



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DOCTORADO EN EDUCACIÓN
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN**

**DIFICULTADES EN LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS
EN LAS CIENCIAS NATURALES**

Un estudio de la Biología de 4º Año de Educación Media

Tesis doctoral en Educación

**Autora: Marlene Castro R.
Tutor: Dr. Bernardo Fontal
Cotutor: Dr. Aníbal León**

Mérida, marzo de 2008

**Tesis de grado presentada como requisito final para
optar al título de doctora en Educación**

RECONOCIMIENTO

**Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la
Universidad de Los Andes por el apoyo financiero:
Proyecto C1137-02-04-Ed
y Proyecto H-628- -02 AA**

AGRADECIMIENTOS

A la ilustre Universidad de Los Andes forjadora de espíritus, voluntades y conocimientos.

Al Dr. Bernardo Fontal, tutor de la tesis, por sus valiosas sugerencias y recomendaciones en el desarrollo de la investigación; por su paciencia y confianza.

Al Dr. Aníbal León, co-tutor de la tesis, por su acompañamiento constante, sus recomendaciones y orientaciones oportunas.

A mis amigos y compañeros del Grupo GISE, Dr. Aníbal León, Dra. Myriam Anzola, Dra. M^a Begoña Tellería, Dr. Ángel Antúnez, Dr. Jesús Delgado, por su apoyo y confianza.

Muy especialmente al Dr. Aníbal León, Dra. M^a Begoña Tellería y a nuestra recordada Dra. M^a Eugenia Dubois, por su acertada iniciativa en la creación de este Doctorado en Educación.

A los estudiantes y la docente del curso quien de manera desinteresada abrió su aula dando la oportunidad para realizar la observación participante y obtener los resultados de esta investigación.

A mi hijo Pedro y a mi familia por su amor y apoyo constantes.

Mi eterna gratitud a todos.

DEDICATORIA

A la memoria de mis queridos padres
cuyos sacrificios, amor y dedicación
hicieron posible este logro... los amo.

ÍNDICE GENERAL	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE REGISTROS DE CLASES, PRÁCTICAS, INFORMES	xi
ÍNDICE DE MATRICES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	11
INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN	12
OBJETIVOS	13
CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	14
ESTUDIOS Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
BASES TEÓRICAS	21
PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA	22
PERSPECTIVA PSICOLÓGICA	27
PERSPECTIVA PEDAGÓGICA	34

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO	47
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	47
GRUPO PARTICIPANTE DE LA INVESTIGACIÓN	48
PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTAS PARA RECABAR LA INFORMACIÓN	49

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS CUALITATIVOS	53
PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS PARA ANALIZAR LA INFORMACIÓN	53
1. ANÁLISIS DE LAS CLASES TEÓRICAS	65
2. ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO	179
3. ANÁLISIS DE LOS INFORMES	207
4. ANÁLISIS DE LOS EXÁMENES	220
5. ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS	252
CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	268

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	284
CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	296
REFERENCIAS BIBLIOHEMEROGRÁFICAS	302

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	Pág.
Nº 1	Resumen de fuentes, técnicas y herramientas para recabar la información	51
Nº 2	Resumen de temas teóricos tratados en el aula de clase	56
Nº 3	Resumen de temas en las prácticas de laboratorio	57
Nº4	Resumen de temas evaluados en los exámenes	58
Nº5	Resumen de clases, prácticas, informes y exámenes de la Unidad II: evolución	60
Nº6	Resumen de clases prácticas, informes y exámenes de la Unidad III: diversidad	61
Nº7	Simbología utilizada en los registros	64
Nº 8	Examen 1. Pregunta 1	222
Nº 9	Examen 1. Pregunta 3	223
Nº 10	Examen 1. Pregunta 4	225
Nº 11	Examen 1. Pregunta 6	227
Nº 12	Examen 1. Pregunta 8	228
Nº 13	Examen 2. Pregunta 2	229
Nº 14	Examen 2. Pregunta 3	231
Nº 15	Examen 2. Pregunta 4	233
Nº 16	Examen 3. Pregunta 2	235
Nº 17	Examen 3. Pregunta 3	236
Nº 18	Examen 4. Pregunta 2	238
Nº 19	Examen 4. Pregunta 3	240
Nº 20	Examen 5. Pregunta 1	243
Nº 21	Examen 5. Pregunta 3	244
Nº 22	Examen 6. Pregunta 3	249
Nº 23	Examen 6. Pregunta 5	249
Nº 24	Examen 6. Pregunta 3	250

ÍNDICE DE REGISTROS DE CLASES, PRÁCTICAS, INFORMES Y ENTREVISTAS

INDICE DE CLASES TEÓRICAS

CLASE	CONTENIDO	PÁGINAS
1	SELECCIÓN NATURAL	66-68
2	ADAPTACIÓN Y AISLAMIENTO	72-82
3	EVOLUCIÓN	86-92
4	DIVERSIDAD DE LA TIERRA	97-110
5	NECESIDAD DE LA CLASIFICACIÓN	113-116
6	GRANDES GRUPOS DE ORGANISMOS	118-123
7	CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS. 5 REINOS	128-137
8	REINO MONERA	140-143
9	REINO PROTISTA	146-152
10	REINO FUNGI	155-158
11	REINO PLANTAE	160-167
12	REINO ANIMALIA	170-176

ÍNDICE DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

PRÁCTICAS DE CORTE INFORMATIVO	182-189
PRÁCTICAS CON EXPERIENCIAS REALES	194-201

ÍNDICE DE INFORMES DE LABORATORIO

1	SELECCIÓN NATURAL	208-212
2	GRUPO SANGUÍNEO	214-218

ÍNDICE DE ENTREVISTAS

1	AL DOCENTE	253-257
2	A LOS ESTUDIANTES	258-263

ÍNDICE DE MATRICES

MATRIZ	CONTENIDO	PAG.
1	CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES	272
2	CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE LOS PROBLEMAS DEL DOCENTE	273
3	RELACIONES CRUZADAS ENTRE CATEGORIAS, SUB-CATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES	277
4	RELACIONES CRUZADAS ENTRE CATEGORIAS, SUB-CATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE LOS PROBLEMAS DEL DOCENTE	280
5	RESUMEN DE LA MATRIZ N° 3	292
6	RESUMEN DE LA MATRIZ N° 4	293

ÍNDICE DE ANEXOS

	CONTENIDO	Pág.
A	MUESTRA DE CLASE	308-310
B	MUESTRA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	311-313
C	MUESTRA DE INFORME DE LABORATORIO	314-316
D	MUESTRA DE EXÁMENES	317-325
E	MUESTRA DE ENTREVISTAS	326-328
F	TRANSCRIPCIONES DE CLASE, PRÁCTICA, ENTREVISTA	329

DIFICULTADES EN LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN LAS CIENCIAS NATURALES.

Un estudio de la Biología de 4to. Año de educación Media

Autora: Marlene Castro Romero

RESUMEN

Como un aporte a la educación en ciencias naturales esta investigación se desarrolló para conocer las dificultades que presentan los estudiantes de Biología en sus construcciones y elaboraciones durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje. Por su naturaleza el estudio se orientó como una investigación cualitativa con carácter descriptivo-interpretativo. Desde este punto de vista el trabajo se abordó desde su complejidad en el interior del sistema-aula, constituyéndose en nuestros informantes los alumnos y la docente de una sección de Biología de 4to Año de Educación Media. Para la recogida de la información se utilizaron técnicas etnográficas. Por los ámbitos estrechamente relacionados en que se suscribe el aprendizaje de los estudiantes, el estudio se fundamentó en las perspectivas epistemológica, psicológica y pedagógica. El análisis se realizó a partir de los documentos textuales derivados del corpus del trabajo. Tanto para el análisis como para las conclusiones se tomaron en cuenta las interrogantes y los objetivos que orientaron la investigación. Los hallazgos mostraron que la mayoría de los estudiantes presentan dificultades en el registro de su lenguaje y en el uso del lenguaje específico de la asignatura, tienen problemas de preconcepciones y de procesos cognitivos funcionales, también presentan omisiones, confusiones y errores en sus construcciones y elaboraciones teóricas y conceptuales. Como consecuencia se podría decir que las dificultades responden a diferentes causas: derivadas de la acción didáctica docente, de los procesos cognitivos del estudiante y de los contenidos programáticos. Las dificultades se ubicaron en tres grandes ámbitos epistemológico, psicológico y pedagógico, que podrían proporcionar un origen explicativo común a ciertos grupos de dificultades. Se concluye que la mayoría de las mismas son aquellas explicadas desde el ámbito pedagógico, infiriéndose que las dificultades epistemológicas y psicológicas podrían derivarse de prácticas pedagógicas no eficientes.

Palabras clave: dificultades, proceso de enseñanza y aprendizaje, epistemología, psicología, pedagogía.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con el desarrollo vertiginoso de la ciencia, la tecnología y los medios de información, los estudios en la ciencia son una prioridad. Sin embargo, con décadas de investigación en la enseñanza científica, existe aún una preocupación generalizada entre el profesorado de ciencias naturales en los diferentes niveles de la educación en relación con los resultados poco satisfactorios de su trabajo en el aula de clases. Los alumnos no se interesan por el aprendizaje de las ciencias y el rendimiento aparentemente empeora con el tiempo. Muchas de las causas que se le atribuyen a esta problemática son múltiples y algunas de ellas alejadas de la realidad del problema. Por otro lado, se ha sugerido que tal problemática podría responder a causas mucho más profundas y complejas que deben buscarse en las estructuras lógicas del pensamiento y en los procesos de conceptualizar y dar sentido a la realidad, como lo señala Martínez (1999).

Al considerar el proceso de aprendizaje se evidencian dos componentes fundamentales, por un lado, el sujeto cognoscente, es decir, quien aprende y por el otro, el objeto de conocimiento, o sea, los contenidos programáticos. No obstante, en la educación formal el aprendizaje es mediado a través de la enseñanza, como consecuencia de ello, el aprendizaje debe ser tomado como producto de la interacción entre estos tres componentes del proceso. A tal efecto, Fernández y Melero (Comps.) (1995), refiriéndose a Coll y col. complementan estos argumentos al señalar que el aprendizaje surge como producto de la construcción conjunta entre el profesor, el grupo de alumnos y los contenidos, en la interacción del aula de clase. En tal sentido, se puede decir que las maneras y condiciones de cómo se presentan las tareas (la práctica pedagógica) juegan papel importante en esta interacción, es decir, el profesor tiene una fuerte implicación en el proceso de enseñanza y de aprendizaje al concebirse ésta como construcción conjunta entre los participantes en el aula.

Todos estos señalamientos indican que el problema educativo debe estudiarse desde su complejidad, tratando de buscar puentes comunicantes entre los diversos campos involucrados en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje para la comprensión de tal problemática.

Por consiguiente, la investigación debe abordarse desde dos puntos referenciales: uno, teórico, de los aspectos conceptuales involucrados en la temática y, el otro, de carácter práctico contextual, referido al estudio en el interior del aula de clases, para comprender desde aquí la dinámica que se establece con respecto a las dificultades en la construcción del conocimiento y las formas de aprendizaje que presentan los estudiantes.

Bajo estas consideraciones, se partió de la premisa de que el estudio debía ser abordado desde tres grandes ámbitos: el epistemológico, el psicológico y el pedagógico, dada la naturaleza de los componentes involucrados en el proceso educativo, los cuales, de alguna manera, debían dar luces al problema de las dificultades en la construcción de conocimientos en los estudiantes de la ciencia en general y de la biología en particular.

Para el estudio se trabajó con alumnos del 4to. Año de Biología de Educación Media y Diversificada, en virtud de que en este nivel de la educación los alumnos ya han alcanzado un grado de madurez conceptual en el área y no están presionados por la presentación de proyectos finales, como sería el caso de los alumnos del 5to. Año. Esta muestra así seleccionada se considera intencional según Goetz y Lecompte (1988), Martínez (1994), Parra (1995).

La metodología para este estudio se enmarca dentro del paradigma cualitativo de investigación con carácter descriptivo-interpretativo, y con un diseño de campo. Las técnicas e instrumentos para la recolección de la información son etnográficas. El análisis y la reflexión profunda de la información recabada, permitieron la elaboración de categorías, relaciones e hipótesis que condujeron a la necesaria interpretación y teorización.

Con la intención de hacer un aporte a esta problemática, el interés principal de esta investigación fue alcanzar una aproximación al conocimiento y

comprensión de la naturaleza de las dificultades generadas en el ámbito pedagógico escolar en la construcción de conocimientos en el aprendizaje de las Ciencias Biológicas, en alumnos de 4º año de Educación Media y Diversificada. Para ello se consideraron todas las fuentes de información que podían aportar conocimiento importante, así como las formas de abordar el análisis de las mismas para identificar las dificultades y sus posibles causas.

De esta manera, este trabajo se presenta en cinco capítulos que muestran el desarrollo de la investigación. El primero se refiere al Problema de Investigación, su planteamiento y alcance; igualmente se muestra en este capítulo la Justificación de la investigación, así como las interrogantes que surgieron de la problemática y los objetivos que orientaron la investigación.

El segundo capítulo corresponde al Marco Teórico Referencial, en el cual se presentan los antecedentes de la investigación y las Bases Teóricas que dan sustento a este trabajo.

El tercer capítulo muestra el Marco Metodológico, aquí se determina el método de investigación más apropiado con los planteamientos del problema, así como también se caracteriza el grupo participante de la investigación, se definen los instrumentos para la recolección de la información y el método de análisis de la misma.

El capítulo que sigue concierne a la Presentación y Análisis de la Información recolectada. Este análisis se hace siguiendo un método adecuado para el tipo de datos cualitativos, en este caso se utilizaron procedimientos analíticos y las comparaciones constantes.

Por último se presenta el quinto capítulo de la Discusión y Conclusiones. Se discuten aquí los hallazgos, relacionándolos con las interrogantes y con los objetivos de la investigación. Se llega a una serie de aproximaciones a partir de esta discusión a modo de conclusiones.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Es ampliamente conocida la larga tradición en la enseñanza de las ciencias en los Institutos educativos del país, y de casi todos los países del mundo. Sin embargo, los resultados de este proceso en todos los niveles de la educación, continúan siendo un grave problema para quienes la enseñan y sobre todo para quienes la aprenden, generándose una profunda preocupación por parte de profesores, directivos, planificadores curriculares e investigadores en la enseñanza de las ciencias. A pesar de las innumerables investigaciones que se han realizado en este campo, como los trabajos de Driver y col. (1992), Gil y De Guzmán (2001), LaCueva (2000), Pozo y Gómez-Crespo (1998), entre otros, lo cual constituye una prueba del interés que este problema ha generado, todavía no se han logrado mejoras significativas para esta problemática.

Algunas de las causas que se le atribuyen al problema están relacionadas generalmente con situaciones que dejan por fuera al principal protagonista del proceso de enseñanza y el aprendizaje, como lo es el estudiante. Las causas comúnmente argumentadas son, por ejemplo, la carencia de laboratorios, escasez de materiales didácticos, docentes con preparación inadecuada en el área y otros. No obstante, sin restarle importancia a estos aspectos, ciertos estudios han demostrado que esta situación puede responder a causas mucho más profundas y complejas que habría que buscar en las estructuras lógicas del pensamiento y en los procesos que se involucran en el modo de conceptuar y dar sentido a la realidad como lo apunta Martínez (1999).

Después de reflexionar sobre los componentes que se involucran en el proceso de enseñanza y el aprendizaje en general y de las ciencias en particular, se pensó que el abordaje del hecho pedagógico es complejo, tanto por el carácter dinámico del proceso y por los ámbitos que en él intervienen, como por la naturaleza de sus componentes. De esta manera, cuando se trata de estudiar la problemática de la enseñanza en la educación formal, inevitablemente se involucran al sujeto cognoscente y el objeto de enseñanza. Pero aquí en este contexto el aprendizaje está mediatizado por la enseñanza, que generalmente es asumida por un docente quien propone las maneras y las condiciones en que ambos procesos se llevan a cabo en la acción didáctica de la clase. Se determina así que en estas condiciones el aprendizaje es un producto de la construcción conjunta de los componentes del proceso, profesor-alumnos-contenidos programáticos, como lo señalan Fernández y Melero (1995).

Es aquí, en este contexto social del aula de clase, donde entran en juego los procesos de cambio, transferencias, emergencias, contradicciones, e incertidumbres, que se implican e interfieren en la acción didáctica, cuestiones éstas que no serían posibles de aprehender en un estudio fuera de este contexto. Es por ello que si queremos comprender lo que sucede en la problemática de las dificultades en la construcción de conocimientos de los alumnos, obviamente, tenemos que hacerlo desde dentro del sistema-aula.

Estas inquietudes relacionadas con la problemática del aprendizaje de las ciencias naturales, no son actuales ni exclusivas de nuestro país. La reflexión en este campo ha generado, en las últimas décadas, un número importante de investigaciones con la esperanza de buscar explicaciones a tal problemática presentada por autores como Driver y Col. (1992), García y Rivero (1995), Gil y de Guzmán (2001), Fredericksen et al. (1999), LaCueva (2000), Lawson et al. (2000), Matthews (1998), Porlan y col. (2000), Pozo y Gómez Crespo (1998), Pozo y Rodrigo (2001), Sanmartí, Izquierdo y García (1999), Sandoval y Morrison, (2003).

Así tenemos que Pozo y Gómez Crespo (1998) en su obra, manifiestan que se ha generado una crisis en la educación científica, destacando algunas dificultades de comprensión conceptual no sólo en los estudiantes, sino también en los profesores de ciencia y en los libros textos; en el uso de estrategias de razonamiento, en la resolución de problemas y en las prácticas escolares que tienden a centrarse más en las tareas rutinarias con escaso significado científico. Por su parte, Pozo y Rodrigo (2001), orientan su trabajo hacia la construcción de las representaciones en los estudiantes y el cambio de las mismas. Estos autores establecen que en el proceso de construcción de las representaciones se manifiesta una pluralidad representacional, la cual se corresponde con distintos estados de conocimiento. Mientras que Sandoval y Morrison (2003), plantean la dificultad de las epistemologías científicas en el estudiante; según ellos, esta situación repercute de manera significativa en el aprendizaje y en la indagación que los estudiantes hacen en las ciencias.

Siguiendo el curso de esta problemática, es indudable que el desarrollo epistemológico del conocimiento científico comporta una serie de procesos no tan simples y directos a los cuales el estudiante tiene que enfrentar con sus propios procesos cognitivos. De esta manera, como resultado de la interacción contenidos-procesos cognitivos se produce el aprendizaje que, como ya se ha señalado, no llena las expectativas esperadas, convirtiéndose en una situación de frustración para profesores y estudiantes.

Un análisis de la ciencia, en cualquiera de sus áreas, revela una serie de construcciones y relaciones, que a través de prácticas diversas han dado origen a su propia estructura. La naturaleza de estas construcciones y relaciones han sido interpretadas a la luz de diversas orientaciones filosóficas en su evolución histórica, generándose una discusión que se ha dirigido a las relaciones entre factores racionales y sociales. De ello se derivan una serie de concepciones que transitan desde una noción empiro-positivista, hasta llegar a una visión constructivista del conocimiento. La primera concepción plantea una visión especular del conocimiento, es decir, un retrato fiel de la realidad. La

segunda, propone una concepción del conocimiento más social y subjetiva, la cual sostiene que los conceptos y las teorías no se hallan en la realidad de las cosas, sino que son modelos elaborados, que dan cuenta de ellas. De acuerdo a Gallego-Badillo(1996) y Martínez (1997), Niaz (1977), las consideraciones de Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos y otros, fueron piezas claves en este debate con sus aportes en el establecimiento de los fundamentos históricos, sociales y filosóficos en el desarrollo de la ciencia.

Así tenemos particularmente, los aportes de Kuhn (1962) en su obra *La Estructura de las revoluciones científicas* en donde sostiene que la ciencia en su desarrollo, comporta períodos que denomina como *revolucionarios*, en éstos se producen ciertas situaciones que los caracterizan como: una estructura coherente dada por una red de conceptos, creencias teóricas y metodológicas que implican compromisos entre los miembros de la comunidad científica. En esta estructura conceptual que Kuhn refiere como “paradigma”, sucede un cambio cuando el paradigma es reemplazado por otro, gobernado por otras reglas sociales, aceptado por otro grupo de personas, en un tiempo y en un contexto determinado.

En este mismo orden de ideas, Popper (1998), en su obra: *Realismo y el objetivo de la ciencia*, ha dejado clara su posición como filósofo de la ciencia que se distancia de la corriente positivista, al afirmar que: “La ciencia no es sólo, como el arte y la literatura, una aventura del espíritu humano, entre la artes creativas es quizá la más humana: llena de fallos e imprevisiones humanas, muestra esos fogonazos de discernimiento que nos abren los ojos a las maravillas del mundo y del espíritu humano” (p. 299).

Todos estos aportes, le confieren a la nueva concepción epistemológica una dirección distinta a la tradicional con relación a la naturaleza del conocimiento científico. Este, en lugar de ser propiedad de las cosas, pasa a ser construcción influenciada por el marco referencial del observador, lo cual incluye su formación, sus valores, su experiencia. El trabajo científico se convierte así en construcción subjetiva, enmarcada en un contexto social, en

una época histórica. Lo importante ahora no es que las hipótesis o las teorías sean verdaderas, sino válidas y fructíferas para el progreso del conocimiento, en suma, éste no es el dominio definitivo, por el contrario, el cambio y la evolución lo determinan.

Estas concepciones paradigmáticas determinan la formación de los conceptos y las operaciones en las teorías, y de alguna manera, las representaciones que el estudiante hace en sus construcciones conceptuales. El individuo desarrolla una determinada posición subjetiva en relación con su referente objetivo entre el modelo y la realidad, la cual puede entenderse desde una validez relativa, hasta el conocimiento dogmático que el modelo refleja de la realidad. Es por ello que el apego a una u otra de estas concepciones filosóficas tiene serias implicaciones en la enseñanza y en la investigación científica.

Esta visión que se ha presentado de la ciencia muestra que es una actividad intelectual compleja, que requiere igualmente de capacidades intelectuales desarrolladas para su comprensión. Cabe preguntarse si los alumnos en los niveles que cursan están preparados para comprender los contenidos pretendidos del currículum y hacer uso de estas formas del conocimiento científico.

Pozo y Gómez Crespo (1998), señalan que jóvenes y adultos manifiestan problemas a la hora de aplicar estas formas de conocimiento en tareas complejas y en contextos diferentes, a pesar de estar equipados con una forma de pensamiento formal que ha sido construido a lo largo de su desarrollo cognitivo, como lo plantea Piaget (1984) en su teoría, y durante el cual se han formado estructuras lógicas que subyacen al uso de los esquemas formales.

Pudiera decirse, entonces, que el pensamiento formal es una condición necesaria pero no suficiente para el aprendizaje de la ciencia y que dependería, en cierto modo, de otros factores para su construcción, dada la resistencia al cambio de ciertos conceptos adquiridos por los alumnos, tal como

lo sostienen Cammilloni (2001), Driver (1986), LaCueva (2000), Pozo (1987), Rodrigo y col. (1993), Vygotsky (1977), entre otros. En este sentido, Pozo (1987) en su artículo "...Y sin embargo se puede enseñar ciencia" dice que los alumnos aun con presentar un pensamiento formal, no logran la comprensión de ciertos conceptos científicos y que esta situación podría atribuirse a la existencia de concepciones espontáneas muy persistentes y reacias al cambio. Por su parte, Rodrigo y colaboradores (1993) se refieren a las concepciones construidas en la vida cotidiana como teorías implícitas en una comparación con las teorías científicas. En esta misma línea, el trabajo de Vygotsky (1977), relacionado con la construcción de los conceptos científicos en el niño, afirma que las concepciones espontáneas y las concepciones no espontáneas no son iguales, que los conceptos científicos se adquieren en la escuela y que la disciplina formal de los conceptos científicos transforma gradualmente la estructura de los conceptos espontáneos haciéndolos más cercanos a las nociones científicas.

Se ha encontrado que en el aprendizaje de las ciencias, los estudiantes manifiestan desarrollos tempranos de ciertos conceptos, lo que dificulta la apropiación de los mismos en el aula. Cuando el joven llega a la escuela se le considera como una hoja en blanco, como ha sido señalado en algún lugar, es decir, no se toma en cuenta su experiencia, sus conocimientos, inquietudes e intereses previos. El estudiante como cualquier otro individuo, se desenvuelve en una realidad cotidiana, allí se apropia de los conocimientos que le son necesarios para mantenerse en ella. Este saber cotidiano se enfrenta al saber científico en la educación formal, originándose de esta manera los obstáculos y las dificultades en el proceso de aprendizaje de estos conocimientos.

Lo tratado hasta aquí nos permite inferir que los procesos propios del pensamiento científico y los procesos cognitivos del estudiante coinciden en su elaboración epistemológica hacia enfoques constructivistas del conocimiento, y que los obstáculos epistemológicos encontrados pudieran estar en relación no sólo con estos niveles de análisis sino también con aquellos que le

ayudarían a comprender el significado de los modelos científicos desde su propia perspectiva.

Una mirada muy somera a estos planteamientos indica que el problema planteado no debe abordarse desde un solo campo o punto de vista, sino desde su complejidad, visión ésta que constituye una nueva manera de estudiar la realidad, en lo que se ha llamado el paradigma de la realidad propuesto por Morin (1999, 2001). Este pensamiento se contrapone a las orientaciones atomísticas del positivismo, que por años orientaron la educación, aceptando lo simple dentro de la multiplicidad, lo uno en lo diverso, lo normal en lo contradictorio; por el contrario, tal pensamiento guía la búsqueda de articulaciones e interdependencias entre conocimientos disímiles, promoviendo la integración multidisciplinaria y transdisciplinaria.

De acuerdo con todos estos aspectos, el problema hay que estudiarlo en su contexto natural, desde la complejidad del sistema-aula, dentro del cual se llevan a cabo los procesos propios de la enseñanza y el aprendizaje, en interacción permanente de sus participantes, y con la influencia de todos los factores normales del hecho pedagógico. Este tratamiento del problema permite una visión contextualizada del mismo y, por ende, una mejor comprensión en la búsqueda de soluciones pertinentes.

Bajo estas condiciones, el problema planteado se estudia en el sistema-aula, a través de una investigación cualitativa de carácter descriptivo-interpretativo, tomando en cuenta sus múltiples factores, sus diferentes ámbitos y bajo distintos niveles de análisis. Para ello se intenta construir vías de enlaces entre los conocimientos disímiles procedentes de las distintas perspectivas teóricas que acompañan al hecho pedagógico en el aprendizaje de las ciencias en general y de la Biología en particular. Es decir, nuestro estudio se mueve en tres grandes ámbitos: el **epistemológico**, relacionado con la naturaleza del conocimiento científico, el **psicológico**, con el aprendizaje y las teorías que lo explican, y el **pedagógico**, con las situaciones didácticas de la práctica pedagógica en el aula de clase de ciencias.

Las consideraciones estudiadas hasta aquí parecen conducir el estudio hacia un planteamiento teórico con una explicación común: el conocimiento de los individuos por un lado y el conocimiento científico por el otro responden a la construcción de representaciones que se hacen de la realidad para comprenderla y explicarla. Duval(1999), Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), Pozo y Rodrigo (2001), coinciden en sostener que resulta imposible estudiar los fenómenos relacionados con el conocimiento sin recurrir a la noción de representación. De tal manera que el conocimiento de la naturaleza de estas representaciones podría arrojar alguna luz sobre el problema que nos atañe.

JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje de las ciencias en general y de la biología en particular se ha constituido en un campo problemático en la educación científica en casi todos los niveles de la educación, debido a los resultados desfavorables obtenidos en el aula de clase.

Esta investigación intenta aportar información al abordar el estudio de las dificultades que muestran los estudiantes en la construcción de conocimientos en el aprendizaje de la Biología, desde la complejidad del proceso pedagógico y la multidisciplinariedad de sus ámbitos, en el contexto del sistema-aula.

Con la presente investigación pretendemos, entre otros objetivos, concienciar al profesorado en el hecho de que el proceso de aprendizaje es un acto de construcción conjunta entre el profesor y los alumnos, con el objeto de aprendizaje en la interacción del aula de clase. Pretendemos, igualmente, demostrar que las dificultades que se presentan en el aprendizaje de las ciencias, en general, y en el caso de la Biología, en particular, tienen una responsabilidad compartida. Esto posiblemente contribuya a ofrecer a los docentes una posibilidad de mejorar la planificación de sus estrategias y a aceptar la propuesta de incorporarse activamente a ellas.

Intentamos también encontrar explicaciones a las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción de conocimientos en el aprendizaje de las ciencias, en general, y de la Biología, en particular. Para ello nos planteamos buscar estas explicaciones en situaciones que van más allá de lo aparente e inmediato, como la falta de materiales, el poco interés de los estudiantes, o la falta de preparación del docente; tratamos de hacerlo desde los factores naturales del propio proceso, es decir, el profesor (en lo pedagógico), el estudiante (desde sus procesos cognitivos) y en el contenido objeto de estudio (desde lo epistemológico), lo cual permitiría a los docentes conocer la fuente de las dificultades en el aprendizaje de sus alumnos y de esta manera mejorar su práctica pedagógica.

Con esto en mente, nos hemos planteado realizar un estudio que conduzca al conocimiento de las dificultades en la construcción de conocimientos de las ciencias naturales, en general, y en el de la Biología, en particular, en alumnos de 4º año de Educación Media y Diversificada, así como llegar a las posibles respuestas a la serie de interrogantes que se plantean en el problema de estudio.

De la problemática planteada surgieron una serie de interrogantes a las cuales se les dio respuestas siguiendo los planteamientos metodológicos, orientados por los objetivos propuestos.

INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN:

Surgieron dos grandes interrogantes relacionadas con la construcción de conocimientos de las ciencias, en general, y de la Biología en los alumnos de de 4to. Año de Educación Media y Diversificada, en particular.

- ¿Cuáles dificultades se generan en la construcción de conocimientos de estos estudiantes?

- ¿Cuáles pueden ser las posibles causas de dificultades en la construcción de conocimientos de estos estudiantes?

OBJETIVOS PROPUESTOS:

Para orientar el trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar dificultades epistemológicas, psicológicas y pedagógicas en la construcción de conocimientos.
- Describir las diferencias epistemológicas, psicológicas y pedagógicas entre las dificultades halladas en orden de complejidad.
- Discutir el valor de posibles preponderancias de una de ellas sobre las otras.

Del planteamiento del problema surgieron ciertas interrogantes, que no agotan todas las inquietudes de la problemática, y que junto con los objetivos planteados permitieron orientar el desarrollo de la investigación, así como la organización, análisis y discusión de la información, para concluir con algunas reflexiones.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Ciertas premisas en el planteamiento del problema, involucran un vasto campo de la literatura relacionado con los distintos niveles de análisis planteados. Por lo que en un primer momento de este apartado se discute una serie de estudios e investigaciones que tienen que ver de alguna manera con estos niveles de análisis y que ayudaron a ubicar el problema en cuestión.

Igualmente en este apartado, siguiendo las mismas orientaciones, se determinaron las bases teóricas que sirvieron de fundamento a la investigación, así como los conceptos, temas, relaciones, que se derivan de cada una de ellas, ayudando a la organización del corpus del estudio.

Estudios y antecedentes de la investigación

McComas & et al. (1998), refiriéndose al trabajo realizado por Ryan & Aikenhead muestran que de las respuestas dadas por más de dos mil estudiantes de secundaria, el 46 % pensaba que la ciencia podría descansar en la suposición de una intervención divina; solamente el 17 % estuvo en lo cierto acerca del carácter inventivo del conocimiento científico; el 19 % creía que los modelos son copias actuales de la realidad; únicamente el 9 % escogió el punto de vista contemporáneo, que sostiene que los científicos usan cualquier método que los conduzca a resultados favorables y el 64 % apuntó una relación jerárquica simplista en la cual las hipótesis se convierten en teorías y éstas a su vez en leyes.

Estos resultados no están muy alejados de los que pudiésemos conseguir en un alto porcentaje en nuestros estudiantes de la enseñanza media y en profesores no especializados en el área, pero que enseñan ciencias.

Lawson y col. (2000) en su investigación trabajaron en la hipótesis de que además de los conceptos descriptivos y teóricos, también hay conceptos hipotéticos. La muestra estuvo constituida por 663 estudiantes de pregrado de un curso titulado *The Living World*, durante un semestre, con una edad media de 20,3 años. Como instrumento para recoger la información se administró un pre y postest para los niveles de desarrollo, sobre los conceptos de un curso de biología. En los resultados encontraron que las preguntas pertenecientes a los conceptos descriptivos fueron significativamente más fáciles que las preguntas de los conceptos hipotéticos, y de lo que fueron las preguntas de los conceptos teóricos. La explicación es que presumiblemente la construcción de estos conceptos depende en parte de los niveles de desarrollo cognitivo de los estudiantes. También, como fue pronosticado, se encontró un nivel de relaciones significativas entre conocimiento conceptual y el desarrollo cognitivo. Esto brinda un soporte adicional a la hipótesis de que las habilidades de conocimiento procedimental asociado con los niveles de desarrollo intelectual juegan un importante papel en la adquisición de conocimiento declarativo y en la construcción de conceptos, y también sostienen la hipótesis de que el desarrollo intelectual continúa más allá del estado formal durante los años de colegio, al menos para los mismos individuos.

Los resultados de este trabajo apoyan nuestro planteamiento de que el aprendizaje es un proceso complejo y como tal hay que estudiarlo recurriendo a ámbitos relacionados, como lo son el epistemológico y el psicológico.

En su investigación Cortéz y Niaz (1999) aplicaron un test de razonamiento hipotético-deductivo a una muestra de 688 estudiantes de sexto grado y de bachillerato, para observar su comprensión en categorías relacionadas con la ciencia: Observación, Predicción e Hipótesis, en edades diferentes. Los ítems del test incluyeron aspectos provenientes de contextos académicos y no académicos. También pasaron una entrevista a cinco estudiantes de cada grado relacionada con los ítems del test. Los investigadores encontraron que aun los estudiantes de los grados superiores

mostraron dificultades en la diferenciación de las categorías estudiadas, observándose un aumento en la comprensión con la edad y en contextos de la vida diaria.

Estos resultados podrían ser explicados por las controversias en la comprensión de los procesos de la ciencia que el profesor no tiene claros, influyendo de esta manera en el aprendizaje de los estudiantes.

Sandoval y Morrison (2003), por su parte, realizaron un estudio para explorar los efectos de la indagación de un grupo de estudiantes, en el tratamiento de la unidad didáctica 'Evolución y la selección natural'. La indagación contó con una simulación. Los investigadores se propusieron explorar las creencias de los alumnos acerca de la naturaleza de la ciencia. Ocho de los estudiantes fueron entrevistados antes y después del estudio usando la entrevista de la Naturaleza de la Ciencia de Carey y col. realizada en 1989. Los autores encontraron que todos los estudiantes sostenían una visión de ciencia como buscadora de respuestas correctas acerca del mundo. Sin embargo la inconsistencia de las respuestas individuales de los estudiantes debilita la suposición de que los estudiantes tienen marcos epistemológicos estables y coherentes. Las ideas expresadas por los estudiantes no cambiaron en el curso de la intervención, sugiriendo diferencias importantes en el habla durante la indagación y sus habilidades para hablar epistemológicamente acerca de la ciencia. Junto con trabajos previos, los hallazgos encontrados enfatizan el importante papel que tiene un discurso epistémico explícito para desarrollar entendimientos en los estudiantes. Podemos decir entonces que sería importante considerar estos estudios en la orientación de la didáctica de las ciencias.

Así mismo, Frederiksen y col. (1999) en su trabajo titulado "Dynamic Mental Models in Learning Science: The Importance of Constructing Derivational Linkages among Models", presentan una teoría según la cual los estudiantes derivan relaciones conceptuales entre múltiples modelos, los cuales representan fenómenos físicos de diferentes niveles de abstracción. Los

modelos varían en los objetos primarios y en las interacciones que ellos incorporan, y en los procesos de razonamiento que son usados en su recorrido.

La muestra consistió en 32 estudiantes de pregrado. El trabajo se realizó en un laboratorio donde los estudiantes derivaron relaciones entre modelos, haciendo el recorrido de un modelo y reflejando sus conductas emergentes, siguiendo un libro de trabajo y utilizando simuladores computacionales para leer el modelo de referencia. Los estudiantes trabajaron 2h/día por dos semanas; las sesiones de trabajo fueron filmadas. Se describen e ilustran las relaciones entre tres modelos para la electricidad básica: un modelo de partícula, un modelo agregado y un modelo algebraico. Los resultados se derivaron de un experimento instruccional, en el cual se compararon grupos de estudiantes expuestos a estas derivaciones de modelos con aquellos que no lo fueron. En todos los demás aspectos ambos grupos recibieron las mismas instrucciones. Los hallazgos demuestran que “entrenando” a los estudiantes en la construcción de las relaciones derivadas de los modelos (el comillado es propio, ya que pienso que en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje a los estudiantes no se les entrena sino que se les capacita para la construcción de conocimientos), se les capacita para entender los orígenes de la teoría de circuitos y consecuentemente a aplicar las leyes de circuito en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos relacionados con corrientes y voltaje.

También es importante destacar que de acuerdo al estudio, los estudiantes aprendieron la naturaleza del mapeo entre los modelos, a través de la caracterización de propiedades emergentes de modelos de bajo nivel a modelos de niveles más altos en una escala de abstracción jerárquica. Los autores recomiendan este modelo de derivaciones como “prueba conceptual” en la educación científica y también pueden desempeñar un papel importante en hacer la ciencia más accesible y comprensible a los estudiantes. Podemos decir que estos resultados coinciden con los de otros autores en el sentido de que la transformación de modelos debe ser una práctica en la didáctica de la ciencia para una mejor comprensión de los fenómenos.

Pozo y Gómez Crespo (1998), en lo que han llamado la “crisis de la educación científica”, sostienen que algunas dificultades de comprensión conceptual se presentan no solo en los estudiantes sino también en los profesores de ciencia y en los libros de texto, en el uso de estrategias de razonamiento, en la resolución de problemas y en las prácticas escolares, que tienden a centrarse más en las tareas escolares con escaso significado científico.

En este sentido, Hashweh (1996) en su publicación “Effects of Science Teachers’ Epistemological Beliefs in Teaching”, cuyo propósito fue comprobar la hipótesis de que los profesores que sostienen creencias constructivistas son: a) más aptos para detectar concepciones alternativas; b) tienen un repertorio rico para el uso de estrategias de enseñanza; c) usan estrategias de enseñanza efectivas para inducir el cambio conceptual; d) responden con más frecuencia al uso de estrategias efectivas de aprendizaje; e) valoran altamente esas estrategias de enseñanza comparados con los profesores que sostienen creencias empiristas.

Los datos fueron obtenidos en una muestra de 35 profesores de ciencia con diferentes conocimientos científicos y diferentes niveles en la enseñanza, a través del uso de tres partes de un cuestionario que consistió en accidentes críticos, preguntas directas acerca de las estrategias para el cambio conceptual y la valoración del uso e importancia de estrategias específicas de enseñanza. El análisis de los datos da respuestas a las hipótesis. De manera general, el estudio reveló que los profesores constructivistas están mejor preparados para inducir el cambio conceptual y también están más sensibilizados a las concepciones alternativas de los estudiantes y son capaces de detectar su presencia desde las respuestas de los estudiantes en el salón de clases. Esto nos lleva a recalcar la importancia que tiene la preparación de los profesores tanto desde el punto de vista conceptual epistemológico, como desde el punto de vista en la construcción de aprendizajes.

En este mismo orden de ideas, Carnicer y Furió (2002) realizaron una investigación en la cual caracterizaron la epistemología de un profesor de física y química (Ignacio) quien participó, junto con otros siete profesores, en un programa de formación continua de larga duración (2 años). A pesar de todas las experiencias a las cuales este profesor fue expuesto durante este largo período, no logró desarrollar nuevas posturas epistemológicas. El programa consistió en un conjunto de módulos (cuatro seminarios), con objeto de producir cambios didácticos de acuerdo a los nuevos modelos constructivistas de aprendizaje por investigación. Se aplicó un pretest y postest para ver los cambios producidos.

Los instrumentos para registrar la información fueron: un cuestionario inicial y final, audio, rejillas de observación no participante, entrevistas personales. Los resultados muestran que las actitudes del profesor hacia las innovaciones propuestas por el programa fueron obstáculos para el cambio de su práctica docente. Así la epistemología convencional de Ignacio constituye un verdadero sistema de creencias, actitudes y valores del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias: creencias en la construcción empirista y normativa del conocimiento y también concepciones de cómo aprende el estudiante con una enseñanza basada en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados. El estudio de este caso dejó una serie de incógnitas para trabajos futuros. Estos resultados conducen a pensar que también en los profesores, sus creencias, valores y actitudes con relación a la ciencia se constituyen en preconcepciones fuertemente arraigadas como lo señala la literatura.

Igualmente, en relación con este tema, Furió y col. (1999) en su trabajo se plantean las siguientes interrogantes: 1) ¿Qué idea tiene el profesorado de Química de bachillerato sobre los conceptos 'cantidad de sustancia' y su unidad 'mol'? 2) ¿En qué medida el pensamiento del profesorado respecto a estos conceptos es acorde con el significado que le atribuye actualmente la comunidad química internacional? 3) ¿Existe alguna solución entre las

dificultades de confusión de estos conceptos en el profesorado y su desconocimiento de los problemas habidos en la construcción histórica de estos conocimientos? Estos autores utilizan una variedad de instrumentos para la recolección de la información que se corresponden con los diseños propuestos en la metodología.

Los sujetos del estudio estuvieron representados por 89 profesores licenciados en ciencias químicas, de diferentes zonas geográficas y de diferentes niveles de enseñanza. Se consiguieron los siguientes resultados: para el diseño 1, la concepción cualitativa atomística de cantidad de sustancia es de 44,4 % y la de los no atomísticos (masa, volumen) tiene un resultado semejante. Los resultados para el análisis de los textos, diseño 2, muestra que la magnitud cuantitativa de sustancia es poco considerada en los textos de enseñanza de Química; hacen referencia al cálculo del llamado número de moles, expresión que es inadecuada, pues esto solo no identifica de manera explícita la magnitud cantidad de sustancia. En el diseño 3, entrevistas, la magnitud cantidad de sustancia se identifica con masa. Con relación a los errores del profesorado sobre el concepto de mol parece ser que la falta de conocimiento de la historia y la epistemología de la Química da lugar a la diferencia de significados de los conceptos, incurriendo en transposiciones didácticas inadecuadas del concepto de mol.

Estas investigaciones que sirvieron de antecedentes para el presente trabajo, muestran en sus resultados, la utilización de múltiples enfoques y metodologías, los esfuerzos que se realizan para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales no sólo en el nivel de aprendizaje de los estudiantes, sino también en el de la enseñanza en la práctica pedagógica. La orientación epistemológica y el apoyo psicológico son una constante en estas investigaciones, coincidiendo con nuestra premisa de realizar el análisis desde el ámbito epistemológico, psicológico y pedagógico que se hace en esta investigación.

Bases teóricas

Las consideraciones discutidas en este estudio, han llevado a pensar, como se ha señalado, que existe un planteamiento teórico que converge en una explicación común con relación a la construcción del conocimiento, en general, y del científico, en particular. En algunos trabajos, que señalan, por un lado, que los individuos en sus actividades no escolarizadas construyen concepciones en las que se representan el mundo desde su propia óptica y necesidades, y por el otro, que el hombre de ciencia construye conocimiento modelando la realidad, Los planteamientos coinciden al proponer un nivel representacional en la construcción del conocimiento. Por esta razón se decidió sustentar esta investigación desde las **perspectivas psicológica, epistemológica y pedagógica**, debido a que éstas al relacionarse de una u otra manera con el proceso de aprendizaje suponen un nivel representacional en el conocimiento de los individuos, en la construcción que hacen del mundo. De tal manera pues, que podemos decir que estas bases teóricas coinciden también con los tres ámbitos propuestos para el análisis de la problemática de la investigación.

A continuación se discuten los aportes teóricos que sustentan esta investigación, así como los conceptos que se derivan de cada una de ellas y que son indispensables para la organización del corpus. Queremos señalar que en ningún momento se pretende hacer un análisis exhaustivo en los fundamentos de cada disciplina ni adentrarnos en sus funciones y campos específicos de sus aplicaciones, no es este el objetivo de este trabajo.

Perspectiva epistemológica

Un análisis de la ciencia revela una serie de elaboraciones y relaciones, cuya naturaleza ha generado profundas discusiones entre factores racionales y sociales relativos al conocimiento. La disciplina que estudia la validez y naturaleza del conocimiento científico es la **epistemología**, a la cual se le conoce también como Teoría de Conocimiento y gnoseología.

La epistemología trabaja a la par de la ciencia, atenta a cualquier problema en su devenir, detectando errores o anomalías y, aún más, sugiriendo nuevas posibilidades. A este respecto, se plantea que todo conocimiento es una relación entre el sujeto cognoscente y el objeto conocido. La epistemología se encarga pues, de estudiar esta relación y la problemática que se deriva de ella. Por consiguiente cualquier análisis que se pretenda realizar, debe estar en relación con la dinámica de estas relaciones.

Modelos y representaciones de la ciencia

En un primer momento la ciencia toma una porción de la realidad que desea estudiar y que considera relevante. En este proceso se producen abstracciones, reestructuraciones y analogías entre los diversos componentes estudiados, es decir, se construyen los conceptos y las relaciones que se establecen entre ellos, constituyéndose de este modo un sistema particular; los modelos así construidos se consideran representaciones de primer orden, como lo señalan Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001).

En el análisis epistemológico de las ciencias aparece el concepto de *modelo* como uno de los soportes fundamentales sobre los que se sustentan las ciencias naturales. Según estos mismos autores, la noción de modelo se vincula con la teoría que constituye redes conceptuales de un alto nivel de abstracción, convirtiéndose de esta manera el modelo en un factor fundamental para entender la dinámica de las representaciones que la ciencia hace del

mundo. Es así como los modelos científicos se consideran representaciones de segundo orden, puesto que se derivan de los sistemas que son abstracciones de la realidad.

Desde esta visión, los modelos científicos son construcciones que derivan del consenso de la comunidad de los científicos. Hoy en día el concepto de modelo ha cambiado hacia niveles más comprensibles. Así, los modelos científicos contienen en sí mismos elementos formales y elementos de interpretación: los elementos sintácticos que tienen que ver con el lenguaje en el cual se expresan los modelos y los elementos semánticos que asocian los contenidos del mundo con los modelos.

Los modelos científicos y, por lo tanto, sus representaciones son interpretados a la luz de posiciones epistemológicas relacionadas con el conocimiento. Según las posiciones, el modelo se hace incompatible y esto va a depender de la escuela o el paradigma en que se sustenta. De esta manera, un modelo que reemplaza a otro no puede contener al anterior, puesto que se trata aquí de una nueva forma de pensar, de proceder y, por consiguiente, de modelar la realidad. Un ejemplo bastante claro es la teoría de la relatividad de Einstein que reemplaza a la teoría clásica de Newton, sustituyendo los conceptos de espacio y tiempo, creando un nuevo modelo de universo.

El origen y el valor que se da a la relación en la construcción de conocimiento son entendidos de diferentes formas, creándose toda una polémica entre los autores que se desenvuelven en este campo.

Así, la creencia en un mundo en sí o en un mundo que puede ser ordenado por el hombre conlleva que la escogencia que se haga de una de estas alternativas origine un tipo de racionalidad distinta.

El énfasis en la primera alternativa se conoce como positivista, la cual plantea una visión especular del conocimiento, se caracteriza por eliminar el sujeto cognoscente de la relación que se establece en el proceso de conocimiento; promueve el determinismo de los fenómenos, la experiencia sensible, la cuantificación y la verificación empírica.

El énfasis en la segunda alternativa llamada postpositivista, propone una concepción de conocimiento más subjetiva y social, orientada por la experiencia y formación del sujeto y enmarcada dentro de un contexto histórico-cultural. En este caso, el conocimiento no se extrae de la realidad sino que es construido por el hombre para dar cuenta de esa realidad.

La concepción positivista y la postpositivista por sus alcances e implicaciones en el conocimiento, son consideradas paradigmáticas.

Paradigma positivista

Según Martínez (1999), las bases físicas y filosóficas de este paradigma fueron sentadas por Galileo, Newton y Descartes. Así, Galileo estableció la matemática como lenguaje universal al promulgar su famoso pensamiento de que Dios había escrito el libro de la naturaleza en lenguaje matemático. Newton expresó su ley de la gravitación universal reduciendo todo el conocimiento en este campo en esta ley, y Descartes estableció el dualismo absoluto entre mente (*res cogitans*) y materia (*res extensa*), que condujo a la creencia de que el mundo material se podía describir objetivamente, sin intervención del sujeto observador. Luego, más tarde, la analogía del modelo especular utilizado por Locke y los aportes de otros positivistas como Hume, Comte, Mach, ayudaron a radicalizar el positivismo en los siglos XIX y XX.

Este paradigma positivista tuvo una enorme influencia en el desarrollo no solamente de las ciencias naturales sino también en el de las ciencias sociales, por aproximadamente tres siglos, creando en estas últimas una especie de camisa de fuerza en su hacer, al equipararlas con el de las ciencias naturales. Aún, hoy día, sus ramificaciones alcanzan muchas de nuestras actividades académicas, pero sobre todo las de investigación.

Autores como Gallego Badillo (1996), Martínez (1999), Niaz (1997), en sus disertaciones coinciden al destacar una serie de circunstancias y eventos que hicieron posible que la corriente positivista continuara manteniendo sus fundamentos. Aquí, desempeñaron un rol importante un grupo de pensadores

desde el campo de la filosofía y de la física quienes contribuyeron a cambiar este tipo de pensamiento epistemológico; desde la física investigadores como Einstein, Heisenberg, Pauli, Niels Bohr y otros; y desde el campo de la filosofía el movimiento lo inician autores como Kant, Hegel, Husserl, Max Weber; y más recientemente, los aportes de Toulmin, Hanson, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Popper, entre otros.

Según Martínez (1999) los estudios de la física del siglo XX marcan históricamente una revolución en sus conceptos fundamentales. Einstein relativiza los conceptos de espacio y tiempo -ya no son absolutos sino que dependen del observador -Heisenberg introduce su principio de incertidumbre - el observador afecta y modifica la realidad que estudia, -Pauli formula su principio de exclusión -hay leyes-sistema que no son derivables de las leyes de sus componentes, -Niels Bohr establece el principio de complementariedad-puede haber dos explicaciones opuestas para los mismos fenómenos físicos, -Max Planck, Schrödinger y otros, descubren con la mecánica cuántica, un conjunto de relaciones que gobiernan el mundo subatómico y que no pueden ser explicadas por los principios de la física clásica. Como se puede observar en estos postulados hay una incongruencia con los supuestos positivistas relacionados con la ciencia que avalan lo observable, lo objetivo, lo medible y cuantificable.

El mismo autor señala que dentro de los filósofos, Kant demuestra que el objeto no es una cosa ajena al sujeto. Para Kant, la función de la objetividad es una forma de actividad del sujeto, y el propio sujeto no existe fuera de las cosas conocidas por él, en otras palabras, para este filósofo, los objetos son en su esencia producto de la actividad creadora del sujeto. Hegel introduce la dependencia mutua, dialéctica entre el sujeto y el objeto, dice que no es posible contraponer metafísicamente realidad objetiva y sujeto, saber empírico y saber racional, experiencia externa e interna, razón teórica y práctica. Para este autor sujeto y objeto son sustancialmente idénticos ya que la realidad se basa en el autodesarrollo del espíritu absoluto. Hanson sostiene que no hay concepción

humana inmaculada, no existen hechos objetivos no interpretados, no hay conocimiento sin un sujeto cognoscente, toda observación, por muy científica que se pretenda, está cargada de teoría. Popper afirma que la teoría domina el trabajo experimental desde su planificación hasta los sucesos en el laboratorio.

Paradigma pospositivista

Todos estos aportes dieron paso al paradigma postpositivista, que como se deriva de lo expresado anteriormente, propone una visión distinta del conocimiento, ya no se considera una copia de la realidad sino un producto que se construye, emerge de una interacción entre el ser cognoscente y el objeto conocido y es influenciado por los marcos referenciales del sujeto, sus experiencias, sus necesidades, valores y deseos. Esto hace que cualquier dato que provenga del medio al ser introducido en una estructura de información e integrarlo en un contexto, le confiera un significado propio. De allí el hecho de que un mismo dato tenga significados diferentes. Se interpreta el mundo desde su complejidad, teniendo presente que las partes no suman, sino el todo, que es el que define y caracteriza a la estructura. Por ello no existe un único método para acercarse a la realidad, sino múltiples métodos para construir esa realidad.

El paradigma positivista y el paradigma postpositivista polarizan toda una gama de posiciones epistemológicas que se corresponden con las diferentes corrientes filosóficas que han abordado el problema de la naturaleza del conocimiento. Unas estarán más cercanos a cada polo u ocuparán posiciones intermedias dependiendo del punto de vista elegido. Así, el realismo estará más cercano al polo positivista y el relativismo lo estará al polo postpositivista.

Estas posiciones de origen epistemológico son importantes porque tienen implicaciones serias tanto en la investigación como en la enseñanza de las ciencias en sus disposiciones prácticas.

Sin embargo, la orientación epistemológica que se ha dado aquí en esta investigación, es aquella que remite a las elaboraciones y a los análisis

detallados en la construcción de la ciencia y no a la determinación de concepciones epistemológicas diversas que se originan desde creencias particulares o grupales.

