuenta la naturaleza de los problemas antes señalados, se identificaron en este estudio tres ámbitos explicativos comunes a ciertos grupos de problemas, como el *epistemológico*, *psicológico* y *pedagógico*, dotándolos de cierto significado, coincidiendo con las ideas de Vasco (1998).

Igualmente, se observó que los problemas o las dificultades del ámbito pedagógico, se entrecruzan e interfieren con los problemas del ámbito psicológico y epistemológico en la construcción del aprendizaje, llevándonos a pensar que muchas de las dificultades epistemológicas y psicológicas resultarían de acciones didácticas no apropiadas.

Con este estudio se constata una vez más que el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en las ciencias naturales es un proceso único y complejo, cuyos componentes deben ser abordados dentro del sistema aula, en donde cobran significado las elaboraciones, reconstrucciones, las afirmaciones, pero también las contradicciones y las negaciones propias del proceso educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camilloni, A. (1997). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa.
- Carrascosa, J. (2005). "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. *Eureka*, 2(3), pp.388-402".
- Coll, C y Onrubia, J. (2001). "Estrategias discursivas y recursos semióticos en la construcción de sistemas de significados compartidos entre profesor y alumnos". *Investigación en la Escuela*, N° 45, pp
- Cubero, R. (2001). "Maestros y alumnos conversando: el encuentro de las voces distantes". *Investigación en la Escuela*, N° 45, pp 7-19.
- Furió, C. (1999). "Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación". *Alambique*, 7, pp.7-17.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). "Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias como lugar de encuentro". *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 171-185.
- Gallego, R. y Pérez, R. (2002). "El problema del cambio en las concepciones se estudiantes de formación avanzada". *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 401-114.
- García, F. y Rivero, A. (1995). "Dificultades y obstáculos en la construcción del conocimiento escolar". *Investigación en la Escuela*, N° 27, pp.88-94.
- Mauri, T. y Gómez, I. (1997). "Análisis de la práctica educativa: Constructivismo y formación del profesorado", en Rodrigo, M. y Arnay, J. (Comps). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, España: Paidós.