En este sentido, nos remitimos más hacia lo ontológico del conocimiento como lo propone Pérez (s/f), en una definición de ontología como especificación del conocimiento. En este mismo orden de ideas, Bachellard (1997) remite la noción de obstáculo epistemológico al problema del conocimiento científico, al respecto afirma "...es el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones" p. 15. De igual manera, Damiani (2005) ofrece una serie de definiciones sobre epistemología: "Estudio del conocimiento o ciencia del conocimiento", "Estudio de la naturaleza y de los procedimientos de la actividad científica", "La interpretación crítico filosófica de los procedimientos y de las cogniciones de la ciencia" (p. 28), que de alguna manera sustentan nuestra propuesta y es la que hemos mantenido a lo largo de las construcciones que se han derivado de este trabajo.

Perspectiva psicológica

La psicología en el estudio de la cognición humana y, dentro de ella, la psicología cognitiva, la psicología de la instrucción, la psicología y el desarrollo, son importantes para conocer cómo se produce el conocimiento de los individuos, en general, y de los estudiantes, en particular.

Los estudios en el aprendizaje cotidiano han demostrado que los individuos construyen conceptos que responden a su necesidad para desenvolverse de manera eficiente en el contexto en el cual viven. De igual manera hace el hombre de ciencia al construir los modelos para explicar el mundo real. Es importante aquí la introducción de un nuevo concepto en el conocimiento de los individuos: **el constructivismo.**

Si bien el constructivismo constituye una posición epistemológica relacionada con el origen y desarrollo del conocimiento, éste debe apoyarse en una teoría psicológica que explique las principales bases constructivistas del pensamiento humano.

Las teorías sobre las preconcepciones predicen que cada individuo es capaz de elaborar una construcción diferente. Esto ha llevado a proponer que existen diferentes constructivismos, idea en la que coinciden autores como Coll (en Rodrigo y Arnay (comp.). (1997) y Vasco (Edit.) (1998). De esta manera, Vasco (1998) distingue entre *constructivismos epistemológicos*, *constructivismos sociales* y *constructivismos psicológicos* y, aun, *constructivismos pedagógicos*. Coll por su parte, sostiene que puede haber tantos constructivismos como psicologías haya, inspiradas en las bases de la explicación constructivista del psiquismo humano. Dentro de estos constructivismos se encuentra toda una gama de constructivismos, desde los más radicales hasta los más triviales.

En este apartado nos referiremos a los constructivismos psicológicos, dejando los otros dos para los apartados respectivos.

Los constructivismos psicológicos

Se los ha relacionado con los estudios de las concepciones espontáneas, concepciones ingenuas, concepciones erróneas, o preconcepciones, ésta da una idea de los primeros conceptos en una línea de construcción ascendente, como han sido llamados por algunos investigadores; las concepciones alternativas, presentan una denominación más sutil y menos valorativa. En la actualidad, Rodrigo y col. (1993) hablan de teorías implícitas, estos autores piensan que las ideas de los individuos están organizadas de forma consistente dentro de teorías implícitas o personales con características muy particulares. En psicología se puede hablar también de constructivismos

psicológicos cuando la psicología se dirige intencionalmente a la resolución de problemas epistemológicos como la Psicología genética, por ejemplo; o se ocupa de las adquisiciones cognoscitivas de los individuos.

Las teorías constructivistas coinciden en que el conocimiento humano no es una copia de la realidad ni tampoco de las disposiciones internas del individuo, sino que es el producto de la interacción de estos dos factores. Las discrepancias entre las teorías surgen desde el mismo momento en que se le atribuyen implicaciones y aplicaciones Pozo (en Rodrigo y Arnay (comp.). (1997)).

El estudio de las concepciones espontáneas por la Psicología cobra vigencia desde el mismo momento en que se consideran obstáculos para el aprendizaje de las ciencias naturales. Son numerosas las investigaciones que se han dedicado a estudiar el origen y las características de estas producciones en los individuos, en general, y de los estudiantes, en particular. Es del consenso general entre los investigadores que las concepciones espontáneas son opuestas a los conceptos de la ciencia, muy persistentes, y difíciles de erradicar.

Rodrigo y col. (1993) plantean que hay dos grandes corrientes de pensamiento con relación al origen del conocimiento lego. La perspectiva individual o psicologista y la cultural o sociologista. Para la primera, el sujeto construye el conocimiento en interacción con su medio físico y social, pero el producto de tal proceso va a depender de sus capacidades cognitivas. Aquí, el conocimiento es estrictamente individual, depende de la complejidad de los procesos cognitivos en esa construcción. La segunda perspectiva, la cultural, interpreta que el conocimiento tiene un origen sociocultural, en un contexto de interacción permanente con grupos de individuos que aportan ideas, palabras, imágenes y percepciones sobre el mundo.

Estas perspectivas antes descritas quedan muy bien ilustradas con las teorías del desarrollo o del aprendizaje de Piaget y Vygotsky. Sus planteamientos coinciden al darle al aprendizaje un carácter constructivista,

valorando el papel de sujeto activo en esta construcción, sin embargo, difieren en los mecanismos de los procesos involucrados.

Concretamente, el constructivismo inspirado en la teoría genética de Piaget (1984) propone una interacción con el medio en un proceso de construcción de estructuras lógicas desde el propio individuo, el sujeto en esta postura es un sujeto individual. Sin embargo, Piaget consideró el entorno social en la adaptación del niño al medio; pero su interés en el entorno social se limitó a la construcción interpersonal y a fomentar el cambio de estructuras mentales a través del conflicto cognitivo. En este proceso de desarrollo el individuo pasa por una serie de etapas desde el nacimiento hasta la adolescencia, siendo elementos comunes en esta evolución la asimilación y la acomodación. La adolescencia, que es la etapa que nos compete en este trabajo, se caracteriza por presentar un pensamiento formal, es la etapa de consolidación del pensamiento lógico. El joven aquí está capacitado para formular y comprobar hipótesis y concluir en un resultado satisfactorio en cualquier área del conocimiento.

Por otro lado, el constructivismo en Vygotsky (1977) se apoya en su teoría sociocultural, plantea la interacción social y el lenguaje como instrumentos en el desarrollo de formas superiores de pensamiento y como mediadores de la transmisión cultural. Le otorga al sujeto no sólo un papel activo sino también interactivo. El papel del lenguaje en esta perspectiva es un punto primordial en la comprensión y explicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El lenguaje no es sólo un elemento de comunicación entre el profesor y los alumnos, sino que también y, fundamentalmente, permite la representación de nuestros propios conocimientos para dar sentido a nuestra experiencia y a la realidad. Para Vygotsky el conocimiento se construye en dos planos: primero, el sociocultural en donde se le atribuyen significados a las cosas y, el segundo, individual, en donde por una reflexión profunda se interioriza el conocimiento.

En el proceso de construcción de conocimientos se generan representaciones en los individuos derivadas del modelo de la cognición individual. Así Piaget habla de representaciones como una forma de internalización de los esquemas. En este sentido se refiere a la internalización de la imitación, aduce que ésta constituye en sí misma una especie de representación en acto a nivel sensorio-motor, en tanto que copia motriz de un modelo; de tal manera que sus extensiones, en imitación diferida primero y en imitación internalizada después, permite la forma de representación en imágenes. En tanto que para Vygotsky la internalización no remite a una imagen mental o una representación mental de la relación externa, sino que remite a un nuevo nivel de organización de la conducta en ausencia de signos y de mediadores externos.

Rodrigo y col. (1993), influenciados por una interpretación de la antropología cognitiva, según la cual la cultura proporciona marcos de interpretación de la realidad, que guían las decisiones y las construcciones individuales en un proceso de construcción negociadas en el seno del grupo, denominan a este proceso socioconstructivismo, en virtud de que el individuo construye su conocimiento en entornos sociales, durante la realización de prácticas culturales.

Se ha visto pues, que desde perspectivas teóricas distintas se estudia el problema de las representaciones elaboradas por los individuos. El consenso que existe es que no puede haber conocimiento sin una actividad representacional.

Modelos y representaciones en psicología

Las diversas teorías del conocimiento presuponen que los individuos al interactuar con su medio y con los demás, se forman modelos internos de sí mismos y de las cosas u objetos con los cuales interactúan.

El estudio de las representaciones mentales es un campo importante de la psicología cognitiva, incluyendo las representaciones del lego. Se destaca que en estos estudios hay una marcada tendencia hacia el formato de la representación, al margen del contenido que representan. Estableciéndose así una clara distinción entre contenido y formato de la representación, como lo señalan Rodrigo y col. (1993).

El contenido se refiere a los aspectos semánticos o representacionales de la información, en tanto que *el formato* da cuenta del código simbólico que presenta la información. En este sentido, Pozo (1987) expresa que en una época la psicología del pensamiento tenía también, cierta inclinación hacia los procesos de razonamiento más que hacia los aspectos situacionales de la representación, reduciendo el pensamiento a sus aspectos formales, dejando el contenido en un segundo plano. En la actualidad, se ha desplazado el interés hacia los aspectos del contenido de la representación, importante para los procesos de comprensión de los individuos.

Relacionado con este tema, Duval (1999) distingue dos tipos de representaciones: representaciones mentales y representaciones semióticas.

Las representaciones mentales constituyen el conjunto de imágenes y conceptos que el individuo elabora de los objetos o de las situaciones. En tanto que *las representaciones semióticas* son aquellas producciones constituidas por el empleo de signos (enunciado en lenguaje natural, fórmula algebraica, gráficos). Estas últimas representaciones parecen ser el medio del cual se vale el individuo para exteriorizar sus representaciones mentales. El autor sostiene que estos dos tipos de representaciones, desde un punto de vista genético no pueden oponerse como dominios totalmente diferentes, en razón de que el desarrollo de las representaciones mentales se realiza por la interiorización de las representaciones semióticas. En este sentido, el mismo autor supone que no debe haber noesis (actos cognitivos) sin semiosis (representación semiótica) ya que la semiosis determina las condiciones de posibilidad y de ejercicios de la noesis.

De los estudios de las representaciones mentales que los individuos hacen de su entorno, algunos constructivistas han reconocido que la preconcepción puede considerarse como obstáculo epistemológico en la enseñanza de la ciencia, idea introducida por Bachellard (1997), manifestando que para aprender ciencia hay que cambiar los conocimientos previos por conocimientos científicos aceptados.

Desde esta perspectiva psicológica, se introduce lo que se ha llamado el *cambio conceptual*, considerándose como un proceso que tiene como objetivo alcanzar los conceptos científicos.

Pozo y Rodrigo (2001) proponen el cambio de contenido a un *cambio representacional* en los individuos, tomando como base el postulado de la psicología de la instrucción la cual establece que el estudio del aprendizaje sólo cobra sentido en dominios específicos de conocimiento. Estos autores consideran el *modelo mental* como una *representación episódica* la cual incluye personas, objetos y sucesos enmarcados en parámetros espaciales, temporales, intencionales y causales. Para ellos los modelos mentales son una instancia representacional que media entre el conocimiento previo del mundo y las situaciones. Igualmente creen que el anclaje situacional que se establece entre las teorías implícitas y los modelos mentales pueden producir una gran variedad de productos cognitivos, en lo que se conoce como variabilidad cognitiva. A este respecto Duval (1999) argumenta que: “La pluralidad de sistemas semióticos permite una diversificación de las representaciones de un mismo objeto, lo que aumenta las capacidades cognitivas de los sujetos y por lo tanto sus representaciones mentales” (p. 15).

En el planteamiento inicial se destaca la necesidad de realizar el estudio de las dificultades en el aprendizaje de las ciencias, desde la complejidad del sistema-aula. De esta manera se aborda el problema reconociendo los elementos intervinientes y las relaciones complejas y profundas que lo determinan. La comprensión de la naturaleza vista como un sistema implica el estudio de la complejidad de la relación dinámica de todas sus partes. En este

sentido la representación de los fenómenos debe analizarse en este marco complejo de interrelaciones dentro de un sistema.

Desde este punto de vista, el problema del cambio conceptual no sería tanto el cambio de unos conceptos por otros o de una metodología por otra, sino más bien un cambio en el establecimiento de las relaciones entre conceptos dentro del sistema estudiado.

Los individuos en su pensamiento cotidiano tienden a simplificar las situaciones, produciendo explicaciones de causalidad lineal, esto los induce a centrarse en la acción directa, sin tomar en cuenta la multiplicidad de posibilidades explicativas de los fenómenos u objetos que manipula. Dada la complejidad de la naturaleza como sistema, es necesario inducir el cambio conceptual desde estos niveles de complejidad.

La perspectiva pedagógica

Desde esta perspectiva se estudia la pedagogía en la educación científica y las consideraciones de las situaciones didácticas específicas. La psicología de la instrucción postula que el aprendizaje se produce en dominios específicos, hecho al que se acogen Pozo y Rodrigo (2001) para su propuesta, la cual compartimos en este trabajo. Por esta razón se habla de una didáctica de las ciencias y de una didáctica de las matemáticas.

Ya desde el planteamiento inicial de este estudio se introdujo la idea de abordar la problemática de las dificultades en el aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente de la biología, desde tres ámbitos, el pedagógico, el psicológico y el epistemológico. Esta idea se ha visto apoyada y compartida por las investigaciones encontradas en la literatura, como la publicación de Carretero y col. (Comps) (1998) en la cual sostiene que “las ideas constructivistas pueden entenderse al menos en tres sentidos: en el ámbito teórico o filosófico, en el psicológico y en el educativo o didáctico (p. 139). También la publicación de Vasco (Edit.) (1998) se refiere a la docencia de la

ciencia que desarrollan desde la perspectiva constructivista, la cual conjuga la vertiente pedagógica con la científica y epistemológica. Rodrigo (en Rodrigo y Arnay (Comps). (1997)), se refiere a la epistemología cotidiana en la construcción de conocimiento cotidiano, la psicología en el estudio de los modelos de representación de estas teorías y la educación como escenario para cambiar el conocimiento cotidiano a un nivel representacional explicativo.

La perspectiva psicológica y epistemológica ha presentado una postura que le atribuye al individuo la capacidad de construir el conocimiento que requiere en su interacción con la realidad, manteniéndose el planteamiento que acepta la producción del conocimiento como una interacción entre el sujeto y el objeto: el conocimiento se construye. Si se tiene esto claro, es de suponer que una docencia con una perspectiva constructivista debe relacionar la vertiente pedagógica con la científica y la epistemológica como lo señala en su publicación Vasco (Edit.) (1998).

La epistemología y la psicología en la pedagogía.

El desarrollo teórico en la construcción de conocimiento sugiere que éste se elabora de acuerdo a esquemas, experiencias y preconcepciones que tienen los individuos. Por lo tanto es correcto pensar que cada persona construye sus propias representaciones del mundo. En este caso, cuando se habla de **constructivismo pedagógico** se trata de propuestas didácticas más puntuales de las prácticas educativas en ciencias naturales y en otros campos del saber.

Ya se ha discutido que la perspectiva constructivista supone distintos tipos de constructivismos al interactuar los individuos con su medio. Esto, a nuestro modo de ver, plantea varias implicaciones. Una, que la producción de distintos constructivismos conduce también a la implementación de distintas epistemologías que estudien estos desarrollos. Dos, que las representaciones mentales derivadas de estas distintas construcciones son múltiples de acuerdo al dominio específico en que se han elaborado. Tres, que las concepciones

derivadas de estos constructivismos situacionales no llenan las expectativas esperadas con relación a los conceptos de la ciencia erudita y, por último, la didáctica de las ciencias naturales debe dar respuestas a todos estos planteamientos para llevar a mejor término los objetivos de la enseñanza científica.

El estudio del constructivismo pedagógico está fuertemente imbricado con los constructivismos psicológicos y los constructivismos epistemológicos hasta el punto de que cualquier análisis que se quiera realizar desde la pedagogía conduce irremediamente hacia los otros dos, como pasó con nuestra propia experiencia en este trabajo..

El *constructivismo pedagógico* ha sido identificado siempre con los constructivismos psicológicos debido a que algunas teorías psicológicas tienen dentro de su campo de investigación problemas relacionados con el desarrollo y el aprendizaje, la instrucción, la cognición, entre otros. De allí la creencia de que la psicología puede resolver los problemas pedagógicos. Sin embargo, cuando se traducen estos constructivismos a propuestas pedagógicas y didácticas, de manera irreflexiva y acrítica, se agudiza la problemática en vez de resolverla; como señala Vasco (Edit.). (1998), refiriéndose a las transposiciones de las reflexiones generales de tipo epistemológico y psicológico a propuestas didácticas que se denotan como constructivistas. Ejemplos de estos hechos se manifestaron cuando en algún momento se hizo el traslado directo de los estudios de laboratorio piagetianos sobre epistemología y psicología a situaciones didácticas específicas en el aula de clase. En esta transposición se confundió la actividad con el activismo proveniente de otras escuelas; asimismo, se confundió lo concreto con los materiales tangibles; las etapas con las edades. También se presentaron situaciones parecidas desde el currículo, en donde se sustituyeron los contenidos de enseñanza por las nociones operatorias sobre clasificación y seriación, entre otros.

La pedagogía y la didáctica de las ciencias han desarrollado sus propias teorías e investigaciones con objetivos y aplicaciones muy distintas a los de la psicología. Sin embargo, las carencias de estas teorías podrían ser enriquecidas desde los distintos planteamientos de la psicología, como es el caso en los estudios de la psicología del desarrollo y el aprendizaje relacionado con el constructivismo. Pero como lo plantea Coll (en Rodrigo y Arnay (Comps.). (1997)) , las exigencias de estas necesidades deben partir desde las prácticas educativas, compartiendo algunos principios que permitan establecer vasos comunicantes entre ambas áreas de conocimiento, y no que se establezcan desde la psicología, tomándola como marco referencial para los desarrollos educativos.

Didáctica de las ciencias

La didáctica de las ciencias hoy en día es considerada una disciplina científica que ha venido desarrollando investigaciones y teorías con enfoques constructivistas en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

Los constructivismos epistemológicos, ya sean conscientes o no, operacionalizan, no sólo el currículo de ciencia sino también el quehacer del docente, orientando su práctica pedagógica en el aula de clase.

Cuando hablamos de constructivismos pedagógicos nos referimos, obviamente, al constructivismo del profesor y al constructivismo de los estudiantes; en consecuencia, entran en escena la epistemología del profesor y la epistemología de los estudiantes. Esto nos conduce, en nuestro análisis, a revisar ambas epistemologías. A este respecto conviene mencionar cómo las creencias epistemológicas, pedagógicas y didácticas de profesores y alumnos, se convierten en lo que se ha llamado *obstáculos epistemológicos*, lo cual tiene implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (Bachelard, 1997; Camilloni, 1997).

McComas & et al. (1998) manifiestan que en el transcurso de los años numerosas investigaciones han señalado que el profesorado de ciencias generalmente no posee una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico. Así, hacen alusión a las expresiones que en 1950 señaló Anderson refiriéndose a cómo los profesores de ciencia se interesaron más en enseñar hechos científicos que en ayudar a sus estudiantes a entender los procesos de la ciencia. Igualmente, estos autores toman a Herron quien en 1969, 30 años atrás, dice que no existe una afirmación y descripción exacta relacionada con la naturaleza y estructura de la ciencia. Los mismos autores, señalan que en años más recientes hay investigadores que se solidarizan con estas ideas, como Gallagher, por ejemplo, que en 1991, observó que las lecciones de ciencia revelaban un énfasis en el cuerpo y terminología del conocimiento científico, más que en la naturaleza de la ciencia. Así mismo, los autores señalan que Dushl, posteriormente en 1994, argumentó que los estudiantes estaban aprendiendo hechos, hipótesis y teorías científicas –el “qué” de la ciencia- pero no así el origen de este conocimiento –el “cómo” de la ciencia.

Creencias epistemológicas

Las concepciones que tiene el profesor sobre la ciencia son muchas veces aceptadas y divulgadas por la escuela, entre estas concepciones se presentan las siguientes (Gil, 1993):

- Visión empirista: sobrevalora el papel de la observación y la construcción de conocimientos científicos por inducción. No se hace mención a los problemas que generan tal construcción, ni a la referencia teórica pertinente y casi nunca se refieren al planteamiento de hipótesis.
- Visión ahistórica y descontextualizada: se transmiten los conocimientos como productos acumulados y acabados, sin mencionar las dificultades, dudas errores y fracasos por los que pasa el científico en su trabajo. Tampoco se menciona el contexto histórico-social en el que se realizan

las producciones científicas, presentándolas como neutras, sin motivaciones e intereses socio-político-económicos, alejadas de la realidad del mundo. Las clases se limitan a un listado de hechos concebidos de manera lineal. Consecuentemente las prácticas didácticas serían por transmisión-recepción.

- Visión individualista: se cree que el conocimiento es obra de genios aislados, ignorando el trabajo de grupos de científicos –hombres y mujeres- a través de la historia.

Creencias pedagógicas y didácticas

Las concepciones que posee el profesor, por un lado, sobre la disciplina que enseña y, por otro, acerca de cómo aprenden los estudiantes, tienen una marcada influencia en su práctica pedagógica: en la planificación, en la escogencia de las estrategias para desarrollar los contenidos, en la evaluación y en la actividad del aula en la relación profesor-alumno-contenido.

La sobre-valoración que el profesor le asigna a su asignatura y al grado de dificultad e importancia que le confiere, manifestados a través de sus acciones didácticas es percibida por los alumnos como obstáculos en su aprendizaje, como lo señala Camilloni (1997).

Así, las creencias basadas en la construcción de conocimiento por acumulación, de manera lineal y definitivas, y el apego a un lenguaje técnico sin referencias teóricas, conduce a una posición academicista, basada en un aprendizaje por transmisión-recepción, centrada en el docente y el método científico. Es común en las prácticas didácticas de esta naturaleza:

- El predominio de las clases expositivas; trabajos basados en los libros textos; poca reflexión y discusión y escasa participación de grupos con debates de las ideas.
- Trabajos de laboratorio orientados por “recetas” y sin problemas claramente definidos y descontextualizados de la realidad circundante y sin sustento teórico.

- Asignación de exposiciones cortas a los alumnos sin proyecto previo y sin coordinación ni evaluación del proceso por parte del profesor responsable, dejando a los estudiantes con la incertidumbre de su gestión.

Se puede afirmar que estas creencias que terminan reflejándose en las prácticas pedagógicas del aula se derivan de las concepciones epistemológicas de la ciencia que el profesor construye a partir de su experiencia y de su formación. Al respecto, Vasco (Edit.). (1998) distingue tres concepciones epistemológicas que orientan las actividades didácticas en situaciones de aprendizaje:

1. Los conocimientos son copias de la realidad.
2. La realidad se explica por medio de modelos mentales que son copia fiel y exacta de la misma.
3. La realidad es una combinación de fenómenos, experiencias y modelos mentales.

El modelo de sentido común relacionado con los fenómenos de la ciencia, estudiado por la psicología, es el que los estudiantes traen consigo a la escuela y a menudo se convierte en dificultades para el aprendizaje de las ciencias. Estos modelos se caracterizan por ser productos de la vida cotidiana, figurativos, funcionan como copias de la realidad, son representaciones de primer orden, analogados con la realidad que muchas veces sustituyen y se manejan de acuerdo a relaciones causales.

La problemática derivada del estudio de las preconcepciones permite un punto de encuentro entre la psicología cognitiva y la didáctica de las ciencias. Según Pozo (1993), ambas áreas de conocimiento han desarrollado investigaciones psicológicas y didácticas relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Las preconcepciones al convertirse en dificultades en el aprendizaje de los alumnos, inducen a que la didáctica de las ciencias oriente sus esfuerzos a instrumentar el llamado *cambio conceptual* en la acción didáctica del aula de clase.

La aceptación del papel activo que tienen las preconcepciones de los estudiantes en el aprendizaje, determina un nuevo enfoque de la didáctica, dirigiendo su investigación y desarrollo teórico al papel central que juega el sujeto que aprende en este proceso de cambio conceptual.

Como consecuencia, se ha presentado toda una gama de variantes para el estudio del cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias naturales. Pérez y Gallego-Badillo (1996) en su publicación se refieren a propuestas de cambio conceptual de varios autores: Modelo del cambio conceptual (Driver, 1986), teoría del cambio conceptual y metodológico (Gil, 1983), la perspectiva del cambio sociocultural (Salomón, 1987), la pedagogía operatoria (López, 1987), propuesta centrada en la investigación (Gagliardi, 1986).

Igualmente, Pozo (1987) hace mención de los siguientes modelos relacionados con el cambio conceptual: Modelo de aprendizaje generativo (Osborne y Freyberg, 1985), modelo del conflicto conceptual (Nussbaum y Novack, 1982), la teoría epistemológica del cambio conceptual (Posner y col., 1982, Hewson y Hewson, 1984). A estos se agregan otros modelos: el modelo de la coexistencia de representaciones cotidianas y científicas (Strike y Posner, 1992), el modelo de la evolución de conceptos cotidianos a conceptos científicos (Vygotsky, 1977) y la propuesta del cambio representacional (Pozo y Rodrigo, 2001).

El modelo de la evolución de conceptos cotidianos a conceptos científicos de Vigotsky (1977), plantea que tanto la actividad de concepción espontánea como no espontánea de los individuos se relacionan y se influyen mutuamente; el autor afirma que son partes de un mismo proceso: el de la evolución de la formación del concepto. Por lo tanto, en este tránsito evolutivo, la enseñanza de los conceptos científicos preparan el camino para el ascenso de los conceptos cotidianos a los conceptos científicos, proporcionando las estructuras pertinentes hacia la conciencia y su uso deliberado; y a su vez, los conceptos científicos experimentan un descenso hacia formas más elementales

y concretas. Enfatiza que esto sólo puede hacerse a través de clases sistemáticas en la educación formal.

En tanto que Pozo y Rodrigo (1991) en su propuesta del cambio representacional, señalan que éste supone estados de transición en la construcción del conocimiento, que coexisten en la mente de las personas. Estas transiciones se corresponden con estados de conocimiento y distintos estatus representacionales. Estos autores sugieren cuatro aspectos a tomar en cuenta en este cambio: a) el paso de un realismo a un perspectivismo epistemológico, b) la naturaleza heterogénea del cambio representacional, c) los niveles de consistencia y coherencia de las representaciones y d) la función de los códigos y lenguajes en la representación.

Se hace referencia a estas dos propuestas, las de Vygotsky y la de Pozo y Rodrigo, porque los planteamientos de estos autores admiten la idea de que el tratamiento de los conocimientos previos de los estudiantes en el aula de clase, debe estar dirigido a su desarrollo y no a su eliminación, en un continuo evolutivo hasta alcanzar niveles en donde se reconozcan con los conceptos científicos.

Se reconoce el alto nivel de abstracción que tienen los modelos científicos lo cual los hace inaccesibles a las capacidades y a los conocimientos previos que poseen los estudiantes. Tal situación, conduce a la creación de mecanismos didácticos que faciliten el encuentro entre estas dos lógicas: el pensamiento científico y el pensamiento de los estudiantes.

El conocimiento científico es transformado en contenidos de aprendizaje en el currículo. La transformación de este conocimiento a la práctica pedagógica se produce en dos momentos: uno, cuando se realiza el traslado del conocimiento al currículo educativo. Es cuando se produce una primera transformación epistemológica del conocimiento. Generalmente en las Interpretaciones que se hacen, sólo se toma el producto de la ciencia, que se presenta como acabado, formando parte de un listado sin referencias teóricas y metodológicas y dejando por fuera la dinámica del proceso de su construcción.

El otro momento se produce en la acción didáctica, cuando el docente traslada los modelos de la ciencia de forma tan simplificada que lucen descontextualizados, aproblemáticos, sin prestar atención al lenguaje simbólico que los caracteriza. Estas transformaciones que muchas veces incurren en deformaciones del conocimiento original, forman parte de un proceso que se conoce como transposición didáctica, pasando a engrosar la lista de los obstáculos en el aprendizaje de las ciencias.

En relación con esta situación, Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) en su trabajo presentan una serie de definiciones que diferencian entre representaciones científicas, representaciones concretas, análogos concretos y modelo didáctico analógico, que pueden ser tomados como aportes didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. Aprender ciencias naturales requiere, pues, reconstruir los contenidos de la ciencia a través de mecanismos didácticos que permitan su aprehensión y comprensión, promoviendo el cambio conceptual en los estudiantes.

Representaciones científicas

Las representaciones científicas constituyen imágenes mentales elaboradas por mediación de instrumentos tales como espectrógrafos, aparatos digitalizados, etc., que suministran datos que trascienden los sentidos. El referente aquí es un concepto científico, por ejemplo, una imagen de micrografía electrónica, una resonancia magnética. Ahora bien, estas representaciones sólo pueden ser decodificadas por los expertos quienes interpretan sus alcances y limitaciones. En la escuela este tipo de representaciones se acepta como verdadero, sin tomar en cuenta el mecanismo mediacional que les dio lugar.

Representaciones concretas

Estas son representaciones visuales de imágenes asociadas a un modelo científico específico, como dibujos, proyecciones bidimensionales. El

referente en este caso también es un concepto científico, reconstruido y simplificado de un concepto más complejo. Por ejemplo: el dibujo de un orbital, el esquema de una célula, un modelo molecular, etc. Un experto sabe que este tipo de representación es una simplificación del concepto científico referente. Los estudiantes, por el contrario, aceptan estas representaciones concretas como verdaderas, sustituyendo a la entidad científica, sin comprender la mediación y los artificios convencionales del lenguaje.

Análogos concretos

Son dispositivos didácticos para facilitar el aprendizaje de conceptos científicos. Aquí el referente son los conocimientos previos de los alumnos. Este referente se relaciona analógicamente con los conceptos científicos que se quieren facilitar en la situación didáctica. Un ejemplo de análogos concretos sería el uso de un resorte para observar el desplazamiento y la dirección del movimiento ondulatorio. En este caso lo concreto para el concepto de análogo, es que se establece la analogía con conceptos de significación ya conocida por los alumnos y por lo tanto pueden operar sobre ellos desde sus propios marcos referenciales.

En este mismo orden de ideas, Candela (2001) toma como referentes teóricos el trabajo de Krees y Osborne con relación a los modos de representación de los individuos en situaciones didácticas. Distingue la representación verbal, el gráfico o las imágenes y la modelización que se hace de los elementos físicos. La autora sostiene que en el aula de clase se pasa constantemente de un modo de representación a otro, por ejemplo, del modelo de representación verbal a la modelización y al modelo gráfico y de vuelta a la verbalización.

También Duval (1999) en su trabajo, propone demostrar la habilidad para cambiar el registro de cualquier representación semiótica en el aprendizaje de las matemáticas. Para ello propone la discusión de los siguientes tópicos: 1) muchas de las dificultades encontradas por los

estudiantes en los diferentes niveles de un currículo pueden ser descubiertas y empleadas como una falta de coordinación de registros de representación; 2) el conocimiento conceptual es como el invariante de múltiples representaciones semióticas; 3) tomando en consideración diferentes registros de representación, se pueden definir variables independientes específicas de contenidos cognitivos y, así, organizar propuestas didácticas para desarrollar la coordinación de registro de representaciones.

Candela (2001) y Duval (1999) coinciden en sus planteamientos relacionados con los cambios de representación que se dan en el aula. Pero es importante lo que acota Duval al referir que los cambios de un registro de representación a otro no son tan directos y que esto se constituye en obstáculo en matemática y en cualquier otra área del conocimiento.

Duval, refiriéndose específicamente a las matemáticas expresa que no hay comprensión en matemáticas si no se distingue un objeto de su representación; objetos matemáticos como los números, las funciones, las rectas, y las representaciones como las escrituras decimales o fracciones, los símbolos, los gráficos. Debido a que un objeto matemático puede darse a través de representaciones muy diferentes, sostiene que:

Los cambios de representación en un mismo recorrido intelectual no son evidentes para la mayoría de los alumnos, quienes por lo regular no reconocen el mismo objeto a través de las representaciones que pueden darse en sistemas semióticos diferentes: la escritura algebraica de una relación y su representación geométrica sobre la recta o en el plano, el enunciado de una fórmula en lenguaje cotidiano y la escritura de esta fórmula en forma literal (Duval, p. 16).

La didáctica de las ciencias se enfrenta a un gran reto al tratar de producir una síntesis del aporte de las teorías provenientes de otros campos de conocimiento para orientar sus propias teorías y resolver la problemática que se deriva de la enseñanza científica.

En síntesis, en este apartado, se logró determinar los aportes teóricos y conceptuales desde las perspectivas identificadas para sustentar esta investigación. Igualmente se encontró en estos estudios que algunos autores han orientado sus investigaciones en lo epistemológico, psicológico y pedagógico, estos estudios quedaron definidos y explicados en sus relaciones e implicaciones; encontrando nuestras premisas una identificación de estos ámbitos propuestos en la problemática de este trabajo. Asimismo, los conceptos de constructivismo, modelos y representaciones, se analizaron y relacionaron con las tres áreas que constituyen el marco referencial de estos estudios, en los cuales convergen. Los modelos propuestos por distintos autores para producir el cambio conceptual en la enseñanza científica, no son del todo divergentes, algunos podrían integrarse en otros.

En resumen, todos los aportes encontrados desde la literatura relacionada con la problemática de esta investigación permitieron la ubicación y definición de la misma, así como también, vislumbrar algunas soluciones a las dificultades del estudiante en su proceso de aprendizaje en las ciencias naturales.

Las perspectivas teóricas estudiadas y los conceptos derivados de ellas, cambian de alguna manera, la idea simplista con la que se ha venido estudiando la problemática del aprendizaje de las ciencias en el aula de clase. Exponen los aportes teóricos que se movilizan desde otras áreas del conocimiento para enriquecer y orientar la acción didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje desde su complejidad.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

El diseño y la metodología que se presentan permitieron la organización de los elementos del trabajo que, junto con las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de la información y el método de análisis, facilitaron la consecución de los objetivos planteados.

El marco referencial del problema proporcionó, por un lado, un nivel de análisis exhaustivo y profundo de los elementos epistemológicos del conocimiento científico, así como de los modelos psicológicos cognitivos atribuidos al estudiante como sujeto cognoscente, y de la práctica pedagógica como organizadora y orientadora efectiva de las experiencias de aprendizaje. Lo que permitió, a través de la metodología presentada, la identificación y las causas de las dificultades que tienen los estudiantes de Biología de 4to. Año de Educación Media y Diversificada, en su aprendizaje. Por otro lado, la realización del estudio desde el sistema-aula facilitó la determinación de lo que sucede en la realidad escolar con relación a la problemática establecida, permitiendo vislumbrar así, posibles propuestas de solución.

Diseño de la Investigación

Estas consideraciones llevaron a enmarcar la investigación dentro de un paradigma de naturaleza *Cualitativa*, con carácter *descriptivo-interpretativo*. A este respecto Taylor y Bogdan (1996) se refieren a la investigación cualitativa como aquella que se realiza desde dentro de la situación estudiada, captando una imagen fiel de lo que dicen y hacen las personas, se deja que las palabras y las acciones hablen por sí mismas. Por otro lado, Sampieri y col., (1998) expresan que lo descriptivo permite un acercamiento a la presencia de eventos, situaciones, reflexiones, y a la interpretación de comparaciones y contrastes desde un análisis inductivo de la información, tal y como se manifiestan. Para

Taylor y Bogdan, antes citados, un *diseño de campo* hace asequible la toma de la información en el lugar de la investigación, a través del uso de las técnicas e instrumentos pertinentes para realizar los registros de forma cuidadosa y sistemática, de las actividades del docente y alumnos desde el propio contexto del aula de clase.

Grupo participante de la investigación

La selección de este grupo de estudio se considera *intencional* basada en criterios de acuerdo con Woods, 1987; Martínez, 1994 y Parra, 1995. Se elige una sección de 4to año de Biología de Educación Media y Diversificada, con su respectivo docente; por cuanto se supone que los alumnos en este nivel se encuentran en la etapa de desarrollo de pensamiento formal (Piaget, 1984). También, en este año de estudios los alumnos ya han cursado un número importante de asignaturas del área, dotándolos de un bagaje conceptual. Otro aspecto considerado como importante es que los alumnos no se encuentran presionados por la presentación de un trabajo final de curso como los de 5to año. Además porque aceptaron junto con el docente participar en la investigación.

Lugar de la investigación, la investigación se realizó en una Unidad Educativa en donde se imparte la enseñanza desde el 7mo. Grado de la Tercera Etapa de Educación Básica hasta el 5to. Año de la Educación Media y Diversificada. Este es un instituto público, catalogado como urbano ya que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Mérida. La población estudiantil que asiste a este centro educativo es muy heterogénea, se pueden observar jóvenes de los distintos estratos sociales y de diferentes lugares de la ciudad. Este instituto tiene una población profesoral y estudiantil bastante numerosa. La institución cuenta con una estructura e infraestructura en muy buenas condiciones, pero su ubicación tan céntrica la hace vulnerable a los diferentes

ruidos que se producen en sus alrededores, haciendo que la actividad docente se vea de alguna manera afectada.

Procedimientos, técnicas y herramientas para recabar la información

La investigación se realizó en una sección de 4to. Año de Biología de Educación Media y Diversificada de un instituto oficial, constituida por 37 estudiantes, 19 alumnos y 18 alumnas, en edades comprendidas entre 17 y 18 años y su respectivo docente, quien es especialista en el área, con más de 20 años en la docencia.

Se utilizaron técnicas e instrumentos etnográficos, según Martínez (1994) el uso de estas técnicas e instrumentos permiten recabar la información mostrando una imagen realista y fiel del grupo de estudio. En este sentido el estudio de las dificultades en la construcción de conocimientos de los estudiantes en biología sólo cobran sentido en el interior del sistema-aula, en el marco de las interacciones que allí ocurren.

Esta investigación por la naturaleza del problema que estudia empleó las siguientes técnicas e instrumentos de recolección y análisis de información.

La observación participante. Goetz y LeCompte (1988), Parra (1995) y Taylor y Bogdan (1996) coinciden en señalar que un observador es participante por las implicaciones que su presencia provoca en el contexto estudiado y no tanto por la posible actuación que pueda desempeñar en el mismo. Esta técnica permite el acceso a todas las actividades que se realizan en el aula para obtener la información directa, sin deformaciones, tal cual se produce. Para desarrollar esta técnica se requiere que el investigador, en un primer momento, deba introducirse en la realidad que va a observar sólo de espectador, con la finalidad de que el grupo en estudio se familiarice con su presencia y de esta manera minimizar el impacto que causa la presencia de una persona extraña dentro de un grupo. La observación participante se realizó a lo largo de un lapso de estudio del año escolar, en todas las actividades del

aula de clase, esto incluye actividades de clases teóricas y actividades de prácticas de laboratorio.

La observación participante permitió realizar **grabaciones magnetofónicas**, Parra (1995), se refiere a ellas como técnicas indispensables, ya que no sólo permiten el registro directo de la información, sino que también constituyen un medio para su almacenamiento, lo que admite en un momento dado volver atrás una y otra vez en el manejo de la información, para revisarla y tomar información que en un primer momento se habría pasado por alto. Estas técnicas, según Erickson (1989, p. 259) han sido denominadas por algunos autores como: “microetnografía” (Erickson, 1976, 1982 a), “Etnografía constitutiva” (Mehan, 1978), “microanálisis sociolingüístico” (Gumpez, 1982). Antes de proceder a las grabaciones se informó al docente y a los estudiantes sobre esta actividad, confirmándoles la confidencialidad y privacidad de sus identidades. Se realizaron las grabaciones en las actividades prácticas y teóricas de las clases de Biología.

Igualmente, a lo largo del período del estudio se tomaron **notas de campo**, por el observador participante, incluyendo en ellas todos aquellos aspectos importantes como descripciones de acontecimientos, de acciones, de personas, conversaciones, así como comentarios interpretativos, lo cual se convierte en una ayuda al momento de cotejar, complementar y ratificar la información grabada, como lo manifiestan Goetz y LeCompte (1988) y Taylor y Bogdan (1996).

Asimismo, se condujeron **entrevistas no estructuradas** dirigidas al docente y a un grupo de 6 estudiantes, quienes manifestaron su consentimiento en la participación de la misma. De acuerdo a Goetz y LeComte (1988) y Parra (1995), son formas de intercambio cara a cara entre el investigador y el entrevistado haciendo la tarea mucho más espontánea. Para ello se hizo un bosquejo con una serie de preguntas que se llevaron escritas y se presentaron sin un orden establecido de manera rigurosa. Estas entrevistas se realizaron al finalizar el lapso académico con la finalidad de que los

estudiantes se hubiesen formado un criterio de todos los aspectos del proceso de la enseñanza y el aprendizaje.

Otra fuente de información proviene de los documentos escritos elaborados por los estudiantes como son los exámenes, trabajos e informes. Estos fueron recaudados después de corregidos por el docente; de ellos se hicieron fotocopias y se utilizaron como registros para su ulterior estudio, luego se regresaron los originales nuevamente al docente.

Aquí los límites de la observación o del registro quedan determinados por los límites naturales de la actividad en cuestión.

Esta heterogeneidad en la toma de la información, permitió organizarla en estrategias de triangulación de fuentes y herramientas para minimizar, de alguna manera, los aspectos subjetivos que se pudiesen presentar en la interpretación.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de las diferentes fuentes, técnicas y herramientas que se utilizaron para recabar la información en distintos períodos del curso escolar.

Cuadro 1: Resumen de fuentes, técnicas y herramientas para recabar la información

TIPO DE INFORMACIÓN	FUENTE DE LA INFORMACIÓN	TÉCNICAS y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN	PERÍODO DE RECOLECCIÓN
Oral	Alumnos y docente	Grabaciones magnetofónicas	Durante clases y laboratorio
Escrita	Alumnos Libros Textos	Exámenes, Trabajos, Informes	Después de finalizar la actividad
Observación Directa	Investigadora Alumnos y docente	Notas de campo Entrevista	Durante la investigación Finalizando el lapso

Fuente: Castro (2008)

Procedimientos y técnicas para el análisis de la información

En el planteamiento del problema se partió del presupuesto que el aprendizaje es un proceso emergente de la interacción conjunta profesor-

contenidos- alumnos. Basado en esto había que buscar un método de análisis acorde con este planteamiento, por ello se decidió utilizar los **procedimientos analíticos a través de la Inducción analítica y las Comparaciones constantes**. Según Goetz y LeCompte (1988) estos son medios sistemáticos en el manejo de los datos para generar constructos y relaciones a partir de los datos cualitativos.

De esta manera, se efectuaron una serie de procedimientos. En primer lugar, la información recabada se transformó en documentos textuales. De las grabaciones de las clases, prácticas y entrevista se realizaron transcripciones, que junto con las notas de campo y los trabajos escritos, constituyen el corpus del trabajo, sobre el cual se realizó el análisis. En segundo lugar, se procedió a la reducción de los datos para hacerlos manejables, tarea que se inició mucho antes, al delimitar el tipo de información que se quería recoger (Rodríguez y col., 1999).

Categorización

Para el establecimiento de las categorías se pusieron en práctica algunas técnicas específicas en este tipo de tratamiento. Primero se efectuaron lecturas sucesivas de todo el material escrito, lo cual permitió llegar, por medio de la inducción y de comparaciones constantes, a la identificación de temas, enunciados y sus relaciones para el establecimiento de las categorías. Luego se procedió a la depuración de las categorías para seleccionar aquellas que se ajustaran a las dificultades encontradas en las explicaciones de los estudiantes en la construcción de conocimientos.

La metodología ubicada en el paradigma cualitativo orienta de una manera determinada el diseño y la organización de todos los elementos de la investigación. El diseño de campo permite el acceso directo a la información que se quería obtener. En tanto que la recogida de la información utilizando fuentes diferentes, permite hacer la triangulación de los datos, minimizando de alguna manera los aspectos subjetivos en la interpretación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS CUALITATIVOS

En este apartado de la investigación se presenta el análisis y la interpretación de la información recabada. Sin embargo, es menester aclarar que en los estudios cualitativos-etnográficos el análisis y la interpretación transcurren a lo largo de la investigación en un desarrollo dialéctico, en un hacer y rehacer constante.

Las transcripciones que se hicieron de las clases teóricas y prácticas, así como de las entrevistas grabadas, junto con las notas de campo y los materiales escritos constituyen los documentos textuales objeto del análisis, cuyo conjunto forma el corpus del trabajo.

Se realiza el análisis de todos los documentos textuales, incluyendo el libro texto y del Cuaderno de Prácticas utilizados en el curso en el cual se realizó la investigación.

Como ya se dijo, el análisis de la información se hizo a través de procedimientos analíticos y de las comparaciones constantes, para llegar a generar constructor y relaciones en la construcción de significados de las explicaciones encontradas. Este tipo de procedimiento supone el análisis de todos y cada uno de los elementos del corpus, traducidos a materiales textuales.

Análisis e interpretación de la información

Al iniciar el análisis, se efectuó un estudio de los contenidos programáticos curriculares de la Biología de 4to. Año, con la finalidad de tener una visión completa de los aspectos teóricos conceptuales desarrollados durante el período de esta investigación.

El curso de Biología de 4to. Año de Educación Media y Diversificada, con sus integrantes en interacción permanente durante el desarrollo de las clases fue objeto de nuestro estudio y análisis. La disciplina Biología perteneciente al área de las Ciencias Naturales da origen a la asignatura, cuyo objetivo fundamental es el estudio de todos los fenómenos que hacen posible la vida en interrelación con el ambiente.

Se aspira a que la dinámica de desarrollo de la disciplina se vea reflejada en la dinámica pedagógica de la asignatura, no tanto para que los estudiantes sean descubridores de algo, sino redescubridores o reconstructores del conocimiento científico, y para que puedan adueñarse de la cultura científica en el tránsito de entender sus significados, desde sus propios esquemas. Indudablemente, que para ello se deben tener conocimientos claros no sólo de los aspectos relacionados con la naturaleza de la asignatura, sino también considerar la naturaleza de quienes aprenden, es decir conocer las formas de cómo aprenden los estudiantes. En este sentido no deben confundirse los procesos que son utilizados para el desarrollo de la ciencia con los procesos propios de los sujetos aprendices. Con esto en mente se procedió al análisis cualitativo.

La temática que se trabajó durante la realización del estudio corresponde a las dos últimas unidades de este programa: Evolución y Diversidad de la vida. Para una mejor visualización de los temas trabajados en la teoría, en las prácticas de laboratorio y en los exámenes evaluados, se realizó un desglose de los mismos, en cuadros respectivos.

Del trabajo del salón de clase se observaron y grabaron trece (13) sesiones de actividades teóricas, dos horas semanales por cada sesión, lo que hace un total de veintiséis (26) horas de clases. Una de estas clases consistió en la planificación del tercer lapso y no entró en el análisis.

En los registros de cada clase se mantienen los temas que fueron minuciosamente trabajados mediante exposiciones y discusiones.

A continuación se presenta el Cuadro 2 como resumen de los contenidos programáticos trabajados en el desarrollo de las clases teóricas en el salón de clase.

Cuadro 2: Resumen de temas teóricos tratados en el aula de clase

UNIDAD	TEMAS	CLASES	CONCEPTOS
II EVOLUCION	Bases Genética.		
	2 Selección Natural	1. Selección Natural -Tipos de selección -Casos de selección Natural. 2. Adaptación y Aislamiento - Tipos de adaptación -Aislamiento. Tipos 3. Evolución (Expos.) 4. Planificación 3er Lapso	- Variedad, especie, población, selección natural, genes alelos, -S. direccional, S. estabilizante, S. Disruptiva, S. equilibradora. Genotipos y fenotipos. Herencia. .Resistencia de insectos a los insecticidas, R. de Bacterias a los antibióticos, Melanismo industrial, Evolución hombre y E. del caballo. .Inmune. Resistencia. Variación discontinua. Alelo. Recesividad. .Adaptación, sobrevivencia, Adapt. fisiológica, A. estructural y. Por comportamiento. Procesos Hormonales, depredador. Aislamiento ecológico, Etológico, Geográfico, Fisiológico. -Evolución. Evol. Divergente, Convergente, Evol. Hombre, Caballo .Discusión de actividades y evaluación
III DIVERSIDAD DE LA VIDA	1 Importancia de la Diversidad	1. Diversidad (Expos.) 2. Clasificación Seres Vivos (Exposic.) 3. Mayores Grupos: Eucariota. Procariota, Virus (Exposic) 4. Clasificac. 5 Reinos	.Barrera geográfica, Flora y fauna de Venezuela .Nomenclatura Binomial Categorías Taxonómicas. Clasificación. .Diferencias Procariotas. y Eucariot. Virus. Estructura. Virulencia. .Caract, 5 Reinos
	2 Procariotas y Eucariotas Unicelulares	1. Procariotas: Reino Monera. Bacterias y Cianobact. (Lecturas e interrogatorios)	.Características. Reproducción, hábitat, metabolismo.
	3 Eucariotas Plurucelulares	1. Reino Protista (Exposic.) 2. Reino Fungi (Exposic.) 3. Reino Plantae (Exposic.) 4. Reino Animalia (Exposición)	.Células eucariotas, Protista, clasificación. Algas, divisiones. .Hongos, estructura, reproducción, tipos de hongos, clasificación. .Plantas no vasculares, vasculares. .Plan de organiz. Simetría, Celoma Triblásticos, Protostomados, Deuterostomados. Estudio de Fila

Fuente: Castro (2008)

Igualmente, además de los contenidos teóricos conceptuales, se observaron y registraron diez (10) prácticas de laboratorio, cuatro horas por semana, lo que hace un total de 40 horas de prácticas registradas. Los contenidos llamados teóricos marcharon a ritmo y momentos distintos a los trabajos de laboratorio.

Cuadro 3: Resumen de temas trabajados en las prácticas de laboratorio

UNIDAD	TEMAS	PRÁCTICAS	CONCEPTOS
II EVOLUCIÓN	1-Selección Natural	1- Selección Natural 2-Grupos sanguíneos 3-Evolución del hombre (lecturas y cuestionario)	. Efecto del ambiente, Fenotipos. Variaciones. .Fenotipos, Polimorfismo, Herencia. .Factores ambientales, .Factores genéticos, .Paleontología.
III DIVERSIDAD	1-Importancia de la Diversidad	1-Biodiversidad y Extinción (lecturas y cuestionario).	.Biodiversidad, extinción causas.
	2-Virus. Procariotas y eucariotas unicelulares.	1- Virus. Construcción modelo de virus. 2-Virus. (lectura y cuestionario). 3-Práctica Procariotas 4--Práctica bacterias 5-Práctica protozoarios	.Virus, Modelo, Estructura de los virus, ADN, ARN, Proteínas. .Virus, Reproducción, .Vacunas, .Enfermedades. Bacterias y cianobacter. .Bacterias , Formas, .Identificación de protozoarios, formas, movimientos, estructura,
	3-Eucariotas pluricelulares	1-Observación de hongos	.Distintos sustratos. Identificación de hongos. Tipos de hongos. Estructura. Talo. Gemación. Hifas. Basidio. Esporas.

Fuente: Castro (2008)

Durante el período de la observación participante se presentaron seis (6) exámenes, cuyas evaluaciones abarcan la totalidad de los contenidos desarrollados en las clases teóricas. Las pruebas se suministraron a todos los alumnos durante un período de dos horas, correspondiente a una sesión de clase. A continuación se presenta resumen.

Cuadro 4: Resumen de Temas evaluados en los exámenes.

UNIDAD	TEMAS	EXAMEN	CONCEPTOS
II EVOLUCIÓN	1-Selección Natural	1-Orientado a indagar el conocimiento sobre variaciones heredables.	.Cromosomas, genes, locus, genomas, genotipos. Meiosis. Disyunción. Entrecruce. Recombinación. Reprod. sexual. Variación. Herencia. Cambios genéticos. Mutaciones génicas. ADN. Nucleótidos. Variaciones discontinuas. Delección. Síndromes. Flujo genético. Inmigración, Variación fenotípica.
		2-Dirigido a indagar el conocimiento sobre evolución y selección natural.	.Anemia falciforme. Alelo .Selección natural, tipos: S. normalizadora, S. equilibradora S. direccional, S. diversificadora. Casos: Melanismo industrial, resistencia insecticida., evolución del hombre, ev. caballo.
		3-Prueba Final Lapso, orientada a evaluar conocimiento visto.	.Evolución. Genética poblaciones .Aislamiento ecológico. Especiación. Alopátrida. Adaptación.
III DIVERSIDAD DE LA VIDA	1-Importancia de la Diversidad	1- Dirigido a indagar el conocimiento sobre el estudio de la diversidad.	.Condiciones de vida especies. Clasificación, categorías. Taxonomía. Diferenciar procariotas y eucariotas. Nomenclatura binomial.
		2-Virus. Procariotas y eucariotas unicelulares.	.Algas verde-azules y Moneras. Estructura bacteriana. Diferencias entre Plantas y animales. Clasificación. Protozoarios y algas.
		3-Eucariotas pluricelulares	.Animales piel espinosa. Oligoquetos. Seudoceloma. Capas embrionarias. Asimetría. Antophyta. Basidiomicota. Reproducción alterna. Briophyta. Plantas vasculares. División Licophyta. Gastrópoda Nemátodos. Simetría bilateral. Organismos con hifas.

Fuente: Castro (2008)

Así mismo, se recopilaron tres informes escritos de Prácticas de laboratorio. El resto de los informes fueron escritos por los estudiantes, directamente en la guía práctica de laboratorio. Estos tres informes corresponden a Selección Natural, Grupos sanguíneos y Biodiversidad. Análisis lectura: Tesoros Vivientes en peligro.

Para una visualización más orgánica de la información se presentan dos cuadros resumen que recogen los aspectos trabajados en las Unidades de Evolución y Diversidad, durante el lapso de la investigación. Se presentan las clases, las prácticas, los informes y los exámenes correspondientes a cada tema. Se identifica cada clase y los tópicos desarrollados, la modalidad de la clase y las preguntas de la profesora realizadas durante la clase.

Cuadro 5: Resumen de clases, prácticas, informes y exámenes de la Unidad II: Evolución

TEMAS	CLASES	PRACTICAS	INFORMES	EXAMENES
1 Bases Genét. Evolución				
2 Selección Natural	<p>1-Selección Natural Tipos y casos de Selección Natural -Clase magistral -Preguntas de la profesora ¿Qué será lo que ocurre? (insecticid.¿Será que el insecto se vuelve inmune al insecticida? ¿O es que su condición genética tiene algo que lo hace resistente? ¿A qué alelo favoreció la selección Nat. Antes de 1948, a la clara verdad?¿Y a qué alelo favoreció después de 1948? a la oscu.</p> <p>2-Adaptación y Aislamiento Tipos de adaptación. Fisiológica. Estructurales. Comportamiento. Aislam. Especie. Especiación. -Clase (Adaptac): intervenc. estudiantes y desarrollo por la profesora. -Participan 4 estudiantes. -Preguntas de la profesora ¿Qué sucede cuando es perseguido por un depredador? ¿Pero qué sucede cuando se ve amenazado? -Clase (Aislam): Intervenc. estudiantes y desarrollo por la profesora. -Intervienen 2 estudiantes. -Preguntas de la profesora ¿Qué sucede cuando el puente se hunde? ¿Por qué los pinzones de Darwin son tan estudiados?¿Qué es ecología? ¿Qué es aislamiento ecológico?</p>	<p>1-Selección Natural Experiencia 1: resultados de la práctica anterior Experiencias 2, 3, 4 y 5 : Lecturas y preguntas. Experiencia 6: Sopa de Letras.</p> <p>2-Grupos Sanguíneos Práctica de tipo empírico. No aparece en el Cuaderno de Práctica</p>	<p>1-Selección Natural</p> <p>2-Grupos Sanguíneos</p>	<p>1-Variaciones heredables. -Prueba de desarrollo, 10 preguntas.</p>

	<p>3-Evolución Cambios. Combinac. Mutación. Selec. Natural. Ev. Divergen Converg. Hombre. Caballo Intervenc. Estudiantes e interrogatorio. -Preguntas de la profa al grupo ¿Cuáles son los tipos de evoluc? ¿Cómo podría darse este tipo de evolución? ¿En qué tipo de evoluc. Podríamos ubicar al hombre? Cabe mencionar la evoluc. Del hombre en la evoluc. Que vimos? ¿en concreto en qué aspectos evoluc. El caballo? ¿Y las expectativas en la evolución del hombre?</p> <p>4-Planificación 3er Lapso Discusión actividades y evaluaciones.</p>	<p>3-Evolución Experiencia: Lectura y preguntas.</p>		<p>2-Evolución. Selección Natural. -Prueba de desarrollo, 5 preguntas.</p> <p>3.Final Lapso Evolución y todo lo relacionado con ella. -Prueba de desarrollo, 6 preguntas</p>
--	--	---	--	--

Fuente: Castro (2008)

Cuadro 6: Resumen de clases, prácticas, informes y exámenes de la Unidad III: Diversidad

TEMAS	CLASES	PRACTICAS	INFORMES	EXAMENES
	<p>1-Diversidad. Regiones faunísticas Importanc.Región Neotropi. Ecosistemas Terrestres. -Exposición 2 alumnas,2 alum. -Preguntas de profa a todos ¿Qué son Parques Nacionales? ¿Qué son Monumentos Naturales? 2-Necesidad de Clasific. Sistemas de Clasificación. Nomenclatura Binomial. Tipos Taxonomía. Dificultad Clasificación -Exposición 4 alumnos -Preguntas de profa al grupo Los nombres científ. ¿Cuáles son? ¿Existe el</p>	<p>1-Biodiversidad y Extinción. Experiencia 1 Lectura de 3 artículos de prensa seguida de un cuestionario.</p>	<p>1-Informe de Biodiversidad . Sin ningún formato, sólo las preguntas y el análisis de las lecturas.</p>	<p>4-Prueba dirigidaa evaluar conocimiento sobre diversidad Condiciones de vida de las especies. Categorías taxó. -Prueba de desarrollo, 4 preguntas.</p>

<p style="text-align: center;">1 Importancia de la Diversidad</p>	<p>nombre Cientif. para un animal? ¿La nomenclat. binomial fue creada por quién? ¿A ver con que i se escribe mayz? ¿qué tipo de nomenclatura querían especific.? ¿No hay más categorías? ¿Homología qué significa? ¿Cuáles son las reglas que habíamos dicho?</p> <p>3-Mayores Grupo:Procar Eucariota. Virus. -Exposición 3 Alumnas -Preguntas de profa a todos ¿Cómo secontagian? ¿Qué es la liberación femenina? ¿Qué es normal para ti? ¿Cómo es posible que una persona se manche el cuerpo así de esa manera?</p> <p>4-Clasificación Seres Vivos 5 Reinos. Moneras. Protistas. Plantas. Musci. Animal. -Exposición 2alumnas,2 alum. -Preguntas de profa al grupo ¿Las bacterias causantes de enfermedades? ¿Para qué se utiliza el yogurt? ¿Quién le dijo que esas son bacterias, son parásitos? ¿Qué significa en equipo?</p>	<p>2-Procariotas: Bacteria cianobac. Lectura e Interrog</p> <p>3-Construcción Modelo de Virus. -Elaboración en plastilina del modelo 4-Virus lectur. y cuestionarios. Interrogatorios.</p>		<p>5-Conocimiento de los grandes Grupos organa. - Prueba de desarrollo. 5 preguntas.</p>
<p style="text-align: center;">2 Procariotas y eucariotas Unicelular.</p>	<p>1-Reino Monera. Procar. Bacterias y cianobacter. Diferencias. -Trabajo en grupos. Lectur. -Cuestion. -Preguntas a los grupos. ¿Usted lo que me quiere decir es que ellas tienen reproducción sexual? ¿Y solamente por división se reproducen ellas? ¿Qué le quedó a usted de lo que investigó? ¿Todas tienen flagelos? ¿Qué</p>	<p>1-Cianobacterias. -Observación al microscopio y realizac. de dibujos. -Lecturas e interrogatorios</p> <p>2-Bacterias -Preparación de extendidos, muestras de yogurt y leche.</p>		

	<p>preguntas respondieron? ¿Cuáles son las características de cada uno de esos Reinos? ¿Cuáles son las características del reino Protista?</p> <p>2-Reino Protista. Algas. Division. Protozoarios. Clasific. Hongos Mucilag. -Exposición 3 alumna, 1 alum. -No Preguntas de la profa</p>	<p>-Observación al microscopio y dibujos -Lecturas e Interrogatorio.</p> <p>3-Protista. Protozoarios. -Observación de protozoarios al microscopio y Dibujos. Lecturas, interrogatorios.</p>		
<p>3 Eucariota pluricelu.</p>	<p>1-Reino Fungi. Estructura hongos. Reprod. Tipos de hongo. Líquenes. -Exposición 3 alumnos Intercambio entre estudiantes pero no se pudo registrar.</p> <p>2-Reino Plantae. Característ. Generales. Clasific. Plantas Vascul. y no Vasculares . Algas Supiores -Exposición 2 alumnas, 2 alum. -Preguntas de profa al grupo. ¿Entre esas adaptación. podríamos colocar la semilla? ¿Las adaptación. podríamos tomarlas como avances evolutivos? ¿Cuáles de las semillas tienen la posibilidad de sobrevivir en este espacio? ¿Tú podrías hablar un poquito más de las Briofitas?</p> <p>3-Reino Animal. Característic. generales. Plan corporal. Simetría. Celoma. Filos. Importanc. Exposición 3 alumnas. No hubo preguntas.</p>	<p>4- Hongos Observación de hongos extraídos de muestras de pan, cebolla, naranja y de una dilución de levadura. Dibujos respectivos.</p>		<p>6-Prueba Parcial Conocimiento de características taxonómicas de organismos vivos -Prueba objetiva: 10 preguntas completación y 10 de selección.</p>

Fuente: Castro (2008)

Para ilustrar las secuencias de las transcripciones surgidas durante el análisis, se presenta un registro de las mismas para facilitar su interpretación. Un modo convencional de presentar estos registros es hacer uso de una serie de simbologías propias de esta actividad que hacen referencia a algunos aspectos de las transcripciones, como se muestra en el Cuadro 7

Cuadro 7: Simbologías utilizadas en los registros

Aa	Alumna
Aas	Alumnas
Pa	Profesora
Aa1 Ao2	Los números acompañando estas simbologías, señalan la secuencia de participación y no una secuencia numérica
Ao:	Alumno
Aos:	Alumnos
“ ”	Registros textuales
...	Cortes y continuación de textos por interrupción y/o por extensión.
():	Acotaciones del Observador
(...):	Texto omitido porque no se escucha
<u>S</u>	Subrayado para resaltar incongruencias y errores en el texto

Modificado de Castro (2004)

En lo que sigue se presenta el análisis de todos los documentos textuales. Se comienza con el análisis de las clases teóricas.

1- ANÁLISIS DE LAS CLASES TEÓRICAS

El análisis se realizó a partir de los registros tomados de los documentos textuales de cada clase, cada una se organiza en un conjunto de contenidos teóricos específicos, los cuales se corresponden con la red conceptual que enlaza los conocimientos involucrados en los mismos. Es por ello, que de cada clase se analiza, se describe el contenido específico y se determina la red conceptual que lo constituye.

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes al desarrollo académico de la clase 1.

Análisis de la clase 1

En esta clase se estudiaron los temas relacionados con la Selección Natural, los tipos de selección y los casos de Selección Natural. Igualmente, se identificaron los conceptos componentes de la red conceptual constituyentes del contenido teórico de la clase:

RED CONCEPTUAL
Variedad, Especie, Población, Cruce, Diversidad, Selección direccional, Selección estabilizante, Selección disruptiva y Selección equilibradora. Genotipos, Fenotipos, Genes, Homocigoto, Heterocigoto. Resistencia. DDT. Melanismo industrial. Inmunidad. Alelo.

La discusión de los temas que componen el contenido de la clase, fueron desarrollados en su totalidad por la docente, quien introdujo el tema con un recuento de la actividad anterior relacionada con el viaje de Darwin a las islas Galápagos. Fue una clase magistral, en la que ella mantuvo una exposición larga con algunas preguntas esporádicas, reduciendo la participación de los estudiantes en la elaboración de ideas, conceptos e hipótesis. Tal práctica pedagógica puede repercutir de manera no favorable en el desarrollo de ideas y nuevos planteamientos en los estudiantes.

La profesora en el transcurso de la presentación de esta introducción se refiere a conceptos como **variedad, especie, población, cruce**, relacionado con la población de pinzones encontrados por Darwin, sin definirlos o caracterizarlos. Se considera que probablemente estos conceptos fueron discutidos en clases anteriores, puesto que en esta oportunidad, como ya se señaló, se refería a un recuento de la clase, como introducción. A continuación se muestran algunos registros de la Clase 1.

Registros Clase 1: Selección Natural

En esta clase se muestran ciertas omisiones teóricas relacionadas con la teoría de Darwin y los casos de selección natural, como se muestra en el Registro

Registro 1

Teoría de Darwin

“Los individuos que componen una población son genéticamente diferentes, constituyendo esto la materia prima en que se basa la selección natural para seleccionar los individuos potenciales al proceso evolutivo”.

“De acuerdo a esto podemos decir que la selección natural es el cambio diferencial de la frecuencia de nivel de los genes alelos de las poblaciones...Cuando me refiero a los genes alelos, es la forma alternante que presentan los genes y que hace que los individuos tengan caracteres totalmente opuestos ¿bien?”.

Casos de selección natural

“El problema aquí es que antes que apareciera el insecticida en el mercado, en el caso de los insectos, ya ellos poseían en su condición genética un gen con características recesivas, que se heredan con carácter mendeliano. Que produce una variación continua. Entonces ¿Quiénes se van a morir cuando se coloque el insecticida? Los organismos e insectos que no poseen la manera de resistirlo”.

“...Para el año de 1898, cincuenta años después, un grupo de científicos determinan que ha bajado el crecimiento de líquenes, la población de mariposas *B. betularia* prácticamente había desaparecido y que la *B. carbonaria*, se encontraba en su mayor apogeo...entonces la pregunta es ¿La mariposa Biston posee un gen que resuelve el problema y que no sabemos? (...) ¿A qué alelo favoreció la selección natural antes de 1848? al de la Biston clara ¿verdad? ¿Y a qué alelo favoreció después de 1848? A la oscura, o sea a la *B. carbonaria*...”.

Castro (2008)

Con respecto al contenido del Registro 1, se observó, en relación a la Teoría de Darwin, que la definición de selección natural involucra términos que el autor no utilizó en su momento, pero no hubo una explicación de la docente que justificara la introducción de estos conceptos genéticos y hereditarios vinculados a esa teoría, los cuales fueron producto de estudios posteriores a la proposición, resultando una nueva teoría denominada de síntesis, que se conoce como neodarwinismo.

En el segundo caso de este mismo Registro, en el transcurso de la disertación sobre los casos de selección natural, la profesora deja claro que el problema de la resistencia a los insecticidas, antibióticos y el caso del melanismo industrial, son condiciones genéticas con características recesivas hereditarias. Sin embargo, no destacó el hecho de que estas condiciones genéticas se manifiestan con relación a cambios ambientales específicos, pero que no son productos de los mismos. Con frecuencia se cree que es el ambiente el que produce los cambios orgánicos en los individuos, los estudiantes no son ajenos a estas creencias, por lo que las omisiones teóricas en la explicación no son adecuadas para facilitar el desarrollo teórico de este conocimiento en los estudiantes.

El análisis también reveló faltas de tipo didáctico en el transcurso de la clase. Una primera, estuvo relacionada con la manera de presentar la información; se presentó un vacío entre la definición de selección natural y la manifestación de los tipos de selección, como consecuencia de una presentación estratégica no adecuada de estos contenidos. Otra falta de tipo didáctico estuvo referida al desarrollo de los temas con muy poca participación del alumnado en la construcción de ideas, hipótesis, relativas al tema en discusión, aunque la profesora plantea algunas preguntas interesantes relacionadas con el uso de insecticidas, éstas parecieran ser más una especie de reflexión retórica, que indagación en la que se involucre a los estudiantes. Por ejemplo: "...Fue efectivo el uso de insecticidas, sin embargo, han resultado insuficientes ahora, ¿Qué será lo que ocurre? ¿Será que el insecto se vuelve inmune al insecticida? ¿O es que su condición genética tiene algo que lo hace resistente?".

En la discusión de los temas referidos a los tipos de selección, el análisis también reveló definiciones incompletas como en el caso de la selección direccional y confusiones conceptuales y teóricas en la definición de la **selección Estabilizante, Equilibradora y la selección Disruptiva**, como lo muestra el siguiente Registro.

Registro 1.1 (Pa)

“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 ¿verdad?... ¿Hay alguna pregunta? (Pausa) ¿Hay alguna pregunta?”.

Castro (2008)

En el Registro anterior, se observa como la definición de selección direccional no quedó lo suficientemente esclarecida por incompletitud en la explicación “¿cuál es la relación entre el ambiente modificado y la selección direccional? ¿De qué manera la Tierra constituye un ejemplo de este tipo de selección?” Esta selección favorece un valor de los extremos de la población, desplazando la media en esa dirección; un ejemplo es la selección artificial, en donde se seleccionan de manera intencional ciertos fenotipos que incrementan la productividad, ya sea en los vegetales o en los animales. En cuanto a la Tierra, ésta se ha visto afectada por cambios extremos a lo largo de su historia, probablemente estos cambios han favorecido un determinado carácter de las poblaciones.

La confusión conceptual y teórica se produce cuando la profesora trata la **selección equilibradora** como distinta de la **estabilizante o normalizadora**. Generalmente la literatura señala tres tipos de selección, relacionados con la estabilidad de caracteres en la población: direccional,

estabilizadora o normalizadora y la disruptiva o diversificadora (Curtis y col., 2004; Hickman y col., 1999; Kimball, 1986). La selección estabilizante o normalizadora generalmente elimina a los individuos situados en los extremos de la población y favorece los del promedio. El polimorfismo balanceado debido a los heterocigotos es un ejemplo de ello.

De acuerdo con Kimball (1986); Baker y Allen, (1970), ciertas enfermedades hereditarias son mortales en su condición homocigótica, como el caso de la anemia falciforme. Algunas regiones de África son endémicas para la anemia falciforme y para la malaria. La primera es una enfermedad debido a una mutación en la molécula de hemoglobina, se caracteriza por una deformación en los glóbulos rojos que obstaculiza el transporte de oxígeno. Se sabe que la malaria es una enfermedad producida por un protozoo y transmitida por el mosquito anófeles que produce destrucción de los glóbulos rojos. Las investigaciones han determinado que el transmisor heterocigótico de la anemia falciforme es más resistente a la malaria que los individuos homocigotos. Aquí se produce un proceso adaptativo de los individuos con anemia falciforme ante una mayor resistencia a la malaria y con manifestación de una anemia benigna. La docente en la selección equilibradora proporciona el mismo ejemplo pero lo asume como selección distinta a la normalizadora.

En la **selección disruptiva o diversificadora** se presenta también una confusión conceptual. En un primer momento la profesora afirma que se va a favorecer a los fenotipos de los extremos de la población, pero luego expresa que *“se tiene que elegir uno, o es blanco o es negro”*

Como síntesis de esta clase, se puede decir que a lo largo del análisis de los planteamientos temáticos de esta primera clase, se han puesto en evidencia algunos problemas relacionados con los aspectos conceptuales y teóricos en el desarrollo de estos conocimientos, los cuales hemos identificado como problemas epistemológicos, porque se relacionan con el conocimiento; pero para los estudiantes se convierten en dificultades del

aprendizaje en la práctica didáctica debido a las siguientes factores: no se establecen vínculos entre un contenido y otro, y por la poca oportunidad que se le brinda al estudiante en la participación activa de la clase, en el sentido de no permitir el aporte de ideas, de conceptos o de hipótesis, lo cual hemos catalogado como dificultades de tipo pedagógico.

Los contenidos de los registros analizados sobre la selección natural, tipos de selección y casos específicos de selección envuelven diversos aspectos que deben ser considerados y que probablemente guarden relación con las dificultades en la aprehensión de estos conocimientos. En primer lugar, la evolución y la selección natural son teorías que involucran explicaciones a nivel conceptual y teórico, que obligatoriamente hay que entender para comprender los aspectos fenomenológicos citados por las mismas. Estos estudios se refieren a la variabilidad de los individuos, que necesariamente tienen que ver con la genética en la producción de los cambios de los cuales habla la teoría. En segundo lugar, tanto la evolución como la selección natural no pueden explicarse plenamente sin el componente ambiental, aspecto que no quedó muy claro en la presentación de este contenido. Pienso que hay que profundizar en estos niveles, conceptuales y teóricos y sus correlatos fenomenológicos, así como en los aspectos relacionales, que finalmente son los responsables de la comprensión teórica conceptual del fenómeno.

El siguiente análisis, corresponde a las actividades teóricas, de participación y discusión de los integrantes de la clase 2. Se mencionan los temas tratados, así como el tramado conceptual que le sirve de base.

Análisis de la clase 2

En la clase 2 se discutieron los temas relacionados con la Adaptación, tipos de adaptación, Aislamiento y tipos de aislamiento. También, se determinaron los conceptos que conforman la red conceptual que sustenta los conocimientos relacionados con el contenido de la clase:

RED CONCEPTUAL				
Adaptación Compleja.	Adaptación por comportamiento.	Adaptación estructural, Mimetismo.	Adaptación Simple, Procesos	Fisiológica, Adaptación hormonal.
Aislamiento.	Aislamiento etológico.	Depredador. Geográfico.	Aislamiento	ecológico.
Aislamiento	Especiación Simpátrida.	Especiación.	Especiación	Alopátrida.

Se observa en el desarrollo de la discusión de los contenidos de esta clase una modalidad diferente. Esta modalidad pareciera ser una estrategia metodológica de la profesora para el desarrollo de algunos contenidos, que consiste en una pequeña exposición, previa indagación del tema por los alumno y luego, más tarde, la profesora termina construyendo el resto de las actividades de clase.

En esta oportunidad hicieron su intervención cinco estudiantes. Es de observar que la participación de los alumnos y alumnas del grupo fue voluntaria a invitación de la profesora.

Registros clase 2: Adaptación y Aislamiento

El análisis muestra en las definiciones en los tipos de adaptación, ciertas omisiones, confusiones, faltas teóricas y conceptuales, así como ausencia de ciertos procesos cognitivos indispensables para la comprensión y reconstrucción de estos conocimientos. Como muestra el Registro 2.

Registro 2

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa1:	“La adaptación ¿verdad? son ciertas características o mecanismos ¿verdad? que les permiten a los individuos de una misma especie, este... adaptarse al medio en el que se encuentran y poder sobrevivir en las condiciones ambientales y geográficas...”.
Aa2	“La adaptación diríamos es las modificaciones <u>que realizan los individuos</u> en sus organismos de manera que los cambios respondan a las necesidades de existencia en sus respectivos ambientes”.
Aa3	“La adaptación son las que se producen en los organismos para adaptarse a su ambiente”.
Aa4	“La adaptación es una adaptación general o un conjunto de características generales que posee un individuo para poder sobrevivir o reproducirse en un determinado ambiente”.
Ao1	“Se puede definir cualquier adaptación como cambios estructurales que le permiten sobrevivir en un ambiente”.

Castro (2008)

Se observa en estos registros que la alumna participante **Aa3** produce una definición incompleta y confusa sobre adaptación, su explicación es redundante. Igualmente el alumno **Ao1** limita su definición a un solo rasgo (cambios estructurales) de los distintos que se atribuyen a la adaptación, centrando su esquema representacional en un aspecto teórico específico. Se han identificado también los fisiológicos y los de comportamiento, incluso la

adaptación se puede presentar por un conjunto de rasgos al mismo tiempo. Las definiciones aportadas por las alumnas **Aa1**, **Aa2** y **Aa4** son un poco más elaboradas, sin embargo, la alumna **Aa1** presenta una confusión en su enunciado al identificar características con mecanismos, estos dos términos no tienen el mismo significado. En este caso ciertas características de algunos individuos pueden fungir como mecanismos adaptativos. En tanto que la alumna **Aa2** en su afirmación pareciera atribuirle al individuo una potestad voluntaria y dirigida para originar características adaptativas, incurriendo en faltas teóricas.

Por su parte, la alumna **Aa4** es la única que se refirió a la adaptación como una adaptación general del organismo al medio y destaca además el hecho de que los organismos sobrevivan hasta la edad reproductora, cuestión importante en la teoría de la selección natural.

Más adelante, dos de las alumnas se refirieron a Lamarck y a Darwin como principales ponentes de las adaptaciones y hacen mención a sus famosos ejemplos utilizando las jirafas, pero se observó que aun estableciendo claras diferencias entre los dos tipos de ejemplos, estas alumnas no resaltan la idea de variabilidad que subyace en el ejemplo dado por Darwin. Omisión que puede traducirse como falta teórica. Como se observa en lo que sigue:

Registro 2.1

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa1	“...El decía que las jirafas, estee, eran todas de cuello corto y ellas para alcanzar el alimento necesitaron estirarse y llegar a alcanzar las hojas y frutos de los árboles altos, es por ello que llegaron a desarrollar un cuello largo. Mientras que Darwin decía que la adaptación se debía a procesos naturales, él decía que las jirafas que existían eran de cuello largo y de cuello corto, cuando escaseó la comida como las de cuello largo eran las únicas que alcanzaban el alimento que estaba en loa árboles, pues las otras fueron desapareciendo poco a poco”.
Aa3	“...Según Lamarck las jirafas tenían que alargar el cuello para poder sobrevivir. Mientras que Darwin decía que había jirafas de cuello largo y corto ¿verdad? Las jirafas de cuello largo fueron las que se adaptaron”.

Castro (2008)

De igual modo, se pudo constatar que no hay deducciones desde el modelo teórico a la manifestación fenomenológica, identificándose como fallas en los procesos cognitivos funcionales.

En todas estas exposiciones también se determinaron los tipos de adaptación como las **estructurales**, **fisiológicas**, y de **comportamiento**. De los cinco estudiantes que intervinieron, solo la alumna **Aa1** demostró claridad en su disertación, dando explicaciones muy detalladas, mostrando elementos cognitivos en la comparación y diferenciación para identificar las distintas adaptaciones de manera congruente. Sin embargo, también se determinaron errores y confusiones conceptuales como en la explicación de la alumna **Aa2**.

Registro 2.2

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa1	“Entre los tipos de adaptación tenemos, las adaptaciones estructurales, fisiológicas, simples, complejas y de comportamiento... Como producto de la adaptación tenemos el mimetismo ¿verdad? Es cuando los individuos toman la coloración entre blanco y verde para reaccionar contra otros, como es el caso de los insectos; luego un polimorfismo en los

	que se encuentran, este... los individuos que toman la coloración del hábitat donde se encuentran como es la lagartija, por ejemplo...también tenemos los fitomorfos...los zoomorfos...”.
Aa2	“...tenemos la adaptación estructural que es cuando se desarrolla la estructura de un organismo para que se desarrolle a través de cambios hormonales. Los cambios fisiológicos los organismos, este, o sea, los organismos tienen un comportamiento diferente cuando se ven amenazados por sus depredadores”.

Castro (2008)

Se observa en la intervención de la estudiante **Aa2** que presenta una confusión de conceptos al identificar los cambios estructurales con cambios hormonales. Se conoce que los cambios hormonales están relacionados con los cambios fisiológicos, los cuales se pueden manifestar como cambios en la coloración, expulsión de tintas o de olores intensos, ante la presencia de un depredador, por el contrario, los cambios estructurales, generalmente, se manifiestan en la apariencia fenotípica del individuo, muchas veces imitando a otros organismos o elementos del paisaje en donde viven. Por otro lado, si bien es cierto que algunos cambios fisiológicos conllevan cambios de comportamiento, en el caso que se está tratando, los cambios de comportamiento y fisiológicos se consideran distintos. Los cambios de comportamiento se refieren a una actuación del individuo, distinta a la normal, para confundir al depredador y esto puede no relacionarse directamente con cambios fisiológicos.

Al final de estas disertaciones cortas, la profesora reconoció el trabajo de la alumna que sobresalió en su discusión y preguntó sobre posibles dudas. Luego procedió a explicar los temas de la clase correspondiente. Inició ésta con una definición de adaptación y luego identificó los tipos de adaptaciones, dando ejemplos de cada uno de ellos. Se observa que nuevamente en las explicaciones de estos contenidos se incurre en omisiones, confusiones, faltas teóricas y conceptuales referidas al conocimiento involucrado en estos temas.

Registro 2.3

“Entendemos por adaptación diferentes mecanismos que adoptan los seres vivos para poder sobrevivir en un medio ambiente determinado...La adaptación es muy importante para los procesos evolutivos”.

“...Donde los **fisiológicos** son aquellos procesos que están relacionados realmente con procesos orgánicos como son los **procesos hormonales**. Ejemplo de ellos son los cambios de coloración, como el caso del camaleón, que tiende a cambiar de color dependiendo del árbol donde viva, igualmente la lagartija. También tenemos entre lo fisiológico el caso del calamar, el clamar posee una bolsa de tinta ¿Qué sucede cuando es perseguido por un **depredador**? Inmediatamente él suelta una tinta sobre sí, y confunde al depredador...En cuanto a los **estructurales**, que son aquellos que crean los organismos también para poder sobrevivir en un ambiente determinado. Dentro de estos casos podemos citar el insecto palo...las estructuras son idénticas a un palito...Luego tenemos los de **comportamiento**, son las conductas que realmente adquieren los individuos en un momento determinado. Aquí tenemos la mariposa caligo, que cuando se ve agredida por un depredador inmediatamente reacciona con un aleteo fuerte y acelerado, al revolotear el depredador ve la cara de un búho”.

Castro (2008)

El análisis muestra que no hubo una explicación de los conceptos *proceso hormonal* y *depredador*, incurriendo en omisiones que pueden ser objeto de dificultad en el aprendizaje de los estudiantes, en la comprensión conceptual. Pienso que la docente da por conocidos estos conceptos, aunque el primero de ellos (procesos hormonales) no es fácilmente asequible al conocimiento de los estudiantes, ya que implica relaciones con otros conceptos como los de genes y de enzimas.

La docente en el desarrollo de los contenidos de esta clase fue más permeable a la participación de los estudiantes, dando oportunidades para las exposiciones, las opiniones y las críticas. Aunque algunas de las preguntas que la docente formuló relacionadas con los temas discutidos fueron respondidas por ella misma.

Registro 2.4

“...También tenemos entre lo fisiológico el caso del calamar, el calamar posee una bolsa de tinta ¿Qué sucede cuando es perseguido por un depredador? Inmediatamente él suelta una tinta sobre sí, y confunde al depredador...El gato, nosotros vemos al gato y el gato aparentemente lo que tiene son dedos ¿pero qué sucede cuando se ve amenazado? El gato tienen uñas que solo son vistas cuando ataca a su presa o se defiende ante la presencia de algún enemigo”.

Castro (2008)

Seguidamente, la profesora continuó la actividad de clase con la discusión del tema sobre **Aislamiento**. Se inicia la misma con la intervención de dos estudiantes, un alumno y una alumna, quienes indagaron previamente el tema de estudio. Igualmente estos estudiantes presentaron omisiones y confusiones en sus definiciones. Estas intervenciones se muestran como sigue:

Registro 2.5

PARTICIPANTES	TEXTO
Ao1	“El aislamiento es el conjunto de mecanismos a partir de una especie común que permanece aislada a través de una barrera geográfica, esta barrera geográfica constituye un aislamiento geográfico, por ejemplo la rana pipens que vive en el norte y en el sur de los Estados Unidos”.
Aa1	“El aislamiento es mediante el cual algunos organismos fueron separados por barreras tales como: las montañas, ríos y mares. El aislamiento ecológico es cuando dos o mas especies viven en el mismo lugar pero ocupan nichos diferentes. Aislamiento estacional es cuando se produce un aislamiento reproductivo entre individuos que se reproducen en diferentes épocas del año. Aislamiento etológico se refiere al aislamiento por comportamiento sexual...”.

Castro (2008)

El alumno **Ao1** en su intervención dio una definición de aislamiento incompleta y confusa, *¿común se refiere a una misma especie? ¿con qué finalidad se produce el aislamiento?* Estos saltos o vacíos en la ilación de sus ideas, puede traducirse como una falta cognitiva. De los tipos de aislamiento que se estudian, el estudiante solo se limitó a identificar el geográfico,

incurriendo en omisiones. Estas confusiones y omisiones en la explicación se identifican como faltas teóricas.

La estudiante **Aa1** fue un poco más explícita, si bien, tampoco dio una definición de lo que es el aislamiento. Mencionó y explicó las barreras que en algún momento dado pueden aislar como: mares, montañas, ríos. Demuestra tener un buen nivel de síntesis al presentar la explicación de los tipos de aislamiento de manera concreta y precisa.

Después de estas intervenciones la profesora invitó al resto de los alumnos a participar con relación al tema en discusión. En vista de que nadie atendió a este llamado, la docente inició la explicación del tema. Se observó que la profesora tampoco dio una definición de lo que es el aislamiento, omisión que puede repercutir en la comprensión teórica de los alumnos. Seguidamente continuó con los tipos de aislamiento.

Registro 2.6 (Pa)

“...**el aislamiento** se puede dar debido a fenómenos naturales. A partir de una gran variedad de características geográficas determinan lo que estudiaremos como aislamiento geográfico...”.

“...El **aislamiento geográfico** puede estar dado por mares, ríos, montañas, océanos, etc.,...Hace aproximadamente 70 millones de años América del Sur permaneció aislada del continente americano, cuando el puente natural que la unía a América del Norte se hundió. Antes de hundirse ese puente existía una libre comunicación entre ambas regiones, por lo tanto, los organismos podían movilizarse de una región a otra, pero ¿Qué sucede cuando el puente se hunde? Se establece una barrera geográfica... Otro ejemplo de lo que es un aislamiento geográfico lo constituyen los pinzones de Darwin ¿Por qué los pinzones de Darwin son tan estudiados? Porque ellos constituyen todos los mecanismos que se han dado a través de la evolución para convertirse en especies nuevas, debido al aislamiento geográfico”.

Aislamiento Ecológico “Cuando dos poblaciones son capaces de aparearse pero no lo hacen porque ocupan territorios ecológicos diferentes, por ejemplo, lo que ocurre con la *Rana pipiens* en el Norte de los Estados Unidos. La que habita al Norte de los Estados Unidos, es muy diferente de la que habita en el Sur”.

“**Etológico** tiene que ver con las conductas sexuales de los individuos, allí dice que de diferentes especies, pero también podría darse en la misma especie, por ejemplo, **las conductas sexuales que tiene la especie humana, por ejemplo los europeos...** Recuerden el caso de aquella muchacha de la Azulita, no se si fue el año pasado que el tipo la quemó, le quemó los senos con cigarros (...).

“Luego tenemos el **genético**, también lo podemos llamar **estructural o fisiológico**, este aislamiento se da realmente por las diferencias de los órganos reproductivos y de los órganos sexuales que existen entre las diferentes especies, me explico, hay hombres que sus primeras relaciones las tiene con cochinos y con burras (...) Algunas mujeres lo hacen

con perros (...) las mujeres no van a quedar embarazadas porque sus órganos sexuales son totalmente diferentes (...) Si se puede dar el caso por ejemplo de especies muy similares que podemos encontrar, por ejemplo el del asno y yegua que es la mula, en este caso tienen descendiente, solo que ese descendiente va a ser estéril y se le denomina híbrido (...)

“Hay animales que en épocas reproductivas se aíslan, hay una tortuga que recorre muchos kilómetros para llegar a las costas y desovar...”

Castro (2008)

El análisis de estos conceptos muestra una serie de omisiones, confusiones, errores conceptuales y teóricos, así como manifestaciones de preconcepciones. Creo que el hecho de no producir una definición de aislamiento es porque ello implica tomar en cuenta otros procesos como, por ejemplo, discontinuidad reproductiva entre grupos de la población, cambio definido en las frecuencias génicas, impedimento del intercrucamiento o sea el aislamiento reproductivo y, por último, la especiación; lo que requiere de conocimientos como intercambio genético, poblaciones, especie, especiación, relacionados con exigencias ambientales específicas. Pareciera ser que la percepción que se tiene del aislamiento es sólo el aislamiento de barreras físicas y por ello es que no se logra completar el concepto, no se alcanza a deducir que, en última instancia, el aislamiento cualquiera que fuere, involucra un aislamiento reproductivo, que más tarde derivará en una especiación.

La incapacidad para deducir, de relacionar estos hechos y conceptos y, por lo tanto, de organizar el conocimiento, no facilita la comprensión del estudiante, es un problema de tipo cognitivo, que puede hacerse extensivo hacia los estudiantes.

En cuanto al **aislamiento geográfico**, se observa que no hay una definición en el marco de la teoría de la especiación. Sólo se mencionan los mecanismos físicos a través de los cuales se puede producir dicha situación, aunque en el último ejemplo se dice que el aislamiento geográfico produce especies nuevas, no explica cómo.

La definición de aislamiento ecológico también es confusa. En esta declaración se afirma que las especies no se aparean porque ocupan

territorios ecológicos diferentes; según Curtis y col. (2004) dos especies emparentadas que viven en el mismo territorio no se aparean porque ocupan subáreas diferentes o nichos diferentes debido a necesidades específicas de alimentación, cobijo u otras. La definición de estos autores coincide con la definición encontrada en algunos libros textos utilizados por los estudiantes, de allí la confusión que se pudiera llegar a establecer.

Esta confusión que se debe a una falta teórica epistemológica del docente puede repercutir en el aprendizaje de los estudiantes, por ello se identificaría como una dificultad pedagógica.

En el análisis sobre el aislamiento etológico, a mi modo de ver, el docente incurre en preconcepciones relacionadas con las conductas sexuales, en este caso, al señalar como ejemplo las conductas sexuales de los europeos. Creo que algunas conductas sexuales mostradas por ciertas personas responden a prácticas culturales, y no tienen relación alguna con el comportamiento sexual propio de las especies animales para atraer la pareja hacia el apareamiento; aspecto importante que la docente dejó sin explicación, lo que se traduce como una falta pedagógica.

Por último, en el señalamiento que hace el docente de otros tipos de aislamiento, incorpora dentro del aislamiento genético, el estructural y el fisiológico como un solo tipo aislamiento. Esta confusión conceptual epistemológica pudiera ocasionar, igualmente, una confusión en el aprendizaje de los estudiantes, por lo que se identifica como una falta pedagógica.

En este caso, pienso que se podría equiparar lo genético con lo fisiológico y lo estructural, cuando la explicación que se provea involucre aspectos bioquímicos y genéticos. Así, si nos remitimos a la síntesis enzimática, por ejemplo, la teoría dice que ésta está controlada directamente por los genes y que una alteración enzimática podría afectar algún aspecto fenotípico que pudiera ser estructural, como en el caso que nos ocupa. También si los cambios genéticos se relacionan con la química de los

gametos o de los fluidos seminales, se pudiera impedir la fertilización de especies emparentadas, por ejemplo, aquellas especies de fertilización externa solo reconocen los gametos de su propia especie (reconocimiento fisiológico).

Por otro lado, el docente al hablar del tamaño y la forma de los órganos sexuales se estaría refiriendo al aislamiento estructural, debido a que estos aspectos estructurales pueden ser un impedimento en el momento de la reproducción; algunos autores lo citan como aislamiento mecánico. Pero el docente no produjo una explicación en este respecto.

Asimismo, en la discusión de estas últimas participaciones se observó una vez más, la manifestación de preconcepciones en docente y estudiantes. Se establece una discusión entre docente y alumno, en relación con el sexo que se podría dar entre el hombre y los animales, relacionado con el aislamiento estructural, en este caso con el tamaño y la forma de los órganos sexuales. Creo que este comportamiento inusual de algunas personas se debe, igualmente, a una práctica cultural, no muy generalizada, en los miembros de comunidades pequeñas y poco instruidas.

Siguiendo con la discusión del tema, el docente se refirió también al hecho de que en épocas reproductivas ciertos animales se aíslan y recorren muchos kilómetros para desovar y da como ejemplo el de la tortuga. Igualmente aquí la profesora incurre en una confusión teórica. El aislamiento tiene significado en el impedimento que se pueda establecer para la reproducción, y aún después que ya se haya producido el apareamiento, con la no viabilidad del feto o con la incapacidad para la reproducción del adulto, en individuos de especies relacionadas. El caso de la tortuga es diferente, se debe a un comportamiento específico normal en la reproducción de esta especie. Esta confusión teórica puede repercutir en el aprendizaje de los alumnos, por lo tanto, se podría apuntar como una falta epistemológica en la docente y al mismo tiempo una falta pedagógica en su acción docente.

El docente invita a continuar la discusión con el tema de **especiación**. Siguiendo con la metodología habitual, los estudiantes comienzan con sus intervenciones, se muestran algunas de ellas.

Registro 2.7

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa2	“ <u>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 (...)</u> ”.
Ao1	“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”.
Ao3	“Es la producción de nuevas especies (...) <u>es decir que los individuos, la transformación de los organismos quedan separados (...)</u> ”.
Ao2	“ <u>...es cuando los individuos tienen la capacidad de aislarse y este trae consigo que (...)</u> 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 (...)”.
Aa3	“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. La no formal incluye la formación de individuos (...)”.

Castro (2008)

El análisis de estas definiciones muestra que, con excepción de una, se presentan omisiones, contradicciones, confusiones y errores, conceptuales y teóricos de los estudiantes. Si bien la especiación se produce con mayor eficiencia cuando hay un aislamiento geográfico, no es la única forma de producir una especiación. Relacionada con el aislamiento geográfico se produce la denominada especiación alopátrida y simpátrida, de acuerdo a si se producen en territorios separados o en un mismo territorio. Parece que la dificultad de los alumnos va mucho más allá de reconocer estos dos modelos en la especiación, es la comprensión de los procesos que se producen para

que se origine la nueva especie o se produzca la especiación. Esta reconstrucción teórica involucra relaciones entre diversas situaciones como el aislamiento, la divergencia, el no intercrucamiento y la especiación; y por supuesto, la inferencia para llegar a cada una de las construcciones nuevas en este proceso. Se evidencia que las dificultades teóricas y conceptuales en la reconstrucción del conocimiento van acompañadas de procesos cognitivos subyacentes.

En vista de que no se producen más intervenciones, la profesora da por concluida la clase con algunos comentarios.

En suma, se puede decir que en el análisis de las discusiones, explicaciones e intervenciones realizadas por la docente y por los alumnos en esta clase, se revelaron una serie de omisiones, confusiones, errores en conceptos en el desarrollo de la teoría de estos conocimientos, que podrían ubicarse como problemas epistemológicos, didácticos y cognitivos, que podrían convertirse luego en dificultades de tipo **epistemológico**, **pedagógicos** y **psicológicos**, en el proceso de aprendizaje de los alumnos de nuevos conocimientos y en la evolución de otros ya establecidos.

Particularmente, pienso que las dificultades epistemológicas, pedagógicas y cognitivas relacionados con los contenidos teóricos tratados en esta clase sobre la Adaptación, Aislamiento, y Especiación, probablemente, algunas de ellas se deban a la interpretación que se hace de los modelos teóricos que representan estos conocimientos. Generalmente los alumnos no relacionan las teorías desde las que se pretenden explicar los hechos y, por lo tanto, muchas veces desconocen los acontecimientos que subyacen a lo que se conoce de manera aparente. Así, la adaptación va mucho más allá de un simple cambio, ya sea este estructural, fisiológico y/o de comportamiento; las adaptaciones serían los mecanismos que harían al organismo más apto, pero no en términos de fuerza o agresividad, sino en la capacidad para producir descendencia madura. Cuando se habla de sobrevivencia en el marco de la evolución, no se refiere a la sobrevivencia del

individuo como tal, sino a la especie, que es la que perdura en el espacio y en el tiempo.

Otro aspecto importante en cuanto a la adaptación se refiere, es que no se puede hablar de adaptación sin una referencia al medio en donde vive el organismo poseedor de cualquier cambio específico, lo cual sólo tendría significado en relación con el medio. Por ejemplo, la apariencia del insecto palo solo tendrá éxito si vive entre las ramas de la vegetación. Igualmente importante es la consideración de que en referencia a los rasgos que pueda presentar un individuo en un ambiente determinado, no es el ambiente el que los origina estos rasgos sino la genética del individuo, en la determinación en sus alelos del rasgo en cuestión, así, los alelos para la melanosis de la *Biston betularia* ya estaban presente antes del oscurecimiento de los bosques por la contaminación industrial, la selección natural favoreció el alelo para el color oscuro.

En cuanto al aislamiento y la especiación, todos reconocen el aislamiento como barreras físicas y hasta logran relacionarlo con la especiación, pero el aislamiento implica el dominio de otros conceptos en los que las barreras son mucho más sutiles, dando paso, por ejemplo, a aislamientos como el fisiológico, ecológico o etológico. El aislamiento funciona en última instancia, para impedir el entrecruzamiento entre poblaciones emparentadas en la formación de nuevas especies. Es por ello que también hay dificultades en la explicación de los tipos de aislamiento, generalmente, saben cuáles son, pero no se comprende el mecanismo de cada uno hasta llegar a la especiación.

Estas faltas en la producción de relaciones entre conceptos y situaciones en el transcurso del desarrollo del conocimiento responden tanto a un dominio conceptual y teórico del conocimiento, como a un dominio de los procesos cognitivos, que impiden la reestructuración de estos conocimientos por parte de los alumnos.

En este mismo orden de ideas, las muestras de preconcepciones relacionadas con ciertos conceptos indican construcciones que los individuos hacen de fenómenos, eventos o cosas, en ámbitos no formales, cuyos significados se encuentran muy distantes de los conceptos aceptados por la ciencia. Esto, en los alumnos, se convierte en obstáculos para el aprendizaje de nuevos conceptos y, en los docentes, es grave, porque estos se multiplican con la práctica pedagógica.

En el análisis de la siguiente clase se detallan los contenidos, las situaciones de aprendizaje y actitudes de docente y alumnos, durante las discusiones y explicaciones desarrolladas en esta sesión de clase. Se determinaron además de los contenidos, el conjunto de conceptos que los estructuran.

Análisis de la clase 3

En la presente clase se expusieron y discutieron los temas relacionados con evolución, evolución humana y evolución del caballo. Del mismo modo, se especificaron los conceptos que constituyen el entramado conceptual del contenido del tema de esta clase:

RED CONCEPTUAL
Evolución, Lamarckismo, Darwinismo, mutacionismo, Neodarwinismo, Cambios, Mutación, Selección Natural, Grupos. Razas. Especies. Evolución divergente, Evolución Convergente, Flujo genético, Evolución anatómica. Períodos Paleolítico, Mesolítico, Neolítico. Hominización.

Las actividades de la clase comenzaron con una serie de intervenciones realizadas por los alumnos, con indagaciones teóricas previas, relativas a los temas tratados. Algunos de estos estudiantes participan espontáneamente, mientras que otros responden a la invitación que hace la profesora para participar.

La primera parte de las intervenciones trata de la evolución y los tipos de evolución. Luego, la segunda parte la discusión es acerca de la evolución del hombre y, por último, la evolución del caballo.

Registros Clase 3: Evolución

Intervienen cuatro estudiantes en la primera parte, tratando de presentar una versión resumida, como se recoge en el siguiente registro:

Registro 3

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa1:	"El concepto de evolución como un proceso continuo y productivo para las especies en el tiempo. Es muy importante para ello. Podemos hablar de las teorías de la evolución de Darwin Lamarck. La teoría de Lamarck habla de los caracteres adquiridos que se heredan y que algunas estructuras de los animales se fortalecían o debilitaban, si eran más fuertes o más débiles según el uso o el desuso. El otro factor es el concepto físico universal que propone un esfuerzo inconsciente y ascendente en la escala de la naturaleza que impulsaba a cada criatura viva hacia un grado de complejidad mayor. Otras de las teorías sobre la evolución del hombre era la de Darwin, se refiere a las adaptaciones, los individuos más débiles mueren y sobrevive el más fuerte".
Aa2:	"Yo voy a hablar sobre las teorías de la evolución ¿evolución hecho o teoría? La teoría de la evolución de los cambios que se dan del tiempo (...) se han debatido mucho al hombre y a los filósofos acerca de esto ¿verdad? Por ello es que la evolución se refiere a muchas ideas de muchas personas que han venido trabajando (...) Las ideas de Aristóteles, luego aparece el lamarckismo por Jean Lamarck, él establece que (...) Luego viene el darwinismo donde él establece que el fenómeno de la evolución se da por (...). Luego viene el mutacionismo apoyado por una serie de investigadores uno de ellos fue Frederick, él se opone a la teoría de la evolución (...) Luego vienen el neodarwinismo que fue (...)"
Ao1:	"La evolución (...) el darwinismo no es más que la evolución derivado del pensamiento humano donde se estudia el origen de las especies (...) La evolución no es más que los cambios por adaptación característicos de la evolución, esto se da durante un tiempo como resultado de poder adaptarse (...) los cambios se producen por combinación de diferentes individuos, también se dan por mutación, que producen cambios en los individuos, estos se conocen como la materia prima de la evolución. La evolución es el resultado de la selección natural (...) Entre los modelos de la evolución se da el darwinismo que es aquel de la selección natural de Darwin (...)"
	"La evolución se puede decir que es el desarrollo gradual de las especies a partir de sus antecesores ¿verdad? (...) La teoría de la evolución lo que decía en sí era que los animales y los vegetales que se encuentran en la tierra han pasado por un proceso de cambio (...) La

Aa3:	evolución según Darwin él decía que el hombre es producto de una evolución por medio de la selección natural y no solo como una evolución biológica sino de una evolución social que incluye las conductas que tienen el hombre. Darwin basándose en el comportamiento y en la anatomía de las especies él señala o deduce que el hombre desciende de un antepasado antropoideo que se relaciona con los monos (...) pero tienen tanta semejanza como diferencias, una diferencia es la capacidad que tiene el hombre de apoyarse en sus dos piernas (...) y algunas de las semejanzas es que los simios tienen gran facilidad para (...) y se dice que las características que tenían aquellos monos fueron evolucionando para adaptarse en el medio en que se encuentran”.
-------------	--

Castro (2008)

De las cuatro intervenciones, una difiere un tanto en su contenido de las del resto. La alumna **Aa2** comienza, interrogándose si la evolución es un hecho o una teoría, y menciona los debates que se han suscitado entre el hombre y los filósofos (me imagino que se refiere al hombre de ciencia). Pienso que es interesante este enfoque para abordar la teoría de la evolución.

De los otros tres estudiantes, sólo la estudiante **Aa1** en su exposición hace referencia a los postulados de las teorías de Lamarck y Darwin como soporte de su intervención. Los otros dos alumnos se refieren únicamente a la teoría de Darwin, dando la impresión que tienen conciencia de que esta es la teoría que tuvo vigencia.

Sin embargo, el análisis muestra que la explicación de **Ao1** es confusa, habla de los cambios en la evolución y de los cambios que llevan a la variabilidad de los organismos indistintamente. Los primeros son los cambios que se producen en las especies a lo largo de miles de años como producto de la interacción organismo-ambiente; los segundos, son los cambios a nivel de individuo por mutación o por entrecruzamiento, pero necesarios para los cambios evolutivos.

La alumna **Aa3**, en su intervención se refiere a la evolución señalando un caso particular como es la evolución del hombre, dando muestra del establecimiento de relaciones en su explicación.

El docente llama la atención sobre los tipos de evolución. Inmediatamente los estudiantes tratan de dirigir sus intervenciones en este sentido y se establece una especie de discusión, lamentablemente, el intenso ruido no permitió una transcripción adecuada de estas intervenciones. El registro siguiente muestra algunas de estas intervenciones.

Registro 3.1

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa4	“Los tipos de evolución, de lo que nosotros entendemos por evolución, se sabe es la formación de los grandes grupos, de las razas y de las especies. Límites de las clases es sobre todo lo que nosotros entendemos por evolución; es lo que se sabe de la formación de los grandes grupos como el (...) que se ha dado por grandes cambios en la (...)”
Ao2	“Los tipos de evolución divergente y convergente (...)”
Pa	(Se dirige al alumno Ao2) “¿Cómo podría darse este tipo de evolución?”
Ao2	“En este tipo de evolución divergente puede ubicarse al hombre (...) “
Pa	“¿En qué tipo de evolución podríamos ubicar al hombre? Fíjense en lo que dice, la selección natural ejerce una presión del flujo genético individual actuando a bajas escalas (...) ¿sí o no? Nosotros vimos la semana pasada la <i>Biston carbonaria</i> ¿Qué fue lo que vimos de la <i>Biston carbonaria</i> ? Nosotros vimos la semana pasada lo que pasó en millones de años cuando se separó América del Norte de América del Sur recuerdan ¿sí o no? Estamos de acuerdo con el alumno de que la mayoría de las especies estaban en América del norte o en América del Sur.”
Aos	¡América del Sur”
Pa	“¿Por qué?”
Ao4	“Porque en América del Sur estaban dadas las condiciones adecuadas”
Pa	“Cabe mencionar la evolución del hombre en la evolución que vimos? (Las respuestas dadas por dos alumnos no se escuchan) Es decir que organismos que viven en un ambiente similar aparentan ser similares pero genéticamente son totalmente distintos ¿bien? Si nosotros vamos a Lagunillas podemos ver una gran variedad de plantas como el cactus, cujíes, etc. Aparentemente parecen ser de la misma especie pero cuando las detallamos y cuando ellas florecen son totalmente diferentes (...)”

Castro (2008)

La alumna **Aa4** divaga en sus argumentos, pero en realidad no responde nada sobre los tipos de evolución.

La intervención del alumno **Ao2** es certera al indicar las evoluciones divergente y convergente como los tipos de evolución, el resto de su disertación no se pudo escuchar por el ruido que había al ser grabada la clase.

El docente en su pregunta sobre en cuál tipo de evolución podría ubicar al hombre, trata de ofrecer una situación contextual, al referir que la selección natural ejerce una presión sobre el flujo genético individual a bajas escalas y cita como ejemplo el de la *Bistón carbonaria*. Luego, en este mismo orden de ideas, se refiere al aislamiento geográfico que se dio entre América del Sur y América del Norte. Y por último describe una situación específica cuando menciona que organismos que habitan en ambientes similares aparentan ser semejantes, aunque genéticamente no lo sean; esto para indicar un ejemplo de evolución convergente. Sin embargo, en este último ejemplo la profesora dice que plantas de cactus y cujíes aparentan ser de la misma especie, aquí hubo una confusión, a pesar de que los cactus y cujíes comparten el hecho de tener espinas, no son nada semejantes en apariencia; los cactus tiene tallos suculentos y los cujíes son arbustos con copas ramificadas. La comparación que se establece es entre los cactus y las euforbias que sí tienen una apariencia similar. De cualquier manera, se observa que la profesora hace un esfuerzo dándoles pautas a los alumnos para que ellos elaboren sus propias ideas.

Seguidamente la docente invita a continuar las intervenciones con el tema de *la evolución del hombre*. Los alumnos participan espontáneamente, siguiendo con la estrategia establecida. De alguna manera todos reconocen que la evolución del hombre se produjo en varios aspectos. Como se muestra en algunas de las participaciones del siguiente registro:

Registro 3.2

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa5	<p>“La evolución del hombre tuvo varias tendencias. Este es un proceso muy lento que comenzó cuando el primer hombre, la adaptación de la visión, este...bueno lo primero es que tuvieron que desarrollar fueron habilidades para subir a los árboles, uno de ellos fue la visión frontal, porque ellos tuvieron que desarrollar una visión que (...) y la visión lateral (...) esto hizo que su función para pensar fuera más ágil (...) Otra tendencia de la evolución fue que los chimpancés primero se desplazaban con los nudillos, estos estuvieron que adaptar sus manos para utilizar los instrumentos (...) La tendencia evolutiva del hombre es una demostración de la teoría de Darwin de la selección natural (...)”</p>
Ao3	<p>“Los individuos tuvieron un desarrollo tanto anatómico, fisiológico como una evolución social (...) En cuanto a los factores anatómicos tenemos la posición vertical, los individuos no utilizaban solamente sus manos para su integración con los otros, sino que el hombre al tener una forma erguida le permitía hacer aquellas actividades mejorando sus condiciones de vida, en relación con los otros, utilizando utensilios. Con el paso de los años lo lleva a desarrollar aspectos culturales...hechos sociales como la utilización del fuego, la capacidad del lenguaje articulado, también la capacidad de volverse sedentario...En cuanto al desarrollo agrícola se dio por el asentamiento de los pueblos en sitios específicos ... El desarrollo de la agricultura los llevó al surgimiento de asentamientos urbanos (...) Entonces con el intercambio de productos se dio la aparición del trueque (...) entonces ya comienza el comercio, esta actividad comercial hace a los centros urbanos independientes...Surge la unidad monetaria. Descubrimiento de la imprenta, y con el tiempo la producción industrial (...)”</p>

Castro (2008)

En estos aportes de los estudiantes, se observa que en sus intervenciones la alumna **Aa5** y el alumno **Ao3** saben de lo que se está hablando, la disertación de este último fue bastante completa, aunque pone mayor énfasis en el desarrollo social que en la evolución biológica.

Es de hacer notar el hecho de que tanto los estudiantes como el docente no explicaran en algún momento el componente fisiológico en la evolución del hombre. Pienso que probablemente es porque estas explicaciones involucran factores que no son fácilmente percibidos de manera inmediata, como por ejemplo, la presencia de órganos sensoriales altamente desarrollados, como una visión aguda y la coordinación adecuada de los músculos de los dedos con las extremidades, lo cual tiene que ver con la fisiología de estos órganos. Otro factor relacionado con este mismo hecho es que no relaciona la capacidad

craneana con el desarrollo del cerebro. En otras palabras, se quedan en los aspectos que son fácilmente observables, como los físicos y los socioculturales (relaciones, lenguaje, uso del fuego), y no profundizan en el conocimiento que subyace en ellos. Por ejemplo, no es el lenguaje y el uso del fuego como tales, los que son tomados en cuenta en la evolución, sino el desarrollo de las estructuras que hacen posible que se lleven a cabo estos sucesos, como el desarrollo de los dedos y manos, la visión frontal y el aparato fonador.

La discusión continuó con la evolución del caballo. Los estudiantes expusieron lo que habían preparado con anterioridad a la clase. Aquí en este apartado de la exposición, el docente hace intervenir a alumnos rezagados, llamándolos directamente. Estos alumnos no responden, dando la impresión de que no prepararon el tema o no entendieron de lo que se estaba tratando.

Los alumnos que intervienen mencionan algunos aspectos en los que evolucionó el caballo, como el tamaño corporal, la cabeza y el número decreciente de dedos en sus patas. Como podemos observar en el registro:

Registro 3.3

PARTICIPANTES	TEXTO
Ao3	“El caballo ¿verdad? En principio tenía una estatura muy pequeña, medía aproximadamente 2.5 cm. De altura y se parecía a un zorro, era de cabeza pequeña (...) y en sus patas tenía cuatro dedos (...) Luego se consigue un fósil en la zona de Madagascar en el fondo oceánico, este a diferencia del anterior era un poco más grande, tenía una cabeza más grande y en sus patas tenía tres dedos y tenía por nombre Equus (...)”.
Aa3	“El caballo tuvo una evolución, el primer representante (...) mejor conocido como Hyracotherium, estos poseían un tamaño pequeño como el de un zorro, tenían cuatro dedos en sus patas, se dice que también en Croacia ¿verdad? Aparecieron especies relacionadas con éstos y que luego fueron desapareciendo. Las especies que se encontraban en América, dieron origen a una nueva especie, que era el Mesohippus, éstos ya poseían solamente tres dedos en sus patas y estos dieron origen a una nueva especie que se denominó Merychippus. Surgieron los Hypprion que poseían un dedo en las patas y dieron origen al Equus de mayor tamaño y con una especie de cascos en las patas...”.
Ao7	Primero el caballo tiene una estatura pequeña (...) También tenía una diferencia en la cabeza...”
Aa1	La evolución del hombre. A medida que evolucionaron tenía una posición más erecta y así se pudo que...”

Castro (2008)

Los estudiantes **Ao3** y **Aa3** en sus intervenciones muestran que están informados sobre el tema, la estudiante **Aa3** proporciona mayores detalles, sin embargo, ninguno de los dos estudiantes relaciona estos aspectos de la evolución del caballo con las condiciones ambientales respectivas. No hay que olvidar que la evolución tiene sentido con su correlato ambiental.

Como se puede observar en el registro, el resto de los alumnos participantes mostró no tener idea de lo que se estaba exponiendo.

Al parecer en estas exposiciones faltaron algunos aspectos de la evolución del caballo y el docente así lo deja saber, fomentando una discusión al respecto como se ilustra en el registro.

Registro 3.4

PARTICIPANTES	TEXTO
Pa	“En concreto ¿en qué aspectos evolucionó el caballo?”
Aos	“En las patas”
Pa	“En las patas ¿y en qué más?”
Aos	“En las patas, en la cabeza...”
Pa	“Evolucionó en tres aspectos en las patas, en la dentadura y en el tamaño ¿bien? ¿Y las expectativas en la evolución del hombre? ¡Vamos a ver! (La Pa señala a un alumno) Diga algo sobre el proceso de evolución. Póngase de pie. ¿Usted ha escuchado las exposiciones de sus compañeros? Usted está en capacidad de hacer una sobre los aspectos de la evolución”
Ao9	“La evolución del hombre se hizo sobre los aspectos psicológicos y físicos, en la forma de la espalda que fue más erecta, cabeza, manos y pies...”
Pa	“En el aprendizaje ustedes tienen que utilizar palabras más técnicas ... ¿sí o no?”
Ao9	“evolucionaron en la cabeza y no utilizaron sus manos si no al final para construir cosas (...) y también en el hablar, porque los monos no hablaban, pero el hombre a medida que fue evolucionando fue pronunciando palabras...”
Pa	(La Pa se dirige a una alumna) “¿Qué entendió usted por evolución?”
Aa7	“¿Por evolución? Bueno profe por lo menos yo por evolución tengo un concepto que es como el desarrollo que se lleva a cabo en un proceso específico, por lo menos está la evolución del hombre, está la evolución del caballo, entonces por lo menos evolución es como sinónimo de desarrollo digo yo”

Pa	(Señala a otra alumna) “¿Por qué en el hombre se pueden apreciar los cambios evolutivos? ...¿El hombre continúa evolucionando?”
Aa	““Yo creo que sí va a seguir evolucionando, el hombre del pasado evolucionó culturalmente...”
Pa	“No, la tecnología, pero el hombre de la época de Cristo es el mismo hombre de ahora... Si ha seguido evolucionando ¿Es la misma especie? ¿Sería igual o sería totalmente diferente? ...Se sabe que en el proceso reproductivo se han producido algunos cambios, por ejemplo, anteriormente se cuenta que los niños nacían con los ojos cerrados y tardaban ocho días para abrirlos ¿Qué es lo que hace un niño cuando el médico lo toma en los brazos? Abrir los ojos y explorar el ambiente. Para que le salieran los dientes, los niños tardaban 18 meses a un año, ahora a los seis meses. Esos son cambios que se han podido observar, pero realmente evolución es un proceso gradual que puede llevar hasta diez millones de años...”

Castro (2008)

Los alumnos responden mencionando los mismos aspectos de la evolución del caballo que desarrollaron en su exposición, entonces la profesora recalca los tres aspectos en los que evolucionó el caballo; luego retoma la evolución del hombre e interroga directamente al alumno **Ao9**, quien no responde de manera adecuada, utilizando el lenguaje no apropiado y el docente así lo señala. Pero el alumno no solo utiliza un lenguaje inapropiado, sino que también incurre en confusiones teóricas al introducir en su afirmación el aspecto psicológico en la evolución del hombre. La docente no hace mención de esta confusión e interroga a una alumna. La alumna **Aa7** manifiesta que para ella evolución es sinónimo de desarrollo. En este caso de la evolución biológica, desarrollo y evolución no son sinónimos, el desarrollo está más relacionado con los aspectos tecnológicos y culturales; esta idea es muy común entre el estudiantado y aunque el docente corrige que la evolución no es sobre la tecnología, no aclara que la evolución de que se está tratando en la clase involucra aspectos biológicos intrínsecos de los organismos, que relacionados con influencias ambientales, promueven cambios que mejoran la supervivencia de los mismos en medios específicos.

Después de varios intentos fallidos con otros estudiantes en la obtención de respuestas adecuadas, la profesora introduce dos nuevas interrogantes muy interesantes, lamentablemente las condiciones de audio de la grabación no

hicieron posible la transcripción de las respuestas de algunos estudiantes. La docente entonces plantea algunas reflexiones con relación a lo que pudo haber pasado si el hombre hubiese evolucionado.

En suma, esta clase puede decirse que fue interactiva, la profesora brindó muchas más oportunidades para la intervención de los estudiantes. Los análisis de los contenidos y actividades desarrollados en esta clase, mostraron algunas omisiones y confusiones conceptuales y teóricas, que pueden repercutir negativamente en el aprendizaje y desarrollo académico de los estudiantes; que se podrían ubicar dentro de las dificultades epistemológicas. Los conocimientos implicados en los contenidos conceptuales de esta clase: la evolución y dentro de ésta la evolución del hombre y del caballo, requieren un nivel de comprensión en su relación entre factores orgánicos, ambientales y temporales.

Generalmente, se concibe la evolución como cambios en los organismos, producidos por modificaciones ambientales, o sea modificaciones producidas desde el ambiente; si bien es cierto que hay algunos cambios que pueden ser causados por el ambiente, estos no son los cambios que atañen a la evolución, por ejemplo, la modificación no heredable en el número de glóbulos rojos relacionados con los cambios en la altitud, una vez que el individuo desciende, los glóbulos rojos lo hacen igualmente hasta su nivel normal. Los cambios a los que se refiere la teoría de la evolución son las transformaciones que se producen a nivel orgánico, muchos de ellos fácilmente observables, pero éstos responden a cambios que tienen que ver con la historia genética del organismo, y esto dista mucho de ser observado, por lo menos, directamente. Las transformaciones en estos niveles son las responsables de la variabilidad de las especies. Sin embargo, hay un aspecto muy importante, muchas de estas alteraciones tienen su correlato con el ambiente, influyendo para que se produzcan las manifestaciones fenotípicas, que pueden ser observables o no, como una coloración o una deficiencia enzimática; un ejemplo de una manifestación fenotípica es la melanosis

industrial de la *B. carbonaria* y de una deficiencia enzimática, la no producción de lactasa en el metabolismo de la leche.

Igualmente importante, es la visión del tiempo en la evolución. La evolución requiere de largos períodos de tiempo, porque, aun cuando los cambios genéticos son individuales, sus manifestaciones evolutivas se producen en el transcurso de las generaciones, es decir, a nivel poblacional de las especies. Por ello es que en los estudios sobre alteraciones genéticas se utilizan modelos orgánicos cuya descendencia se produzca en períodos muy cortos de tiempo, por ejemplo, en bacterias, hongos y algunas algas unicelulares.

Todas estas consideraciones conceptuales y de desarrollo teórico repercuten en la comprensión y, por lo tanto, en la producción de explicaciones de los estudiantes e, inclusive, del docente. Por ejemplo, el hecho de no interpretar el tema de la variabilidad que subyace en la teoría de Darwin. Así mismo, hablar de combinaciones en los individuos, en lugar de recombinaciones o intercambio de genes; igualmente, el asunto de emparentar en una misma especie cactus y cujíes, como una evolución convergente, por el simple hecho de presentar espinas como una adaptación al medio donde viven. También, el caso de omitir la explicación del componente fisiológico en la evolución, probablemente, por no comprender las implicaciones genéticas, bioquímicas y hormonales que subyacen a los cambios fisiológicos. Por ejemplo, la aparición de órganos sensoriales altamente desarrollados, como la visión aguda, la coordinación adecuada de los músculos de los dedos con el resto de las extremidades (manos y antebrazo). Otro aspecto relacionado con la evolución del hombre, es que la explicación ofrecida se limita a factores socioculturales, como el desarrollo del lenguaje y el uso del fuego. Como ya se dijo, no es el lenguaje y el uso del fuego como tales, los que se toman en cuenta en la evolución del hombre, sino el desarrollo de las estructuras que permiten que se lleven a cabo estos sucesos.

En este mismo orden de ideas, se pudo obtener del análisis, la presencia de preconcepciones relacionados con algunos conceptos, como la evolución orgánica asociada a la evolución cultural tecnológica, bastante arraigada en algunos estudiantes. De este mismo modo, se desprende del análisis de estas actividades de clase, que se proporcionaron oportunidades para la participación de los estudiantes, contextualizando situaciones y facilitando preguntas con esta intención. Así mismo, se pudo observar en las participaciones que, además de la presentación de buenos aportes en algunas de las exposiciones, también se notó en otros una débil preparación personal, demostrada en el lenguaje y en el vocabulario. Ubicamos estos aspectos en el componente pedagógico del aprendizaje.

En el análisis de la siguiente clase se detallan los contenidos, las situaciones de aprendizaje y las actitudes de docente y alumnos en las discusiones y explicaciones desarrolladas durante la sesión de clase.

Análisis de la clase 4

Se discutieron y explicaron los temas sobre la Diversidad de la Tierra. En esta oportunidad los contenidos fueron presentados por los estudiantes, bajo la modalidad expositiva. Asimismo, se identificó la red conceptual en que se basan los conocimientos del tema estudiado:

RED CONCEPTUAL
Diversidad. Zonas fitogeográficas. Regiones de vida. Regiones zoogeográficas. Región Palearctica, Región Neotropical. Región Etiópica. Región Australiana. Pluviselva. Biomas. Selvas siempreverdes. Clima tropical. Clima seco. Clima templado. Clima taiga. Hibernación. Biocenosis. Perennes. Caducifolio. Estratos. Fototropismo. Parques Nacionales. Monumentos Nacionales.

Para la indagación, preparación y exposición, los estudiantes se constituyeron en grupos. Igualmente, elaboraron láminas como material de apoyo, con ellas prácticamente tapizaban la pared frontal del aula al momento de la exposición; también se pudo observar que muchas de estas láminas no eran legibles desde ciertas distancias y estaban recargadas con información.

Registros Clase 4: Diversidad de la Tierra

El primer grupo estuvo integrado por 4 alumnas, quienes se distribuyeron los temas para la exposición. La alumna **Aa1** comienza con una introducción: “Nuestro tema es sobre la importancia de la diversidad de la vida en el Neotrópico. Entre los puntos que son las zonas fitogeográficas que tenemos en Venezuela, en nuestro sistema terrestre, la vida de clima frío, de clima seco, del neotropical, etc.”

La alumna **Aa2** siguió con el primer punto, el cual trató sobre la diversidad en el Neotrópico:

Registro 4

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	<p>“ Yo voy a empezar hablar sobre la importancia de la diversidad de vida en el Neotrópico, en como se dividen las regiones de vida. En 1951, el zoogeógrafo Benfort dividió la Tierra en seis regiones llamadas zoogeográficas. La primera región fue la Paleártica, esta se trata, de la que ocupa una parte del territorio del hemisferio Norte, ésta determina los biomas de montaña, tundra, y algunas especies de animales como la lechuza, el venado, el zorro y muchas otras especies. La Neotropical, está conformada por América del Sur, las Antillas, y una parte de América Central, esta se dice que se separó en una parte imaginaria en k+la distribución de su fauna y por su flora, principalmente en el proceso evolutivo cuando evolucionaron varias especies a partir de una especie determinada. La región Etiópica, la región Etiópica está reportada en el continente africano, se dice que esta región produce animales como rinocerontes, jirafas, oso hormiguero, gorilas, etc., que predominan mucho en las selvas del congo. La Australiana, ésta tiene su origen en Australia, tiene una fauna y una flora muy particular, entre la fauna está el canguro, el ornitorrinco (...)</p> <p>La importancia de las regiones neotropicales. Como podemos observar la importancia de la región neotropical poseen muchos medios extensos y naturales, podemos nombrar la pluviselva tropical que es la más extensa y continuada del planeta. La cordillera andina que ésta es la cadena montañosa más prolongada de los Andes... Bueno en la región neotropical la variedad de vida y de biomas que tiene una riqueza faunística y</p>

	<p>florística...América del Sur permaneció aislada del resto del continente por aproximadamente 70 millones de años. Se dice que después que se hundió el puente natural que las unía... fue cuando surgió una barrera geográfica que impedía el tránsito entre estas zonas geográficas. En América del Sur se fueron encontrando condiciones óptimas para evolucionar...mientras que en América del Norte les costó más ya que ellos les brindaban como una parte de ayuda al resto del continente. Pero antes de que América del Sur quedara aislada del resto del continente, ésta ya era una isla, entonces antes existían mamíferos que eran gigantes, que estos pasaron a ser secundarios, que son los que hoy existen que son 32 especies de mamíferos... Se dice que la unión de las dos Américas hace cuatro millones de años se formó nuevamente el puente que hoy conocemos como Panamá. Esta unión permitió la invasión de ambas especies o sea la especie de Suramérica se fueron para la que está en Norte América, o sea se combinaron las dos especies, en las cuales la que estaba alejada de Suramérica, que se fueron para otra región, no pudieron sobrevivir debido a las adaptaciones ecológicas y a la selección natural, ya que ellos no pudieron subsistir porque no tuvieron la debida competencia ecológica con las otras especies. Y lo contrario ocurrió con los organismos procedentes de Norteamérica, ya que durante millones de años soportaron gran comportamiento ecológico, ya que ellos tuvieron en un pasado, mejor comunicados con las otras especies de la diversidad de los seres vivos en esta región.</p> <p>La descripción de la flora y de la fauna en Venezuela. Nuestro país es muy variado ya que posee climas, suelos, y por lo menos podemos observar los climas secos, fríos y los tipos de vegetación como las selvas, sabanas, estepas arbustivas, bosques, manglares, etc. Las selvas siempre verdes están ubicadas en el estado Bolívar, en Aragua y Amazonas...los bosques se encuentran en la región norte costera del país y son bosques característicos de suelo seco, áridos. Los manglares están ubicados a lo largo de las costas marinas y se pueden ubicar en el golfo de Carabobo, Yaracuy, Nueva Esparta. El árbol característico es el mangle...Páramo son ecosistemas de altas montañas y se localizan en los Andes...allí hay varios tipos de vegetación como son los frailejones...La sabana, se encuentra ubicada en la zona central del país, éstas debido a sus condiciones hidrológicas se encuentran varios tipos de clima los lluviosos y los de sequía..."</p>
--	---

Castro (2008)

Esta alumna, de las seis regiones en la que ha sido dividida la Tierra, solo se refirió a cuatro de ellas, con una breve caracterización de cada una, sin darles un orden, tal y como fueron clasificadas originalmente como: la región Paleártica (I), la región Etiópica (II), la región Oriental (III), la Australiana (IV), la región Neoártica(V) y la región Neotropical (VI).

En su exposición esta alumna presenta problemas en la expresión oral. Muchas de sus ideas son memorísticas, algunas de ellas no tienen coherencia;

unido a ello, también tiene problemas con el conocimiento del tema, que se muestra con mucha confusión, mostrado cuando dice "...En América del Sur se fueron encontrando condiciones óptimas para evolucionar, o sea, se puede decir que ellos ya fueron evolucionando, ya los animales podían subsistir, podían buscar sus propios alimentos; mientras que América del Norte les costó más ya que ellos les brindaban como una parte de ayuda al resto del continente...".

Particularmente, pienso que estas confusiones se deben a una mala interpretación de lo que en realidad se quiso expresar. La explicación real que suministra la literatura, es que posiblemente, las especies que pasaron de América del Sur hacia América del Norte no pudieron adaptarse por las condiciones adversas de esa región, sucumbiendo ante la selección natural; por el contrario, las especies que lograron llegar desde América del Norte a América del Sur, a pesar de conseguirse con condiciones bien distintas a las propias, contaban con una competencia ecológica, debido a que durante miles de años soportaron grandes presiones ecológicas con especies de otras regiones, a las cuales tenían libre acceso. Otra confusión de la misma alumna se manifiesta cuando expresa lo siguiente: "...Pero antes de que América del Sur quedara aislada del resto del continente, ésta ya era una isla, entonces antes existían mamíferos que eran gigantes, que estos pasaron a ser secundarios, que son los que hoy existen...".

En este caso la literatura reseña que en Suramérica, antes de convertirse en una isla, por el hundimiento del puente natural, ya habían desaparecido los reptiles gigantes y habían aparecido e instalados dos grandes grupos de mamíferos como los marsupiales y los placentarios; los cuales pudieron convivir sin ningún problema debido a la variedad de nichos ecológicos que existían en la región, lo que no ocurrió en Australia, que dominaron los marsupiales o en Norteamérica donde el dominio fue de los placentarios.

La siguiente alumna expuso sobre los efectos del ambiente en la diversidad. Registrado como sigue:

Registro 4.1

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Aa3</p>	<p>“Efectos sobre el ambiente: Se dice que el clima de la tierra, estaba sumamente azotada por los polos y que esta vida gira alrededor de sí y alrededor del sol y con el eje de rotación inclinado, con más razón los rayos del sol no llegan por medio de su distribución a todos sus puntos de la tierra de forma perpendicular. Se dice que en los polos durante los seis mese que dura el invierno polar, en los polos se está en completa oscuridad, es decir, no llegan los rayos del sol, y por esta razón casi no calienta el sol, y durante los seis mese de verano se dice que los rayos del sol llegan pero de forma muy inclinada a esta zona y casi no calientan los mismos, y por esta razón durante todo el año en los polos tienen temperaturas de cero, extremadamente fríos, por eso están siempre formadas por hielo.</p> <p>En el Ecuador, los rayos del sol llegan casi de una forma perpendicular ¿verdad? durante todo el año y esto afecta la atmósfera y el suelo. También por este motivo las zonas que están próximas al ecuador van a tener durante todo el año temperaturas (...) En las zonas situadas en el polo del ecuador, en la parte se aquí (Señala una lámina) en el verano los rayos del sol llegan muy perpendicularmente y por esta razón la temperatura son muy altas y en el invierno, los rayos del sol llegan de una forma muy inclinada y por esta razón las temperaturas son demasiado bajas. La diferencia de temperaturas que existe en las distintas zonas de la tierra provocan los movimientos en la atmósfera ¿verdad?, y el aire caliente proveniente de la zona ecuatorial, situadas alrededor del ecuador, siempre circula a las zonas polares. Al mismo tiempo, el aire que se trata del vapor de agua, que es procedente de los climas secos, se reparte en forma de precipitaciones sobre la superficie de la tierra en una forma muy desigual.</p> <p>Y de esta forma en la tierra podemos encontrar distintas zonas: tenemos el clima tropical, se caracteriza por su tipo de clima que presenta. Tenemos, por ejemplo, el clima fríos que se encuentra sobre todo en las zonas árticas y polares, que son las temperaturas muy bajas durante todo el año y sus precipitaciones siempre se dan en forma de hielo.</p> <p>El clima seco se da en los desiertos y zonas áridas, que siempre las temperaturas son muy altas y las precipitaciones son muy escasas. El clima templado son las temperaturas bajas en el invierno, pero durante todo el año las temperaturas son suaves. El clima tropical, que son las temperaturas que oscilan, mayores 28°C durante todo el año y las precipitaciones son muy altas. El clima de una zona podría determinar el tipo de ser vivo que pueda habitar en ella, por ejemplo y de ahí se distinguen los distintos tipos de coordenadas terrestres que están presentes, que son denominados tipos pluviométricos, y esos son las temperaturas de las estepas o sabanas, los desiertos mediterráneos, los bosques caducifolios, el bosque o selva tropical.</p>

Castro (2008)

Esta alumna también tiene problemas con la expresión de sus ideas, pareciera que no puede coordinar las ideas o que la manera atropellada de hablar le impide expresar bien las mismas. También, usa un lenguaje no acorde con la situación académica que se está desarrollando, cuando se refiere a que los seis meses de oscuridad en los polos es porque los rayos del sol “no llegan y por esta razón casi no calienta el sol, y durante los seis meses de verano se dice que los rayos del sol llegan de forma muy inclinada”

Igualmente, esta alumna presenta una confusión al referirse a los tipos de clima como temperaturas “el clima frío que se encuentran sobre todo en las zonas árticas o polares que son las temperaturas muy bajas... El clima tropical que son las temperaturas que oscilan...”. En lugar de decir las zonas árticas con temperaturas muy bajas o el clima tropical con temperaturas que oscilan ...

La siguiente intervención de la alumna **Aa4** es sobre la vida de la zona de climas fríos.

Registro 4.2

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Aa4</p>	<p>“Primero, la vida de la zona de climas fríos, para los seres vivos esto es muy difícil ya que ellos tienen que adaptarse al ambiente. Estos se encuentran en los polos y están en un tipo de clima que son tundra y taiga. El clima de tundra este tiene una temperatura que oscila entre los 18°C bajo cero. Solamente seis días del año se encuentre a 10°C, la mitad del año, seis meses son totalmente de día y seis meses totalmente de noche. También se podría decir que en la biocenosis los árboles tienen una vegetación como se puede ver (señala la lámina) la vegetación es muy baja (escasa, apunta una compañera) <u>son maticas chiquitas por el frío y por los vientos</u>; también se podría decir sus animales se adaptan a este ambiente y adquieren un comportamiento determinado, los cuales invernán (...) el clima de taiga se podría decir que este tienen un invierno largo y muy frío, oscila entre la temperatura mediana inferior a 31C bajo cero y presenta también un verano en el cual oscila la temperatura ligeramente inferior a 10°C. Existe vegetación, se puede decir árboles, pero sus hojas son de forma de aguja, son duras y resistentes a las heladas y sus animales son vertebrados y estos se protegen del ambiente, o sea que el pelaje que ellos tienen se protegen del frío y así pueden <u>durar más.</u></p>

Castro (2008)

En el análisis de esta presentación se observa que la alumna igualmente se expresa con un lenguaje no apropiado en estos ámbitos académicos. Habla de oscilación en la temperatura y señala un solo dato, el término oscilación, en este caso, hace referencia entre dos datos. También se refiere a la vegetación de poca altura como “maticas chiquitas” y que los animales presentan pelaje para protegerse del frío para que “puedan durar más” No da ejemplos específicos de la flora y fauna que habita en la tundra y taiga.

La alumna **Aa1** retoma la exposición de la vida en las zonas de clima seco:

Registro 4.3

REGISTRO	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“La vida en las zonas de clima seco. Se puede decir que el principal factor que limita de la vida en estas zonas de clima seco sería la falta de agua que existe en estas zonas ¿verdad?; y los biomas procedentes de estas zonas serían los desiertos, estepa y sabana. Sus características de clima del desierto, sus precipitaciones son muy inferiores a los 25mm al año ¿verdad? Y la temperatura es elevada en el día y muy fría en la noche...las plantas almacenan agua para evitar la pérdida de agua por transpiración...los animales evitan la exposición al sol, ya que ellos tienen que hacer medidas o estrategias o mecanismos para evitar los efectos del intensivo calor que hay en estas zonas. En las estepas y sabanas, se dice las precipitaciones oscilan entre 900 a 1200mm anuales...La vegetación prolifera en algunas épocas del año, por esta razón algunos animales tienen que desplazarse a otros sitios en busca de alimento cuando llegan estas épocas de sequía. En los seres vivos de los desiertos, estepas y sabanas, se puede decir que en la zona seca es imprescindible que el organismo desarrolle estrategias al máximo ¿verdad? Que le permitan utilizarla con la poca agua que estos disponen y se dice que el ejemplo más claro para la adaptación de la vida en los desiertos es el cactus ¿verdad?...pero sin embargo, las plantas más abundantes que se dan en el área son <u>las plantas anuales, que estas son, que permanecen en forma de semilla hasta que llueve</u>, estas plantas tienen como una vida contra reloj para germinar, crecer, florecer y reproducirse, antes de que el suelo pueda secarse. Esta sería como las zonas de las estepas y las sabanas ya que su vegetación es muy escasa debido a las pocas precipitaciones que se dan durante el año.</p> <p>La vida en las zonas de clima templado y tropical, se dice que las temperaturas aquí son moderadas y que las precipitaciones que se dan en la zona permiten un desarrollo de vida muy variado en esta zona ¿verdad? Y los biomas dominantes serían muy pocos, entre ellos tenemos los bosques mediterráneos, el bosque caducifolio y el bosque de clima tropical. Las características del bosque mediterráneo...las precipitaciones no son muy abundantes, oscilan entre 200 y 1500mm anuales...Las adaptaciones a la biocenosis se dice que la vegetación se caracteriza por tener árboles de hojas perennes que son como los pinos... bajo estos árboles crecen algunos arbustos...plantas</p>

	<p>trepadoras...en las zonas sombrías...crecen muchos hongos. Entre los animales se destaca el conejo, los jabalíes, los zorros, algunas lagartijas, tipos de insectos. El bosque cauducifolio...las precipitaciones oscilan entre 750 y 1500mm anuales...<u>los árboles tienen una hoja de forma caduca</u>, que pierden estas hojas cuando llega el invierno, para así resistir más el frío...entre los animales se encuentran lo que es el ciervo, marmota, osos pardos, gran variedad de aves, numerosas especies de roedores, etc. Y durante el invierno algunos invernan y otros emigran a otros lugares en busca de zonas más calidas. El bosque o selva tropical...las temperaturas son bastantes altas que superan los 27°C durante todo el año y las precipitaciones son bastantes abundantes, oscilan entre los 1000 y 4000mm anuales...la vegetación es muy densa y por esta razón hay poca luz que penetra en esta zona...hasta el suelo llega poca luz, por lo que crecen pocos vegetales y abundan los hongos...La vida animal es extraordinariamente variada...como son las aves, reptiles, insectos, pájaros, arácnidos, etc.</p>
--	--

Castro (2008)

La exposición de esta alumna es mucho más completa y coherente, sin embargo presenta algunos errores conceptuales como el caso de decir que las plantas anuales son las que permanecen en forma de semillas hasta que llueve. Se conocen como plantas anuales aquellas que tienen una duración o período de vida anual. También cuando dice que los árboles tienen una hoja en forma caduca, en tal caso sería que los árboles tienen hojas caducifolias, es decir que se caen. La exposición continúa con la intervención nuevamente de la alumna **Aa3**.

Registro 4.4

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
	<p>“Los seres vivos en el bosque. En el bosque se puede encontrar varios tipos de vegetación, como son, <u>eso depende del tipo de tallo que haya, entre los tipos de tallos, se encuentran: el extracto arbóreo, arbustivo y herbáceo.</u> El arbóreo está formado por árboles y plantas altas, como lo pueden ver aquí (muestra una lámina), <u>en el cual son trepadoras, estas reciben completamente la luz solar,</u> y pueden formar una de esas capas lo cual impide que pase la luz solar a los extractos inferiores. <u>El extracto arbustivo, estos son, se refiere a los arbustos y hierbas altas, el cual está formado, la poca luz que dejan pasar los extractos superiores,</u> como es el arbóreo, las reciben éstos y tratan de sobresalir por medio de las sombras que el extracto superior proyecta, que impiden el paso de la luz. El extracto herbáceo está formado por hierbas, helechos, etc... Los árboles son los más importantes que existen en el bosque, ya que gracias a éstos podemos tener varias, varias orientaciones. Los árboles son, en el cual influyen también las alturas y su raíz en el suelo...<u>Los arbustos y hierbas pequeñas son aquellos que se</u></p>

<p style="text-align: center;">Aa3</p>	<p>dan por la luz que dejan pasar los árboles grandes y estos, ellos tratan de evadir las sombras que hacen los extractos mayores por medio de zarcillos, o sea que ellos son como unas enredaderas en el cual ellos tratan de sobresalir a la luz, para llevar sus hojas, para así producir los frutos; y éstos se apoyan por los árboles...Los suelos de los bosque son, estos tienen suficientes minerales y hongos, el cual éstos se han relacionado con el reino vegetal, aunque éstos, los hongos no pertenecen al reino vegetal y se diferencian es por la nutrición...loe vegetales son seres autotróficos (los alumnos corrigen: autótrofos), y los hongos son heterótrofos, estos se alimentan de la materia orgánica de los suelos.</p> <p>La conservación y preservación de los recursos biológicos. Los recursos biológicos dependen de las actividades que los seres vivos obtengan de los bosques, como sus cultivos, pesca, agricultura, bosques, etc. Estos le proporcionas grandes, o sea grandes progresos en nuestra alimentación, como en la economía...esto trae como consecuencia la deforestación y se tienen que tomar medidas, medidas rápidas para que no vayan a perjudicar los ecosistemas que existen...se podría decir que la forestación, las masas forestales que ocupan el 30% de la superficie terrestre es fundamental para la vida de los ecosistemas de la tierra. <u>Los bosques producen oxígeno, éstos son esenciales para la atmósfera y esta absorbe el hidrógeno el cual genera materia orgánica, que luego éstos desechan y nutren al suelo y la capa forestal también se podría decir, que recupera todo lo que ha hecho la deforestación... porque la deforestación ha hecho mucho o sea se ha se ha abundado demasiado debido a la explotación que hay de la materia o sea de la madera, y también se podría decir que una de las, donde se proyecta más la deforestación es en la zona de Norteamérica, Canadá, Alaska, Estados Unidos, el cual representa el 70% de deforestación, sin embargo también tienen más actividades de reforestar...también se podría decir que en los bosques tropicales de las zonas húmedas, que están situadas en Iberoamérica, en el cual tienen el 32% de los bosque pluviosos, en Asia está el 42% y en África se encuentra el 52% . Se podría decir que la deforestación está afectando mucho el ambiente, ya que están destruyendo los pocos bosques que quedan (...)</u></p>
---	--

Castro (2008)

Como producto del análisis, se han podido determinar faltas en la expresión oral, y en el uso del lenguaje apropiado; así como confusiones de ideas, de conceptos y en el desarrollo teórico.

En la exposición de esta alumna, por ejemplo, cuando dice: "...En el bosque se puede encontrar varios tipos de vegetación, como son, eso depende del tipo de tallo que haya; entre los tipos de tallos se encuentran el extracto arbóreo, arbustivo y herbáceo...". Se observa en primer lugar que la expresión discursiva de la alumna es confusa en la coordinación de sus ideas, luego se refiere a los estratos vegetales como extractos, hecho que no es corregido ni por la profesora ni por sus compañeros, aun cuando lo utiliza a lo largo de su

exposición. En cuanto al conocimiento, muestra confusión conceptual al caracterizar lo que es un estrato vegetal. El tipo de tallo responde a una determinada característica que se utiliza para diferenciar algunos tipos de plantas, por ejemplo, plantas de tallos leñosos, plantas de tallos no leñosos, plantas de tallos suculentos, entre otros. La determinación de los estratos vegetales se hace recurriendo al tamaño que presentan las plantas, visto a través de un corte longitudinal imaginario de un bosque, en donde se observa un perfil distintivo de la vegetación. Aunque, de alguna manera, está implícito el tamaño de los tallos, no se puede indicar que el tipo de tallo es el que determina el llamado estrato vegetal, en tal caso sería el tamaño de los tallos, como una medida del tamaño de la vegetación.

La estudiante también incurre en otra confusión al decir que los estratos arbustivo y herbáceo se “dan por la luz que dejan pasar los árboles...ellos tratan de evadir las sombras que hacen los estratos mayores por medio de zarcillos, o sea que ellos son como enredaderas...” Hay una confusión teórica al afirmar que los arbustos y las hierbas se originan por la luz. La luz permite su desarrollo, pero su origen ontogenético es otro. Por otro lado, algunas especies de plantas se desarrollan como lianas o enredaderas, produciendo unas estructuras que utilizan para engancharse a otras plantas, los llamados zarcillos, y de esta manera llegar hasta las copas más altas en busca de luz, pero no son todos los individuos de los estratos arbustivos y herbáceos los que presentan este tipo de mecanismo adaptativo.

También hay un error teórico conceptual al afirmar que la atmósfera absorbe el hidrógeno que va a generar la materia orgánica, si bien es cierto que el hidrógeno forma parte de las moléculas orgánicas, en este caso se refiere al nitrógeno que va a formar parte de la materia orgánica como constituyente de algunas moléculas de los organismos vivos como en las proteínas y los ácidos nucleicos.

Igualmente se observa un problema de expresión cuando dice que se ha “abundado” mucho en la deforestación, quizás para expresar que se ha extralimitado en la deforestación para la extracción de la madera.

Continúa la exposición con la participación nuevamente de la alumna **Aa1**.

Registro 4.5

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Aa1</p>	<p>“Vamos a estudiar ahora las causas de la deforestación tropical. En el mundo unos 250 millones de campesinos viven en los bosques tropicales, en busca de hierbas para el cultivo o para la actividad de caza y ocupan zonas forestales que son propiedad del estado. La adquisición de recursos naturales obliga a la degradación de los suelos, debido a que éste al quedarse sin la corteza arbórea éste tiende a deteriorarse más rápidamente...La deforestación extrae de los pisos a corto y mediano plazo, se pueden explotar minas, obtener madera y también emplear el agua, pero sobre todo las tierras que hay son empleadas para la siembra...La madera como fuente de combustible suelen ser utilizadas ya que otros combustibles son mucho más caros...el hombre actual ha venido desarrollando más el avance sobre la industria, comercio y lo social, para obtener mejores condiciones de vida; y estos avances tecnológicos crean sobre el ambiente un impacto ambiental...la flora y la fauna no han podido escapar de estas alteraciones...algunos de los factores que son negativos para la flora son: la tala de manera indiscriminada, la quema de los árboles y la producciones forestales. La fauna comprende todo lo que son animales. En el mundo existen muchas especies animales que están en vías de extinción, debido a los mares, ríos y lagos que están contaminados por los desechos tóxicos que hay en el ambiente, generalmente debido al hombre.</p>

Castro (2008)

La intervención de esta alumna es bastante aceptable, presenta en su discurso un cierto dominio en los contenidos tratados, aunque algunas de las ideas parecieran estar incompletas.

Las alumnas terminan su exposición con las conclusiones, correspondió, en este caso, a la alumna **Aa2** presentarlas.

Registro 4.6

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	<p>“Conclusiones. Bueno podemos concluir que la biodiversidad en el geotrópico es muy importante, ya que debemos saber que hay muchas especies en peligro de extinción como podemos observar aquí (señala un cuadro), está en peligro el gallito de rocas, el cóndor, el tucán, la danta, la pereza y el mono araña: el oso frontino y el oso hormiguero son unas de las especies que están en mayor peligro de extinción. Todo esto se debe a la deforestación, ya que la deforestación, la tala, la quema, ya que el hombre ha hecho, ha contribuido o sea a buscar consecuencias al medio ambiente. Y también es muy importante los biomas, los climas o sea es muy importante también porque hemos afectado nuestro ambiente, dañando los ecosistemas que existen en el mundo.</p>

Castro (2008)

Las ideas de esta alumna se muestran un tanto inconexas, en algunos casos las conclusiones no tienen relación con las premisas, por ejemplo, el hecho de decir que la biodiversidad del geotrópico es muy importante porque hay especies en extinción.

Los contenidos tratados en la exposición de este grupo de alumnas fueron bastante exhaustivos, lo que indica que su indagación sobre el tema fue muy amplia, sin embargo, este esfuerzo no se vio compensado por las faltas y confusiones a nivel teórico y conceptual. En líneas generales no explican la presencia de los conceptos encontrados en los contenidos de la exposición. La docente no hizo correcciones a ninguna de las participantes.

Después de las exposiciones, el docente invita a los alumnos a hacer aportes a lo presentado en la exposición. Dos alumnos toman la palabra para hacer sus aportes respectivos con intervención de la docente:

Registro 4.7

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Ao1	<p>“La exposición estuvo muy buena, se ve que trabajaron. Yo quisiera complementar la parte del geotrópico. Aparte de la gran variedad de árboles que hay en el geotrópico, es importante también (...) Recordemos que una parte del geotrópico está formada por América de Sur, Las Antillas y el continente Norteamericano, y que estas estaban divididas por un puente natural que hoy en día es Panamá, luego este puente se cayó (...)</p>
Ao2	<p>“Verdad que ella dice lo que es arbóreo, el herbáceo y el arbustivo, y entonces ella dice que las plantas del estrato arbóreo son altas y que tienen mayor capacidad para crecer, por lo mismo que son altas pueden obtener mayor cantidad de la luz de los rayos solares, resulta que los estratos arbustivos y las hierbas no pueden obtener los rayos solares...entonces ahí se está experimentando un fenómeno que se llama fototropismo que consiste en que las ramas de las plantas comienzan a dirigirse hacia la luz, y al obtener la luz ella va a poder cubrir todos sus procesos naturales, tales como la fotosíntesis... También por la deforestación de de las zonas tropicales, ellas van a sufrir la deforestación...en los países desarrollados como Canadá, Estados Unidos, Alaska, hay una gran deforestación y es de pinos, y es que ellos la utilizan para hacer sus casas, pero ellos tienen una política de que cortan un árbol y ellos siembran tres, y entonces así de esta forma se va incrementando el área de árboles de pino, etc. En cambio aquí en Venezuela, al sur del estado Monagas hay como una reserva de pinos llamada Uberito, que es para la producción de papel, pero también la utilizan como una barrera para cuando haya derrames de petróleo...”.</p>
Pa	<p>“Primero, en Venezuela hay fundaciones e instituciones que se encargan de preservar y conservar la diversidad, segundo, aquellas personas que también existen en Venezuela que están arduamente dedicadas a la conservación y protección de la diversidad de vida. Sobre las medidas proteccionistas que existen en Venezuela sobre Parques Nacionales y Monumentos Nacionales ¿Bien?”</p> <p>“...les dije que cuando sacaran el material básico para la exposición tenían que entregarlo engrapado para revisarlo y decirles esto está demás, aquí les falta esto, de manera que hicieran en realidad lo que debían. La señorita cuando se refirió a la diversidad de vida dijo que no se podía explicar el porque de esta gran diversidad. Si hay una explicación y es el aislamiento geográfico que se dio hace millones de años, eso trajo como consecuencia una gran cantidad de especiación...Hay un problema muy grave con esta gran diversidad que existe, que está altamente amenazada...En Venezuela existen instituciones que se encargan de preservar y conservar la diversidad de vida que existe, tal como la Universidad de los Andes, la universidad del Zulia, la universidad de oriente, etc. IMPARQUES, FUSAGRI encargan de ayudar a mantener a la diversidad que existe, porque todavía hay muchas especies en vía de extinción...tenemos a Leandro Aristigueta, Tobías Lasser y tenemos a un señor de aquí, muchos de ustedes deben conocerlo que es el Pedro Durant...”.</p>

Castro (2008)

El alumno **Ao1** interviene con relación a la gran diversidad de América del Sur y hace mención al hundimiento y restauración del puente natural entre América del Norte y América del Sur, pero en realidad no da mayores aportes. El ruido impidió escuchar la intervención con claridad.

En cuanto al alumno **Ao2** menciona un fenómeno que no había sido nombrado, el fototropismo, desarrollado por las plantas como mecanismo en busca de luz, en realidad el fototropismo positivo es un fenómeno que presentan todas las plantas en sus partes aéreas, lo cual se traduce en un movimiento orientado hacia la luz. El estudiante también se refiere a la política que existe en algunos países para minimizar el impacto de deforestación, con la siembra de unos cuantos árboles por cada uno que eliminen. En Venezuela no se cumple con esta política y de allí la diferencia en el uso sustentable de los recursos naturales. Es menester resaltar que este estudiante presenta en su intervención dominio en el análisis y en las deducciones que hace de los contenidos.

El docente interviene para señalar que existen instituciones y personas que se encargan de la protección de la diversidad y que ninguno de los estudiantes las mencionó. Luego su participación expresa una especie de reclamo al recordar que el material de las exposiciones debía ser revisado por ella antes de las mismas y menciona algunos aspectos que parece que no quedaron lo suficientemente claros. En respuesta algunos alumnos intervienen y se promueve una especie de discusión, mostrado como sigue:

Registro 4.8

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Aa1	“Los objetivos de Imparques es la protección de la naturaleza, son porque,debido o sea a que cuando una especie, el hombre (...)
Aa2	“Existen muchos focos de contaminación que perjudican la vida de la flora y la fauna natura, donde están involucrados árboles, es por eso que estas instituciones ayudan a cuidar lo que tenemos (...)
Pa	¿Qué son Parques Nacionales?
Aa1	“Son aquellos que tienen que ver con, depende de los animales que ellos quieren preservar, tienen que ver con el tipo de ambiente...”

Aa2	“Por el tipo de clima”
Aa1	“Exacto por el tipo de clima, por ejemplo, Monte Zerpa donde hay mucha contaminación, porque los árboles y los animales no pueden vivir con la contaminación...”.

Castro (2008)

En vista de que los aportes de los estudiantes no son satisfactorios, la profesora insiste con las preguntas sobre Parques Nacionales y Monumentos Nacionales:

Registro 4.9

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Pa	“¿Cómo definirían ustedes Parques Nacionales, qué son parques Nacionales
Ao3	“Son todas aquellas áreas que se encuentran protegidas para la conservación de lo que es el ecosistema que ahí se mantiene, para ello aquí en Venezuela se encuentran Instituciones como lo es Imparques, que es el Instituto Nacional de Parques, lo cual se encarga de la defensa y protección de todo ese sistema y cada uno de, no solo de los Parques Nacionales sino también de los Monumentos Naturales que existen en nuestro país”.
Pa	“Qué son Monumentos Nacionales?”
A02	“Yo podría decir que son aquellos sistemas que son de gran importancia para la población mundial y que tienen que ver con...”
Ao3	“Son aquellas estructuras, se puede decir así, monumentales que muestran las bellezas de nuestro país, como el Salto Ángel, la meseta que se encuentra en el Amazonas, que son conocidas por otros países, espacios naturales que por su belleza requieren ser decretadas como Monumentos para ser protegidas y admiradas, como por ejemplo el Salto Ángel”.
Pa	“Aquí en Mérida lamentablemente no tenemos ni monumentos ni Parque Nacionales ¿verdad?”
Aos	“Sí, el Parque Sierra Nevada”
Pa	“¿Y qué Monumentos Naturales?” A ver...
Ao1	“El monumento de la India...que se encuentra via de Tabay, este...La Laguna de Urao”

Castro (2008)

De todos los estudiantes que intervinieron solo el alumno **Ao3** conoce de lo que se está hablando, además tiene buena expresión oral. Parece que los alumnos no manejan las definiciones correspondientes, pero sí tienen claros los ejemplos.

Recapitulando, la modalidad de la clase desarrollada en forma de exposiciones, permitió que los estudiantes llevaran la batuta de la misma. Aún cuando este grupo de alumnas hizo una amplia investigación documental, y su exposición fue con mínimas exigencias interpretativas, se pudieron apreciar faltas y confusiones, que se profundizan cuando se trata de interpretaciones de conceptos y desarrollos teóricos. Estas dificultades pueden interferir en los aprendizajes presentes y futuros de los alumnos.

Los temas de esta exposición se relacionan con la diversidad de los seres vivos. Los contenidos involucrados en el desarrollo de estos temas presentan dificultades porque, generalmente, el conocimiento de los mismos se manifiesta a un nivel macro, es decir, fenomenológico. La biodiversidad o diversidad de los seres vivos es un hecho tangible, está ahí, lo podemos ver, lo que no es visible, ni palpable es la explicación que se da a este hecho. Aquí entra el componente teórico y conceptual que poco se maneja en temas como estos, quedando las explicaciones simplemente en lo descriptivo.

La diversidad de especies, con algunos cuestionamientos, es explicada por la teoría de la evolución, que como hemos citado en comentarios anteriores, envuelve múltiples factores de orden orgánico, ambiental y temporal. Además, la teoría supone la existencia de un ancestro común desde donde se originaron cambios congruentes con ambientes específicos, lográndose un nivel exitoso en la supervivencia de las especies. De allí que no se pueda interpretar, por ejemplo, que las especies de América del Norte al pasar a América del Sur pudieron adaptarse sin dificultades, no precisamente por la riqueza de nichos ecológicos encontrados, sino por la competencia ecológica que adquirieron con el contacto de otras especies de otras regiones,

a las cuales tuvieron libre acceso. Igualmente, tampoco entendieron lo que sucedió en Sur América antes de quedar aislada del resto del continente, por hundimiento del puente natural. Los reptiles gigantes que existían allí habían desaparecido, y se habían instalado y posesionado dos grupos de animales, importantes desde el punto de vista evolutivo, como fueron los marsupiales y los placentarios, quienes tuvieron éxito en su adaptación, a diferencia de los marsupiales que se adaptaron en Australia y los placentarios que lograron desarrollarse en Norte América.

Asimismo, la confusión al atribuir el origen de las plantas pertenecientes a los estratos arbustivos y herbáceos a la presencia de la luz, ignorando el origen ontogenético de las mismas. En este mismo orden de ideas, la creencia que todas las plantas al no tener luz suficiente se pueden desarrollar como lianas o bejucos, en busca de luz en las alturas de los bosques.

Este análisis también demostró faltas relacionadas con la expresión oral en la congruencia de las ideas en el discurso; también problemas en el uso del lenguaje específico en estos ámbitos y deficiencias en competencias argumentativas e interpretativas. Estas faltas, deficiencias y carencias las hemos catalogado como dificultades pedagógicas, debido a que son el resultado de prácticas didácticas en el aula de clase. También se puede señalar aquí la ausencia de observaciones y correcciones de orden didáctico, conceptual y teórico, después de finalizada cada presentación.

Análisis de la clase 5

En esta oportunidad se expusieron los temas sobre Sistema de Clasificación de los Seres Vivos. Los contenidos fueron presentados por los estudiantes, bajo la modalidad expositiva. De igual manera, se determinó la red conceptual que integran los conocimientos teóricos del tema:

RED CONCEPTUAL
Taxonomía. Taxonomía Cladista. Taxonomía Fenética. Taxonomía Evolutiva. Homología. Analogía. Clasificación. Especie. Categorías Taxonómicas. Sistemas de clasificación. Sistemática. Sistema de clasificación Empírico. Sistema de Clasificación Natural. Nomenclatura Binomial.

Este grupo de estudiantes, integrado por cuatro alumnos, presentaron seis láminas murales como apoyo didáctico: Introducción, Ejemplos de nomenclatura binomial, Clasificación por categorías taxonómicas, Clasificación de los cinco reinos, Ejemplo de clasificación del hombre y del maíz, Categorías taxonómicas.

Registros Clase 5: Necesidad de clasificación

Esta exposición muestra el esfuerzo de los participantes en la búsqueda de la información pertinente. En la introducción se señala la necesidad de una clasificación. Se hace una referencia al origen de la clasificación y sus principales ponentes, según las distintas épocas. Se enfatiza sobre los sistemas de clasificación. Igualmente se señalan los tipos de taxonomías teniendo en cuenta las teorías taxonómicas. Se habla también de las técnicas modernas para la clasificación. Veamos el Registro 5.

Registro 5

PARTICIPANTES	EXPOSICIÓN
Ao1	<p>“La Tierra tiene más de 5 millones de especies diferentes de seres vivos...Para poder estudiar esta gran cantidad de especies se hace necesario un sistema de clasificación para poder agruparlas. De esto se encarga la taxonomía que se encarga de clasificar los seres vivos...y la sistemática...que se encarga de los procesos de clasificación de acuerdo a los grados de mayor o menor parentesco de los seres vivos...”</p>
Ao2	<p>“...La clasificación viene desde hace mucho tiempo...En la antigüedad Aristóteles trató de clasificar las plantas de acuerdo a lo que sería su vida y su hábitat (...) Teofrasto...clasificó las plantas en árboles, arbustos y hierbas (...) Luego vino Plinio el clasificó los seres vivos si eran del aire, tierra o agua (...) Lo que fue Aristóteles, Teofrasto y Plinio tuvieron gran importancia en lo que fue el medioevo u parte del renacimiento, de allí para acá surgieron muchas ideas de gran importancia para la ciencia actualmente...<u>aparece Malpigi un anatomista con un rudimentario microscópico estudio las células vegetales y las células animales.</u> Luego aparece John Ray, naturalista inglés que dividió las especies vegetales en arboles y hierbas, también dividió en dos las que tenían flores y las que no tenían, luego propuso lo que era una especie (...) En el siglo XVIII aparece Kart von Linné él fue el que echó las bases...él ha dado un nombre específico lo que se conoce como la clasificación binomial (...) Actualmente se puede decir que el sistema de clasificación se ha basado en una clasificación mucho más natural (...) Estos aportes se pueden clasificar por períodos, lo que es Aristóteles y Plinio sería el período descriptivo, el período (...) en lo que sería Carlos Linneo y John Ray <u>y los genéticos naturales a Lamarck y Darwin...</u> Se puede decir que se han clasificado cinco reinos y se tienen en cuenta la organización celular en la forma de las divisiones”</p>
Ao3	<p>“Sistema de clasificación. Sistema de clasificación Empírico (...) y el sistema Natural. En el sistema empírico se puede decir que la clasificación se hace de manera empírica se habla de las características externas que tenemos, forma, el tamaño, el color (...) El sistema Natural tiene como base la biología, la genética, la bioquímica (...)</p>
Ao4	<p>“La nomenclatura binomial. Como todos sabemos existe una nomenclatura denominada binomial que vienen del siglo XVIII, propuesta por Carlos Linneo...Esta clasificación consistía en que utilizaba las características del organismo para así lograr que cada especie tuviera su nombre y es lo que se conoce como nomenclatura binomial...El primer nombre era del género y luego la especie. Se utilizó el latín porque era un idioma universal, por ejemplo, <i>Homo sapiens</i>, el hombre; <i>Canis familiares</i>, el perro; <i>Drosophyla melanogaster</i>, la mosca de la fruta, <i>Zea mayz</i>, el maíz (...)</p>

Castro (2008)

Estos registros presentan muchos problemas en la transcripción por las dificultades en el audio de la grabación original, Sin embargo, se logro extraer

lo más importante de las exposiciones. Se puede decir que en líneas generales los estudiantes presentaron muy buena información del tema tratado y su exposición fue buena también. No obstante, hay algunos detalles de la información que pueden causar algunos problemas en la comprensión de la misma, como se indica a continuación

Registro 5.1

PARTICIPANTES	TEXTO
Ao2	“...luego aparece Malpigi un anatomista con un rudimentario microscopio estudió las células vegetales y las células animales... ...en lo que sería Linneo y John Ray y <u>los genéticos naturales Lamarck y Darwin...</u> ”
Ao3	“...El sistema natural tiene como base la biología, la genética, la bioquímica (...)

Castro (2008)

Se observa que el alumno **Ao2** coloca dos argumentos alejados de lo real. En el primero, los trabajos de Malpigi no tuvieron como objeto los estudios clasificatorios y, en el segundo, Lamarck y Darwin no fueron genetistas, más aún en su época los estudios genéticos eran poco desconocidos. En cuanto al alumno **Ao3**, dice que el sistema natural de clasificación tiene como base la biología, la genética y la bioquímica. El sistema natural de clasificación surge como una consecuencia de los procesos evolutivo de las especies. La genética y la bioquímica son técnicas utilizadas en la clasificación actual.

El alumno **Ao1** en una segunda intervención apunta a las teorías que fundamentan los sistemas taxonómicos. Menciona la homología como base de la clasificación filogenética y se refiere las taxonomías cladísticas, fenética y evolutiva, derivadas de las teorías que las soportan.

Como de costumbre después de la exposición se establece una especie de interrogatorio por parte de los alumnos espectadores y el docente. En este caso la docente es la que interviene como se recoge en el Registro 5.2.

Registro 5.2

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Pa	<p>“Los nombres científicos cuáles son usted? ¿Existe el nombre científico para un animal? (Silencio) La pregunta es si existen reglas para un nombre científico, realmente cuando estamos hablando de un nombre científico estamos hablando de la nomenclatura binomial ¿Qué fue creada por quién?”</p>
Aa4	“Carlos Linneo”
Pa	<p>“Carlos Linneo, muy bien. Si existen reglas, el Género la primera letra se escribe con mayúscula, lo demás va todo con minúscula y la Especie se escribe toda en minúscula. Entonces ustedes tienen ahí en la lámina errores ¿s? Todos los nombres científicos están bien, pero como los escribieron no se basa en las reglas, entonces está mal. Fíjense que allí tienen en Zea maíz está mal, porque no se escribe con i latina ¿a ver con qué i?”</p>
Aos	“Con i griega”
Pa	<p>¿Si? Bien, ustedes tienen allí también otro tipo de clasificación pero no dijeron qué significa esa lámina en donde tienen la euglena, el turpial, el hombre, el maíz, el perro y el sapo ¿Para qué hicieron esa lámina muchachos? ¿Para explicar qué tipo de nomenclatura...?”</p>
Ao3	<p>(...) “Por ejemplo el hombre pertenece al reino animal, al filo Chordara, la clase Mammalia, Orden Primates, Familia Hominidae, Género Homo y Especie sapiens” (...)</p>
Pa	<p>“Muy bien Gastón, cuando usted me dice que eso es para clasificar los organismos en las principales categorías taxonómicas significa ¿qué no hay más categorías?”</p>
Ao3	“Hay supercategorías”
Pa	<p>“¡Ah! exacto ¿verdad? Es decir que por ejemplo, Reino tiene subreino, Phylum tiene subphylum...¿verdad? Pero nosotros vamos a trabajar con las principales categorías taxonómicas ¿Estamos claros? OK. Yo quisiera que me especificaran un poquito más qué significa analogía u qué significa homología, cuando nosotros tomamos esto como tipos de clasificación ¿qué significa?”</p>
Ao4	“ <u>Homología son los órganos que tienen diferentes estructuras</u> ” (...)
Pa	“Entonces homología significa similitud basado en antecesores comunes”
Ao4	“Si, algo así “(...)
Pa	“Muy bien muchachos...”

Castro (2008)

En esta interacción que se establece entre el docente y los estudiantes expositores, el docente trata de corregir algunos errores del lenguaje específico y aclarar algunos conceptos, cumpliendo así su cometido didáctico. Sin embargo, la respuesta del alumno **Ao4** sobre homología no es la correcta,

en la homología las estructuras cumplen diferentes funciones, pero comparten un patrón estructural.

En resumen, podemos decir que la información presentada por los alumnos expositores es muy amplia y su nivel de retención excelente, sin embargo, mucha de la terminología de este tema se encuentra en un nivel teórico o de hipótesis que los alumnos todavía no logran comprender. Por ejemplo, la clasificación jerárquica de los organismos en grupos incluidos, no es una consecuencia de la aplicación de las reglas taxonómicas, es una consecuencia del proceso evolutivo de las especies. Asimismo, las categorías y los taxa son construcciones mentales que muchas veces responden a hipótesis que pueden ser refutables y modificables según sea el caso. Entendiéndose por categoría el nivel que ocupa cada grupo o taxón en el sistema.

Análisis de la clase 6

En esta clase se expusieron los contenidos relativos a los grandes grupos de organismos vivos: los Procariotas, Eucariotas y los Virus. También se identificaron los conceptos que constituyen el entramado conceptual en el que se apoyan estos contenidos:

RED CONCEPTUAL
Procariota. Eucariota. Bacterias. Cianobacterias. Metabolismo anaeróbico. Mitosis. Meiosis. Singamia. Ácidos nucleicos. Virus. Adenovirus. Retrovirus. Capsula. Cápside. Viroides. Ciclo virulento. Fijación. Penetración. Transmutación. Ensamblaje. Lisis. Ciclo lisogénico. Bacteriófago. Inmunodeficiencia humana.

En esta oportunidad la clase se desarrolla en su totalidad con la modalidad expositiva por un grupo de estudiantes. El grupo está integrado por tres alumnas, quienes presentan 7 láminas murales como material de apoyo referidas a: Diferencia entre organismo Procariota y Eucariota,

Bacterias, Virus, Estructura de los virus, Ciclo virulento, los Eucariotas, y una con dibujos. Las alumnas se distribuyeron los temas para la exposición.

Registros Clase 6: Grandes Grupos de Organismos

Después de una breve introducción la alumna **Aa1** continúa con el tema que le corresponde. El análisis de esta exposición muestra una serie de omisiones, confusiones, errores y faltas teóricas y conceptuales, y también ausencia de elementos cognitivos, algunas de ellos se subrayan en el registro.

Registro 6

La pared celular. En las procariotas es una estructura rígida que recubre la membrana citoplasmática, que se encarga de proteger (...) Tenemos las bacterias Gram+, que estas estructuras están compuestas de muchas capas de moléculas de proteínas, lipoproteínas y las bacterias Gram- están formadas por una capa fina situada en medio de dos capas.

La membrana citoplasmática funciona como una barrera de permeabilidad situada dentro y fuera de la célula, está constituida por una capa doble de proteínas, las cuales tienen diferentes formas.

Los ribosomas son partículas formadas por proteínas y ácido ARN, funcionando como lugar de síntesis proteica. Una célula procariota tiene cerca de 10 mil ribosomas, constituyendo en el citoplasma una membrana granular.

La región nuclear también llamada nucleolo_y la presentan exclusivamente las procariotas. Las células bacterianas tienen una sola molécula de ADN que se encarga del funcionamiento y de la estructura relacionada con la membrana citoplasmática...En las células procariotas la actividad genética está constituida por una capa lipoproteica ...el ADN no se encuentra dentro del núcleo limitado por una molécula nuclear,_por eso fue que se decidió llamarlas procariotas a todos los individuos que poseen una célula como esta

También se puede decir que la fotosíntesis juega un papel importante en la actualidad. Las cianobacterias actúan como moléculas celular que tienen su clorofila...Hoy se conocen tres grupos de bacterias fotosintéticas, tenemos la bacteria roja sulfurada, la bacteria verde y la bacteria roja del azufre (roja no sulfurada) (...)

Castro (2008)

El análisis señala una falla teórica al diferenciar la estructura de la pared celular de de las bacterias Gram+ y Gram-. Se ha determinado que la pared celular de los organismos Gram+ está constituida por una gruesa capa de

peptidoglicano, compuesto por moléculas de aminoácidos y azúcares, muy resistente a las condiciones extremas del ambiente. En tanto que la pared de las Gram- además de una delgada pared de peptidoglicano, tienen una gruesa membrana externa que las recubre, compuesta de lípidos y carbohidratos. La diferencia de estas estructuras hace que las bacterias se coloreen de manera distinta cuando se aplica la coloración de Gram, separando las bacterias en estos dos grandes grupos.

La estudiante también incurre en fallas teóricas al señalar que “la actividad genética de los procariotas está constituida por una capa lipoproteica”. Es un hecho que la actividad genética de todos los organismos vivos está vinculada a la molécula de ADN. Igualmente tiene confusiones teóricas al aseverar que en los procariotas “los ribosomas forman una membrana granular”, esta membrana granular en el citoplasma las presentan las células eucariotas. Asimismo, denota fallas teóricas cuando apunta que el ADN “se encarga del funcionamiento y de la estructura relacionada con la membrana citoplasmática”. Se conoce que el funcionamiento del ADN tiene que ver con el funcionamiento y la determinación morfológica, estructural y funcional de todo el organismo como un todo.

En este mismo orden de ideas, la estudiante presenta omisiones en la explicación del metabolismo de las procariotas, al limitarse a indicar las formas sintetizadoras de acuerdo a los grupos de organismos -cianobacterias, bacterias rojas no sulfurosas, las rojas del azufre- pero sin hacer mención a los mecanismos que implican los procesos metabólicos. También deja de lado la clasificación de las bacterias por su forma; y tampoco menciona la importancia de las bacterias desde el punto de vista de la salud, ecológico y económico. Estas faltas y omisiones teóricas se suscriben dentro de dificultades epistemológicas, desde el mismo momento en que el alumno no puede reconstruir el devenir epistémico de este conocimiento.

Se evidencia asimismo, la ausencia de inferencias y deducciones para vislumbrar a los organismos procariotas como los primeros de la escala

evolutiva y, por ende, la relación con la sencillez y conformación de su estructura. Estas dificultades cognitivas han repercutido en la elaboración de las reconstrucciones teóricas apropiadas.

También queda demostrado en este análisis, falta de tipo didáctico en la ausencia de correcciones, y orientaciones en la exposición de la alumna.

Continúa con su exposición la alumna **Aa2** con el tema sobre los eucariotas. Esta alumna ha hecho uso de sus procesos cognitivos para reconstruir en una síntesis coherente la información investigada, da evidencia de sus deducciones en el uso de argumentos en algunas partes de su texto al hablar del origen de las eucariotas y hacer mención de la hipótesis que más comúnmente la sustenta. Sin embargo, la alumna incurre en faltas teóricas y en preconcepciones en su exposición. Mostrado en el registro (subrayado).

Registro 6.1 (Aa2)

“Una vez que se descubrió la vida celular, el primer avance en grado **fue la célula eucariota**. Su origen fue el hecho más significativo de la evolución orgánica, ya que mientras las células no adquirieron la complejidad y el grado de división del trabajo entre membrana y orgánulos, las procariontes no pudieron evolucionar a organismos multicelulares o tejidos de células diferenciadas. Numerosas hipótesis han tratado de explicar su origen, pero la más completa es la llamada simbiótica, que fue propuesta por Margulis en 1970. Esta dice que todos los orgánulos celulares de las eucariotas provenían de las procariontes simbióticas; éstas se encontraban, existían anteriormente en una célula huésped, pero ahora han ido evolucionando para dar lugar a las mitocondrias, a los cloroplastos y a otros organelos”.

“El citoplasma es la región acuosa de la célula, que está constituida por enzimas, iones disueltos y otras sustancias, además contiene muchos orgánulos que están limitados por la circunferencia. “

“Los flagelos o cilios, las procariontes no la tienen y las eucariotas sí, menos las algas rojas, los hongos superiores y las antofitas.”
 (...) para poder producir un llamado flagelo verdadero, es como la cola de las células eucariotas.

Castro (2008)

La estudiante **Aa2** comete una falta teórica cuando afirma que las procariontes no tienen flagelos, aunque no es una característica generalizada, algunas bacterias sí presentan flagelos en su estructura celular, como

Escherichia coli, por ejemplo; lo que habría que puntualizar es que estos flagelos tienen una naturaleza diferente a los flagelos presentes en las células eucariotas.

Otra situación que se presenta en la disertación de la estudiante es la manifestación de preconcepciones al considerar, por ejemplo, los flagelos de las células eucariotas como “colas”; también el hecho de decir que “los orgánulos están limitados por la circunferencia”, al referirse a la delimitación por la membrana, ya sea de los orgánulos o de la propia célula, éstos, rara vez toman la forma de una circunferencia. Pienso que esta última preconcepción es alimentada por algunos docentes y por los libros textos, al representar los modelos celulares de una misma forma, generalmente esféricos. Se evidencia aquí una falta pedagógica al no manejar de manera adecuada el modelaje en la acción didáctica.

La participación de la alumna **Aa3** es sobre el tema de los virus. El análisis de la exposición de esta estudiante revela una serie de problemas comenzando por su expresión oral y el uso de un vocabulario no adecuado a la especificidad que requiere el tema. También manifiesta confusiones, faltas teóricas y conceptuales. El registro 6.2 muestra estos problemas.

Registro 6.2

“...Los virus son seres considerados entre lo vivo y lo no vivo, de aquí que no se incluyen en ninguno de los cinco reinos ya conocidos. Los virus ya que por no ser parte de los seres vivos, no pueden ser incluidos en ningún tipo de clasificación de los seres vivos, ya que se dejan para ser estudiados por su propia clasificación aparte. Los virus por no ser considerados seres vivos se les llaman entes biológicos.

También se dice que los virus están constituidos por ácidos nucleótidos que pueden ser ADN, ARN o ambos, está rodeado por una enzima de proteínas que determina la especificidad del virus. Los virus que encuentran una célula, esta célula tienen que tener un receptor para la proteína viral, por ejemplo, los virus que causan el sarampión y la viruela, estos son los que infectan las células de la piel...

Algunos problemas en la clasificación de los virus. Los virus tienen un sistema celular muy complejo, no tienen metabolismo, además poseen ADN o ARN. Los virus atacan el sistema inmunológico del cuerpo humano y hasta ahora no se ha descubierto una vacuna para contrarrestar su efecto dañino en el hombre.

Aquí hablamos del ciclo virulento. El ciclo virulento se refiere a la fijación, penetración, la transmutación, el ensamblaje y la lisis. La fijación es cuando el virus se fija en una célula del huésped antes de penetrar en ella. La penetración es cuando el virus se posa

sobre la célula y aquí suelta como un líquido o su, la sustancia que es la que se riega por toda la célula. El ensamblaje lo realiza en el proceso anterior a la replicación que es cuando queda interrumpido el... Las reservas de núcleos de ADN y cápsides de proteínas son ensambladas para formar nuevos virus completos...

Tenemos el ciclo lisogénico, este ciclo es cuando libera su materia genética a lo cual el virus está contaminado por un tiempo determinado...

También tenemos la inmunodeficiencia humana que es el llamado VIH, que es específico. Este virus se da por el ARN, que es infectado de muchas maneras. Este virus de inmunodeficiencia humana es un retrovirus, como ya habíamos dicho. Este síndrome se infecta por medio de la sangre, la saliva, y en muchos casos por el semen... Este virus tarda mucho en presentar sus síntomas.

Algunas enfermedades causadas por virus, tenemos las miocarditis infecciosas, también el herpes labial, vaginales, anales, también tenemos la conjuntivitis hemorrágica. Tenemos el síndrome de inmunodeficiencia adquirida, también tenemos la bronquitis, faringitis viral. El cáncer de cuello uterino, la herbola, el virus de la poliomielitis, dengue en muchos casos, la viruela, todos estos síndromes no presentan sus síntomas de un día para otro, tarda mucho tiempo en presentarlo. Hay unos casos que sí, de una vez presenta su fiebre, vómitos, dolor de cabeza, etc...

Bueno, para finalizar tenemos que la elaboración de las vacunas todavía está vigente, porque como sabemos, cuando una persona está infectada no puede ponerse una vacuna porque eso sería alterar el proceso del virus, lo único que queda después que una persona esté infectada con el virus es esperar a que estén presentes sus síntomas y de ahí sí empezar el tratamiento de ese tipo de virus...

Para finalizar nuestra exposición, nosotros tenemos que las células procariotas y eucariotas son muy importantes porque son las que están en nuestro metabolismo y también tenemos los virus que siempre nos están atacando, en cualquier lugar, en cualquier cosa que nosotros al tocar, se encuentra..."

Castro (2008)

Como ya se mencionó, la expresión oral de esta estudiante presenta deficiencias al utilizar un registro del lenguaje no adecuado. El comienzo de su exposición es redundante. También, cuando señala que el "virus se da por el ARN, que es infectado de muchas maneras"; en lugar de expresar que este tipo de virus está constituido por ARN. Asimismo, muestra un lenguaje no acorde con la situación específica que se está tratando, al referirse a la penetración del virus a la célula, que éste al posarse sobre la célula "suelta como un líquido o la sustancia que es la que se riega por toda la célula".

Igualmente el análisis muestra errores conceptuales, en este caso particular, son errores que también están presentes en el libro texto, como el hecho de que se pueden encontrar virus con ambos tipos de ácidos nucleicos ADN y ARN al mismo tiempo, así está escrito en uno de los libros textos que

utilizan los estudiantes, situación que no fue corregida por la profesora de aula.

En cuanto a las faltas teóricas evidenciadas, se destaca una al afirmar que “los virus tienen un sistema celular muy complejo y no tienen metabolismo”. Primero, los virus no forman sistemas celulares y mucho menos complejos. Se sabe que los virus son estructuras muy simples constituidas por un núcleo de ácido nucleico y una cubierta de proteína, asimismo, se conoce que los virus carecen de un metabolismo propio, pero utilizan el metabolismo de las células que invaden para fines propios. También cuando afirma que “las células procariotas y las eucariotas son importantes porque están en el metabolismo”. Estos son dos grupos de células tan diferentes entre sí que forman parte de dos grupos de organismos diferenciados en la escala taxonómica.

Algunos problemas presentados por la alumna, como su deficiente expresión oral, el uso de un vocabulario no adecuado a la especificidad del tema, los errores conceptuales y teóricos, podría decirse que son producto de prácticas didácticas no adecuadas. No fueron corregidos ni tratados en su momento. Estos problemas se identifican como pedagógicos. En tanto que las faltas teóricas y conceptuales son problemas de índole epistemológico en la reconstrucción del conocimiento por los estudiantes. Los problemas cognitivos subyacentes en las relaciones entre conceptos, las deducciones e inferencias, por ejemplo, desde el modelo viral a su comportamiento en las células que ataca, se determinan como problemas psicológicos.

Una vez finalizada la exposición de estas alumnas, comienza un ciclo de preguntas y comentarios. En lo que sigue se resume algunos de ellos.

Registro 6.3

PARTICIPANTES	INTERACCIONES
<p style="text-align: center;">Aa1 (del público)</p>	<p>“¿Una persona se puede contagias de sida?”</p>
<p style="text-align: center;">Aa3 (expositora)</p>	<p>“Se dice que se pude contagiar con un beso si esa persona tiene alguna vejiga o herida en la boca...Una persona se contagia por la saliva, es decir, yo beso a una persona y esa persona está infectada y esa persona tenga una vejiga o tenga contacto con sangre... Profe verdad que si uno no tiene vejigas en la boca ni nada y viene otro y me besa ¿verdad que no se contagia?”</p>
<p style="text-align: center;">Ao2 (del público)</p>	<p>“En alguna parte tú dijiste que el SIDA se contagia por el semen, dijiste que era única y exclusivamente el semen (...) Recordemos que las vías de contagio son por sangre, por saliva y por semen, eso fue lo que dijiste ¿Qué pasa? Que no es solamente por semen, hay que tomar en cuenta que es por los fluidos sexuales; porque si fuera única y exclusivamente por el semen, cómo es posible que por el contacto sexual o relaciones sexuales de pareja, que sea la mujer la que lo tenga, el hombre termina contagiado.</p>
<p style="text-align: center;">Pa</p>	<p>“Entonces, recuerden no es solamente por el semen, son los fluidos sexuales de ambos sexos. ...esto nos indica a nosotros que hay poca cultura sexual todavía ¡Jóvenes! y este es un virus que está atacando, desgraciadamente a los jóvenes. Fíjense, muchos de ustedes no saben cómo se contagia. Y desde cuando los Organismos, programas, por la televisión, por la radio, en los liceos, transmitiendo lo que es el SIDA, las consecuencias...”</p>
<p style="text-align: center;">Ao3 (del público)</p>	<p>“...no solamente por relaciones sexuales, sino por, a nivel mundial hay individuos que tienen el VIH, es porque, pero es que han sido los niños contagiados por sus padres”</p>
<p style="text-align: center;">Aa1 (del público)</p>	<p>“Profe esto también se debe a la promiscuidad que hay en ambos sexos, por lo menos, ahorita, hoy en día las mujeres que llegan y se acuestan con cualquier persona y al otro día se están acostando con otros, sin cuidarse... Por las jeringas en los drogadictos, por las transfusiones, en las peluquerías”</p>

Castro (2008)

La alumna **Aa3** expositora intenta responder la pregunta realizada por la alumna **Aa1** (del público) sin utilizar argumentos propios, repitiendo la

información teórica y buscando un soporte con la docente. Indudablemente, que el estudiante **Ao2** en su intervención demuestra dominio del tema, su discurso es coherente, además realiza inferencias y deducciones para argumentar su explicación. El **alumno Ao3 y la alumna Aa1** indican otras fuentes de contagio para el SIDA.

La discusión al final de la exposición es una práctica didáctica que permite la interacción entre los expositores y el resto de los estudiantes de la clase, aportando ideas y críticas constructivas.

Sintetizando esta clase, se observa en el análisis de los contenidos de las diferentes exposiciones, la existencia de omisiones, confusiones y errores conceptuales y teóricos, así como también faltas en las relaciones conceptuales y teóricas, además, ausencia de deducciones e inferencias desde los aspectos teóricos a las construcciones derivadas de los mismos en las reconstrucciones del conocimiento.

En la consideración a los contenidos relacionados con los organismos procariontes, los eucariontes y los virus, estos son estudios referidos a la taxonomía, exceptuando los virus, que por sus características muy particulares, no entran en estas clasificaciones. Generalmente se piensa que el abordaje de los estudios taxonómicos es simplemente descriptivo, sin embargo, la comprensión de estos contenidos requiere de conocimientos sobre la naturaleza taxonómica. Conocer, por ejemplo, que la ubicación de un grupo de organismos en un sistema clasificatorio se corresponde con un criterio evolutivo, y por lo tanto, los primeros grupos que se estudian son los menos evolucionados que los que siguen. Así, en este estudio los procariontes son los menos evolucionados y su simpleza estructural es un correlato de ello.

En este caso particular de los estudios taxonómicos hay que considerar tanto los procesos metodológicos y teóricos intrínsecos a los mismos, como los procesos cognitivos involucrados en estos procesos de construcción de las clases respectivas. Específicamente aquí, los taxónomos tuvieron que

recurrir a procesos de análisis, comparación, de relaciones y de abstracción, para ubicar los organismos en grupos en un orden jerárquico.

Obviamente, el tratamiento de estos contenidos en la clase debe seguir un procedimiento similar, en la que se destaque el uso de los procesos cognitivos como organizadores de este tipo de conocimiento. Se podría decir en este caso particular de los estudios taxonómicos, que las dificultades encontradas, se deben más a la ausencia de procesos cognitivos relativos a estos conocimientos, que a faltas teóricas y conceptuales propiamente dichas; y éstas a su vez, derivan de faltas en los tratamientos didácticos correspondientes, durante la práctica pedagógica.

En este mismo sentido, se han hecho evidentes otros problemas de orden didáctico por la falta de asesoramiento para la exposición y de correcciones y orientaciones en los problemas presentados y en el uso de un lenguaje inadecuado en las explicaciones, considerándose todo esto como un problema pedagógico.

Por otra parte, se evidenciaron también algunas preconcepciones. Las preconcepciones se consideran desde el punto de vista psicológico como construcciones relacionadas con fenómenos, eventos o cosas realizadas en el contexto cotidiano en donde se desenvuelven los individuos y que pueden convertirse en obstáculos para el aprendizaje de conceptos aceptados en la educación formal. Muchas de las preconcepciones identificadas en este análisis son generalmente difundidas por los docentes y por los libros textos al utilizar algunas representaciones como casos reales, sin especificar que tal representación responde a un modelo teórico o didáctico.

En lo que sigue, se presenta el análisis correspondiente a los contenidos de la clase 7, con la modalidad de exposición a cargo de un grupo de estudiantes.

Análisis de la clase 7

En la clase 7 se expusieron los contenidos relacionados con la Clasificación: Cinco reinos. Bacterias. Igualmente, se identificaron los conceptos que sustentan los conocimientos de estos contenidos:

RED CONCEPTUAL
Moneras. Protista. Fungi. Animalia. Piantae. Fotosíntesis. Quimiosíntesis. Autotrófico. Heterotrófico. Sexual. Asexual. Conjugación. Transducción. Mitosis. Meiosis. Metabolismo. Saprofítico. Simbiosis. Parasitismo. Adsorción. Aerobiosis. Anaerobiosis. Oxidación.

El grupo expositor está integrado por 4 estudiantes, dos alumnas y dos alumnos, quienes hicieron una indagación previa de los contenidos. Al igual que en las exposiciones anteriores los alumnos se distribuyeron los temas para la presentación.

Registros Clase 7: Clasificación de Seres Vivos. 5 Reinos

Comienza la exposición la alumna **Aa1**. En primer lugar presenta la introducción detallando los puntos que se van a desarrollar durante la exposición, y en segundo lugar expone su propio trabajo, el cual consiste en caracterizar los cinco reinos. Inicia con el reino Monera, no utilizando esta denominación sino que se refiere a ello como bacterias. Sigue con el reino Protista, el cual llama simplemente "Los protistas": Continúa con el reino Plantae, el reino Musci y por último el reino Animal. Como ilustra el registro 7.

Registro 7

“...**Las bacterias.** Formaban parte tanto del reino animal como del vegetal, si presentaban fotosíntesis o no. En el año de 1969 Whittaker clasificó los cinco reinos, en el cual no estaba clasificado el virus, porque no presenta las características celulares que requieren los virus para poder establecerse. En las características generales de los cinco reinos permite observar que el Reino Monera tienen un tipo de célula (...) y son unicelulares, no presentan membrana nuclear, presentan pared celular con proteínas y celulosa, generalmente no presentan cloroplasto, pero algún tipo de membrana fotosintética, no presentan mitocondrias ni sistema nervioso, forman la recombinación genética que es por conjugación, transducción, transformación, y en algunos casos son sexuales. Tipos de nutrición, quimiosintética, fotosintética y heterotrofa. Los organismos fotosintéticos como Nostoc, Oscillatoria, y bacterias como *Escherichia coli*, Treponema, entre otros.

Los Protistas. Presentan células eucariotas y generalmente el número de células son unicelulares. Si hay presencia de membrana nuclear y presentan también pared celular en algunos organismos. Presentan cloroplastos en algunos organismos y presentan también mitocondrias. En el sistema nervioso algunos presentan mecanismos preventivos para producir estímulos. En la recombinación genética está la fecundación, la meiosis, la conjugación y reproducción sexual. El tipo nutrición es fotosintético, heterótrofo y combinación de las dos. Los organismos representativos son los protozoarios.

El Reino Plantae, el tipo de células es eucariota y todas presentan el número de células pluricelulares, Hay presencia de membrana nuclear y presencia de pared celular constituido por celulosa, presencia de cloroplasto y de clorofila. No existe sistema nervioso y la forma de recombinación genética es la recombinación, la meiosis y la asexual. El tipo de nutrición es la fotosintética. Los organismos representativos son los musgos, las hepáticas, los helechos, los pinos y los árboles.

Reino Musci, tipo de célula es eucariota, generalmente el número de células son pluricelulares. Presencia de membrana nuclear y la pared celular, pero constituida por celulosa, presenta cloroplasto y mitocondrias; el sistema nervioso, no presenta las células nerviosas, y la forma de combinación genética es la recombinación, la meiosis mitosis y la asexual. Los tipos de alimentación son la heterotrófica mediante adsorción, organismos representativos son los hongos.

Reino Animal, el tipo de célula es eucariota, el número de células son pluricelulares, presencia de membrana celular y no presenta cloroplastos y si presenta mitocondrias; en el sistema nervioso la gran mayoría de los individuos, en la forma de recombinación genética es la recombinación, y la meiosis. Tipos de nutrición esta es la heterotrófica mediante la ingestión. Los organismos representativos están los moluscos, los peces, los reptiles y los mamíferos.”

Castro (2008)

Se observa que la alumna intentó hacer una síntesis de todos los reinos establecidos, repitiendo constantemente ciertas características comunes. Si hubiese hecho la división de los grupos de acuerdo al tipo de célula que presentan, no hubiese tenido que repetir estas características, por ejemplo, los procariontes (Monera), los eucariotes celulares (Protista) y los eucariotes superiores (Animales, plantas, hongos).

Por otro lado, el análisis determina que la estudiante presenta problemas en su expresión lingüística. Por ejemplo, al afirmar que el número de células son pluricelulares o unicelulares, es muy diferente si dice que según el número de células los organismos pueden ser pluricelulares o unicelulares.

Se identificaron también errores conceptuales y faltas en el desarrollo teórico. Entre los errores conceptuales se puede mencionar el hecho de expresar que la pared de las bacterias contiene celulosa, la celulosa es el componente principal de la pared de las células de las plantas. Hay confusión conceptual también cuando refiere que la recombinación genética “se realiza por la fecundación y la reproducción sexual”, esta es una expresión tautológica, ambos procesos significan lo mismo. Igualmente se revela un error conceptual al utilizar el sistema nervioso como cualidad para la caracterización de todos los grupos taxonómicos. Aun destacando su ausencia, como en el caso de las plantas, ésta es una cualidad que caracteriza sólo a los animales. Este error conceptual epistemológico se derivó de la consulta que los estudiantes hicieron en los libros textos, así en uno de los libro de Ciencias Biológicas I, Primer Año de E.M.D.P, p 148 está presente este error, situación que no es advertida por la docente.

Entre las faltas teóricas, por ejemplo, se puede mencionar la afirmación de que “la recombinación genética se produce por meiosis, mitosis y la asexual” al referirse reino Musci. Se sabe que en la reproducción asexual y en el proceso mitótico no hay ningún tipo de intercambio de material genético, por ello es que los individuos y las células producto de estos procesos son completamente idénticos a los parentales.

Algunas faltas teóricas hacen pensar que la estudiante no establece relaciones entre las estructuras que presenta este conocimiento, tampoco parece utilizar la inferencia en la determinación de los procesos en los tipos de reproducción, por lo que se puede decir que probablemente muchas de las dificultades conceptuales y teóricas se producen precisamente por la ausencia de procesos cognitivos en la interpretación de estos conocimientos.

Se observa una total ausencia de correcciones y orientaciones de tipo didáctico en esta exposición.

El siguiente estudiante codificado como **Ao1** expone sobre las características de las bacterias. Este alumno hizo un análisis de la información y luego relacionó los distintos temas para su organización; identifica, compara funciones, características y clasifica, por lo que se puede decir que utiliza procesos cognitivos en su disertación. Por tal razón se muestra el registro 7.1 en forma completa.

Registro 7.1

“Como primer punto yo les voy hablar sobre las características de las bacterias. Las bacterias son organismos procariontes las cuales no poseen núcleo diferenciado, ya que ya que estos carecen de membrana nuclear y además las bacterias tienen un solo cromosoma, que producen la división de la bacteria, es decir, que las bacterias forman dos células hijas. **Distribución bacteriana**, las bacterias se encuentran en todos los ambientes tales como el aire, el agua los alimentos, etc. Están relacionados con algunas enfermedades (...) **La clasificación de las bacterias por su forma y por su función**. Según su forma las bacterias se clasifican en cocos, bacilos, y espirilos. Los cocos son aquellos que tienen forma redondeada y según su disposición se encuentran los diplococos, que son aquellos que se encuentran en pares, estreptococos tienen forma de cadena y los estafilococos tienen forma de racimo. Los bacilos según su disposición se pueden conseguir en pares, los diplobacilos, los estreptobacilos que son aquellos que se encuentran en cadena y los últimos los (...) Los espirilos tienen forma de espiral y según su disposición están clasificados en espiroquetas que son aquellas que tienen varias vueltas y también los vibriones que son aquellos que tienen forma de coma...

Condiciones de desarrollo de las bacterias. Las bacterias necesitan condiciones ambientales ideales para poder desarrollarse (...) estas condiciones incluyen la temperatura adecuada, la humedad y los nutrientes del cultivo. La temperatura media a la cual se desarrollan las bacterias oscila entre los 25°C y los 20°C, cabe mencionar que hay bacterias que se establecen a una temperatura de 37°C, este tipo de bacterias son las patógenas que producen enfermedades infecciosas al hombre, como esta es la temperatura normal del cuerpo humano, ellas se desarrollan en esa temperatura. También hay bacterias que se encuentran en las profundidades de los océanos y en las regiones árticas. Por lo tanto, estas se desarrollan en temperaturas frías. Por lo contrario hay bacterias que viven en aguas termales que alcanzan los 91°C, condición que se desarrolla hasta los 100°C. La humedad también es importante para el desarrollo de las células bacterianas, ya que hay un determinado tipo que se desarrollan en un 90% de humedad (...) y por último tenemos la luz, que la luz solar determina un desarrollo óptimo de algunas bacterias desarrollan sus actividades en presencia de luz ultravioleta.

Por último, tenemos las necesidades nutritivas, hay muchas bacterias que desarrollan su actividad en la superficie, pero hay otras que tienen otras necesidades tales como las bacterias patógenas que se desarrollan en espacios críticos, que como sabemos son las que producen enfermedades.

El metabolismo de las bacterias. Las bacterias necesitan energía para desarrollar sus

actividades tales como la reproducción, manutención y crecimiento; de acuerdo a como obtengan esta energía se dividen en dos grandes grupos, los cuales son las bacterias autótrofas y las heterótrofas. Las bacterias autótrofas son aquellas que les resulta fácil sintetizar la materia orgánica a partir de la materia inorgánica, para hacer esta síntesis requiere de energía para funcionar que provienen de la luz solar o de la energía que se obtiene de los enlaces bioquímicos. Dependiendo de la manera como obtienen la energía las podemos dividir en bacterias quimiosintéticas y bacterias fotosintéticas. Las bacterias fotosintéticas toman la energía de la luz solar y reducen el dióxido de carbono para transformarlo en carbohidratos; y las bacterias quimiosintéticas en lugar de tomar la energía de la luz solar la obtienen de las sustancias químicas de las que se desprenden. Existe otro grupo de bacterias que son las heterótrofas, son capaces de sintetizar la materia orgánica, sin embargo, deben de tomarla del medio donde viven, por ello se necesitan de las bacterias saprofiticas, bacterias parásitas y bacterias simbióticas. Las bacterias saprofiticas son aquellas que mediante enzimas degradan el sustrato para luego ser adsorbido; las bacterias parásitas que solamente se desarrollan a expensas de los tejidos vivos y seres superiores, alimentándose de ellos ocasionándoles graves problemas tales como las enfermedades infecciosas y por último, tenemos a las bacterias simbióticas que viven en organismos ya sea animal o vegetal y esta bacteria con un beneficio recíproco tanto para la bacteria como para el huésped, ambos son beneficiados.

Castro (2008)

Sin embargo, el alumno presenta algunas confusiones teóricas, por ejemplo, al expresar que hay muchas bacterias que desarrollan su actividad en la superficie, queriendo significar que se desarrollan en el medio externo, puesto que luego hace referencia a las bacterias patógenas como bacteria parásitas que producen enfermedades. Igualmente, cuando afirmar que por presentar algunas bacterias una nutrición heterótrofas se necesitan de las bacterias saprofiticas. Las bacterias parásitas y bacterias simbióticas, no es que se producen porque se necesitan, en tal caso primero se originaron las bacterias y luego desarrollaron mediante procesos evolutivos, los distintos mecanismos para apoderarse del alimento como las nombradas por el alumno. Estos errores no fueron corregidos por la docente.

El alumno **Ao2** le correspondió desarrollar el contenido relacionado con la estructura bacteriana. Se puede observar que la exposición de este estudiante parece más una introducción al tema que el desarrollo de los contenidos propiamente dicho.

Registro 7.2

“**Estructuras de las bacterias.** Sus principales componentes: el protoplasma celular que lo compone el mismo cuerpo de la bacteria, en el cual se encierra el citoplasma y el núcleo. También tenemos que **la membrana** se puede engrosar para dar ciertas características o la forma de la bacteria (...) **La cápsula** solamente la desarrollan algunas bacterias, estee la cual le da una apariencia gomosa, una gran diferencia entre la pared y la cápsula es que la cápsula no le ofrece resistencia (...) Los **cromatóforos** que existen en el grupo de bacterias con corpúsculos verdes en el cual desarrollan funciones fotosintéticas. **Las endosporas** que hacen que la bacteria sea más resistente.”

Castro (2008)

La exposición es incompleta. No menciona la pared celular y su estructura específica, tampoco menciona la presencia de flagelos y pelos en algunas bacterias, estos últimos de importancia en la recombinación genética al establecerse puentes citoplasmáticos a través de ellos. Asimismo, no hace referencia al mesosoma, el cual es una estructura que se produce por un profuso enrollamiento de la membrana citoplasmática en el interior del citoplasma, asiento de muchas enzimas y moléculas responsables del metabolismo bacteriano y se dice igualmente que interviene en la división celular.

Hay una cierta confusión al utilizar los términos protoplasma y citoplasma como diferentes, también hace mención al núcleo como organela diferenciada, en tal caso sería nucleoplasma, pues se está hablando de bacterias.

La incapacidad para analizar la información, identificar características pertinentes para organizar la exposición muestra dificultades de tipo cognitivo. Esta exposición incompleta no fue supervisada por la docente, tampoco hizo las correcciones pertinentes, manifestándose esto en una falta didáctica.

La exposición siguiente corresponde a la alumna **Aa2** quien expone el tema de la respiración en las bacterias.

Registro 7.3

“La respiración de las bacterias. La respiración de las bacterias es el mecanismo para la obtención de energía por el metabolismo. En lo que respecta a la presencia del oxígeno en estos organismos, se divide a las bacterias en dos grupos, las bacterias aeróbicas y las bacterias anaeróbicas. Las bacterias aeróbicas son aquellas que toman el oxígeno directamente del aire y lo llevan a una oxidación completa hasta formar agua; entre ellos tenemos como ejemplo la acetobacter. Las bacterias anaeróbicas, estas bacterias en este caso, no toman el oxígeno del aire, ya que ellas se basan en la energía de la degradación de sustancias o de la energía del consumo de sustancias. Durante todo el período no se consumen completamente las sustancias orgánicas y tenemos que su función es incompleta, entre los ejemplos de bacterias anaeróbicas tenemos el *Clostridium tatani*.

La reproducción de las bacterias, se lleva entre 15 a 20 minutos, el bacilo (...) Esta manera de reproducción puede producir millones de descendientes en muy poco tiempo. Típicamente la bacteria se reproduce por división binaria (...) esta es una mitosis o un proceso que se da por la división del material normal, es el proceso normal de reproducción, pero se ha descubierto en una bacteria del tracto digestivo humano *Escherichia coli* con reproducción sexual, entre bacterias masculinas y femeninas; se demostró que había paso de material genético de una bacteria a otra. Este proceso se puede hacer de diferentes formas, la conjunción (La Pa corrige: conjugación) en la conjugación el material genético se traslada en un puente; en la transformación el material genético se traslada si una de las bacterias es capaz de captar el ADN o un fragmento de ADN. En la transducción el material genético se traslada mediante un vector y en este proceso interviene un virus bacteriófago.

El cultivo bacteriano se denomina el procedimiento para el desarrollo de las bacterias. En el cultivo bacteriano debemos tener un cultivo apropiado, que como veremos más adelante, debe tener en cuenta la temperatura, la luz (...) En este proceso de cultivo se observan diferentes períodos: el período de incubación, (...) de fertilidad, de reposo, y de crecimiento. El período de incubación, tenemos que durante este período la bacteria no produce ninguna actividad reproductiva, sino que ahí está como adaptándose al medio ambiente; el período de fertilidad, una vez que se han adaptado al medio ambiente, comienza a reproducirse a un ritmo muy acelerado. La multiplicación de ellas se hace (...) El período de reposo, en este período ya la bacteria ahí disminuye su ritmo de reproducción, se produce un ritmo en que la bacteria se mantiene viva pero sin multiplicarse. En el período de crecimiento es cuando la bacteria termina de reproducirse (...) Ahí se da un período de crecimiento, se llama fase logarítmica”.

Castro (2008)

El título del tema hace pensar que el desarrollo de la exposición se haría de manera completa, sin embargo, el tratamiento de la respiración bacteriana se hace de manera muy simplificada sin mencionar los procesos de la fermentación en ausencia de oxígeno y la respiración celular en presencia del mismo. Luego la estudiante se dedica a hablar de otros procesos que ya fueron tratados por sus compañeros en esta misma exposición, como la reproducción bacteriana y el cultivo de bacterias.

El análisis de esta exposición muestra también una omisión teórica cuando al referirse a la respiración anaeróbica dice que durante todo el

período no se consumen completamente las sustancias orgánicas y “tenemos que su función es incompleta”, sin producir ninguna explicación al respecto.

Igualmente la alumna presenta una preconcepción al diferenciar las bacterias como masculinas y femeninas; en este grupo de organismos no hay distinción de sexos, la distinción se hace utilizando los símbolos + y -.

En esta medida, podríamos decir que la dificultad de la alumna para analizar la información impidió la identificación de características y funciones relativas a los mecanismos de la respiración, lo cual no permitió su organización en la reconstrucción de estos conocimientos, mostrando con ello dificultades cognitivas.

Se observa nuevamente la ausencia didáctica en la clase, no hay orientaciones relacionadas con la preparación de las exposiciones y tampoco correcciones al finalizar la misma.

El alumno **Ao1** expone nuevamente sobre las características de las cianobacterias. Se observa igualmente, en esta oportunidad que la exposición es como una especie de retazo de lo que en realidad correspondería a la exposición.

Registro 7.4

“Continuando, vamos a tratar sobre **las características de las cianobacteria**. Las cianobacterias tienen un conjunto de características como ya se dijo antes, entran dentro de un grupo de la procariotas, no tienen un núcleo bien definido, debido a que no poseen membrana nuclear, también poseen clorofila al igual que las plantas superiores (...) Presentan dos tipos de pigmentos, las ficobilinas y las ficocianinas; las ficobilinas son las que le dan el color azul y las ficocianinas son las que le dan el color rojo (...) Habitan en aguas saladas y aguas dulces y también estas se exponen a los medios húmedos y fueron los primeros organismos que colonizaron el medio terrestre”.

Castro (2008)

Cuando el alumno dice que su intervención va a tratar sobre las características de las cianobacterias, se supone que va a decir lo más relevante con relación a las mismas. Si bien es cierto que las características que señaló son importantes porque distingue las cianobacterias como procariotas, emparentándolas con las bacterias en el reino Monera, no aporta

otras características que las caracterice como tales, como por ejemplo, el hecho de ser organismos generalmente filamentosos, con sus células fácilmente distinguibles dentro del tricoma y rodeados de un mucílago; además de realizar la fotosíntesis semejante a la de las plantas superiores, utilizando el agua como elemento reductor el CO₂, también de ser fijadoras de nitrógeno, de no ser patógenas, no presentan estructuras para el movimiento como pelos y flagelos; tampoco son descomponedoras de la materia orgánica muerta y su reproducción es sólo asexual.

Estas omisiones teóricas no son por simple olvido, sino que responden a fallas epistemológicas en el desarrollo de estos conocimientos al no relacionar las diferencias dentro de las similitudes en la distinción entre los grupos de organismos, aunque pertenezcan a un grupo mayor que las contenga.

El hecho de presentar una información incompleta indica carencia de la estructura informativa con respecto a este tópico. Este obstáculo cognitivo está en la base la organización del conocimiento y de la construcción conceptual.

El estudiante **Ao3** expone sobre las principales cianobacterias. El contenido de esta exposición debió formar parte de la exposición anterior, por lo queda descontextualizado.

Registro 7.5

“Principales cianobacterias. Las principales cianobacterias son Neoclapsa, Nostoc y Chroococcus. La Neoclapsa es un alga que se encuentra en aguas muy oxigenadas (...) Nostoc se consigue abundantemente en las aguas dulces estancadas, en los suelos y en el estiércol, caracterizadas por ser filamentosas y alcanzar unos pocos centímetros. La oscilatoria, vive en aguas estancadas, se encuentran en el fango, en los troncos, en las paredes humedad y también ellas se reproducen por la presencia de tricomas”.

Castro (2008)

Si bien este alumno recoge en alguna medida las cianobacterias que se estudian comúnmente, no considera las características que las pudieran diferenciar entre sí.

Es importante destacar que estas exposiciones por retazos que han presentado estos alumnos, no los benefician debido a que la información queda incompleta y descontextualizada. Esto evidencia una falla de organización en los contenidos de la exposición. Este problema no es considerado por la docente que deja en manos de los estudiantes la manera como se asignaron los temas, las subdivisiones de los mismos y los turnos de exposición, incurriendo en faltas didácticas.

El estudiante **Ao1** interviene por tercera vez, expone la importancia de las bacterias y las cianobacterias, presentando nuevamente exposiciones con contenidos por retazos.

Registro 7.6

“Importancia de las bacterias. La importancia de las bacterias y las cianobacterias para el hombre y el medio ambiente. La importancia ecológica es que ellas permiten el proceso de modificación, transformación y descomposición de los restos de animales y vegetales para que sean utilizados por las plantas. La importancia económica es que muchas bacterias pueden ser utilizadas en procesos industriales, ellas se utilizan en el proceso de la mantequilla, quesos, etc. La importancia ecológica de las cianofíceas es que ellas constituyen el fitoplancton que son los productores primarios de los cuerpos acuáticos; la importancia económica es que cuando se presentan en grandes cantidades en un medio acuático (...) A continuación se van a nombrar una serie de productos que se pueden obtener a partir de bacterias como el ácido láctico, el nombre de la bacteria es bacilus (...) también el ácido acético, el nombre de la bacteria es *Acetobacter sp.*, uso de alimento. También tenemos el glutamato monosódico, la bacteria es *Monococcus sp.* Sirve como aditivo para los alimentos; también tenemos la producción de vitamina D por (...) Esta es toda nuestra exposición.

Castro (2008)

El alumno comienza su exposición con una falta teórica al presentar el título de su ponencia como importancia de las bacterias, asumiendo que dentro de estas están las cianobacterias; aunque luego se refiere a la importancia de las bacterias y cianobacterias por separado, vuelve a incurrir en la misma falta al otorgar a ambos grupos el carácter de descomponedores de la materia muerta, las cianobacterias no participan de esta cualidad. Si

bien es importante destacar la importancia de las bacterias en la industria, no lo es menos, la importancia de las bacterias desde el punto de vista de salud pública, conocimiento indispensable en estos niveles educativos y que no fue explicado, incurriendo en omisiones.

El problema mostrado para seleccionar y organizar los contenidos de la exposición refleja dificultades de tipo cognitivo. Igualmente se expresa una falta didáctica al no orientar y supervisar las exposiciones, y las correcciones ulteriores.

Siguiendo con la rutina después de la exposición, comienza la sesión de preguntas y comentarios. En el registro 7.7 se recogen algunos de ellos.

Registro 7.7

PARTICIPANTES	INTERACCION
Pa	“Las bacterias son causantes de muchas enfermedades...económicas, sanitarias de salud...”
Aa1	“Si, hay bacterias patógenas en tanto se alimentan de los individuos y por lo tanto ellas producen enfermedades, sobre todo desde el punto de vista sanitario con la producción de medicamentos, vacunas, entre otros.”
Pa	“estético...Ellas se utilizan para fabricar el yogurt ¿verdad? ¿Para que se utiliza el yogurt?” Y es utilizado en la dieta ¿si o no? Eso significa lo estético y también muchos utilizan el yogurt para la cara como mascarilla. ¿Bien? ¿Querían hacer alguna pregunta?
Aa3 (grupo de la clase)	“Es como la bacteria que provienen del cochino y se aloja en el cerebro, así como también la solitaria (...) ¿cuánto tiempo más o menos dura esa bacteria para...”
Pa	“¿Quién le dijo a usted que esas son bacterias? Son parásitos, son muy diferentes, muy diferentes a lo que estamos estudiando... es un platelminto, es un gusano largo, es un gusano que se ve a simple vista, entonces no tiene que ver nada con las bacterias, y esto que se aloja en el cerebro es un parásito, no del cochino”.
Aa1	“Como ella se estaba refiriendo al tema de los parásitos...”
Pa	“Faltó la organización (...) en el grupo. Pudieron hacer una lámina sobre problemas del mundo con las bacterias y haber dibujado las cianofitas más representativas”.
Aa1	“Sí, profe lo que pasa es que ese punto le tocaba a Jesús y la preparación era de cada quien...”
Pa	“Las exposiciones son del equipo ¿Qué significa que son del equipo? ¿Qué yo tengo que aprenderme una sola parte?...Que todos tenemos que saber el tema, que uno prepara su parte, esa es otra cosa; en la mayoría hay que preparar todo ¿si o no? Esas son las exposiciones. Bien...”.

Castro (2008)

El docente interviene haciendo un comentario a manera de reclamo, debido a que en la exposición no se mencionaron las enfermedades producidas por las bacterias. El alumno **Ao1** de los exponentes responde a este comentario. Igualmente la docente trata de introducir de manera forzada otra importancia de las bacterias desde el punto de vista estético, pero si bien es cierto que el yogurt es utilizado en la dieta, lo es con fines nutritivos, y no con fines estéticos.

La alumna **Aa3** (del grupo de clase) incurre en un error conceptual y teórico al confundir las bacterias con gusanos parásitos, específicamente el parásito del cual el cochino es un intermediario en su ciclo de infección; a este respecto la docente parece mostrar también cierta confusión.

El docente hace una observación sobre la organización de la exposición, pero se limita a aspectos muy simples y superficiales como el hecho de no haber presentado algunas láminas con ciertos dibujos. Sin embargo, una falta importante en la organización fue, por ejemplo, el hecho de repartirse el contenido para la exposición en fragmentos descontextualizados.

Al reclamo del docente, el alumno **Ao1** responde con una excusa, la cual no es admitida por la docente, como se muestra en el registro. La intervención de la profesora en este sentido es un elemento importante para la responsabilidad del trabajo en grupo.

A manera de resumen, los resultados del análisis muestran en estas exposiciones faltas de orden conceptual, teóricas, cognitivas y didácticas. Se observa que la dificultad es mayor cuando las explicaciones deben trascender el plano puramente descriptivo involucrando los conocimientos subyacentes aportados por la teoría o los modelos.

Los temas de esta exposición comprenden el estudio referido de alguna manera a las diferencias presentadas por los organismos según la escala evolutiva. Generalmente estos estudios tienen una referencia teórica como la evolutiva, por ejemplo, y se manejen en términos hipotéticos para la ubicación

de los individuos en algunos grupos diferenciados. El proceso de separar grupos de individuos involucra procesos cognitivos superiores, el análisis para separar cualidades y comportamientos, requiere de abstracciones; así como el establecimiento de comparaciones y relaciones para formar grupos de individuos semejantes, pero más aún, al incluir los organismos en grupos dentro de grupos con características comunes dentro de las diferencias que los separan, se utilizan operaciones que involucran la multiplicación e intersección de clases.

Las dificultades radican en ver a los grupos de organismos como islotes separados que tienen diferencias y semejanzas pero sin establecer ningún nexo entre ellos para formar las inclusiones y las intersecciones, que son los que originan las clases. Se puede afirmar que las dificultades en la construcción de estos conocimientos tienen un fuerte componente cognitivo, además de conceptual y teórico, como ya lo habíamos señalado.

En el siguiente apartado se muestra el análisis que se realizó a otra fuente de información como fueron las evaluaciones que se produjeron durante el período de la observación participante. Se tomaron en cuenta las evaluaciones realizadas a los exámenes, que en esta oportunidad fueron todos escritos.

Análisis de la clase 8

En la clase 8 se discutieron los contenidos relativos al reino Monera, diferencias entre bacterias y cianobacterias. Además se identificaron los conceptos que conforman el tramado conceptual que brinda soporte a los temas de esta clase.

RED CONCEPTUAL
Procariota. Bacterias. Cianobacterias. Unicelulares. Pared celular. Flagelos. Pelos. Reproducción asexual. Núcleo no diferenciado. Ribosomas.

Esta fue una sesión muy particular. Los alumnos se organizaron en grupos para realizar lecturas de los contenidos para ser discutidos y debatidos en una especie de interacción, en donde el docente llevaba el control.

Registros Clase 8: Reino Monera

Grupo 1

Registro 8

PARTICIPANTES	TEXTO
Ao1	"El estudio el organismos procariotas, se ubican en el reino Moneras; actualmente gracias a los avances del microscopio electrónico, estudios de la bioquímica celular, en particular los estudios realizados por el metabolismo de un procariota en el microscopio electrónico nos ha permitido conocer detalladamente las infraestructuras celulares. En este sentido, han sido de valiosa ayuda las técnicas de exposiciones del ADN y de las proteínas comunes homólogas"
Pa	"¿Qué les ha quedado a ustedes de lo que han investigado?"
Ao1	"Bueno, lo que ha quedado es que el reino se puede decir que el reino monera agrupa los organismos como las cianobacterias, también conocidas como algas verde-azuladas y las bacterias. Que estas son clasificaciones no naturales, se puede decir que esta clasificación no responde a criterios evolucionistas y esto se debe a que esta no es agrupada por un orden jerárquico, sino que más bien se toman en cuenta aspectos como la forma, tipos de nutrición, el tamaño, etc"
Aa1	"También se puede decir con respecto a las bacterias que ellas se dividen¿no? <u>Y esto hace que se originen bacterias con la misma composición genética porque como no se mezclan entonces...</u> "
Pa	"¿Usted lo que me quiere decir es que ellas tienen reproducción sexual?"
Aa1	"Asexual por división"
Pa	"¡Ah! Asexual ¿Y solamente por división se reproducen ellas?"
Ao2	"No, ¿cómo se llama? por brotes, que como se desprende una parte de la célula madre, para dar origen a una célula hija"
Ao1	"También se debe decir que las algas azuladas se ubican en el reino monera ya que ellos son organismos procariotas, ¿qué quiere decir esto? que ellos no poseen núcleo diferenciado bien definido porque no poseen membrana nuclear. También ellos son organismos que solamente de los organelos presentan ribosomas. También se puede decir que ellos son unicelulares, que tienen vida libre o que también pueden vivir en colonias. También su tipo de alimentación se caracteriza por ser autótrofa y fotosintética. Autótrofo quiere decir que es capaz de producir su propio alimento y fotosintética es que ella al igual que las plantas superiores posee clorofila y carotenos y xantofilas, realizan la fotosíntesis pero su alimento lo almacenan en forma de glucógeno a diferencia de las plantas superiores que es en"

	forma de almidón. También se puede decir que el papel ecológico que juegan en la naturaleza es que fijan el nitrógeno en el suelo y entonces al fijarlo pueden darse cultivos sin necesidad de utilizar sin fertilizantes. Además ellas también utilizando tanto el hidrógeno como el carbono pueden formar hidrocarburos que es el metano que CH ₄ . Además también otro aspecto que podemos decir acerca del reino monera es que se han dado varios avances en el campo de la bioquímica ¿verdad? Y gracias a estos avances se ha podido especificar más se ha aprendido más acerca de estos organismos. También...”
Pa	“¿A ver quien ayuda ahí al alumno? Usted, que le quedó a usted de lo que usted investigó
Aa1	“ <u>Que están divididos por dos partes</u> , las cianobacterias y las bacterias, o sea que la clasificación corresponde (...)”
Ao1	“Profe y también falta cual es la función que cumplen los flagelos y los pelos de las bacterias. Los flagelos son muy finos y ellos le permiten darle un movimiento rotatorio a la bacteria y es tan rápida las pulsaciones que uno no pueden notarlas”
Pa	“¿Todas tienen flagelos?”
Ao1	“No”
Pa	“No ¿verdad? Y el flagelo además de eso que más les permite”
Ao1	“Ellos tienen pelos, que les permiten fijarse en un sustrato nutritivo”
Pa	“Muy bien, excelente”

Castro (2008)

Grupo 2 Registro 8.1

PARTICIPANTES	TEXTO
Ao1	“Los procariotas. Los seres vivos en 5 reinos (...) Primordialmente la vida comienza con los organismos más simples (...) La otra pregunta dice...”
Aa1	“¿Cuáles son los avances que permitieron clasificar en forma jerárquica los organismos” (...)”
Pa	“Jonás se va a dejar ganar por las mujeres” (...)”
Pa	“Pero tres preguntas, qué preguntas discutieron. A ver qué les quedó a ustedes. Si me dicen que ustedes han discutido ¿Qué preguntas respondieron? A ver sin mirar el cuaderno”
Ao1	“Que fueron clasificados los seres vivos en cinco en los cinco reinos y las características de cada uno, que incluyen moneras, plantae, animalia y protista”
Pa	“¿Cuáles son las características de cada uno de esos reinos?”
Ao2	“Procariotas”
Pa	“Cuáles, cuáles, a ver. Reino...”

Ao2	“Protista”
Pa	“¿Cuáles son las características del reino protista?”
Ao2	“Está compuesto por organismos eucariotas, unicelulares, autótrofos, el reino...”
Aa1	“Animales, que está compuesto...animales que están compuestos por organismos eucarióticos y que ellos se deparan los alimentos por la misma ingestión”
Pa	“Ajá”
Ao3	“El plantae que está constituido por organismos fotosintéticos pluricelulares”
Pa	“¿Una característica sacaron de cada reino? ¿Una característica por cada reino? ¿Cuántas sacaron por cada reino? (...) Se dan cuenta que no han discutido. Si ustedes han discutido cada una de las preguntas como no les va a quedar nada a ustedes, con tres preguntas nada más que responder. Si ustedes en verdad han leído, han discutido y han respondido esas tres preguntas les tiene que quedar”

Castro (2008)

Otro Grupo Registro 8.2

PARTICIPANTES	TEXTO
Pa	“¿Qué consiguieron ustedes?”
Aa1	“El uso de los avances del campo de la bioquímica celular y en particular los estudios relacionados con el metabolismo de los procarióticos y el microscopio electrónico que ha permitido conocer detalladamente las estructuras de cada célula. Mire se cuenta con el mecanismo específico que permite a los biólogos establecer más fielmente las relaciones de orgánicas. En este sentido ha sido de valiosa ayuda las técnicas de...”
Aa2	“...Secuenciación del ADN”
Aa1	“De secuenciación del ADN y de proteínas homólogas estudiadas anteriormente”
Pa	“¿Qué significan que sean homólogas?”
Aa2	“Homo, homo”
Aa1	“O sea que tienen un mismo gen pero que tienen funciones distintas”
Pa	“¿Y qué es la homología?”
Aa1	“Es eso que presentan un mismo gen...”
Pa	“Ustedes cuando vieron esa palabra aquí encontraron ustedes, trataron de ver ¿qué significa eso?”
Aas	“Sí”
Aa1	“ Son organismos que tienen un mismo gen pero con distintas funciones”
Pa	“Aja, entonces ¿qué significa acá esto, proteínas homólogas? “

Aa1	“Que son las mismas proteínas, pero son como dice aquí, que tienen un mismo gen pero con distinta función, que son las mismas...” (...)
Pa	“¿Qué más?”
Aa2	“Que son diferentes unos de otros. Por lo menos los del reino protistas hay unos son heterótrofos y otros son autótrofos. En cambio por lo menos los de animalia son todos heterótrofos”
Pa	“Ajá”
Aa2	“El reino monera esta constituido por bacterias y cianobacterias y son organismos procariotas y en el reino protista son organismos eucariotas”
Aa3	“Bueno con esto uno se da cuenta por lo meno de la gran variedad que hay entre esto seres vivos, porque como ella dijo, hay unos que son procariotas, otros son eucariotes, unos tienen pared celular, otros no, unos son más grandes que otros. Por lo menos las bacterias son sumamente pequeñas y en el reino plantae y en el animalia la gran mayoría tenemos organismos sumamente grandes”
Pa	“¿Y los que no tienen pared celular que tienen?”
Aa1	“¿Membrana celular?”
Pa	“Membrana celular. Bastante bien muchachas”

Castro (2008)

Otro Grupo Registro 8.3

PARTICIPANTES	TEXTO
Aa1	“La composición de los organismos, la composición del cuerpo de los organismos, otra que sería, las razones por las cuales las algas se ubican en el reino monera es porque poseen un tipo de nutrición autótrofo fotosintético...”
Pa	“Ve a ver si le ayuda a la alumna”
Aa2	“Se puede decir que el reino monera está constituido por bacterias y cianobacterias (...) Se puede decir que los organismos se ordenan en orden jerárquico, porque se ordenan por su tamaño y por la cantidad de células que tengan (...)”
Aa1	“Y también se dice que la mayoría de las bacterias se alimentan heterótrofos y ...”
Pa	“Elas tienen varios tipos de alimentación ¿Cuáles son los tipos de alimentación?”
Aa1	“Materia inorgánica”
Pa	“¿Cómo inorgánica?”
Aa1	“Ellos se alimentan de <u>materia inorgánica muerta</u> “
Pa	“¿Cuáles son los tipos en las bacterias?”
Aa1	“Eso no lo hemos discutido”

Castro (2008)

El análisis de los registros del primer grupo de estudiantes muestra que el alumno **Ao1** parece ser el más aventajado del grupo. Proporcionó información coherente y detallada sobre los aspectos del contenido, como por ejemplo, la presencia de glucógeno como producto de reserva en las Moneras. Mientras que la alumna **Aa1** tiene limitaciones en su explicación, probablemente porque no maneja el lenguaje específico relacionado con el tema como , por ejemplo, reproducción asexual, división binaria, otros. Igualmente, cuando expresa que las Moneras están divididas en dos partes, en lugar de decir que están divididas en dos grupos.

Asimismo, la alumna **Ao2** falla en su aporte, al expresar que las bacterias se reproducen por brotes. El docente no corrige estas fallas.

El análisis de la participación del segundo grupo de estudiantes revela que en realidad los alumnos no analizan las lecturas para luego discutirlos. Y a este respecto el docente les llama la atención.

En cuanto al tercer grupo, el análisis muestra que las alumnas leyeron y discutieron lo que investigaron, además en la participación hubo un trabajo cooperativo, todas intervinieron. Sin embargo, presentaron fallas conceptuales, desconocen qué son proteínas homólogas, que es homología. La homología en las proteínas está referida a la similitud que presentan sus estructuras tridimensionales y cuyo aspecto es utilizado en la taxonomía para la ubicación de ciertos organismos en grupos específicos.

En el último grupo se pudo observar que la participación estuvo prácticamente en manos de una alumna, pero a pesar de su esfuerzo, como el de su compañera, presentaron fallas teóricas y conceptuales. En este grupo de organismos no hay una ordenación jerárquica y la materia inorgánica no es materia viva, por lo tanto, no tiene la facultad de estar muerta. El docente no hace ningún tipo de correcciones.

En líneas generales, se puede decir de esta clase que los estudiantes en su mayoría sólo leen el material de lectura sin hacer un análisis efectivo por lo cual no pueden interpretar y establecer una verdadera discusión. Por otro lado,

los conceptos tratados en estos contenidos tienen sentido en el marco de un tratamiento evolutivo y taxonómico, las fallas en estas relaciones podría ocasionar la no comprensión de los mismos.

Se observaron fallas en el tratamiento didáctico de la clase al no indicarse las relaciones entre los conceptos y las teorías respectivas, igualmente, la ausencia de correcciones no permite a los estudiantes conocer si su participación fue correcta no.

Análisis de la clase 9

Los contenidos de esta clase se refieren al tema relacionado con el reino Protista. Se sigue utilizando la modalidad expositiva bajo la responsabilidad de los estudiantes. También se identificaron los conceptos que estructuran los conocimientos teóricos de los contenidos estudiados:

RED CONCEPTUAL
Preotista. Eucariota. Orgánulos. Núcleo verdadero. Mitocondrias. Enzimas. Ribosomas. Síntesis. Respiración. Hipótesis Simbiótica. Invaginación de membrana. Unicelulares. Multicelulares. Autótrofos. Heterótrofos. Algas. Mohos mucilaginosos. Protozoarios. Equilibrio ecológico. Reproducción. Sexual. Asexual. Fotosíntesis. Pigmentos. Clorofila. Caroteno. Polisacáridos. Pared celular. Chrysophyta. Dinoflagelados. Clorophyta. Phaeophyta. Rhodophyta. Cuerpo fructífero. Esporas. Myxomycota. Acrasiomycota. Amebocito. Mastigophora. Sarcodina. Ciliophora. Opalínida. Apocomplexa. Seudopodos. Macronúcleo. Amibiasis. Plasmodio. Malaria.

Castro (2008)

Componen el grupo de expositores cuatro estudiantes, tres alumnas y un alumno. Presentan 7 láminas como apoyo didáctico: Introducción, Células eucariotas, Ciclo Myxomycota, Teoría de invaginación, Dibujos de distintos protistas, División euglenofita y Clasificación de los Protistas.

Registros Clase 9: Reino Protista

Este grupo de estudiantes también presentan la información en la cual pretenden abarcar todos los aspectos de este reino.

Registro 9

PARTICIPANTES	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“Para hablar acerca del Reino Protista tenemos que conocer un poquito de los eucariotas, ya que el reino protista está constituido por organismos eucariotas. Las células eucariotas una de sus características es que tienen un núcleo verdadero, el cual está limitado por una membrana nuclear...posee orgánulos que están encargados de realizar funciones específicas, como por ejemplo, las mitocondrias que realizan la respiración, los ribosomas que intervienen en la síntesis de proteínas (...) De la evolución de estas células han aparecido por decirlo así, varias hipótesis (...) una de ellas es la Simbiótica que fue propuesta por en 1970 por Margulis (...) Hay muchas evidencias de este hecho, por ejemplo, las mitocondrias tienen su propio ADN y pueden reproducirse, también que los ribosomas de las mitocondrias son parecidas en tamaño y composición a los de las bacterias (...) Otra hipótesis es la propuesta por Raff y Mahler en 1972, quienes postularon que las células eucariotas se originaron por invaginación de la membrana celular (...) ...los organismos protistas están constituidos tanto por organismos unicelulares como multicelulares eucarióticos, son organismos sencillos pero cumplen las funciones de un organismo complejo...Poseen una estructura sencilla interna y externa y en estos organismos se encuentran autótrofos y heterótrofos, pero hay unos organismos que son más versátiles que combinan tanto la heterotrofia como la autotrofia. Aunque estos organismos la mayoría son unicelulares, también los hay pluricelulares. Como ejemplo de que ellos son organismos complejos tenemos el grupo de los ciliados (...) cada célula del organismo ciliado aunque sencillo tienen la capacidad de realizar todos los procesos que cumple cada individuo al igual que cualquier animal... su estructura celular básicamente (...) Para clasificar al reino protista se han dado muchos campos...el reino protista se clasifica en Algas, Mohos Mucilaginosos y Protozoarios...”</p>

Castro (2008)

La alumna **Aa1** expone las características generales del reino Protista. Esta alumna, como se observa, presenta su ponencia con buen vocabulario, utiliza el lenguaje específico y presenta soportes teóricos con las citas respectivas.

El siguiente participante le correspondió exponer sobre los componentes del reino Protista, como se muestra en el registro.

Registro 9.1

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Ao1</p>	<p>“El Reino Protista está compuesto principalmente por las algas, Los hongos mucilaginosos y los protozoarios...Podemos decir que hay características parecidas a animales y vegetales; son autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos son de gran importancia ya que son proveedores de gran cantidad de oxígeno para la tierra y también hablamos de las algas (...) que sirven de alimento a los peces. También podemos decir que algunos de ellos liberan sustancias al ambiente contribuyendo al equilibrio ecológico (...) la reproducción esta se da ya sea sexual o asexual. <u>La reproducción sexual se da por organismos de ambos sexos (...)</u>”</p>

Castro (2008)

La intervención de este alumno es bastante general, por ejemplo no dice quienes son los heterótrofos. Cuando habla de la diferenciación sexual tampoco especifica que solo en las algas se produce este tipo de diferenciación de tejidos y células sexuales diferenciadas.

La estudiante **Aa2** habla sobre las algas, características generales y su clasificación.

Registro 9.2

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Aa2</p>	<p>“...Las algas son autótrofas La mayoría de estas viven en medios húmedos o en el agua u como son organismos simples, tenemos también que carecen de tejidos (...) y que por ser organismos simples son unicelulares y pluricelulares... son autótrofas...es porque producen su propio alimento, ellas realizan el proceso fotosintético (...) tenemos que sus pigmentos son la clorofila a y b y también el caroteno. Tenemos que sus sustancias alimenticias ellas producen grasas y polisacáridos... la mayoría de las algas tienen <u>pared celular, pero constan de láminas proteicas o sea que están compuestas de proteínas...</u></p> <p>Tenemos también el alga Crisofitas <u>que son representantes de las algas pardas, son unicelulares.</u> Entre sus pigmentos tienen clorofila a y c, también tienen un pigmento especial llamado fucoxantina, en sus <u>residuos alimenticios</u> tenemos la leucosina y aceites...Pared celular de celulosa la cual está impregnada de sílice.</p> <p>Tenemos también los dinoflagelados, los cuales tienen clorofila a y c y también carotenos. Dentro de sus residuos tiene aceites y almidón y la pared celular está compuesta de celulosa y ...son unicelulares.</p> <p>Tenemos también las Clorofitas son las algas verdes, la cual consta de clorofila a y b y de carotenos. El <u>alimento de residuo es el almidón y</u></p>

	<p>lña pared celular de polisacáridos y celulosa...son unicelulares y forman colonias y pluricelulares que se encuentran por lo general en el mar como en aguas dulces.</p> <p>Tenemos también las Feofitas que constan de carotenos, de clorofila a y c y sus residuos alimenticios son (...)la pared tiene algina y celulosa...son pluricelulares y se encuentran en las aguas frías del polo.</p> <p>Y tenemos por último la división Rodofita que tiene una ficocianina, también tiene clorofila a y d; el alimento que ella almacena es el almidón y <u>la celulosa</u>. La pared celular compuesta de celulosa impregnada de carbonato de calcio.</p>
--	---

Castro (2008)

Se puede observar que esta alumna tiene problemas en la fluidez del lenguaje. En la primera parte de su exposición hace referencias a las características generales de las algas, pero sin embargo, sólo las algas verdes presentan clorofila a y b. Igualmente afirma que las paredes de las algas están compuestas de proteínas, se sabe que los componentes de la pared de las algas varía según el grupo, pero su componente no es la proteína. Presenta una confusión conceptual al referirse a los alimentos de reserva como residuos alimenticios, esta connotación tiene otro significado en el metabolismo de los organismos. Asimismo la estudiante tiene una confusión teórica al decir que las crisófitas son representantes de las algas pardas, en todo caso, sería lo contrario. Aunque en este grupo de algas se encuentra la coloración parda entre sus miembros, se puede interpretar que este es el grupo de las algas pardas o feofitas.

No acota dentro de los dinoflagelados un aspecto muy importante que es el hecho de presentar flagelos, por lo cual, en la actualidad este grupo al igual que las euglenofitas se estudia con los protozoarios. Señala la celulosa como alimento de reserva, la celulosa es el componente de las paredes celulares de algunas algas y del resto de los vegetales.

Registro 9.3

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa3	<p>“Extendiendo un poco más sobre esta división Rodofita...las rodófitas ellas se caracterizan por tener un color rojo intenso que se debe a la presencia de carotenoides y la ficobilina...viven generalmente en aguas marinas...su sustancia de reserva es el almidón...la pared celular comprende una capa interna de celulosa y una capa externa de carbohidrato mucilaginoso, que es lo que se conoce como agar, es una sustancia que se extrae de las algas rojas y tiene importancia comercial...el ciclo sexual es complicado ya que presenta alternancia de generaciones (...) Existen algunos tipos de algas rojas que poseen...gran cantidad de caliza...forman parte de las algas coralinas...También es importante destacar que de estas algas se <u>extrae una sustancia gelatinosa que también es utilizada a nivel industrial.</u></p> <p>Ahora pasamos a los Hongos Mucilaginosos. Estos se caracterizan por la simplicidad que presenta su cuerpo fructífero, que son los encargados de la formación de esporas...No producen sustancias orgánicas y no presentan la clorofila...Están clasificados en dos filos los Mixomicotas y los Acrasiomicotas. Los Mixomicotas agrupan a los hongos mucilaginosos, estos mohos se clasifican en el reino Protista en donde presentan semejanzas con las amebas. Se desarrollan en medios húmedos como son los árboles en putrefacción, frescos y sombreados. También presentan diversas formas, hay algunos que son pedunculados, <u>otros se encuentran en masas con paredes.</u> El ciclo de vida es asexual y se produce cuando se fusionan dos formas flageladas, al unirse...forman lo que se denomina amebocito...por medio de mitosis el núcleo comienza a multiplicarse y forma el plasmodio. Este lo utilizan los mohos para obtener su alimento. Dentro del plasmodio se encuentran las esporas que al ser liberadas comienzan a germinar y a dan origen a otras nuevas células, para que se repita nuevamente el ciclo.</p> <p>...Los acrasiomocotas forman los mohos mucilaginosos celulares...presentan una sola célula ameboidea... se encuentran en lugares húmedos como los anteriores.</p> <p>Los Protozoarios, se consideran la vida animal más antigua, se consideran también organismos microscópicos (...) También poseen diversas formas esféricas como estas amebas y alargadas como estas con cilios (lámina) y también que son organismos acuáticos o sea que se encuentran en el interior de otros organismos o en lugares bastante húmedos. Para clasificar los protozoarios se han constituidos en cinco filos, <u>para los cuales se toman en cuenta si son organismos de vida libre o parásitos, los que tienen movimiento.</u></p> <p>Los Mastigóforos son los que tienen flagelos, los Sarcodina que tienen pseudópodos, y el filo de los cilióforos que tienen movimiento por cilios. También se presentan los organismos que son exclusivamente parásitos como el filo opalínida y el apicomplexa.</p> <p>Filo Mastogoforas incluye los protozoarios flagelados que se consideran los más primitivos (...) se consideran parientes de las algas primitivas. Algunos son de vida libre (...) Uno de los representantes es la <i>Trichomona hominis</i>, que vive el intestino del hombre y los tripanosomas que se encuentran en la sangre de algunos organismos...algunas causan enfermedades como el mal del sueño.</p>

Castro (2008)

La alumna en esta exposición trata de abarcar mucha información compleja por la diversidad de la misma. No establece relaciones entre los grupos diferentes expuestos. También deja por fuera alguna información importante como en las algas rojas, por ejemplo, no menciona que estas tienen un gran parecido a nivel de ultra estructura con las cianobacterias, comparten los mismos pigmentos, los sistemas de membranas de los cloroplastos son muy parecidos. Estas semejanzas han llevado a pensar que estas algas constituyen un grupo primitivo.

Igualmente, la estudiante al referirse a los mohos mucilaginosos, no aclara que etapas no reproductivas las “masas con paredes” que son los plasmodios encierran miles de núcleos, capaces de moverse y alimentarse de partículas.

En cuanto a la referencia de los protozoarios, el criterio para la clasificación generalmente utilizado son los mecanismos para la movilización, exceptuando un grupo que no presenta ningún mecanismo para el movimiento. Es importante destacar que dentro de los mastigóforos existen parásitos que causan graves daños a nuestra población como el *Trypanosoma cruzi* que produce la enfermedad conocida como mal de Chagas, enfermedad endémica de nuestro país y de Sur América. Igualmente, la enfermedad conocida como leishmaniasis, también con fuerte incidencia en nuestra población cercana.

El estudiante Ao1 toma nuevamente turno en la exposición, esta vez para referirse a los Sarcodinos, a los Cilióforos y al filo Opalinida.

Registro 9.4

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao1	“Las Sarcodinas están constituidas por las amebas y sus parientes, tienen como principal órgano de locomoción los seudópodos. La reproducción asexual es por división binaria y la sexual por meiosis, forman gametas que se fusionan para formar cigotos. No tienen ninguna cubierta ni pared celular por fuera de su membrana, algunos tienen cubiertas externas o conchas. Viven en aguas dulces o saladas. En su mayoría viven en vida libre, más otros como las amebas son parásitos, uno de ellos produce la disentería bacteriana...”

	<p>Cuando hablamos de los Cilióforos que se mueven por cilios, este es un grupo de los pocos organismos que poseen movimiento u al poseer movimiento se dirigen hacia el alimento. Se reproducen asexualmente por división. Presentan dos tipos de núcleos, un micronúcleo y un macronúcleo. Hay especies de cilióforos que poseen las características de dos núcleos o más.</p> <p>El filo Opalinida. Todos son parásitos, algunos se encuentran en el tracto digestivo de vertebrados inferiores como las ranas, los peces, sapos, entre otros. Poseen una cubierta uniforme de cilios. Estos poseen reproducción sexual, se unen para dar origen aun cigoto y también se reproducen de manera asexual (...)"</p>
--	---

Castro (2008)

El estudiante **Ao1** se refiere al filo Opalinida, este grupo si bien tiene alguna influencia en vertebrados inferiores, no tienen mayor impacto sobre los vertebrados superiores y el hombre, sin embargo, el estudiante no menciona el grupo de los Apicomplexas que sí tienen un gran impacto en el hombre, el género Plasmodium es causante de la malaria, enfermedad parasitaria que ha diezmado la humanidad a lo largo de su historia y aún hoy constituye una amenaza latente.

Igualmente la alumna **Aa2** vuelve a intervenir, en esta oportunidad refiriéndose a las enfermedades causadas por protozoarios.

Registro 9.5

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	<p>“Entre los organismos protistas hay una especie de organismos que causan enfermedades al hombre, ejemplo de ello tenemos unicelulares que son parásitos, una es la <i>Entamoeba histolítica</i> que es la que produce la amibiasis (...) pueden alojarse en el hígado, en pulmones, riñones, corazón y algunas veces afecta el cerebro...Otros parásitos que son los parásitos de la sangre, uno de los más comunes es el <i>Trypanosoma gambiense</i> que es el que provoca la enfermedad del sueño, se trasmite a la especie humana por la mosca tsetsé; esta comienza su ciclo en la sangre pero cuando va avanzando la enfermedad puede causar alteraciones en el cerebro. Otras de las enfermedades es el paludismo, transmitida por el plasmodio a los seres humanos, se conoce también como la malaria (...)</p>

Castro (2008)

Se observa aquí que la alumna no tiene información de los flagelados que causan graves enfermedades al hombre en el país y en el continente,

tales como el mal de Chagas y la leishmaniasis. La enfermedad del sueño es originaria de África.

La estudiante **Aa1** interviene por segunda vez para hablar sobre la importancia de las algas.

Registro 9.6

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“La importancia de las algas. Ellas como se encuentran en el mar al realizar su función fotosintética liberan mucho oxígeno y este oxígeno es aprovechado por los animales que se encuentran en ese medio. También hay otras especies como las marinas que son de gran influencia en la formación de los arrecifes coralinos y también ellas sirven de alimento a otras especies marinas...En estudios se han calculado que las plantas producen unos 250 millones de toneladas anuales de alimento, el 84% es producido por las algas...A nivel de la medicina hay ciertas algas que se utilizan en la industria farmacéutica como (...) Algunas algas como las diatomeas y clorelas se utilizan para producir antibióticos y también hay algas que tienen principios vermífugos o sea que se utilizan para atacar a los parásitos. Y también son utilizados en el laboratorio para (...) También el agar que es extraído de la salgas rojas se utilizan para conservar los pescados, las carnes y también...para la producción de helados. Hay países como China y Japón las algas forman parte de la dieta de estos países. Las algas también son utilizadas como material científico, <u>se utilizan en los laboratorios de bacteriología y microbiología.</u> Además de esto ciertas algas se utilizan en la elaboración de lociones, de cremas para adelgazar. En la agricultura también son de gran importancia porque hay algas que se utilizan en el cultivo de las tierras...</p>

Castro (2008)

La alumna pudo haber organizado mejor la información para no hacer algunas partes tan repetitivas como el inicio de la exposición. De cualquier manera la información recabada de este apartado es bastante completa. En los laboratorios de bacteriología y microbiología se utiliza el agar extraído de las algas rojas para formar los medios de cultivo.

El estudiante **Ao1** cierra la exposición con las conclusiones, refiriéndose a la importancia de las algas desde el punto de vista ecológico, al mantener el equilibrio, situación que no fue muy explicada en las intervenciones. Se refirió también a su importancia alimenticia, en la producción de cremas y, finalmente, por las enfermedades causadas por estos organismos.

Como es habitual, se producen aportes por parte de los estudiantes oyentes. Interviene un alumno.

El alumno **Ao1** del público toma la palabra. “yo quiero agregar algo...algas carboníferas que han sido utilizadas para... pulimentos de carros, para fabricar pinturas y repostería, también... en la medicina en el tratamiento (...) También se conoce la llamada marea roja y liberan toxinas en el agua... perjudiciales para los peces y para el consumo humano. En cuanto a la importancia de los protozoarios forman el plancton marino y de aguas dulces, algunos forman parte de los arrecifes (...)”

En síntesis, las exposiciones de estos estudiantes muestran un buen trabajo en la búsqueda de la información del tema, sin embargo, la organización y distribución de los diferentes puntos para la exposición no fue la mejor. Por ejemplo, la alumna **Aa2** que expuso algas debió exponer el punto de las algas completo y no dejar las algas rojas para que la otra compañera lo terminara en el siguiente punto de exposición; esto trajo como consecuencia que al hacer el análisis se creyera que el estudio de las algas rojas estaba incompleto. Otro estudiante pudo haberse encargado de los Hongos Mucilaginosos y otro de los Protozoarios. Igualmente debió aclararse que había un punto exclusivo para las enfermedades ocasionadas por los protozoarios, para que no se cayera en el mismo error citado arriba: pensar que en la exposición de los distintos grupos de protozoarios no se mencionaban las enfermedades producidas por ellos.

En otro orden de ideas, el lenguaje y su fluidez utilizado por los expositores estuvo mejor en unos que en otros, así como el aporte de soportes de la información con citas de las teorías y ejemplos respectivos (alumna Aa1).

Algunas de las dificultades teóricas o conceptuales que se produjeron aquí, a mi entender, creo que se deben fundamentalmente al hecho de que se deja por fuera el estudio de estos organismos desde un punto evolutivo. Este sería el segundo grupo de organismos que hicieron su aparición

después de los procariotas. En este sentido, estos organismos a diferencia de los anteriores están equipados con organelas citoplasmáticas bien definidas rodeadas por membranas, por lo que se les conoce como eucariotas. Este hecho los hace ser más complejos y versátiles, por ejemplo, eventos que se producen a nivel nuclear, que intervienen tanto en la reproducción celular y la reproducción sexual: la mitosis y la meiosis. Habría que destacar también las diferencias notorias entre los grupos que conforman este reino con las similitudes que los agrupan (grupos incluidos unos en otros). Esto hace que para comprender esto, se pongan en marcha una serie de procesos cognitivos como el establecimiento de relaciones de diferencia y semejanzas, la abstracción y la deducción, entre otros. Comparten la característica de ser eucariotas y tener un aspecto muy simple al carecer de tejidos verdaderos. Muchas de las diferencias les permiten desarrollar mecanismos de nutrición y metabólicos distintos. Si no se tienen en cuenta estos elementos en el estudio de estos organismos no es muy fácil llegar a su comprensión.

Análisis de la clase 10

En esta clase se estudiaron los contenidos relacionados con el reino Fungi. La modalidad utilizada para desarrollar la clase es la expositiva en manos de los estudiantes. Igualmente, se determinó la estructura conceptual que sirve de base a los conocimientos teóricos del tema:

RED CONCEPTUAL
Hongos. Hifas. Septos. Micelio. Esporas: oosporas, zigosporas, ascosporas, basidiosporas. Conidiosporas. Micorrizas. Levaduras. Ascomicetos. Basidiomicetos. Deuteromicetos. Cuerpo fructífero. Líquenes. Simbiosis
Castro (2008)

Grupo de expositores formado por tres alumnos. Presentaron láminas de apoyo didáctico con el siguiente contenido: Introducción, Estructura de hongos, Reproducción, Tipos de hongos y Tipos de líquenes.

Registros Clase 10: Reino Fungi

El primer expositor habló de la introducción, de la estructura, la reproducción, fisiología y la ecología de los hongos.

Registro 10

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao1	<p>“Los hongos pertenecen al universo de la diversidad de organismos que se alimentan de la adsorción de materia muerta, algunos se disuelven mediante la función de las enzimas que secretan los hongos. Se componen de hifas compuestas por células y se distribuyen por liberación simple. Los hongos como las bacterias son causantes de la descomposición de la materia orgánica...Algunos hongos parásitos se encuentran en los organismos vivos- y son capaces de causarles graves enfermedades (...)</p> <p>Estructura de los hongos. Están constituidos por finas fibras llamadas hifas y están divididas por tabiques llamados septos. En cada hifa hay cientos de núcleos (...) Hay un tipo de hongos que se asemejan a las algas y sus hifas no tienen septos. Las hifas se adaptan y crecen por proliferación de hifas <u>se da por el micelio</u>. Los micelios se desarrollan y forman grandes estructuras y <u>forman el cuerpo del hongo</u>. Otro tipo de hifas son capaces de permitirle al hongo sobrevivir en condiciones difíciles (...)</p> <p>Reproducción de los hongos. La mayoría de los hongos se reproducen por esporas, son minúsculas partículas de citoplasma con pared celular, (...) Las esporas se forman de dos maneras. En el primer caso, se forman por la unión de dos o más núcleos que ocurre en una o varias células especializadas en esto (...) Otro tipo de espora que se forma de diferente manera, en este caso son las oosporas, las zigoesporas, las ascosporas y las basidiosporas. Las oosporas se forman por la unión de dos núcleos, un núcleo más (+) y un núcleo menos (-), entre dos células. Las zigosporas se producen a partir de la unión de células (...) Las ascosporas son las que permanecen unidas en cuatro unidades, se encuentran en estructuras llamadas ascas. Las basidiosporas se encuentran unidas en grupos de ocho unidades y se encuentran en estructuras llamadas basidios. El otro proceso en la producción de esporas, son las que se forman a partir de esta manera de producción de esporas que son las conidiosporas (...) Las esporas que se producen son asexuales.</p> <p>Fisiología de los hongos. En la mayoría de los hongos las hifas están formadas por quitina y celulosa (...) utilizan azúcares como la glucosa y la celulosa. Ciertas micorrizas toman directamente el nitrógeno de la atmósfera (...) Los hongos además precisan elementos como el calcio, el fósforo, el magnesio y el hierro, y en muy pocas cantidades el azufre, el zinc, cobre y molibdeno. Las enzimas de los hongos pueden actuar sobre una gran variedad de sustancias. Un grupo de enzimas llamadas hidroxidasas participan en la fermentación de las levaduras (...) Otras enzimas como la lactasa y las peptinasas que realizan el proceso químico de la pared celular de las plantas. Otras enzimas que producen los hongos. La amilasa, lactasa, maltasa.</p>

	Ecología de los hongos. Las esporas que producen las hifas pueden viajar u recorrer grandes distancias a través del aire, como las provenientes de los ascomicetos y basidiomicetos, que se encuentran en el aire y en el agua (...) También son parásitos de plantas y animales, también son comunes en el suelo. Se encuentran dispersos por la montaña, constan de una estructura llamada himenio, la mayoría de estos se reproducen por basidiosporas. Algunos hongos crecen normalmente sobre la materia orgánica muerta y son capaces de infestar a las plantas vivas (...) “
--	---

Castro (2008)

Este estudiante realizó un buen trabajo. La información investigada es bastante completa y muy bien organizada en su exposición. Tiene un buen manejo del vocabulario normal y el específico de la asignatura. Presenta algunas expresiones que pueden confundir, por ejemplo, al decir que la proliferación de las hifas se da por el micelio, sería lo contrario, el micelio se forma por una proliferación de hifas. De igual modo, al afirmar que el micelio forma el cuerpo del hongo. El cuerpo del hongo lo forman las hifas y el micelio compactado forma el cuerpo fructífero del hongo, la cual constituye la estructura reproductora.

El alumno **Ao2** expone la clasificación de los hongos.

Registro 10.1

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao2	<p>“Clasificación de los hongos. Estos hongos se clasifican en Ficomicetos, Ascomicetos, basidiomicetosa y Deuteromicetos. Los ficomicetos son los hongos más sencillos que existen, debido a que sus células no poseen tabiques a diferencia de los otros. Estos se caracterizan por tener reproducción <u>asexual mediante la liberación de esporas, o tener reproducción sexual con otro mecanismo</u> (...) para que se de este hongo sólo se necesitan condiciones húmedas. El hongo llega por las esporas del aire, en lo que llega a hacer el contacto con la superficie del pan se comienza a formar, y a salir los rizoides, que van a absorber los componentes que el hongo necesita. Al desarrollarse estos van a salir los esporangios y luego las esporas. El caso de la reproducción sexual se da por la unión de dos hifas, entran en contacto produciendo un organismo cigoto (...)</p> <p>Los Ascomicetos. Sus hifas se encuentran muy unidas y sus esporas se encuentran en sacos; en este grupo podemos encontrar las levaduras y el penicilium. En cuanto a las levaduras son unicelulares con su núcleo (...) También se reproducen asexualmente que es cuando dos células se van a unir para formar una especie de (...)</p>

	También tenemos los Basidiomicetes que son los hongos de sombrerito (...) El cuerpo fructífero posee una volva, todo este segmento se llama estípite, el anillo y las laminillas radiales, el velo. Aquí tenemos un ejemplo, el Amanita y el Boletus, estos son peligrosos pueden ser mortales para el organismo (...) Por último tenemos los Deuteromicetes, esta clasificación es muy poco conocida (...)
--	---

Castro (2008)

En esta exposición hay muchas omisiones de aspectos importantes que pueden repercutir en la comprensión del tema. Así, por ejemplo, el estudiante no menciona que hay dos tipos de hongos en el grupo de los ficomicetos, los llamados hongos acuáticos y los terrestres. Los primeros tienen esporas y gamitos móviles, en los segundos las esporas y las gametas son inmóviles. Describe el desarrollo de un hongo pero no dice cuál es el hongo, en este caso se refiere a los llamados Rhizopus y como ejemplo tradicional se tiene el moho del pan.

Igualmente, el alumno **Ao2** al referirse a los Ascomicetes no indica que este grupo tiene sus hifas con ceptos perforados y que en su reproducción presenta dos tipos de esporas, las de origen asexual y las que se derivan de la reproducción sexual. Las primeras se producen en los extremos de las hifas y son llamadas conidiosporas y las segundas, las ascosporas se encuentran generalmente en número de cuatro en sacos llamados ascos. Tampoco señala el mecanismo de reproducción en ambos casos.

De los basidiomicetes sólo se limita a describir la morfología del cuerpo fructífero (el sombrero), pero menciona como son las hifas. Estas, al igual que la de los ascomicetos, son tabicadas y septadas y sus esporas son de origen asexual y sexual, no describe los mecanismos de reproducción del hongo. Está ausente también la característica principal, que se refiere al hecho de producir ocho esporas sexuales llamadas basidiosporas, encerradas en estructuras denominadas basidios. Con relación a los deuteromicetes, la mala recepción del audio no permitió escuchar bien para hacer la transcripción.

Registro 10.2

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p>Ao3</p>	<p>“Yo voy a exponer sobre los líquenes (...) Los líquenes son una simbiosis entre un hongo y un alga, los cuales son dos formas distintas para dar una planta única. El hongo se encarga de aportar agua y sales minerales, en cambio el alga a través de la fotosíntesis le da al hongo los alimentos y vitaminas. Para principios del siglo XIX no se conocían los mecanismos por los cuales se agrupaban y fue a mediados de 1970 que se determinó que el origen era que estaban constituidos por un alga y un hongo. Las algas de los líquenes son cianofitas o algas verde-azules; el hongo por lo general es un ascomicete, con excepción de algunos líquenes donde el hongo es un basidiomicete (...) Los líquenes crecen generalmente sobre las rocas, o sobre los árboles. Hay líquenes que llegan a ser dominantes en las regiones árticas y antárticas (...) Los líquenes tienen una gran tolerancia hacia las condiciones ambientales drásticas (...) Por la morfología los líquenes han sido distinguidos en tres tipos, el primero, son los líquenes crustáceos, los cuales se adhieren a las rocas, los segundos, los líquenes Escamosos y los líquenes foliosos, que se extienden sobre el sustrato y se desprenden fácilmente y viven en zonas áridas, como los escamosos (...) Los líquenes presentan dos tipos de reproducción , una asexual y la sexual. La reproducción asexual se da por esporas. La pérdida del agua hace que el talo se forme frágil rompiéndose, cada fragmento del talo puede originar un nuevo liquen. En cuanto a la reproducción sexual está a cargo del hongo que desarrollan ascocarpos ya sea en forma de peritecio o apotecio (...) Ecología de los líquenes, se encuentran muy extendidos en la naturaleza, se pueden encontrar sobre las rocas y sobre los árboles (...) los líquenes se convierten en agentes indicadores de contaminación ambiental (...)</p>

Castro (2008)

Como de costumbre se producen intervenciones de los estudiantes pero no se escuchó con claridad.

En resumen, dos de los tres estudiantes (**Ao1** y **Ao3**) presentaron una información bastante completa, no así el estudiante **Ao2** quien presentó algunas omisiones en su disertación. Cuando se hace referencia a la clasificación, en este caso de los hongos, es necesario destacar las características específicas por las cuales se supone se diferencian unos de otros, ya sea desde el punto de vista morfológico, estructural o reproductivo y proporcionar ejemplos modelos de cada grupo; cuando esto no se hace, se dificulta la reconstrucción de lo estudiado. Los hongos tienen una gran importancia ecológica, económica y farmacéutica y esto no se dijo en la exposición.

Los hongos por sus características, constituyen un grupo muy particular. No realizan fotosíntesis por lo que no se les considera vegetales, son heterótrofos, pero tampoco son animales, aun con presentar algunas características propias de estos. Además de la heterotrofía, su sustancia de reserva es el glucógeno y sus paredes celulares son de quitina común en el exoesqueleto de algunos artrópodos. En este caso es difícil establecer alguna relación de parentesco con otros grupos, lo que puede obstaculizar de alguna manera su comprensión.

Análisis de la clase 11

En esta oportunidad se presentaron los temas correspondientes al reino Plantae. Fue una clase de modalidad expositiva por parte de los estudiantes. Asimismo, se identificaron los conceptos que constituyen la estructura conceptual de los contenidos del tema:

RED CONCEPTUAL
Plantas. Eucariotas. Fotosintéticas. Cloroplasto. Pared celular. Cutícula. Celulosa. Esporofito. Gametofito. Plantas vasculares. Plantas no vasculares. Embrión. Xilema. Floema. Médula. Alternancia de generaciones. Ovocélula. Arquegonio. Anteridios. Espermatozoides. Cigote. Briofitas. Hepatocópsidas. Anterocerotopsidas. Mucopsidas. Protonema. Semillas. Cotiledón. Flor. Estigmas. Estambres. Tubo polínico. Granos de polen. Psilophyta. Lycophyta. Sphenophita. Pterophyta

Castro (2008)

Este grupo de expositores está formado por cuatro estudiantes, dos alumnas y dos alumnos. Presentan para su exposición una serie de láminas conteniendo: Introducción, Reino Plantae, Clasificación, Plantas vasculares, Plantas no vasculares. Algas superiores.

Registros Clase 11: Reino Plantae

El estudiante **Ao1** comienza la exposición con la introducción.

Registro 11

PARTICIPANTE	TEXTO
Ao1	<p>“Generalmente se habla de seres vivos o de animales y vegetales. En la actualidad se habla de cinco Reinos: Monera, Protista, Fungi, Animal y el reino Vegetal. El Reino Vegetal se divide en plantas no vasculares y plantas vasculares. A su vez, las plantas no vasculares se dividen en Los Briofitos y Algas superiores. Las plantas vasculares se dividen en plantas sin semilla y plantas con semilla. En la primera parte hablaremos de las plantas sin semillas y hablaremos de la División Psilophyta, Licophyta y Sphaeophyta.</p> <p>Introducción en la naturaleza (...) los del reino vegetal son fotosintéticos y por lo tanto poseen clorofila 8...) Los vegetales constituyen un amplio universo, están formados por organismos multicelulares y organismos formados por una sola célula. En cuanto al carácter morfológico y fisiológico del cuerpo de los vegetales se puede decir (...)</p>

Castro (2008)

Este alumno se expresa bien en su lenguaje, pero habla tan rápido que muchas veces se le atropellan las palabras. Se observa que el estudiante presenta una extraña clasificación de las plantas. Coloca las algas al mismo nivel que las Briofitas como plantas no vasculares. En la actualidad las algas han sido excluidas de este reino y se las estudia con el reino Protista junto con los protozoarios. En exposiciones anteriores se discutió suficientemente el por qué de esta separación; insistir en esta antigua separación indica que no se comprendieron los hechos que se esgrimieron para tal fin, incurriendo en errores de tipo teórico.

La alumna **Aa1** Expone sobre aspectos generales del reino Plantae, como se observa en el siguiente registro.

Registro 11.1

PARTICIPANTE	TEXTO
Aa1	<p>“Reino plantae. Las plantas son organismos eucarióticos, fotosintéticos, adaptados primariamente a la vida terrestre. Dentro de las adaptaciones podemos mencionar la presencia de una cutícula que reviste la superficie aérea de las plantas. Tenemos los poros, estos son de gran importancia ya que permiten que se haga el intercambio gaseoso imprescindible para la fotosíntesis. Las capas celulares...que rodean las células reproductivas permite que el esporofito joven esté dentro del gametofito femenino durante el desarrollo del embrión.</p> <p>Se caracterizan por poseer clorofila a y clorofila b y otros pigmentos, entre ellos los carotenoides. Las paredes celulares de origen celulósico, por el almidón que producen algunas plantas, por el azúcar acumulado como reserva. Estas tres últimas características...las poseen las algas, por lo que se considera que las algas son los antepasados de las mismas plantas.</p> <p>Las plantas poseen tejidos...podemos mencionar los tejidos conductores, el xilema y el floema, de almacenamiento se encuentra la médula, que ahí es donde se encuentran las sustancias, y los tejidos de protección que ahí es donde se encuentra la cutícula y los tejidos fotosintéticos.”</p>

Castro (2008)

La alumna presenta una síntesis coherente, con un lenguaje comprensible y sobre todo el aporte de explicaciones para cada cosa dicha. Tiene conocimiento de la evolución de las plantas al tomar en cuenta sus antecesores, las algas, cómo se postula; y el paso de la vida acuática a la terrestre, mencionando las características que hicieron posible este hecho. Sin embargo, dedica mucho tiempo de la exposición al punto de las adaptaciones, cuestión que no fue presentado en el esquema de desarrollo de la misma.

El alumno **Ao2** expone sobre las características de las plantas, como lo muestra el siguiente registro.

Registro 11.2

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao2	<p>“Las características generales de las plantas. Son multicelulares eucariotas. Poseen una pared celular compuesta de celulosa, poseen cloroplastos, poseen mitocondrias, <u>no poseen sistema nervioso</u>. Su forma de reproducción genética es por combinación y meiosis (...)</p> <p>Clasificación de las plantas. Según el sistema moderno de clasificación de las plantas, se agrupan en 10 divisiones, cada una de estas diez Divisiones tiene un origen monofilético, cada una de estas divisiones desciende de un antepasado común.</p>

Castro (2008)

Este estudiante presenta en realidad un resumen de la parte que le correspondía, si se puede llamar de esta manera. Dentro de las características que menciona, algunas ya han sido citadas anteriormente. El hecho de poseer la característica de eucariota hace que la indicación de que poseen cloroplastos y mitocondrias sea redundante, más aún pareciera que no se ha comprendido este desarrollo teórico. Por otra parte, la característica de la no presencia de un sistema nervioso, estaría fuera de lógica, ya que esta característica es propia de los animales, por tal razón no debe constituir una característica distintiva, así sea para señalar su ausencia. Tiene un punto sobre clasificación de las plantas y sólo dice que se dividen en diez divisiones y ni siquiera menciona cuáles son. Creo que esta exposición presenta muchas omisiones y confusiones.

La estudiante **Aa2** expone sobre plantas no vasculares, las Briofitas.

Registro 11.3

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	<p>“Plantas no vasculares. Son aquellas plantas que no presentan tejidos vasculares como las plantas superiores (...) Las briofitas se desarrollan dentro del clima de montaña y prefieren los sitios húmedos y sombreados y también se les puede encontrar dentro de los sitios de temperatura templada y en los árboles.</p> <p>Reproducción de las briofitas. Tienen un ciclo vital por alternancia de generaciones. En la reproducción sexual el gameto femenino, ovocélula, se desarrolla en el arquegonio y los gametos masculinos, espermatozoides, se desarrollan dentro de los anteridios. Como los espermatozoides son biflagelados pueden moverse y nadar hasta el arquegonio y fecundar la ovocélula. El cigote resultante producto de esta fecundación se convierte en embrión dentro del arquegonio. <u>Se dice que las briofitas el ciclo esporofítico no es tan importante como el ciclo gametofítico.</u> Ciclo vital de una briofita. Los esporofitos liberan las esporas contenidas dentro de la cápsula (...) las esporas haploides al germinar forman el protonema del cual se desarrolla el gametofito, el cual produce un gametofito maduro, el cual no posee anteridios y de donde se expulsan los espermatozoides, que son atraídos hacia el arquegonio que es donde se encuentra la ovocélula. De la unión con la ovocélula se produce un cigoto, el cual por mitosis se divide y forma el esporofito que se está desarrollando dentro del arquegonio.</p> <p>Clasificación de las briofitas: Hepatocópsidas, Anterocerotopsidas y Mucópsidas, Las Hepatocópsidas agrupan las hepáticas, se conocen 6.000 especies entre ellas la <i>Marchantia hepática</i> las anterocerotópsidas agrupa los antoceros, se conocen unas 100 especies (...)</p>

Castro (2008)

La estudiante Aa2 en su exposición, si bien recoge la generalidad de las briofitas, deja por fuera algunos aspectos importantes, incurriendo en omisiones. Por ejemplo, no ofrece una descripción simple de este grupo de plantas relativas a su forma. Tamaño y estructura, de manera tal que permita formarse una idea de ellas. Por otro lado, sostiene que el ciclo esporofítico en las briofitas no es tan importante como el gametofítico. Lo que en realidad se afirma es que el gametofito es de mayor tamaño que el esporofito y por esa razón se le considera dominante sobre éste. Presenta la división de las briofitas, las nombra, pero tampoco las caracteriza.

El alumno **Ao1** toma nuevamente el turno en la exposición y en esta oportunidad se refiere a las algas superiores, ubicándolas dentro de las plantas no vasculares.

Registro 11.4

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao1	<p><u>"Las algas superiores, aquí en las plantas no vasculares. (...) como se sabe las algas carecen de tallos, flores y frutos (...) se pueden conseguir unicelulares y pluricelulares (...) las algas presentan clorofila a, a diferencia de otras algas que tienen clorofila a, b, c y d. La división de las algas se debe al tipo de clorofila. Así, las algas verdes tienen clorofila a y b. Las algas pardas tienen clorofila a y c y las algas rojas tienen clorofila a y d (...)</u></p> <p>Características de las algas, pueden ser unicelulares y pluricelulares, otra característica es que <u>las algas tienen órganos reproductores rodeados por una pared.</u></p> <p>Clasificación taxonómica de las algas. Las algas se pueden clasificar en algas verdes, algas pardas y algas rojas, Las algas verdes también llamadas clorofitas. Estas algas poseen un gran número de especies, comprenden unas 7.000 especies, pueden ser unicelulares y pluricelulares, que poseen núcleo rodeado por una membrana (...)"</p>

Castro (2008)

Esta ubicación de las algas dentro del grupo de las plantas no vasculares es desactualizada. Hoy en día, y como lo señalaron algunos grupos expositores anteriormente, las algas se estudian en el reino Protista junto con los Protozoarios siguiendo a Whittaker (1969). Consecuentemente no tiene

sentido el estudio de las algas dentro de las plantas no vasculares. El alumno omite la importancia de las algas en lo ecológico, económico y en el uso en la dieta alimentaria de algunos pueblos.

La estudiante **Aa1** expone por segunda vez y en esta oportunidad se refiere a las plantas vasculares.

Registro 11.5

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“Las plantas vasculares. Las plantas vasculares se caracterizan por tener un sistema de conducción, este sistema está constituido por el xilema y el floema. El floema transporta los azúcares y otras sustancias orgánicas solubles, el xilema transporta el agua y las sales minerales y ¡ay!...Aja, las plantas presentan un ciclo alternativo de reproducción, en este el gametofito es más pequeño que el esporofito. Las plantas vasculares modernas han desarrollado las semillas como adaptación al medio terrestre. La semilla es una estructura compleja en la que el esporofito joven o embrión está, por decirlo así, como envuelto o está protegido dentro de una cubierta llamada cotiledón, <u>ésta lo protege para que no se seque hasta que existan las condiciones necesarias.</u></p> <p>Estructura de la flor. La estructura de una flor posee estigmas, estos se llaman estambres (Señala la lámina), estos son los filamentos, este es el tubo polínico, estos son los granos de polen, estos son las anteras, esta parte de aquí es el estigma y este es el estilo.</p>

Castro (2008)

Se observa en esta exposición una serie de omisiones que pueden repercutir en la comprensión del tema. No explica que estas plantas son terrestres por excelencia, logrando esta adaptación gracias a los tejidos vasculares. No menciona la cobertura y extensión de estos tejidos en las plantas, prologándose hasta las hojas y las raíces de las mismas permitiendo el gran tamaño que algunas pueden alcanzar precisamente por la presencia de este sistema de conducción. Señala como papel del cotiledón el de la protección en la desecación; si bien esto es cierto, la principal función del cotiledón es alimentar al embrión durante el proceso de germinación. También se refiere a la flor destacando su estructura, pero no la caracteriza como parte de la planta que interviene en la reproducción sexual de la misma.

Estas omisiones en los contenidos hacen pensar que hay problemas de tipo teórico relacionados con estos temas.

El estudiante **Ao1** hace su tercera participación. En esta ocasión se refiere a las plantas sin semillas, específicamente los helechos.

Registro 11.6

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Ao1</p>	<p>“Las plantas sin semillas abarca a los helechos, de los cuales vamos a describir sus divisiones, sus características principales, su ciclo vital y la adaptación al medio terrestre. Los helechos son plantas que presentan un esporofito sencillo, no hay diferencia entre la raíz y el tallo. Ellos presentan una limitación que han tenido que superar muy fuertemente, que es el de su dispersión para ayudar a las esporas a librarse. Necesitan medios húmedos para poder llevar a cabo su reproducción (...)</p> <p>Características de los helechos., como sabemos, los helechos son plantas muy primitivas, no poseen verdaderas raíces ni verdaderos tallos (...)</p> <p>Los helechos...están limitados a sitios húmedos y sombríos, sin embargo, también se encuentran sobre árboles, piedras.</p> <p>Ciclo vital de los helechos. Los helechos poseen un esporofito fotosintético, por debajo de los frondes se encuentran los soros que poseen estructuras que contienen las esporas (...) que necesitan de un ambiente que sea apto para germinar, una temperatura y humedad adecuadas, cuando germinan producen el prótalo (...) en el prótalo se encuentran los órganos sexuales, el órgano sexual masculino llamado anteridio y el órgano sexual femenino llamado óvulo (...)</p> <p>Adaptación de los helechos a la vida terrestre. Como lo hemos observado los helechos poseen grandes limitaciones por el hecho de que sus órganos sexuales necesitan a los sitios húmedos y de sombra, al liberar el espermatozoide para que llegue al óvulo, éste tiene que ser liberado en el agua para que pueda nadar y fecundar al óvulo (...)</p> <p>Importancia de los helechos, la importancia de los helechos es muy reducida, sin embargo, se pueden mencionar grandes importancia como es que la producción del petróleo, cuando estos murieron se depositaron en los pantanos y con el pasar del tiempo pasaron a formar parte de los depósitos carboníferos que hoy en día el hombre utiliza para su beneficio (...)</p>

Castro (2008)

El estudiante en su exposición recoge en gran medida lo relativo a los helechos, sin embargo, incurre en algunas omisiones y confusiones. Primero estudió a las plantas con semillas y luego a las plantas sin semillas, si se sigue la secuencia evolutiva las primeras plantas en aparecer fueron las plantas sin semilla y luego por un proceso de adaptación surgieron las plantas con

semillas. Este estudiante se refiere a los helechos sin ubicarlos en un grupo específico dentro de las plantas vasculares, como sería el subfilo Pteropsida. En las características señaladas por el alumno, menciona que los helechos no tienen ni tallos ni raíces verdaderos, pero no indica que poseen los helechos en sustitución de éstos. Tampoco describe la morfología de los helechos, su tamaño, entre otros. Habla de las adaptaciones de los helechos pero no especifica ninguna.

El próximo participante interviene en su segunda oportunidad, refiriéndose a las primeras divisiones del filum traqueofita.

Registro 11.7

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Ao2	"División Psilophyta y lycophyta. La división Psilophyta está constituida por los helechos arcaicos, los espermatozoides son móviles, carecen de hojas. Se conocen dos géneros y varias especies. Su género representativo el Psilotum. División Licophyta, son helechos muscíformes de aspecto diverso, se conocen unas mil especies y su género representativo es el Lycopodium"

Castro (2008)

En realidad el contenido de esta exposición es menos que un resumen. Primero no dice que estas divisiones pertenecen a un grupo mayor como lo es el Filum Tracheophyta que involucra a las plantas vasculares. Luego no hay una descripción de alguno de los representantes, mencionando sus características principales. Este alumno debió incluir aquí la otra división la Sphenopsida y no dejarla como un punto único de exposición para la siguiente participante.

La siguiente alumna retoma nuevamente la exposición esta vez con la División Sphenopsida.

Registro 11.8

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	“División Sphenopsida. Bueno la división Sphenopsida posee tallos articulados finamente estirados que contienen sílice, sus hojas son escamosas, y poseen espermatozoides móviles; los organismos que agrupa son denominados colas de caballo. Actualmente sobrevive una sola especie y su género representativo es el Equisetum, el cual se subdivide en quince especies vivas, La División sphenophyta está constituida por los helechos. Bueno los gametofitos son más o menos de vida libre y suelen ser fotosintéticos. Los gametangios son multicelulares y sus espermatozoides son natátiles, es decir que nadan sobre el agua para fecundar. Género representativo sería el Polypodium, que es un helecho y han sido descritas doce mil especies”

Castro (2008)

La descripción que la alumna hace de la división es bastante completa, se puede saber a quien se está refiriendo, también proporciona los géneros representativos y da ejemplos específicos. Esta división debió formar parte de la exposición anterior; lo que demuestra una deficiente organización de los contenidos para la exposición como ya fue señalado. Al referirse a la vida libre del gametofito no explica que este calificativo se debe a que el gametofito es una plántula con vida propia completamente independiente del esporofito, por su capacidad para realizar fotosíntesis.

El alumno **Ao1** trata de presentar una conclusión, pero se refiere a aspectos muy generales.

Después de la exposición se establece una especie de intercambio entre los expositores y los alumnos oyentes. La profesora pregunta si hay alguna inquietud con relación a lo expuesto. Intervienen algunos estudiantes.

Registro 11.9

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Aa1 (De la clase)	“Yo tengo una duda con relación a la reproducción de las plantas”
Ao1 (Expositor)	“Si, efectivamente en las plantas se da la reproducción asexual y sexual, es seguro que como ella lo colocó, porque quizás muchas de las plantas que ella estudió presentan estas características, sin embargo, la reproducción de las plantas puede ser sexual o asexual, características que se explicó en la parte de las algas, las cuales se

	pueden reproducir en forma sexual donde se presenta la unión de los gametos y asexual cuando son liberadas como podemos ver aquí (Señala la lámina) como una especie de reproducción asexual, que son liberadas las esporas”
Ao1 (De la clase)	“¿Cómo se diferencian las plantas del hombre?”
Ao1 (Expositor)	“Precisamente una de las características de las vasculares como lo dijo la compañera, es que las vasculares presentan verdaderos órganos y tejidos, por ejemplo, presentan raíz, tallos, hojas, flores y frutos y los cuales se diferencian en xilema y floema y presentan la (...) a diferencia de las plantas no vasculares, no presentan muchas características como lo expliqué, que pueden incluir los helechos, los líquenes y los musgos”
Pa	“Yo tengo una pregunta para ustedes Esas adaptaciones que tienen allí como la cutícula, los poros, las capas celulares ¿Entre esas adaptaciones podríamos colocar también las semillas? ¿Las adaptaciones podríamos nosotros tomarlas también como avances evolutivos en las plantas?”
Ao2 (Expositor)	“Sí”
Pa	“¿Por qué?”
Ao1 (Expositor)	“Yo voy a responder esa pregunta. Precisamente si recordamos que las plantas evolucionaron como un tipo de algas, desarrollaron estas características que son netas de los ambientes terrestres para poder desenvolverse en ellos. Las semillas sí representan una cultura de la flor ya que los árboles y las plantas superiores normalmente al desarrollar el fruto se incluye la semilla, ya que dentro del fruto se encuentra ésta; y también la semilla presenta en las plantas vasculares con semillas una caracterización evolutiva ya que ésta permite que el embrión que se encuentra dentro de la semilla pueda germinar cuando encuentre las condiciones ambientales y de temperatura lo mejor posible.
Pa	“Tenemos plantas con semillas y plantas con semillas desnudas entre estos dos tipos de plantas cuáles tienen la posibilidad de sobrevivir en este espacio?”
Ao1	“Bueno, precisamente comúnmente todas las plantas tienen la capacidad de perpetuarse en el tiempo y el espacio ya que todas las que han logrado llegar hasta aquí es porque han manifestado sus caracteres evolutivos posibles, de lo contrario, así como pasó con la era de los dinosaurios, muchas plantas murieron, en cambio otras lograron evolucionar adaptándose a los nuevos medios de ambientes, pudiendo llegar hasta hoy. Se puede decir que todas las plantas pueden llegar a adaptarse a cualquier espacio, pero las que están más adaptadas porque tienen más capacidad son las plantas terrestres principalmente las plantas con semillas, las cuales como lo expliqué hace rato, de perpetuarse.
Pa	“Las que tienen mayor posibilidad son las plantas que tienen semillas cubiertas, porque las que tienen semillas cubiertas las protegen de las condiciones ambientales adversas, mientras que las que tienen las semillas desnudas cualquier condición ambiental las daña.
Ao1	“Es como los helechos que están sujetos a cualquier cambio y si la hoja se voltea puede ser en primer lugar que cualquier condición ambiental puede atacarla y también es que pueden ser atacadas por las plantas y

(Expositor)	por muchos insectos, ya que la estructura de este órgano es parecido como a un gusano o cualquier animalito que atraen a los depredadores.
Pa	“¿Tú podrías hablar un poquito más de las Briofita? (Se dirige a otro alumno)
Aa2 (Expositora)	“Bueno, las briofitas como dije anteriormente se desarrollan en sitios húmedos y poco soleados; ellas normalmente existen casi por todo el planeta, pero más que todo en las zonas con clima por decir caluroso, un clima tropical, también se han encontrado en el ártico y el antártico y han desarrollado mecanismos por los cuales adaptarse a este clima tan extremo. Bueno en los hábitats...está sujeto a por lo menos a sitios sombreados, por decirlo así, por debajo de los árboles, cerca de las demás plantas, porque también tienen que absorber mucho de los nutrientes ¿verdad? Ellos más que todo <u>absorben de otras plantas</u> porque como ellos no poseen raíces, ni poseen tejidos conductores, entonces ellos tienen que buscar por sus medios aéreos, <u>o sea por sus hojas, por sus ramas...</u>

Castro (2008)

A manera de resumen, se puede decir que los alumnos que participaron en esta exposición no organizaron bien los contenidos, perdiéndose la secuencia lógica de los mismos. También hubo una incorrecta designación de los temas en la participación. Algunos alumnos participaron más que otros. Todo esto influyó para que se presentaran omisiones y confusiones, problema que puede repercutir en la elaboración y reconstrucción del conocimiento involucrado.

En cuanto a la parte interactiva, se pierde un poco esta dinámica porque, como en este caso, se centra la discusión entre uno o dos estudiantes y la profesora. Pienso que esta parte podría ser mucho más fructífera si se ampliara la discusión a otros alumnos y esta organización queda en manos de la profesora. Creo también que la docente debería limitar las preguntas porque sino el estudiante vuelve a exponer su punto (Caso: ¿Podrías hablar un poquito más de las Briofitas?

Otra cosa que se puede observar, en esta y en otras intervenciones, es que generalmente no se indaga sobre lo expuesto, es decir, no hay correcciones ni de parte de los estudiantes ni de parte del docente, por ejemplo, el hecho de no organizar bien los contenidos para la exposición, que en este caso específicamente fue muy obvio.

Análisis de la clase 12

Los temas desarrollados en esta clase son los concernientes al reino Animalia. La modalidad fue la expositiva por parte de los estudiantes. Además se establecieron los conceptos que constituyen la red conceptual del conocimiento que sustenta estos contenidos:

RED CONCEPTUAL
Animales. Heterótrofos. Invertebrados, Vertebrados. Porífera. Platelmintos. Moluscos. Nemátodos. Anélidos. Artrópodos. Equinodermos. Columna vertebral. Notocordio. Osteicties. Anfibios. Reptíles. Amniota. Mmmalia. Glandulas mamarias. Simetría radial y bilateral. Tripoblásticos. Ectodermo. Mesodermo. Endodermo. Proceso embrionario. Acelomados. Seudocelomados. Celomados. Protostomados. Deuterostomados. Poríferos. Coanocitos. Arqueocitos. Espículas. Regeneración. Parásito. Endoparásito. Ectoparásito. Huésped. Parapodio. Exoesqueleto. Nefridios.

Castro (2008)

El grupo expositor está constituido por tres alumnas. Presentaron láminas con material de apoyo, contentivas de: Introducción, Reino Animal, características generales, Plan Corporal, Láminas con los Fila, Lámina con la Importancia y Conclusiones.

Registros Clase 12: Reino Animalia

Registro 12

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“...Se puede decir que el Reino Animal es aquel que está constituido en su mayor parte por seres vivos y estos se designan como animales y estos organismos procariotas multicelulares, <u>poseen una verdadera membrana nuclear</u>, carecen de pared celular.</p> <p>Características generales del reino animal...estos poseen una verdadera membrana nuclear, tienen núcleo diferenciado y no presentan pigmentos fotosintéticos, ni plastidios y también son organismos heterótrofos o sea que no producen su propio alimento y ellos se alimentan por ingestión. La forma de reproducción predominante es la sexual y estos organismos presentan tejidos altamente diferenciados y de clasifican en dos grandes grupos que son los invertebrados y los vertebrados.</p> <p>Los invertebrados son animales que carecen de columna vertebral y de huesos y estos se clasifican en los siguiente filis: El Filo Porífera que está constituido por las esponjas y estos son organismos que su cuerpo está constituido por poros por donde ellos absorben sus alimentos. El Filo</p>

	<p>Platelmintos que está constituido por los gusanos planos, que pueden ser de vida libre, un ejemplo es la planaria. El Filo Nemátodos que está constituido por los gusanos cilíndricos y entre estos está el schistosoma y la lombriz intestinal...El Filo Molusco que está constituido, no, perdón, El Filo nemátodos no es por eso, <u>el Filo Nemátodos está constituido por organismos de cuerpo blando con tentáculos éste lo constituye la hidra y otros. El filo más importante está constituido por los moluscos</u> y un ejemplo de ellos serían los pulpos y los calamares. Los Anélidos son los gusanos cilíndricos segmentados entre <u>estos están la lombriz intestinal.</u> El Filo Artrópodos que está constituido, se puede decir que a este pertenecen la mayor cantidad de animales del reino, que son los insectos, como los zancudos, los arácnidos, escorpiones. Los Equinodermos que están constituidos por animales de piel espinosa y estos tienen la propiedad de que pueden recuperar partes que hayan perdido, entre estos están el erizo de mar. Y la estrella de mar</p> <p>Los Vertebrados...tienen columna vertebral y tienen huesos. Estos se clasifican, bueno, Las características Generales, una característica...es que poseen el notocordio, que es una estructura en forma de bastón que sirve como sostén del cuerpo del animal y otra característica es que en los adultos el notocordio está reemplazado por la columna vertebral, y otra característica de este reino también es que ellos poseen el encéfalo que está ubicado en el extremo anterior de la columna vertebral.</p> <p>Estos se dividen en las siguientes clases: Osteicties o peces óseos, anfibios, Los Reptiles pertenecen a los reptiles las culebras, los cocodrilos. La clase Amniota a la que pertenecen las aves y la clase Mammalia <u>que posee gran cantidad de mamíferos.</u> Los mamíferos que poseen glándulas mamarias y poseen pico, entre éstos están el ornitorrinco y los marsupiales a los que pertenece el canguro que tiene una bolsa. Los mamíferos voladores como el murciélago y los acuáticos como el manatí (...)</p>
--	--

Castro (2008)

En líneas generales, aparte de algunos errores de conceptos, la información es completa y la organización del contenido respeta la secuencia lógica de los mismos. Se observa que la alumna se expresa de manera adecuada en su lenguaje normal y utiliza los términos específicos del tema.

En la caracterización, cuando dice que los miembros de este grupo son eucariotas, recalcar que poseen una membrana nuclear es redundante, en este caso, si se ha comprendido lo que significa eucariota.

La estudiante tuvo una confusión al identificar el filo Nematodo con el Filo Cnidaria que muchos años se conoció como celentéreo. En un primer momento caracteriza bien los Nemátodos, pero luego, les asigna a éstos las características de los cnidarios y da como ejemplo la hidra. Estos últimos

según la escala evolutiva de los animales corresponden al segundo grupo se estudio. También presenta una confusión cuando coloca a la lombriz intestinal como perteneciente a los gusanos cilíndricos segmentados, si bien es cierto que la lombriz intestinal es un gusano cilíndrico, no es segmentado. Igualmente, cuando dice que la clase mammalia posee gran cantidad de mamíferos, sería gran cantidad de animales.

La siguiente alumna expone sobre el plan de organización de los animales.

Registro 12.1

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa2	<p>“Plan de organización de los animales. Se puede decir que estos están constituidos en dos partes: Simetría radial y simetría bilateral. <u>La simetría radial es cuando un organismo posee un eje central y este divide el cuerpo en dos imágenes que son semejantes entre sí, especulares entre sí...como ejemplo de esta simetría tenemos las anémonas de mar, las medusas, la Aurelia que es la que tenemos aquí (Señala la lámina) La simetría bilateral es por la que está constituida la mayor parte de los animales ya que el plan corporal de organización consiste en ponerle un eje longitudinal al cuerpo, más hacia el lado izquierdo, para que este divida el cuerpo en dos partes y sean más o menos semejantes entre sí, pero en realidad esas partes no son iguales como la simetría radial!...ejemplos de ellos tenemos las aves, los peces, los insectos, los mamíferos incluyendo al hombre también (...)</u></p> <p>Animales tripoblásticos. Vamos a recordar un poco algunos conceptos. Se puede decir que esta es la parte corporal, es la cavidad corporal formada entre estratos de mesodermo, que está llena de líquido y en el cual en ella está sumergido todo el tubo digestivo y los órganos internos. También tenemos el ectodermo...es la capa externa, en él se originan los pelos, la piel, las uñas y otros órganos, como por ejemplo órganos sensoriales como el encéfalo, la médula espinal y otros. El mesodermo que es la capa media del tejido corporal, en él se originan los músculos, el tejido conjuntivo, el aparato circulatorio y la mayor parte de los aparatos excretor y reproductivo. El endodermo es la capa interna...en ella se origina el epitelio que es el que tapiza ciertas estructuras internas como el tubo digestivo, el aparato respiratorio, la vejiga urinaria, el páncreas y las glándulas endocrinas, entre otros.</p> <p>Bueno ahora vamos a hablar un poco sobre los animales tripoblásticos. Bueno todos los animales que presentan simetría bilateral...son animales tripoblásticos porque poseen tres tejidos corporales que son el ectodermo, el mesodermo y el endodermo <u>y estos son más fáciles de detectar cuando ellos hacen su proceso embrionario...Los animales tripoblásticos poseen tres capas corporales, para estudiarlos mejor se dividieron en acelomados, seudocelomados y acelomados, tomando en cuenta las características de la presencia o no de un celoma...El plan</u></p>

	<p>corporal de los acelomados es un poco más sencillo (...) como ejemplo tenemos los vermes planos o platelmintos como las planarias y las tenias. Los seudocelomados, el plan corporal es un poco más básico y que estos poseen otra capa diferente que está entre el mesodermo y el endodermo...que es llamada sudoceloma...ejemplos los nemátodos como el anquilostomo y las lombrices intestinales. Los celomados poseen tres capas corporales, pero aparte de ello poseen una doble capa de mesodermo, esta doble capa la podemos llamar mesenterio y dentro de esta capa se encuentra el celoma, en el celoma se encuentran los intestinos y otros órganos internos...Los animales celomados los podemos dividir en dos grupos, El primer grupo tomando en cuenta su proceso embrionario...se puede decir que ellos se presentan en una manera, el huevo fecundado presenta las primeras divisiones en espiral, es decir que estas ocurren en un plano oblicuo respecto al eje mayor del huevo y la otra se desarrolla en el blastoporo. Al primer grupo se les llama protostomado... se desarrolla primero la boca. Al segundo grupo...el huevo experimenta una segmentación radial. Es decir paralela al eje del huevo y perpendicular a él y en el blastoporo o cerca de él se forma el ano, después que se forma la boca, a este segundo grupo se les llama deuterostomados”</p>
--	--

Castro (2008)

Igualmente la información de la estudiante **Ao2** es completa y sus contenidos organizados lógicamente. Sin embargo, presenta problemas de omisiones, confusiones y errores teóricos. Por ejemplo, un error teórico lo expresa al decir que la simetría radial es cuando el organismo posee un eje central y este divide el cuerpo en dos mitades iguales, especulares entre sí. En general, el establecimiento de la simetría es la disposición o correspondencia de las partes del cuerpo del organismo en relación con la adjudicación de ciertos ejes imaginarios. Para el caso de la simetría radial, el organismo que dividido en mitades semejantes cuando dos planos pasan por su eje longitudinal. Para la simetría bilateral, un plano que al pasar por la línea media divide al animal en mitades iguales, este es el plano que va de la superficie dorsal a la superficie frontal y divide al cuerpo en mitades especulares, derecha e izquierda. La simetría radial no divide al organismo en mitades especulares.

En este mismo orden de ideas, al afirmar que las capas embrionarias son más fáciles de detectar durante el proceso embrionario, no es que sea más fácil su detección, sino que ellas se desarrollan precisamente durante el proceso embrionario. En cuanto a los animales tripoblásticos, la cavidad

corporal o celoma es una consecuencia de la distribución de las capas embrionarias.

La estudiante Aa1 vuelve a tomar el turno en la exposición, en este caso refiriéndose a los Poríferos y los Platelmintos.

Registro 12.2

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
Aa1	<p>“...Los poríferos, a este filo pertenecen las esponjas, estos son animales que su cuerpo contiene poros. <u>Su tipo de reproducción</u>, las esponjas son los animales más primitivos de los animales actuales; ellas se puede decir que forman un nivel de organización entre una colonia de células y un autentico animal pluricelular. También ellas tienen la capacidad de que, por ejemplo, se fragmentan las células de la esponja ellas se vuelven a reunir para formar un animal completo. Organización de las esponjas, entre las diferentes células que contiene la esponja, se encuentran las células que capturan el alimento que son los coanocitos, otras células que ellas contienen, son las células epiteliales, que son las células que rodean el cuerpo del animal, y <u>los arqueocitos que son las células que se encargan de transportar los alimentos a las células que no capturan los alimentos</u> y también tenemos que se encuentran <u>otro tipo de células que son las espículas inorgánicas</u>, estas células son las que forman el esqueleto de las esponjas...su esqueleto está formado por carbonato de calcio.</p> <p>Las esponjas Hexactinélidas cuyo esqueleto está formado por espículas de sílice y las Demosponjas que están formadas por espículas de espogina.</p> <p>El Filo Platelmintes. Bueno, estos son los animales de simetría bilateral más simples. Ellos pueden ser de vida libre o parásitos entre estos están las planarias. Podemos decir que las planarias contienen un abertura bucal...los gusanos planos se caracterizan porque ellos no poseen ano y ellos lo que reciben de sus alimentos lo botan por la boca.</p> <p><u>Clasificación de los platelmintos</u>. Los gusanos planos se pueden reproducir sexual y de forma asexual. Ellos se pueden reproducir de forma sexual por gametos y este proceso ocurre internamente y se pueden reproducir de forma asexual por escisión. Se puede decir que estos gusanos tienen una capacidad muy impresionante de regeneración, por ejemplo, si cortamos una planaria entres partes, como vemos aquí (Lámina), cada parte da origen a un nuevo individuo...Los platelmintos se clasifican en Turbelarios, Tremátodes y Céstodes. Los turbelarios pertenecen los gusanos de vida libre...la planaria de aguas dulces. Los tremátodos, a estos pertenecen los gusanos que son parásitos...estos pueden ser ectoparásitos o endoparásitos entre estos el schistosoma y la tenia...”</p>

Castro (2008)

En esta oportunidad la estudiante **Aa1** presenta un contenido desorganizado, con omisiones y errores conceptuales. Al inicio de su exposición, por ejemplo, habla de la reproducción de las esponjas y no dice nada al respecto, trata de dar algunas características de las mismas y lo hace de manera incompleta. No dice que las esponjas son animales acuáticos, generalmente marinos, que no presentan movimiento y su estructura es muy simple. No explica que la presencia de los poros en el cuerpo de la esponja permite realizar su alimentación, debido a que como son animales sésiles, toman del agua que penetra por sus poros las partículas alimenticias que necesita.

Al referirse a la organización de las esponjas, expresa que los arqueocitos son las células que se encargan de transportar los alimentos a las células que no capturan el alimento. Esta función es de los coanocitos, que son las células flageladas y por su intermedio ayudan a transportar las partículas alimenticias hasta las células ameboides que son los arqueocitos, las cuales fagocitan las partículas alimenticias y participan de la digestión. Luego se refiere a las espículas inorgánicas como células, sabemos que todas las células son orgánicas. Estas espículas son formaciones de carbonato de calcio, de sílice y colágeno, que hacen las veces de un esqueleto para sostener el cuerpo de la esponja que es una masa amorfa.

La alumna **Aa1** en su intervención sobre los platelmintos no refiere que además de tener simetría bilateral son acelomados, característica evolutiva distintiva. Coloca 'Clasificación de los platelmintos' y habla de la reproducción; mucho más tarde, se refiere a la clasificación. Deja por fuera la importancia de algunos parásitos en la salud pública.

La próxima estudiante diserta sobre los anélidos y los artrópodos.

Registro 12.3

PARTICIPANTE	EXPOSICIÓN
<p style="text-align: center;">Aa3</p>	<p>“Yo les voy a hablar sobre los Anélidos. Son animales con cuerpo segmentado por dentro y por fuera y con celoma bien desarrollado. Poseen un tracto digestivo en una sola dirección. Estos tienen cabeza, aparato circulatorio cerrado y un sistema nervioso definido...entre los organismos representativos están la sanguijuela, gusanos marinos y la lombriz de tierra. Estos habitan tanto en aguas dulces como aguas saladas o en la tierra...Las características es que ellos su cuerpo está segmentado, dividido en anillos...pueden realizar movimientos con ayuda de las fimbrias llamadas parapodios, llegan a poseer filamentos no quitinosos llamados quetas. Se alimentan de restos de animales o vegetales en descomposición. Entre la clasificación tenemos los poliquetos, los oligoquetos y los hirudíneas. Los poliquetos, ellos su cuerpo está rodeado de quetas y la mayoría son marinos de vida libre (...) Los oligoquetos tienen un cuerpo desprovisto de apéndices y quetas, son terrestres, algunos son dulceacuícolas y son hermafroditas. Ejemplo representativo la lombriz de tierra. Hirudíneas, cuerpo provisto de apéndices y quetas, algunas especies son carnívoras, son hermafroditas y el ejemplo más conocido es la sanguijuela.</p> <p>Los artrópodos son los animales más abundantes del reino animal. Son animales segmentados con apéndices articulados, estos apéndices no solo comprenden las patas sino también la lengua, las mandíbulas, pinzas, garres, antenas. Poseen un exoesqueleto quitinoso, duro y articulado. Un tubo digestivo complejo y un celoma reducido. Ausencia de nefridios y presentan un cordón nervioso central. Generalmente se clasifican en: crustáceos, arácnidos, Insectos y miriápodos. Los crustáceos son un grupo primitivo, la mayoría son acuáticos, presentan cuatro pares de patas (...)</p>

Castro (2008)

La alumna **Aa3** presenta un contenido bien organizado, los dos grupos a los cuales hace referencia quedan muy bien caracterizados y sus ejemplos son representativos. Se expresa adecuadamente en el lenguaje normal. De manera directa no establece diferencias evolutivas entre estos dos grupos taxonómicos.

Resumiendo, las alumnas de este grupo, aun con presentar una información exhaustiva al momento de organizar esa información para la exposición no lo hacen de la mejor manera, específicamente la estudiante **Aa1** en su segunda intervención y la alumna **Aa2**. En ambas alumnas, también se encontraron omisiones y algunas fallas teóricas y conceptuales.

Las dificultades que se presentaron en la exposición de estos contenidos pueden deberse en un primer momento a la desorganización de algunos de

ellos en la exposición perdiendo su secuencia lógica. Luego, cuando no se comprenden algunas calificaciones teóricas que muchas veces los estudiantes las toman como reales, es el caso de la adjudicación de los ejes imaginarios en el cuerpo de los organismos para establecer un plan de organización corporal, relativa a la simetría que pudiesen tener los animales.

En este mismo orden de ideas, surgen dificultades al pasar por alto la organización corporal de los individuos en orden de complejidad creciente desde un punto de vista evolutivo, ocupando sitios específicos en la escala evolutiva de acuerdo a estas disposiciones.

A manera de resumen en relación con el apartado de las clases teóricas, se puede decir que los resultados del análisis de las doce (12) clases registradas, con excepción de una, que correspondió a la planificación del 3er lapso de la planificación del curso, muestran tanto en la modalidad expositiva como en la magistral, una serie de problemas de omisiones, conceptuales, teóricas, cognitivas y didácticas.

Las escasas clases desarrolladas por la docente durante este lapso, se circunscribieron a suministrar información, con muy poca participación activa de los estudiantes para aportar ideas, conceptos o, simplemente, para plantear inquietudes. Por el contrario, las clases donde los alumnos fueron expositores tenían una discusión al finalizar el grupo expositor, que permitía la interacción de los alumnos y la profesora con relación al tema estudiado.

Sin embargo, un gran número de las intervenciones de los estudiantes no expositores eran para hacer aportes individuales al tema, y las intervenciones de la profesora se limitaron a pedir explicaciones de aspectos que no se habían tratado en la exposición o para llamar la atención sobre contenidos de las láminas de apoyo, pero rara vez para llamar la atención sobre la información investigada, la organización del contenido en la exposición, la distribución de los temas; ni tampoco para corregir los errores que se cometieron durante la exposición o aclarar confusiones.

Se deduce que la incapacidad para relacionar los hechos y conceptos y por lo tanto para organizar el conocimiento de los contenidos respectivos es un problema cognitivo y de la práctica didáctica.

En muy pocas de estas discusiones, al final de las clases, se realizó una interacción con la participación de un gran número de estudiantes. Generalmente, los participantes siempre eran los mismos, a excepción de aquellos a quienes la profesora interrogaba directamente.

Estos problemas señalados son de orden didáctico, que pueden convertirse en dificultades en el aprendizaje de los estudiantes.

La mayoría de los contenidos de estas clases están referidos a factores teóricos conceptuales que probablemente sean el origen de las dificultades en la aprehensión de estos conocimientos. Se observa, por ejemplo, que las dificultades son mayores cuando las explicaciones deben trascender el plano puramente descriptivo, involucrando los conocimientos subyacentes aportados por la teoría o los modelos respectivos.

Así vemos que la teoría de la evolución y selección natural, por un lado, y las teorías y modelos genéticos, hereditarios y taxonómicos por el otro lado, necesitan de su entendimiento, reflexión, de relaciones, deducciones e inferencias, o sea, de la capacidad cognitiva de los estudiantes, para trascender desde la teoría o modelos hasta los aspectos fenomenológicos los cuales explican.

Se observó en muchas de las clases otro tipo de problemas, muy común en los estudiantes, pero que aquí se evidenció también en la profesora. Me refiero a las preconcepciones, estos son conceptos que se muestran alejados de los significados de los conceptos aceptados por la ciencia; cuyas características principales son las de ser las de ser contruados en ámbitos no formales, acrícos, asistemáticos, reacios al cambio, entre otros. Este último problema es de orden psicológico, pero por la ausencia de un tratamiento didáctico apropiado, aunado a las propias preconcepciones docente, muchas

veces se multiplican en la práctica pedagógica, convirtiéndose en obstáculo para los aprendizajes precedentes y futuros de los estudiantes.

Otro tipo de problema evidenciado en estas clases es el relativo a la expresión del lenguaje normal y el lenguaje específico de la asignatura por parte de los estudiantes. Muchas veces la no concordancia de las ideas hace que se malinterprete la información, presentándose las dificultades respectivas. De igual modo, el hecho de no tomar en cuenta las teorías y modelos proporcionados por la ciencia impide la apropiación del lenguaje específico, expresado en las simbologías y metáforas propias de estas creaciones, incrementándose las dificultades a nivel explicativo.

Las dificultades aquí mostradas nos permiten inferir que hay que profundizar tanto en los niveles conceptuales y teóricos, como en los cognitivos y didácticos, cuyas explicaciones habría que buscar en áreas como la epistemología, psicología y pedagogía.

2- ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio constituyeron también otra fuente de información para los propósitos de esta investigación. En tal sentido se analizaron las transcripciones de las discusiones de los grupos de práctica y algunos informes presentados.

La enseñanza actual de las ciencias pretende que los estudiantes no sólo aprendan conceptos y teorías, en lo que generalmente se hace hincapié, sino también, que de alguna manera, vivencien el trabajo científico, para que se identifiquen con la dinámica de esa cultura.

Por esta razón se encuentra en la planificación de las clases de ciencia la presentación de una modalidad teórica y una modalidad práctica, ésta última desarrollada en el laboratorio en horarios diferentes a las clases teóricas. Asimismo, tratando de hacer el trabajo mucho más realista se han

introducido en la actividad de las clases de ciencias los llamados contenidos conceptuales, los contenidos procedimentales y los contenidos actitudinales.

Sin embargo, los contenidos procedimentales no se refieren específicamente a los trabajos propios en la elaboración del conocimiento científico, sino a aquellos procedimientos para aprender ciencia, como proponen Pozo y Gómez Crespo (1998) procedimientos para la adquisición de la información, para interpretar la información, para el análisis de la información y realización de inferencias, para la comprensión y organización conceptual de la información y, por último, para la comunicación de la información.

Como se puede observar todos estos procedimientos requieren de la puesta en marcha de procesos cognitivos, situación que es poco frecuente en la práctica de las situaciones didácticas de las clases.

En el transcurso de la investigación se observaron y se registraron diez (10) actividades prácticas, todas relacionadas con los contenidos desarrollados en las clases. El análisis de estas actividades prácticas mostró en primer lugar, que éstas se condujeron a ritmos y momentos distintos a los de las clases teóricas, es decir, hubo un desfase entre la teoría y la práctica, no solamente en el tiempo sino también en el espacio. En segundo lugar, el desarrollo de las prácticas respondió a unos formatos ya preestablecidos en el libro de prácticas o **Cuaderno de Práctica** como también se le llama, para la realización de las actividades en el laboratorio.

Formato Cuaderno de Práctica de Biología 4to. Año

MATERIALES	PRELABORATORIO	EXPERIENCIAS	POSLABORATORIO
Listado de materiales que trae el alumno o aporta el Lab.	Incluye una serie de preguntas relacionada con los contenidos teóricos conceptuales	Estas experiencias son tanto de orden informativo (Lecturas acompañadas por cuestionarios), como de experiencias reales	Igualmente incluye un conjunto de preguntas, muchas son informativas, pocas relacionadas con las actividades prácticas.

Castro (2008)

El formato también presenta un apartado con los materiales de la siguiente práctica. En este formato del Cuaderno de Práctica no se incluye una introducción, ni la bibliografía utilizada para cada práctica.

Es importante destacar que ninguna de las actividades propuestas en el Cuaderno de Práctica contiene problemas o interrogantes ni objetivos precisos, quedando la realización de estas prácticas completamente sin ninguna dirección problemática.

Del análisis realizado a este Cuaderno de Práctica se puede inferir que, tal como están presentadas las actividades prácticas aquí, no dejan margen para el desarrollo de ciertas potencialidades de los estudiantes.

Todo está dado, incluso el hecho de que los alumnos respondan los cuestionarios en los espacios dejados para tal fin en este formato, los limita en sus expresiones. Sus respuestas tienden a restringirse a un cierto número de palabras. Si quisieran ejemplificar o realizar un cuadro o un dibujo no podrían hacerlo. Igualmente, el hecho de no escribir la introducción, de analizar los procedimientos y resultados o de llegar a unas conclusiones por sí mismos, impide de alguna manera que los estudiantes aprendan a elaborar una introducción o una conclusión, como sería de esperar.

Debido a que los estudiantes toman las respuestas de los libros generalmente, sin análisis y reflexión alguna, los imposibilita para hacer uso de procesos cognitivos específicos, como la abstracción, la inferencia, la generalización, en el desarrollo de esta actividad científica.

En otras palabras, un cuaderno de práctica formulado de esta manera contribuye muy poco al desarrollo de capacidades y habilidades cognitivas en los estudiantes. En esta misma medida, el profesor de aula se limita a responder a estas exigencias, sin explorar la posibilidad de modificar y enriquecer estos modelos de actividades prácticas (como se hizo con la práctica de grupos sanguíneos que no estaba prescrita en el Cuaderno de Práctica).

Derivamos del análisis, que en las actividades prácticas de este curso se trabajó con dos modelos distintos de prácticas de laboratorio: uno que respondía a lecturas acompañadas por un cuestionario, y las prácticas de laboratorio propiamente dichas con experiencias reales. Si bien la naturaleza del trabajo científico requiere de actividades en la que se reconstruyan los productos de la ciencia y sus procesos para que los estudiantes se apropien de ellos, los otros modelos de prácticas responden a una enseñanza informativa, que podría realizarse en el aula y no en el laboratorio, con exigencias como el uso de la bata, por ejemplo.

Para el análisis, las prácticas se dividieron en dos grupos: las de corte informativo y las de experiencias reales. Se comienza el análisis con las del primer grupo.

Análisis de Prácticas de corte informativo

Son cuatro estas prácticas de orden informativo, que responden a lecturas seguidas de un cuestionario, ellas son: **Práctica de Evolución, práctica de Biodiversidad, práctica de Virus y la práctica de Protista.**

Una de las primeras situaciones que resalta en estas prácticas informativas es que con la interacción que se establece entre los grupos de trabajo, se logra que los alumnos menos informados, aprendan de otros con mayor información, como se ilustra en fragmentos de secuencias de algunas prácticas en el registro que sigue.

Registros de Prácticas de corte informativo

Registro 1: Aprendizaje en la interacción

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Evolución (28 de abril) Aa3	“...Entonces cómo es la primera...la segunda es larga ¿no? ¿Qué cree sucede con la <i>Biston betularia</i> ¿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 <i>Biston betularia</i> , que pasarían unos años sin betularia...”
Aa3	“¿Qué crees que suceda con la <i>Biston betularia</i> en algunos años?”
Aa2	“¿Esa era la que era negrita?”
Aa1	“No, la Betularia es la blanca”
Aa2	“¡Ah! La blanca”
Aa1	“La Carbonaria es la negra”
Aa3	“La Betularia es la que ya está desapareciendo...”
Virus (12 de mayo) 1er. Equipo	“Este es desviado hacia la síntesis de cromosomas y el material sintetizado se ensambla para construir nuevos virus”
Aa1	
Aa3	“Mire como se posan las fibras...”
Aa2	“María dícteme”
Aa1	“Díctele Yeli”
Aa2	“¿Qué es ensamblar?”
Aa1	“Ensamblar es como recubrir”
Aa3	“Ensamblar es que van unidos”

Castro (2008)

En estas prácticas de corte informativo se esperaría que los estudiantes analicen las lecturas para luego responder las preguntas del cuestionario anexo e inclusive las preguntas del postlaboratorio. Sin embargo, según como se ilustra en el siguiente registro, la profesora indica todo lo contrario, como lo corrobora la alumna **Aa3**: “Hicimos las preguntas, nos falta el análisis”.

Registro 1.1: No analizan las lecturas para responder las preguntas

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Biodiversidad (05 de mayo) Equipo 1 Aa1	“Gran cantidad de productos medicinales e industriales que beneficia a la mayoría de la población, lo cual depende de productos derivados de animales y plantas”
Aa2	“Lo cual dependen de productos derivados de animales y plantas, escuchen, lo cual nos acercaría a la pobreza y a una calidad de vida”
Aa1	No, este, para, ya va... Por eso es conveniente tener consideración con estos y protegerlos en vez de destruirlos”
Pa	“¿Qué hicieron ustedes aquí?”
Aa3	“¿Cómo profe?”
Pa	¿Qué hicieron?
Aa1	“Hicimos todas la preguntas de biodiversidad”
Aa3	“Hicimos las preguntas, nos falta el análisis”
Pa	<u>“Les dije que cada equipo iba a realizar una lectura ¿si o no? Para qué se pidió la hoja de papel ministro, pero aparte del análisis iban a responder las preguntas, entonces si tienen un equipo de cuatro personas por lo menos una debe estar respondiendo las preguntas y los otros tres analizando y respondiendo el análisis de la lectura. (...)”</u>
Aa1	“...de extinción como el oso hormiguero (...) también se podría decir que Venezuela tiene 373 mamíferos, 1340 de aves...se podría decir que debido al problema global, el agua, la contaminación el agujero negro, se podría decir que está afectando un poco en el ambiente y también en...”
Aa3	“Yo tengo la idea”
Aa1	“Bueno pero copie (...) El ambiente en un período de 20 años...”

Castro (2008)

Como consecuencia de estas indicaciones, generalmente, los estudiantes responden las preguntas casi textualmente, conduciendo a un aprendizaje memorístico.

Igualmente, la interacción entre los alumnos permite la corrección entre ellos de una manera más espontánea, como en las interacciones del registro.

Registro 1.2: Corrección durante la Interacción

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Evolución (28 de abril) Grupo B Aa1	(Dicta) “Factores ambientales, es aquella, coma, como se adapta al medio ambiente -¿Consiguió la tres? Vaya buscándola- como se adapta al medio ambiente en donde se desarrolla y también como la aceptan en una sociedad, coma, sea positivamente o no”
Aa2	“¿Qué? ¿Qué escribió usted? septan ¿Qué es eso? Aceptan y es con c y usted lo escribió con s”
Aa3	“Como lo ceptan”
Aa2	“Aceptan, ¡ay chama!”
Aa3	“Como lo ceptan”
Aa2	“Aceptan, así mire, a cep tan y con p”
Aa3	“Bueno ya”
Aa1	“¡Dios mío!”
Aa3	“Como lo aceptan”
Aa	“En una sociedad... está buena para llevarla a una vaina de castellano, de literatura.”
Aa3	“ Cállese, cállese”
Aa1	“ A quién quiere ser millonario”
Biodiversidad (05 de mayo) 2do Grupo Equipo 2 Aa1	“La especie que le ha ocasionado tanto daño...”
Aa2	“ Ha ocasionado graves daños a su ambiente, para no decir tanto... ”
Aa1	“Ocasionado con s”
Aa2	“Si con s...a su medio ambiente, que si este no se controla puede llegar un momento en que cuantitativamente la extinción de las especies podría ser un promedio de 100 diarias...” ...
Aa3	“...tomen conciencia acerca del daño que ellos producen...-las dos con c-“
Aa2	“No sea embustera, la primera es con s”
Aa3	“Noo”
Aa2	“Ah no, está bien”

Castro (2008)

También, la puesta en marcha de estas actividades prácticas de corte informativo presenta otra ventaja, la dinámica interactiva que se establece entre los miembros de un grupo, lo cual obliga, en mayor o menor medida, a la participación de todos en la tarea, como se observa en fragmentos de secuencias en el registro siguiente.

Registro 1.3: Participación de todos en la tarea

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Evolución (28 de abril) Grupo A Ao1	“...Se montaban en los árboles, no hablaban, no hacían nada, yo supongo que este homínido es más viejo que el Africanus...es más viejo pero sabía más, a pesar de que era más viejo. Entonces en la escala evolutiva humana él debería estar más arriba, vamos a ponerlo detrás del Homo Erecto y delante del Africanus”
Ao2	“¿El Homo Erecto es qué?”
Ao1	“El que ya no se montaba en los árboles, ya no caminaba con sus nudillos, ya tenía capacidad...”
Ao2	“¿Y el Australopithecus africanus?”
Ao1	“Ese era un bípedo, ese hablaba y fabricaba instrumentos era de mandíbula prominente y con molares enormes...”
Ao2	“Aja, y el otro el que le sigue ¿El Erectus?”
Ao3	“Interpételo pues”
Ao1	“¿En cuál lo ubicaría yo? Yo lo ubicaría, yo lo estoy ubicando como el Neanthertalensis”
Ao3	“Lea aquí, aquí”
Ao1	“...entonces lo ponemos, decimos que...”
Ao2	“Por lo tanto ¿Evolucionó) Pero ahí no dice eso...”
Biodiversidad (05 de mayo) Equipo 2 Ao1	“En Venezuela se ha venido presentando la terminación total de especies que han ido disminuyendo por una apariencia indiscriminada en donde el hombre no ha adquirido conciencia de los graves daños que ocasiona la pérdida de especies y por ello día a día ha seguido con la cacería indiscriminada, la destrucción de bosques y hábitats...otras cosas más”
Aa1	“Lea aquí otras”

Aa1	“Yo creo que tendrían que venir con esto...en el cual nuestro país existen algunas especies de animales amenazados...”
Ao3	“Eso sería de último”
Aa2	“Pero es que no hay más nada mire”
Ao2	“Nada más se nombrarían”
Ao1	“Aja, la casería indiscriminada, la destrucción de bosque y hábitats ¿qué más sería? El aumento de la tecnología...”
Aa2	“No, no”
Ao2	“No, ya va a meter la tecnología aquí con animales”
Ao1	“Claro que sí, porque con el aumento de la tecnología, mientras más tecnología, más aumenta, el aumento de la población, todo eso influye en los animales...el aumento de la tecnología, el aumento de la población...”

Castro (2008)

Igualmente se pueden observar las interacciones de los estudiantes durante las lecturas y la búsqueda de las respuestas a los cuestionarios, en los fragmentos del Registro que se muestra a continuación.

Registro 1.4: Interacción en lecturas y cuestionario

PARTICIPANTES	INTERACCIONES
Virus (26 de mayo) 2do. Equipo Aa2	“Aja, entonces vamos a leer de todas maneras. Los virus no tienen estructura celular, ni tienen metabolismo, además de poseer ADN o ARN pero nunca ambos juntos. Así que según el dogma central de la biología no están vivos. O sea que como no tienen el ADN ni el ARN juntos no están vivos ¿verdad? Sin embargo cuando se los coloca frente a una célula son capaces de inyectarla, obligarla a trabajar por ellos, actuando entonces como parásitos. Esta conducta deja perplejo a los científicos y ha originado una disyuntiva, pues aunque no están vivos ¿cómo pueden atacar a las células? Entonces allí empieza”
Aa3	“Yo creo que esta es una. No están vivos porque no tienen ADN o ARN juntos”
Aa2	“Miren lo que dice la pregunta ¿por qué se considera que los virus no están vivos? ¡Ah! Porque no tienen ADN y ARN juntos ¿y por qué más? Y cromosomas ¿no? Miren lo que dice aquí (hace una lectura muy rápida como para sí misma)...el estudio de los virus es bastante simple, consta de un pequeño material genético ADN o ARN rodeado de una cápsula proteica llamada capsida (Ao1 corrige: cápside) cuyas unidades forman el capsomero...No es un ser vivo porque presentan todas estas funciones...”
Aa1	“Porque no presentan ADN o ARN juntos sino nada más uno de ellos”

Aa2	“...Sin embargo, cuando se las coloca frente a una célula son capaces de infectarla y ¿por qué se dice entonces que se que no son seres vivos? (La alumna sigue leyendo) Los virus pueden ser cristalizados, es decir, desecados hasta alcanzar una estructura cristalina...”
Aa1	“Por eso no son seres vivos”
Aa2	“Esta partecita de aquí y esta otra partecita de aquí”

Castro (2008)

En este último registro la alumna **Aa2** hace una mala interpretación de la lectura. Ella entendió que los virus no tienen vida porque no poseen ADN y ARN juntos. Esto no es así, los virus pueden contener ADN o ARN pero no ambos en un mismo virus. No se les considera vivos porque no tienen una estructura celular como tal, por no tener un metabolismo propio y porque pueden cristalizar. Pareciera que las estudiantes no interpretan la expresión: ADN o ARN como una relación de exclusión, sino todo lo contrario. Esta interpretación lingüística impide la comprensión real del hecho y por lo tanto se convierte en un obstáculo en la construcción del conocimiento.

Los trabajos que involucran lecturas, cuestionarios e interrogatorios tienen la ventaja de permitir que los estudiantes aclaren sus dudas y corrijan sus errores. A través de los interrogatorios que hace la profesora, en algunos de ellos, permite la participación de los alumnos, como se muestra en los fragmentos de la secuencia de interacción del siguiente registro.

Registro 1.5: Aprendizajes durante los interrogatorios

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Virus (25 de mayo) 1er Grupo. Equipo 2 Aa1	"Y al sintetizar en la fase anterior se ensamblan para constituir más virus."
Aa1	"Miren, son los que están constituidos por ácidos nucleicos como es el ARN y el ADN"
Aa2	"Puede ser ADN o ARN. Pero no ambos"
Aa1	"Pero es que aquí dice que ambos y en el otro dice que no"
Aa3	"No, la profesora dijo que nunca los dos"
Aa1	"Rodeado por una cubierta proteica que determina la especificidad del virus, el virus infecta a una célula..."
Interrogatorio Pa	"Usted ¿Cómo se reproduce un virus?"
Aa1	"Bueno Profe son producidos dentro de las células orgánicas"
Pa	"¿Cómo se reproduce un virus?"
Aa1	"Bueno ellos se colocan encima de la célula y inyectan su líquido en el cual este se reproduce dentro de la célula y es que ellos van formándose y poco a poco van atacando el sistema orgánico del individuo"
Pa	"Beatriz ¿Usted está de acuerdo con lo que dice su compañera?"
Aa2	"Bueno Profe, yo pienso que los virus se reproducen atacando la célula y se van apoderando de todo su metabolismo y como está infectada el organismo se debilita y comienza: a morir...ellos son capaces de ser cristalizados y permanecer en las células" ...
Pa	"Iván ¿Los virus de pueden reproducir sin una célula huésped?"
Ao1	"No, porque sin la célula no se realiza el proceso de segregación y no se puede apoderar del metabolismo ni nada" ...
Pa	"Usted ¿Por qué se considera que los virus no están vivos?"
Ao2	" Primero, porque ellos no tienen metabolismo, no tienen estructura celular y hacen un proceso que es el de cristalización y estos son característicos de los seres no vivos"
2do Grupo. Equipo 2 Aa1	"¿Qué problema trae la aseveración anterior al momento de diseñar vacunas contra los virus?"
Ao1	"Es decir lo que acaba de escribir, esto que problema le trae a lo que usted está diciendo, esto ¿qué problema trae?"

Aa1	“A los retrovirus”
Ao1	No, pero búsquelo, porque si sabe una parte tiene que saber la otra”
Aa1	“Nombre por lo menos cinco enfermedades aparte del sida, que sean causadas por virus que se hallen en territorio venezolano. La gripe..
Aa3 y Ao1	“No, no...”
Aa1	“La gripe es un virus”
Aa2	“Profe ¿verdad que la gripe es virus?”
Pa	“Si, es viral”
INTERROGATORIO Pa	“Bueno vamos entonces con el virus. López explique cómo se reproducen los virus”
Aa1	“Se producen porque se posan a la membrana y le inyectan la información genética a través de la cola, en el cual luego se reproducen otros virus”
PA	“Vamos a ver por acá, Pinto, ¿cómo se reproducen los virus? ¿Usted está de acuerdo con lo que dijo la señorita Flor?”
Ao1	“Bueno, yo pienso que los virus para poder reproducirse ellos llegan y se posan sobre la célula, entonces introducen las fibras de la cola, una vez que introducen las fibras de la cola, el ARN queda suelto, entonces ellas comienzan a producir dentro de la célula, ARN viral y por lo tanto la célula se va a convertir, el virus se va a convertir como un parásito de la célula y se va a ir replicando sucesivamente hasta que ocurra un ciclo lisogénico, cuando la célula se abre y entonces pueden salir más virus”
Pa	“Usted, los virus pueden reproducirse fuera de la célula” (La alumna Aa2 no responde) “Usted ¿Por qué se considera que los virus son partículas no vivas?”
Aa3	“Bueno, este, ellos realizan <u>un proceso que son de las células muertas</u> , este proceso es el de cristalización, este en los cuales ellos necesitan de una célula receptora para realizar sus funciones metabólicas” ...
Pa	“Usted ¿me podría establecer alguna diferencias entre el virus de la gripe y el virus del sida?”
Ao5	“Por lo menos la gripe es menos complicada que el sida, tarda menos en afectar la célula y el sida tarda más en reproducirse” ...
Pa	“¿Si sabe cómo explicarme Martínez?”
Ao5	“Lo tengo aquí profesora”
Pa	“Si lo tiene ahí, sáquelo, sáquelo a ver...”
Ao5	“Una gripe es menos leve que un sida”
Pa	“Aja, ¿Qué hace una gripe? Comencemos ahí Martínez”
Ao5	“La gripe da fiebre, dolor de cabeza...”
Pa	“Aja, malestar”

Ao5	“En cambio el sida da, va acabando...”
Pa	“¿Qué ataca el sida? ¿A qué sistema del organismo ataca el sida?”
Ao5	“El sistema inmunológico”
Pa	“¡Ah! el sistema inmunológico y ¿qué sucede cuando el sistema inmunológico es atacado totalmente?”
Ao5	“Es cuando cualquier enfermedad puede atacar a la persona”
Procariontas (2 de junio) Grupo 1 Ao1	“El estudio de los organismos procariontas se ubica en el reino Monera. Actualmente gracias a los avances del microscopio, estudios de la bioquímica celular, en particular los estudios realizados en el metabolismo un procarionta...”
Interrogatorio Pa	¿Qué les ha quedado a ustedes de lo que leyeron?
Ao	“Bueno lo que ha quedado es que se puede decir que el reino Monera agrupa los organismos como las cianobacterias, también conocidas como algas verde-azules y las bacterias. Que estas son clasificaciones no naturales...no responden a criterios evolucionistas y esto se debe a que no es agrupada por un orden jerárquico...”
Aa1	“También se puede decir con respecto a las bacterias que ellas se dividen ¿no? Y esto hace que se originen bacterias con la misma composición genética porque como no se mezclan entonces...”
Pa	“¿Usted que me quiere decir es que ellas tienen reproducción sexual?”
Aa1	“asexual por división”
Pa	“ ¡Ah! Asexual ¿Y solamente por división se reproducen ellas?”
Ao2	“No, ¿Cómo se llama? Por brotes, que como se desprende una parte de la célula madre, para dar origen a una célula hija” ...
Grupo 2 Ao1	“Los procariontas. Los seres vivos se agrupan en 5 reinos (...) Primordialmente la vida comienza con los organismos más simples (...)”
Aa1	“Cuáles son los avances que permitieron clasificar en forma jerárquica los organismos (...)”
Pa	“Pero tres preguntas discutieron. ¿A ver qué les quedó a ustedes? Si me dicen que ustedes han discutido ¿Qué preguntas respondieron? A ver sin mirar el cuaderno.”
A01	“Que fueron clasificados los seres vivos en cinco reinos y las características de cada uno, que incluyen moneras, plantae, animalia y protista”
Pa	“¿Cuáles son las características de cada uno de esos reinos?”
Ao2	“Procariontas”
Pa	“Cuáles, cuáles, a ver. Reino...?”

Ao2	“Protista” ...
Pa	“¿Una característica sacaron de cada reino? ...Se dan cuenta que no han discutido. Si ustedes han discutido cada una de las preguntas cómo no les va a quedar nada, con tres preguntas nada más que responder...”
Grupo 3 Pa	“¿Qué consiguieron ustedes?”
Aa1	“El uso de los avances del campo de la bioquímica celular y en particular los estudios relacionados con el metabolismo de los procariotas y el microscopio electrónico que ha permitido conocer detalladamente las estructuras de cada célula. Mire se cuenta con el mecanismo específico que permite a los biólogos establecer más fielmente las relaciones de organismos. En este sentido han sido de valiosa ayuda las técnicas de...”
Aa2	“...de secuenciación del ADN”
Aa1	“De secuenciación del ADN y de proteínas homólogas estudiadas anteriormente “
Pa	“¿Qué significa que sean homólogas?”
Aa1	“O sea que tienen el mismo gen pero que tienen funciones distintas”
Pa	“¿Y qué es homología?”
Aa1	“Es eso que presentan un mismo gen...”
Pa	“Ustedes cuando vieron esa palabra aquí, encontraron, trataron de ver ¿qué significa eso? ...
Grupo 4 Aa1	“La composición de los organismos, la composición del cuerpo de los organismos, otra que serían las razones por las cuales las algas se ubican en el reino Monera es porque poseen un tipo de nutrición autotrófica fotosintética...”
Pa	“Usted, a ver si le ayuda a Flor”
Aa2	“Se puede decir que el reino Monera está constituido por bacterias y cianobacterias (...) Se puede decir que los organismos se ordenan en orden jerárquico porque se ordenan por su tamaño y por la cantidad de células que tenga (...)”
Aa1	“Y también se dice que la mayoría de las bacterias se alimentan heterotróficamente y...”
Pa	“Elas tienen varios tipos de alimentación ¿Cuáles son los tipos de alimentación?”
Aa1	“Materia inorgánica”
Pa	“¿Cómo inorgánica?”
Aa1	“Ellos se alimentan de <u>materia inorgánica muerta</u> ”
Pa	“¿Cuáles son los tipos en las bacterias?”
Aa1	“Eso no lo hemos discutido”

Castro (2008)

Se ha presentado de manera extensiva la última parte de la interacción del **2do Grupo, Equipo 2 de la práctica de Virus**, para destacar un procedimiento didáctico importante en las interacciones de clase para ayudar a los estudiantes en la construcción de sus ideas. Se observó además, cómo la limitación del lenguaje impide la comunicación, aun teniendo el alumno el conocimiento. Si esta práctica se hiciera común en el aula de clase, los estudiantes se apoyarían en estos aportes para su aprendizaje.

En la práctica de Procariota la alumna **Aa2 del equipo 4**, habla de que las bacterias se alimentan de la materia inorgánica, luego completa diciendo que se alimentan de materia inorgánica muerta. Aquí hay un error conceptual que la docente pasa por alto al no corregirlo, dejando a la alumna y al resto de los compañeros con la incertidumbre de la respuesta.

El análisis de estas prácticas informativas induce a pensar que aún con todas las ventajas antes señaladas, indudablemente, la mayor desventaja que podría atribuírseles es que no se practica la dinámica de los procesos de la ciencia para producir conocimientos, en este caso particular, la dinámica de los procesos de las prácticas en los estudios de bachillerato. Si a estas prácticas informativas se las ubicara como complemento de los contenidos teóricos en el aula de clase, las desventajas que se señalan no serían tales, pues su naturaleza sería otra y no la de formar parte de un laboratorio.

Otras desventajas que podrían indicarse en estas prácticas de orden informativo es que los alumnos más aventajados son los que toman el liderazgo de la situación, llevan las lecturas, dictan las respuestas, sin que haya oportunidad para el resto del grupo, especialmente para los alumnos rezagados que siempre los existen.

Se muestra a continuación el análisis correspondiente a las prácticas que hemos denominado prácticas con experiencias reales, para distinguirlas de las prácticas informativas basadas en lecturas y cuestionarios. Entre estas se encuentran: la práctica de Selección Natural (17 de marzo), práctica de Grupos Sanguíneos (24 de marzo), práctica Modelo de Virus (12 de mayo),

práctica de Cianobacterias (09 de junio), práctica de Bacterias (16 de junio), práctica Protozoarios (23 de junio) y la práctica de Hongos 07 de julio).

Prácticas con Experiencias Reales

La mayoría de estas prácticas se encuentran en el Cuaderno de Práctica, menos la de Grupos Sanguíneos que tampoco tuvo una guía práctica como tal. Ninguno de estos trabajos prácticos partió de un problema, una interrogante o una hipótesis. Generalmente los prelaboratorios del Cuaderno de Práctica son preguntas informativas, no se indaga sobre los procedimientos propios de cada práctica. Igualmente los postlaboratorios constan de preguntas muchas de ellas relativas al trabajo práctico realizado.

Práctica 1: Selección Natural (17 de marzo)

Esta práctica es una continuación de una anterior llamada “Efecto del Ambiente sobre los Individuos” Aquí los alumnos realizaron todos los procesos de esta práctica. Para la presente práctica solo revisan y analizan los resultados.

Después de aclarar una confusión con relación a la práctica a realizarse, la profesora se dirige a los estudiantes: “Como esta práctica es una secuencia seguida, vamos a terminar con ella. Saquen su guía. Pueden continuar con la práctica de Selección Natural”

Los alumnos se distribuyen de manera asimétrica en dos mesones, 8 en un mesón y se reparten en dos grupos y 3 alumnos en otro mesón.

Esta práctica no fue grabada. Se hicieron notas de campo. La docente indica a los alumnos que van a responder la guía de práctica hasta la pag. 49. Esta práctica de Selección Natural según el Cuaderno de Práctica consta de 6 “Experiencias” hasta la pag. 49

- 1- Selección Natural de Individuos (Práctica real)
- 2- Selección Natural según Darwin (Lectura y cuestionario)

- 3- Lucha por la Existencia según Darwin (Lectura y cuestionario)
- 4- El Aislamiento Geográfico según Darwin (Lectura y cuestionario)
- 5- Teoría darwinista de la Evolución (Lectura y cuestionario)
- 6- Sopa de Letras

Mientras los estudiantes observan detalladamente las plantas sembradas en vasos plásticos de la práctica anterior y toman notas de sus registros, la profesora va llamando a los alumnos uno a uno para revisar el Cuaderno de Práctica y evaluar. Esta revisión del Cuaderno de Práctica parece ser una actividad rutinaria del laboratorio.

El docente no proporciona ninguna otra información, ni chequea lo que hacen los alumnos. De esta práctica se presenta un informe.

Práctica Grupos Sanguíneos (24 de marzo)

El docente comienza la práctica con una reseña sobre los grupos sanguíneos. Los incidentes en las transfusiones, el descubrimiento en los años 40 de las aglutininas y aglutinógenos por Landsteiner y Wiener, la importancia del conocimiento de los grupos sanguíneos.

Esta práctica no aparece en el Cuaderno de Práctica y la profesora tampoco proporciona una guía para la misma. Lo hace verbalmente como se indica.

Registros Prácticas con experiencias Reales

Registro 1.6: Indicaciones sobre la práctica

Pa: “No les voy a hablar más sobre los grupos sanguíneos porque supuestamente ustedes van a investigar.
Aquí tenemos los sueros para despistar los grupos sanguíneos. Se van a colocar acá (Indica los dibujos en la pizarra, un portaobjeto con la letra A, otro con la letra B y uno con Rh) unas gotas de sangre y suero anti A y anti B y otro para el Rh. Si al colocar la gotica de sangre acá y al colocar la gotica de suero, la sangre se aglutina o se corta, como se corta la leche...Bueno este individuo será grupo sanguíneo A; y acá no va a pasar absolutamente nada. Vamos con este hacemos el mismo procedimiento...”

Castro (2008)

Registro 1.7: Procedimientos de la práctica

Se tomaron las muestras de sangre de 9 alumnos, mientras tanto la profesora hacia un cuadro en la pizarra para colocar los resultados:

Nº INDIVIDUOS	A	B	AB	O	Rh	%

Registro 1.8: Resultados de la práctica

PARTICIPANTES	INTERACCIONES
Pa	<p>“Se tomaron la muestra de sangre 9 ¿verdad? ¿Quiénes de los que no se tomaron la muestra saben su grupo sanguíneo? OK, tú puedes entrar también allí. Entonces Gastón la sabe, tú también la sabes, son 11. Entonces 11 para sacar el porcentaje. Equivale un 100%, por decir algo, no los he contado, 3 individuos tienen grupo sanguíneo A, por decir algo, a que porcentaje equivale. A través de una regla de tres van a sacar el porcentaje de los grupos sanguíneos. Que no se les olvide agregar O y acá al final agregar el porcentaje ¿Estamos? Entonces vamos a ver los grupos”</p> <p>“Entonces con O tuvo 6 individuos, con A 1, AB 1, B 1 ¿Ustedes? Gastón vamos a colocar aquí, A, ¿Y el joven? O+. Entonces son 7 individuos con O, con A 2 individuos, con AB 1 y B 1. Factor Rh+ 11”</p> <p>“Cada quien se para a buscar sus dos portaobjetos y los lava bien lavaditos, allá y los seca con la batica y los trae...”</p>
Ao1	“Rh+”
Aa	“Anti A, anti ¿Qué?”
Ao1	“Anti AB”...
Pa	¿Usted ya sacó su porcentaje?
Ao1	“Si”
Pa	“¿Cuánto le dio?”
Ao1	“O, 63, 6%”
Pa	“¿A?”
Ao1	“A, 18, 1%”
Pa	“¿AB?”
Ao1	“9, 1%”
Pa	“B”
Ao1	“9, 1%”
Pa	“Sumen tienen que darle el 100%”

Castro (2008)

La profesora pasa por todos los grupos para chequear los resultados. Se observó que a los estudiantes se les dificulta operar con los porcentajes.

De esta práctica la profesora pide un informe y dicta las pautas para su realización.

Registro 1.9: Finalización de la práctica

Pa: Bien, para la semana que viene me van a traer un trabajito, mejor dicho un informe. Ya saben lo que debe contener el Informe ¿Qué debe contener un informe? Una gran mayoría no está poniendo los objetivos, ni el título de la práctica. Entonces (Escribe en la pizarra) Título de la práctica, los Objetivos de la práctica, qué objetivos queremos lograr con la práctica que se realizó, Introducción, Materiales y sustancias por separado, en una columna los materiales y en otra las sustancias ¿Cuáles fueron las sustancias utilizadas? Los sueros, los reactivos y el alcohol, los demás son materiales; los Procedimientos, es decir, cómo se hizo el procedimiento para obtener el resultado de los grupos sanguíneos...

Castro (2008)

En estas indicaciones suministradas por la docente para la realización del informe, se observa que el informe de prácticas de laboratorio no es tratado con la formalidad que se exige en este campo. La manera de referirse al informe como “un trabajito” indica el desconocimiento que se tiene sobre lo que es un informe de prácticas de laboratorio; igualmente, el hecho de omitirse en algunos informes los resultados, corrobora lo anteriormente dicho, es decir se desconoce el significado de lo que es un informe.

Estas omisiones reflejan faltas teóricas sobre el desarrollo del conocimiento científico y también faltas didácticas, que se pueden convertir en dificultades epistemológicas y pedagógicas respectivamente en la construcción del aprendizaje de los estudiantes.

Práctica 5: Virus (12 de mayo)

De la práctica de virus, el Cuaderno de Práctica sólo pedía la identificación de las partes de un virus y las respuestas a un corto cuestionario. El docente propone algo diferente: la elaboración de un modelo de virus.

Registro 1.10: Indicaciones para la práctica

Pa	“Cada uno de los grupos van a plasmar en los cartoncitos que trajeron un modelo de virus, pero ustedes primero van a discutir en grupo ¿Qué es un modelo? ¿Qué queremos representar nosotros con un modelo? Bien, no importa si no nos queda tiempo para responder las preguntas del de la práctica ¿Quién tienen la práctica por allí? Porque podríamos continuar la semana que viene, respondiendo las preguntas que tienen acá sobre virus”
-----------	--

Castro (2008)

Registro 1.11: Discusión en grupos

PARTICIPANTES	INTERACCIÓN
Equipo 1 Ao1	...
	“¿Qué es un modelo? ¿Qué es un virus? ¿Pueden presentar todos unos mismos modelos? ¿Son diferente?”
Ao3	“Diferentes entre modelo y virus”
Ao4	“Lo primero que hay que hacer chamos es el círculo” ...
Ao2	“No igual yo creo que es muy pequeño, mire. Pues en aquella cuál es”
Pa	(Se escucha la voz de la profesora) “Yo creo que antes de pasar a hacer el modelo, tienen que discutir qué es un modelo en general, qué es un modelo, esta es la pregunta, la premisa de la clase...”
Ao3	“¿Están oyendo? Ya va, ya va”
Ao2	“No importa haga el círculo nada más y ...”
Ao3	“No, ya va, no lo hagas todavía”
Ao4	“Es lo mismo...”
Ao1	“...¿Qué es un modelo?”
Ao3	“¡ Ah! ¿Qué es un modelo?”
Ao1	“Es lo que vamos a representar aquí...es lo que tiene que hacer el individuo antes de que arreglen los colores”

Ao3	“Pregúntele a la profesora”
Ao2	“Un modelo, un modelo es...”
Ao1	“Es una representación...”
Ao3	“Es una representación gráfica de algo”
Ao4	“Así que nos está dando ideas”
Ao1	“Así nunca va a llegar a ser grande”
Equipo 2	...
Aa2	“Bueno, escuchen, ya sabemos lo que es un modelo ¿Por qué existen clases o tipos de modelo?”
Aa3	“O sea en el sentido del virus porque...”
Aa2	“Aja, entonces...”
Aa3	“Hay distintos tipos de modelos...” ...
Aa2	“Bueno yo había escuchado que el virus era una célula que se encontraba en una membrana, y esto producía que, o sea el virus y ¿Por qué hay diferentes tipos? O sea, no se” ...
Aa3	“No, si va alcanzar, pero es que ustedes no saben, niñas, dibujen el modelo ya”
Aa2	“Aparte qué quiere que dibuje, díganos”
Aa3	“¿Que le diga qué?”
Aa2	“¿Por qué este tipo de modelo es pequeño?”
Aa3	“Porque sí, porque la vida es así”
Equipo 3	“Porque todos los virus tienen estructuras diferentes y funciones diferentes y son diferentes, entonces tienen que ser los modelos diferentes”
Aa1	“Dígame las fulanas líneas imaginarias”
Aa2	“Yo no se ¿Cuál es ah?”
Aa3	“Porque los virus...Lea ahí a ver que son virus”
Aa1	“Bueno aquí dice, los virus no tienen estructura celular, ni metabolismo, además de poseer ADN ARN, pero nunca ambos juntos”
Aa2	No coloques estructuras en el modelo”
Aa1	“Es que puede haber modelo de otra cosa”
Aa2	“De otra cosa...”
Aa1	”Porque si tu haces un modelo de un corazón, bueno digo yo. Para mi el modelo es eso”
Interrogatorio Pa	“¿Qué dice usted?”

(Equipo 1) Ao3	“Yo pienso que el modelo es una representación que nos permite plasmar una estructura, puede ser un dibujo o algo así, sobre una base con una dimensión, sobre un plano, yo pienso que es un modelo porque ayuda a estudiar mejor, a entender mejor los organismos”
Pa	“El equipo de mesón allá” “Usted dice que sí, muchos de ustedes respondieron junto con ella que si es un modelo, lo que ustedes tienen allí en el libro ¿verdad? Es decir las representaciones que están haciendo, les digo que si es un modelo. Que es un modelo gráfico dijo ella ¿Qué piensan allá ustedes?”
(Equipo 3) Aa1	“Si porque nosotros estamos representando gráficamente o físicamente, no es un virus como tal, estamos representando con colores, plastilina, la figura, para poder visualizar bien una estructura”
Pa	“¿Es solamente gráfico o es teórico también?”
Aos	“Teórico también”
Pa	“¿Por qué teórico también?”
Aa1	“Porque tenemos que su estructura, la parte de los resultados...” ...
Pa	“Aja, muy bien, y esos virus tienen todas diferentes estructuras y diferentes partes ¿Qué sucede?”
Aa2	“Si, tienen diferentes estructuras y diferentes partes, porque por lo menos el que me tocó a mí tiene ADN, tiene collar, tiene fibras en la cola, tienen vaina, cabeza, cola, y los otros tienen, ya le voy a decir, proteínas, también ARN, o sea tienen diferentes estructuras.”
Pa	“Aja, y ¿Habrán estructuras básicas que puedan identificar a un virus?”
Ao	“Creo que sí” ...
Pa	“Cuando yo pregunto ¿Cuáles son las estructuras básicas? ¿Qué estoy preguntando?”
Aa1	“Lo que tienen en común todos ellos”

Castro (2008)

Esta idea de la profesora de hacer algo distinto a la práctica establecida, resultó muy fructífera. Se ha observado que los estudiantes en sus discusiones llegaron a la idea de lo que es un modelo y la finalidad que cumple, como **Ao3** del equipo 1, **Aa1** del equipo 3. Sin embargo, se vio también que los alumnos líderes como estos dos alumnos logran involucrar en la tarea a aquellos alumnos menos interesados como **Ao2** y **Ao4** del equipo 1 y **Aa3** del equipo 2. Esta experiencia se convirtió en una buena estrategia didáctica en la construcción del conocimiento de los alumnos.

Las prácticas de **Cianobacterias, Bacterias, Protozoarios y Hongos** se hicieron siguiendo el formato del Cuaderno de Práctica, igual que la práctica de Selección Natural. Constan de un apartado con Materiales, Prelaboratorio. Experiencias y Poslaboratorio.

En estas experiencias, con excepción de la práctica de Bacterias, el procedimiento consiste en observación de muestras al microscopio, propias de cada práctica, como muestras de agua para cianobacterias y protozoarios y algas, para hongos pan enmohecido, bulbo de cebolla y naranja con hongo, solución de levadura.

La práctica de Bacterias tuvo un procedimiento más elaborado. Se hicieron extendidos en los porta objetos con solución de yogurt y leche; después de secados pasándolos varias veces por el mechero, se colorearon con azul de metileno, se lavó el colorante después de un tiempo y finalmente se observaron al microscopio.

De todas estas observaciones se hicieron los dibujos y se realizaron lecturas de los temas respectivos para responder las preguntas del Cuaderno de Práctica.

El siguiente Registro muestra fragmentos de secuencias de interacción en las lecturas, respuestas a los cuestionarios e interrogatorios de las distintas prácticas.

Registro 1.12: Interacciones en Prácticas de Cianobacterias, Bacterias, Protista y Hongos

PARTICIPANTES	INTERACCIONES
<p>Práctica de Cianobacterias Grupo 1</p> <p>Aa1</p>	<p>“...Se reproducen asexualmente por una reproducción binaria. También una característica que ellos constituyen es que tienen varios pigmentos, tienen la ficocianina que es azul y por esto es que se le dio el mismo nombre de ellas. También tienen otro pigmento que tienen algunas de estas bacterias sería la ficoeritrina que es la de color rojo y las xantofilas que es la de color amarillo. También se dice que el mar rojo se le había dado ese nombre por las mismas cianobacterias que estaban en su superficie...”</p>
<p>Pa</p>	<p>¿Qué quiere agregar usted”</p>

Aa2	“Profe que también ellos no presentan cloroplastos y el proceso de fotosíntesis es muy parecido al de las plantas. También como se dijo están constituidos por <u>polisacáridos</u> , que es su estructura externa...respecto a su color, que hay diferentes colores, está el azul, la roja, porque se le dio el nombre de <u>algas rojas</u> ...”
Pa	“No, ya va, las algas rojas están aparte...” ...
Aa3	“También se puede decir profe que ellas para sobrevivir necesitan de dióxido de carbono...también necesitan agua, este...”
Pa	“¿Y cómo es su hábitat?”
Aa3	“El hábitat o sea ellas se podría decir, el hábitat, ya va, si ellas necesitan para sobrevivir nitrógeno, dióxido de carbono y eso, para mi el hábitat para ellas tienen que ser o sea que tengan esas condiciones...”
Pa	“¿Y el hábitat?”
Aa1	“Se dice que las algas necesitan de un lugar donde ellas puedan subsistir y donde haya las condiciones...”
Grupo 2 Pa	“A ver acá ¿Qué leyeron ustedes sobre las algas <u>verde-azules</u> ?”
Ao1	“Bueno sobre las cianofíceas o algas verdiazules son filogenéticamente las más primitivas, se caracterizan por no presentar núcleo, cloroplastos definidos. Son considerados también como misofíceas o (...) hay varias como son la Oscillatoria, la Nostoc, Gloeocapsa, ellas tienen que tener, la mayoría se dan en aguas estancadas...”
Pa	“¡Ah! Aguas estancadas. El hábitat es aguas estancadas ¿saladas?”
Ao1	“No, dulce”
Pa	“Las que nosotros vimos son de agua dulce ¿verdad? A ver ayúdelo ahí Ona”
Ao2	“Bueno podemos decir, por ejemplo, que podemos encontrar varios tipos ¿verdad? Por ejemplo Gloeocapsa, se da más que todo en aguas dulces estancadas, en muros húmedos; que estas se encuentran agrupadas en grupos de dos, cuatro, seis y ocho creo. También que en su parte central se encuentra el ácido nucleico y que no poseen núcleo”
Grupo 3 Pa	“Por acá”
Ao1	“Las <u>algas cianofitas</u> estas se enmarcaban antiguamente en las <u>algas verdeazuladas</u> porque eran sus características, eran muy parecidas a las algas, pero debido a las técnicas avanzadas que ha habido y al estudiar sus características celulares que poseen éstas ¿verdad? Se dan cuenta que se acercan más a las bacterias que a las algas. Ahora este tipo de algas verdeazuladas poseen características muy personales...”
Pa	“Muy particulares” (Corrige la profesora)
Grupo 4	“Las cianobacterias o algas verdeazules se agrupan en el filo de las cianofitas ¿verdad? Las algas verdes se agrupan en este filo”

Aa1	por la gran semejanza que tienen con las bacterias. Ellas en su gran mayoría son unicelulares de vida libre o también se las encuentra agrupadas en colonias, y ellas realizan el proceso fotosintético gracias a diversos pigmentos...”
Pa	“Fred”
Ao1	“Las cianobacterias se reproducen por división binaria y una de las características más resaltantes es que carecen de plastos y poseen clorofila que le permite hacer la fotosíntesis parecida a la de las plantas y sus fuentes nutricionales son muy fáciles de cubrir, Ellas toman el nitrógeno (...)
Ao2	“Bueno como ya él lo dijo, las algas verdeazules se agrupan en la División cianofitas, son llamadas actualmente cianobacterias, estas las encontramos en las aguas dulces, son organismos procariotas la mayoría unicelulares, se diferencian de las bacterias por poseer clorofila...”
Práctica de Bacterias Pa	“Van a trabajar sobre las bacterias y las cianofitas, van a sacar las diferencias que consigan entre ellas <u>¿Cuáles son las cianofitas?</u> ”
Grupo 1 Ao1	“Los organelos asociados a ellas, <u>retículo endoplasmático y aparato de Golgi</u> , además de <u>cloroplastos y mitocondrias</u> , pues, estos se <u>originan según la hipótesis de Margulis por endocitosis de procariotas</u> . La mayoría presenta pared celular, pero su composición es diferente al de las plantas, algunas presentan flagelos, también de composición diferente al de las eucariotas y ninguno presenta cilios.”
Ao2	“Y <u>estas sí presentan membrana nuclear</u> , ahí ya hay una diferencia”
Ao1	“Las características <u>¿Sabes qué? Lo podemos sacar por las características (...)</u>
Ao2	“Las bacterias presentan...Yo copie <u>membrana nuclear</u> , présteme el borrador ahí”
Grupo 2 Pa	“ <u>¿Y las cianofitas presentan flagelos?</u> ”
Aa1	“No”
Pa	“No presentan flagelos <u>¿Cómo está constituida la pared celular de las bacterias y cómo está constituida la pared celular de las cianofitas? ¿sí? El hábitat, rápidamente, el hábitat de las dos, yo los puse a trabajar en base a las dos</u> ”
Ao1	“De las algas en aguas estancadas dulce, en sitios húmedos, sombríos, en las paredes. Las bacterias...”
Pa	“Solamente las encontramos en el dibujo, las bacterias”
Ao1	“En el proceso de fermentación”
Pa	“En el proceso de fermentación por las bacterias, pero solamente las encontramos en el yogurt las bacterias”
Ao1	“No”
Pa	“¿No? <u>¿Dónde más se encuentran las bacterias? En todas partes</u> ”
Grupo 3 Aa1	“Pared celular que está compuesta por <u>polisacáridos</u> y ésta como ayuda a proteger...no se, ya va...”

Pa	“¿Y en las bacterias ¿Cómo es en las bacterias?”
Aa2	“Se dice que en las bacterias este...”
Pa	“Recuerden que las diferencias las estamos dando entre las dos” “¿Cómo es la pares celular en las bacterias” (Nadie contesta) “¿Qué hábitat tienen las cianofitas y ...las bacterias? ...
Pa	“Pero yo estoy preguntando ¿Si unas son unicelulares las otras son pluricelulares?”
Aas	“Si, sí”
Pa	“No, todas son unicelulares. Si estamos hablando de las procariontas del reino Monera, son unicelulares...” “Ustedes se imaginan que ustedes vayan a decir eso en, no eso no lo dio la profesora, eso no lo vimos nosotras”
Grupo 4 Ao1	“Aja, vamos hacer las diferencias entre bacterias y cianobacterias. Bueno, entonces vamos a ver aquí. Mérida coma hoy 16 de junio...” (Los alumnos hablan de otra tarea)
Ao2	“Esto no lo van a preguntar al final ¿verdad?”
Ao1	“Sí nos van a interrogar ¿Tienes una regla? Mira por favor la regla”
Ao2	“Chamo discuta por favor. ¿Qué es lo que vas a escribir ahí? Discuta pues”
Ao1	“Las bacterias filamentosas con vaina, grupo Cianofita, grupo cianobacterias. Papel ecológico, fijadoras de carbono y estos son degradadores. Aja, las bacterias son generalmente en su papel ecológico degradadotas, las cianofíceas su papel ecológico es fijar el nitrógeno ¿Qué otra cosa se puede poner? ...
Ao1	“Profe ¿Las bacterias también son unicelulares...?”
Práctica de Protista Pa	“¿Cuáles son las características del Reino Protista?”
Ao1	“Se puede decir que estos se reproducen asexualmente, son organismos unicelulares...en el caso de las algas mucilaginosas que se desarrollan en lugares sombreados, frescos, es decir tropicales y en árboles”
Pa	“¿Y son procariontas o eucariotas?”
Ao1	“Eucariotas”
Pa	“¿Cómo se divide el reino protista o cómo se clasifica? Pero es que aquí no solamente tengo a Pin, a ver ¿Cómo se clasifican las algas?”
Aa1	¿Algas rojas y algas pardas?
Pa	“¿Cómo se dividen ellas?”
Aos	“Clorofila, Cianofita, Rodofita, Faeofita”
Pa	“¿Y los protozoarios cómo se clasifican?”

Práctica de Hongos Pa	“¿Cómo son las características generales de los hongos?”
Ao1	“Son multicelulares”
Pa	“¿Todos?”
Aa1	“Y unicelulares”
Pa	“¡Ah! Unicelulares también como el caso de las levaduras. Aja, ¿Qué más?”
Aa1	“Como no poseen cloroplastos no poseen clorofila, son heterótrofos, las sustancias que ellos reservan <u>es el glucógeno</u> (...)”
Pa	“Las muestras?” (Los estudiantes muestran pan, naranja, cebolla y levadura)

Castro (2008)

En el análisis se observa que, inclusive, con las lecturas recientes todavía hay estudiantes con errores conceptuales, teóricos y confusiones como, por ejemplo, la alumna **Aa2** del equipo 1 de la práctica de cianobacterias quien señala que la estructura de éstas está compuesta por polisacáridos. Se conoce que la pared de las bacterias y cianobacterias está constituida por un polímero llamado peptidoglicano, compuesto por azúcares y aminoácidos. Este error de la alumna se encuentra en el libro texto de biología para ese año de estudios y este es un error teórico, los polisacáridos no son azúcares, aunque en su degradación pueden llegar a ellos, pero como moléculas estructuradas y su funcionamiento es muy diferente. La confusión que presenta esta misma alumna con las cianobacterias y las algas rojas fue aclarada en su momento por la profesora. Igualmente, los estudiantes de este grupo no respondieron a la pregunta sobre el hábitat de las cianobacterias, en este caso la docente los dejó con la duda al no aclararla.

En este mismo orden de ideas, el estudiante **Ao1** del equipo 1 de la práctica de Bacterias, muestra tener error en el desarrollo teórico del conocimiento, al confundir la estructura bacteriana con la estructura de las células eucariotas, él expresa que las bacterias tienen organelas como el aparato de Golgi, cloroplastos y mitocondrias, demostrando con ello que no ha entendido qué significa una célula procariota y una célula eucariota. Los

estudiantes de este grupo no respondieron a la pregunta sobre el hábitat de las bacterias. La profesora respondió que se encuentran en todas partes, sin mayor explicación del por qué de esta diversidad de hábitats.

Los estudiantes del equipo 3 de esta misma práctica no supieron cómo es la pared de las bacterias, habiendo respondido antes (aunque de manera errada) que la pared de las cianobacterias esta compuesta por polisacáridos; demostrándose una vez más que los errores de los textos y el de los docentes se multiplica. La composición de la pared es una característica común entre bacterias y cianobacterias.

De manera general, a los estudiantes se les presentan problemas para diferenciar entre bacterias y cianobacterias. Dificultad debido, probablemente, al no establecimiento de criterios evolutivos en el estudio. Como ya se ha señalado en alguna parte, este grupo de organismos por ser los primeros en aparecer, como lo señala la teoría, presentan características muy particulares, tanto morfológicas como funcionales; como lo es el hecho de presentar una estructura interna muy simple, sin organelas citoplasmáticas rodeadas de una membrana, la presencia de una pared celular que les permite vivir en condiciones drásticas ambientales y un metabolismo versátil como modo de adaptación a esos distintos ambientes.

Una dificultad que se destaca es la confusión de las cianobacterias con las algas. A partir del momento en que los estudios microscópicos y de bioquímica celular demostraron que las algas verde azules se relacionan más con las bacterias que con las algas, se les separó de este grupo y se le ubicó en el reino Monera junto con las bacterias, con la denominación de cianobacterias. El hecho de seguir utilizando las denominaciones antiguas como algas verde azules y cianofitas crea confusiones en los estudiantes; parece que la docente no se ha dado cuenta de esta situación al usar profusamente estas designaciones.

En cuanto al desenvolvimiento de los estudiantes con el microscopio, éste es muy precario. Pareciera que son pocas las oportunidades que tienen

para su manejo, esto trae como consecuencias que sus observaciones sean limitadas. Tratan de centrarse en descubrir la parte estructural y con estos microscopios se hace sumamente difícil su observación, aunado a ello, el apuro con que hacen estas observaciones para que todos en la fila de alumnos que espera tengan chance de hacerlo. Los dibujos que realizan los hacen de los libros, obviando las observaciones realizadas.

3- ANÁLISIS DE LOS INFORMES

El Informe de laboratorio forma parte de la indagación científica. El informe da cuenta del trabajo científico, de los diseños, procedimientos, datos y resultados obtenidos. Generalmente al informe científico se le ha dotado de una estructura común que consta de propósitos, metodología, resultados y conclusiones.

Durante el lapso de la investigación se presentaron tres (3) Informes de Prácticas de laboratorio, realizados por grupos de trabajo. De estos tres informes, uno responde a una experiencia práctica real (Grupos Sanguíneos), otro, presenta sólo los resultados de la práctica y las respuestas de un cuestionario derivado de lecturas (Selección Natural); un último informe consta de una presentación teórica con lecturas y preguntas derivadas de las mismas (Biodiversidad).

Estos Informes presentan una estructura en su desarrollo, con variaciones de acuerdo al tipo práctica realizada. Generalmente, constan de una Introducción, Prelaboratorio, Experiencias, Postlaboratorio, Conclusiones y Bibliografía. En otros casos el informe contiene también Objetivos, Materiales y Resultados.

Análisis del Informe 1: Selección Natural

El título de la práctica de origen es: “Efectos del medio ambiente sobre los individuos”, del cual se derivó la práctica de Selección Natural. El informe se podría decir que tiene una presentación mixta. En la Experiencia 1 se presentan las observaciones y los resultados de la práctica realizada y el resto de las Experiencias son lecturas acompañadas por cuestionarios. El informe presenta una estructura constituida por una Introducción, Objetivos, Prelaboratorio, Experiencias, Post-laboratorio. Conclusiones y Bibliografía.

Introducción. En la introducción de estos informes no se menciona la experiencia práctica de donde se derivaron los resultados que se presentan, tampoco se habla de las lecturas y los cuestionarios que se realizaron sobre la teoría de la evolución y conceptos afines. Se observa que en uno de informes la introducción comienza con objetivos expresados como información teórica. En otros informes el contenido de la introducción es diverso, no incluyen los propósitos del trabajo. Sólo un informe dice a grandes rasgos de qué trata la práctica.

Registros Informes de Laboratorio

Registro 1: Práctica 1. Introducción

PARTICIPANTES	TEXTO
Grupo 1	“En el siguiente informe presentamos los objetivos de la selección natural, la lucha por la supervivencia, el aislamiento geográfico, la teoría darvinista de la evolución...La teoría de Darwin de la Selección Natural nos presenta de las especies animales y vegetales que pueblan la tierra están sujetas a cambios y a través de estos cambios que se originan nuevas formas evolutivas...”
Grupo 3	“Según la teoría de Darwin, se produce la adaptación y la evolución. El hombre es una especie y las variaciones típicas de los individuos que son fácilmente visibles pero no sucede con ciertas variaciones de otros organismos para que juegue un papel importante en la evolución debe ser hereditaria...”
Grupo 4	En el presente informe hablaremos sobre la selección natural, en algunas lecturas sabremos como Darwin investigó por medio de experimentos lo relacionado con este tema, hablaremos sobre la importancia de su teoría y también el porque es importante”

Castro (2008)

En la introducción del informe del Grupo 1, dice que los organismos están sujetos a cambios y que estos cambios son los responsables de la aparición de nuevas especies, pero no explican la naturaleza de estos cambios ¿Ambientales? ¿Orgánicos? ¿Ambos? La introducción del Grupo 3 es confusa, no hay coherencia en las ideas. En cuanto al informe del Grupo 4, presentando algunas incongruencias, por ejemplo, decir que Darwin realizó experimentos, se refieren a lo que trata el informe: sobre la práctica de selección natural y sobre la lectura de textos informativos.

Objetivos. Sólo en uno de los informes analizados se señalan los objetivos y éstos son identificados como contenidos, en el apartado de la introducción.

Registro 1.1: Objetivos

PARTICIPANTES	TEXTO
Gripo 1	“En el siguiente informe presentamos los objetivos de selección natural, la lucha por la supervivencia, el aislamiento geográfico, la teoría Darwinista de la Evolución. La teoría de Darwin de selección Natural nos presenta de que las especies animales y vegetales que pueblan la tierra están sujetas a cambios... ”.

Prelaboratorio. El prelaboratorio consta de tres preguntas relativas a las lecturas realizadas. Algunas respuestas se limitan a dar información textual, otras no responden lo que se les pide, por ejemplo.

Registro 1.2: Prelaboratorio Pregunta 1. Defina Selección Natural

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Grupo 2	“Teoría desarrollada por Darwin, es la más importante de las teorías para demostrar que la vida había surgido gradualmente sobre la tierra y que los seres vivos se habían desarrollado de acuerdo con un proceso evolutivo a partir de formas inferiores hacia formas superiores...”
Grupo3	“Es el proceso por el cual los efectos ambientales conducen a un grado variable de éxito reproductivo entre los individuos de una población de organismos con características o rasgos diferentes y heredables...”
Grupo 4	“Es la que describe el mecanismo propuesto por Darwin (1809-1882) para ejemplificar como evoluciona un organismo con respecto a otro”

Castro (2008)

El grupo 1 se limita solamente a indicar lo que hizo Darwin, pero no explica nada relacionado con la selección natural. Los integrantes del grupo 2 plantean a grandes rasgos cómo fue la evolución, pero no hacen mención sobre la selección natural. Por el contrario, el grupo 3 toma en cuenta el fundamento de la selección natural al hablar del grado variable del éxito reproductivo entre los organismos de una población, pero fallan al indicar que las características de esta población son diferentes.

Registro 1.3: Prelaboratorio Pregunta 2. Explica brevemente la teoría darwinista.

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Grupo 1	“Su teoría sostenía que las especies de animales y vegetales que pueblan la tierra están sujetas a cambios y es a través de estos cambios que se originan las nuevas formas evolutivas...”
Grupo 2	“A mediados de ese siglo Charles Darwin (1809-1882) de 22 años emprendió un viaje de 5 años hacia las islas Galápagos, frente a Ecuador; observó y clasificó muchas especies en plantas y animales...”
Grupo 3	“La variación es característica de todo grupo de animales, plantas y los organismos pueden diferir de diferentes maneras (recuérdese que Darwin desconocía las leyes hereditarias modernas por eso supuso que era una de las propiedades inherentes a los seres vivos) ...” (describe los hechos en que se basó Darwin para proponer la teoría)

Castro (2008)

Los integrantes del grupo 1 responden a medias la pregunta ¿a qué cambios se refieren?, ¿a los ambientales?, ¿a los orgánicos? Los otros dos grupos en realidad no responden la pregunta.

Registro 1.4: Prelaboratorio Pregunta 3. Explica brevemente la teoría neodarwinista.

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Grupo 1	“Según algunos neodarwinianos, las nuevas especies surgen de la gradual acumulación de mutaciones pequeñas, otros creen que las nuevas especies y géneros se originan en un solo paso, por medio de una mutación, o cambio mayor en el sistema genético...”
Grupo 2	“Esta corriente surge al asociar la teoría de Darwin con los nuevos conocimientos de genética u de otras ramas de la biología como la ecología, la bioquímica, la genética y trata de explicar en sentido global el fenómeno de la evolución...”

Grupo3	“Esta teoría surge al asociar la teoría de Darwin con los nuevos conocimientos de genética y de otras ramas de la biología como la ecología, etc. Y trata de explicar en sentido global el fenómeno...”
Grupo 4	“...Según algunos neodarwinianos, las nuevas especies surgen de la gradual acumulación de mutaciones pequeñas. Otros creen que las nuevas especies y géneros se originan en un solo paso, por medio de una macro mutación o cambio mayor en el sistema genético, mucho de estos cambios notables solo producen “mostros”...”

Castro (2008)

Como se observa, los alumnos copian textualmente de los libros para responder las preguntas, no contribuyendo esto a su desarrollo.

Experiencias. Después de la introducción se encuentra lo que ellos llaman Experiencias, aquí presentan los resultados de la experiencia práctica, las lecturas y los cuestionarios derivados de las mismas; no discriminan el tipo de actividad que colocan en estas “Experiencias”. En el caso particular de este informe colocaron como Experiencia 1, los resultados de la práctica realizada con las plantas, los cuales respondían a preguntas como 1- Observa cuántas plantas de caraota han sobrevivido expuestas al sol desde la semana anterior. 2- ¿Cuáles se ven en mejor estado? 3- ¿A qué crees que se deben estas diferencias? Las respuestas a estas preguntas fueron muy simples, carecían de argumentos en la explicación de lo sucedido. Algunas denotan preconcepciones al afirmar que “las plantas de la sombra son débiles comparadas a las de la luz que son más fuertes debido a que son nutridas por la luz solar”.

De la Experiencia 2 en adelante se hace mención a ciertas lecturas, seguidas de una serie de preguntas (cuatro lecturas breves en total). Por ejemplo: “Experiencia 2: Selección natural según Darwin: 1. Lee el siguiente segmento, extraído del libro “El origen de las especies” de Darwin. Algunos de los alumnos incluyen las lecturas en el informe. La última “experiencia” consiste en resolver una Sopa de Letras con palabras relativas al tema.

Las experiencias que se mencionan en este informe no tienen el mismo significado que tienen las experiencias en el campo de la ciencia. En ciencia la experiencia es un hacer y es un desarrollo en busca de respuestas a

ciertas interrogantes: es construir un conocimiento. Lo que se hace en estas prácticas informativas es simplemente buscar las respuestas de ciertas preguntas en un texto escrito; si la finalidad de estas prácticas es el aprendizaje, éste es muy limitado y memorístico.

Postlaboratorio. No todos los informes presentan los postlaboratorios. Estos contienen algunas preguntas relativas a las lecturas, pero ninguna de ellas relacionada directamente con los resultados de la experiencia práctica real realizada (Grupo de plantas crecidas en presencia y en ausencia de luz). Por ejemplo: Defina selección natural con sus propias palabras; ¿Por qué la teoría de Darwin no era considerada plenamente correcta?

Conclusión. Las conclusiones son muy diversas, algunos se limitan a resumir lo dicho en algunas de las respuestas de los cuestionarios. Otros se refieren al trabajo de Darwin y también a la adquisición de habilidades y destrezas pero no dicen cuáles. En otro hacen mención a los resultados que Darwin demostró por medio de experiencias, no explican las demostraciones ni mencionan las experiencias.

Registro 1.5: Conclusiones

PARTICIPANTES	TEXTO
Grupo 1	"Vistos los objetivos antes mencionados podemos llegar a la conclusión de que todo ser vivo está estrechamente relacionado con su medio ambiente, la lucha por la supervivencia; que sobrevive el mejor adaptado, y de cómo ha hido evolucionando los seres vivos de acuerdo a su ambiente; también el aislamiento geográfico..."
Grupo 3	"De este informe sobre la teoría de Charles Darwin hemos aprendido la importancia sobre el mecanismo que ha producido la evolución... Que la adaptación es cualquier característica controlada genéticamente que ayuda al organismo individual o a la especie a la pertenece a sobrevivir...De igual manera nos facilita la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas".
Grupo 4	"Hemos concluido el presente informe y vimos la importancia de la selección natural, ya que Darwin demostro por medio de experiencias resultados de cada vez más complejos y faciles de entenderlos..."

Castro (2008)

En ninguna de las conclusiones analizadas había algo que relacionara los resultados encontrados con las semillas crecidas en presencia o en ausencia de luz, lo que indica, de alguna manera, que el peso del informe está en las lecturas y los cuestionarios y no en los resultados obtenidos en la práctica desarrollada y la discusión de los mismos, como se esperaría en un informe científico.

Bibliografía. La mayoría de los informes no presenta la bibliografía utilizada para realizarlos. Aquellos pocos que la indican, presentan desconocimiento para escribir las citas bibliográficas. No se observa alguna observación o corrección de la profesora en ninguno de los apartados del informe.

Estas omisiones involucran problemas en el desarrollo de la teoría y didácticos en la práctica educativa, los cuales pueden convertirse en dificultades epistemológicas y pedagógicas respectivamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Análisis del Informe 2: Grupos Sanguíneos

Este fue el único informe derivado de una experiencia de práctica real. Fue una práctica completa cuyos procedimientos tuvieron mucho significado para los estudiantes, mostrado en la motivación existente entre los grupos de trabajo.

El informe presenta una estructura constituida por una introducción, objetivos, materiales y sustancias utilizadas, desarrollo, procedimientos, resultados, conclusiones y bibliografía.

Introducción. Generalmente los estudiantes colocan en la introducción información textual, sin relacionarla con la práctica realizada, como se presenta en el siguiente Registro.

Registro 1.7: Informe 2. Introducción

PARTICIPANTES	Texto
Grupo 1	“La genética humana con los ejercicios para resolver problemas en cuanto a la herencia de los alelos del sistema ABO ha resultado en preguntas constantes de madres, abuelos y niños buscando información sobre el tipo de sanguíneo del padre del niño...La membrana celular de los glóbulos rojos contienen su superficie diferentes proteínas, las cuales son los responsables de los diferentes tipos de sangre...”
Grupo 2	“Se han tratado los temas atendiéndonos estrictamente sobre uno de los hechos en que más se han fijado los genetistas es la herencia de los grupos sanguíneos en el hombre...Iniciamos el desarrollo con el apasionante tema que se trata acerca de las características de los grupos sanguíneos...Terminando haci con el fin de ayudar a comprender la importancia de la compatibilidad...”
Grupo3	“En el siguiente informe que se les va a presentar explica un tema de suma importancia para las personas ya que explica detalladamente todo lo referente a “Grupos Sanguíneos” ya que por medio de este podemos determinar el Rh de una persona”
Grupo 4	““La sangre es un tejido que circula dentro del sistema virtualmente cerrado de los vasos sanguíneos. El volumen sanguíneo circulante total representa aproximadamente el 8% del peso corporal (5.600ml en un hombre de 70kg. El 55% de este volumen es plasma (3.500ml aproximadamente) mientras que el resto está constituido por una serie de elementos celulares...”
Grupo 5	La sangre es un tejido complejo, el cual una parte de ella puede distribuir oxígeno por todo el cuerpo y otra proteger al organismo a bacterias o enfermedades se va a conocer los diferentes grupos de sangre los cuales se originan debido a la ausencia de antígenos que se encuentran en los glóbulos rojos...”

Castro (2008)

De estos grupos, los tres primeros indican de alguna manera, de lo que trata el informe, los otros contienen contenidos textuales tomados de alguna fuente. Se puede observar también que hay deficiencias en la escritura de algunos de ellos (Grupo 2 y grupo 5), sin embargo no había señales de alguna corrección.

Objetivos. La mayoría de los informes tenían objetivos, otros no lo tenían. En general, los objetivos mostraron lo que se quería lograr de la práctica. El Grupo 1 y el grupo 5 los presentaron de manera más entendible, como se muestra.

Registro 1.8: Objetivos

PARTICIPANTES	TEXTO
Grupo 1	“El objetivo principal es obtener y ampliar nuestros conocimientos acerca de los grupos sanguíneos por lo que se realizaron investigaciones relacionadas al tema...Demostrar los conocimientos obtenidos al realizar dicha investigación a través de un experimento que nos permitió saber o comprobar nuestro tipo de sangre...Entender los grupos sanguíneos como carácter perfectamente compatible por tres genes alelomorfos en el hombre, A, B, r”
Grupo 2	“El objetivo de este tema es lograr que todos nosotros tengamos presente que tipo de sangre poseemos cada uno de los que todos no tenemos el mismo grupo sanguíneo que unos lo tenemos iguales y otros totalmente diferente. Los objetivos es lograr una mejor aprendizaje para un mañana haci nosotros saber que resgioso puede ser donar sangre a una persona que nos es compatible con el otro haci podremos evitar muchas tragedias”
Grupo 3	“El objetivo principal de este tema es que nos permite identificar el Rh de cada una de las personas por medio de la sangre.
Grupo 4	“El objetivo fundamental de esta práctica es dar a conocer los distintos tipos de grupo sanguíneo entre los cuales tenemos ARh+, ARh-, BRh+, BRh-, ABRh+, ABRh-, ORh+, ORh-, esto se pueden ser determinado por ciertas sustancias como lo son suero Anti A, suero Anti B, y suero Anti D...”
Grupo 5	“Objetivo 6”
Grupo 6	“La finalidad de estas experiencias es saber el significado, compatibilidad y el tipo o grupo de sangre que poseemos; he informarnos sobre su importancia y acciones que cada uno de estos grupos ejerce entre sí; es decir la compatibilidad para la donación en cada grupo por individual...”

Castro (2008)

Materiales y sustancias utilizadas. En este apartado los estudiantes colocaron los materiales y las sustancias utilizadas en la práctica, algunos hicieron los dibujos respectivos, sin ninguna relación entre ellos.

Desarrollo. El desarrollo es una especie de marco teórico. Se observó que este desarrollo es el que tiene mayor peso en el informe, inclusive mayor que los resultados; hubo un informe que no presentó los resultados y la docente no hizo ninguna observación al respecto.

La mayoría presentó en estos desarrollos una extensa información teórica, abarcando casi la totalidad del tema: Historia de los grupos

sanguíneos, cómo se constituyen los grupos sanguíneos, tipos de grupos sanguíneos, incompatibilidad de los grupos sanguíneos, el factor Rh.

Procedimientos. Aquí describen paso a paso las actividades que se realizaron en el transcurso de la práctica: Número de alumnos participantes (no participaron todos), la toma de la muestra, preparación de las láminas portaobjetos donde se realizaron las reacciones para determinar los grupos sanguíneos y el factor Rh. Algunos informes incluyeron dentro de los procedimientos, los resultados.

Resultados. Los resultados, en este caso, se muestran en una tabla que incluye el nº de individuos, los grupos sanguíneos correspondientes, el factor Rh y los porcentajes de los alumnos con un grupo sanguíneo determinado.

La mayoría de los grupos coincidieron en sus resultados, como se muestra a continuación.

Nº INDIVIDUOS	A	B	AB	O	Rh-	Rh+	%
5	X						45,5%
0		X					
0			X				
6				X			54,5%
2					X		18,18%
9						X	81,8%

Los resultados del grupo 1 no fueron coincidentes en los valores obtenidos con el resto de los grupos. No se hizo ninguna observación al respecto.

Nº INDIVIDUOS	A	B	AB	O	Rh	%
2	X				+	18,18
1		X			+	9,1
1			X		+	9,1
7				X	+	63,36

Igualmente, se observó de manera generalizada en los informes la ausencia de análisis y de discusión de los resultados. Un informe no presentó los resultados de la práctica, omisión que constituye una falta grave, ya que la razón de ser del informe es precisamente informar sobre los resultados y la manera cómo se obtuvieron los mismos. Sólo dos grupos hicieron el análisis de los resultados. El Grupo 1, pero con los datos errados, y el Grupo 2 con un análisis muy escueto en donde no recoge la totalidad de los resultados. Ilustrado como sigue:

Registro 1.10: Análisis

PARTICIPANTES	TEXTO
Grupo 1	“El cuadro nos indica lo siguiente: El 18,18% de los alumnos tienen un tipo de sangre ARh+, el 9,1% tiene tipo de sangre BRh+, Otro 9,1% cuenta con un tipo de sangre ABRh+ y el 63,63% de los alumnos son del tipo de sangre ORh+. Esto indica que en el aula de clases o laboratorio el tipo de sangre más común es el ORh+”. (No en el aula, sólo de los 11 alumnos que participaron)
Grupo 4	“En este cuadro se pudo observar la predominancia del grupo O, este grupo es aquel que no tiene ningún problema en donar sangre a otro cualquier grupo ya que no tiene ningún anticuerpo y no producen reacciones con ningún otro grupo.”

Castro (2008)

En ninguno de los casos, el docente expresó una observación, crítica o corrección, evidenciándose una falta didáctica que se puede convertir en una dificultad de tipo pedagógico.

Conclusiones. Todos los informes presentaron sus conclusiones, muy pocos hicieron mención de los resultados obtenidos, la mayoría se limitó a manifestar la importancia de estos conocimientos en el caso de incompatibilidades sanguíneas al momento de una transfusión y a colocar aportes informativos ya plasmados en el apartado de Desarrollo.

Registro 1.11: Conclusiones

PARTICIPANTES	TEXTOS
Grupo 2	“Con este trabajo hemos obtenido nuevos conocimientos y un aprendizaje para satisfacer nuestras dudas y aclarar los inconvenientes que se puedan presentar cuando dos personas no son compatibles...”
Grupo 4	“Al concluir el siguiente trabajo se pudo conocer que la sangre es una parte vital en el cuerpo debido al trabajo tan importante que hace como distribución de energías al cuerpo y la protección del mismo, Se supo que los grupos sanguíneos en una transfusión de sangre pueden traer muchas consecuencias como coagulación de la sangre o la muerte...”
Grupo 7	“ Hemos concluido que los grupos sanguíneos son muy importantes por que nos permite donar sangre con seguridad a la gente que lo necesita, ya que si existiera los grupos sanguíneos hubieran fracasos frecuentes de las transfusiones debido a la incompatibilidad entre la sangre del donante y la del receptor”

Castro (2008)

Bibliografía. En los informes de la práctica de Grupos Sanguíneos no se presenta un criterio establecido para citar la bibliografía. Ninguno muestra una cita escrita correctamente. Igualmente, en la mayoría de los informes se limitaron a consultar los libros textos. Algunos de los informes exhiben solo una cita bibliográfica.

La mayoría de los informes presentan algunos anexos con dibujos relativos al tema de la práctica.

En resumen, cabe destacar que si bien los alumnos presentan un informe de prácticas de laboratorio, pareciera que desconocen cuál es la finalidad del mismo, por ejemplo, el hecho de presentar un informe sin los resultados de la práctica correspondiente, confirma esta aseveración. Igualmente, colocar unos resultados sin analizarlos y discutirlos también expresa este desconocimiento.

En líneas generales se desprende del análisis de estos informes que los estudiantes no sólo desconocen cuál es la finalidad del informe, sino que también desconocen la finalidad de cada uno de los elementos que estructuran el informe de una actividad práctica de laboratorio. Otro hecho que confirma también lo dicho anteriormente, es la ausencia de un problema

o de unas interrogantes cuyas respuestas se buscarían con el desarrollo de las actividades prácticas.

En definitiva, y lo más importante que se ha desprendido de este análisis es que hay un total desconocimiento con relación al trabajo científico y al desarrollo de conocimiento en las ciencias naturales.

En tal sentido, se deduce que las omisiones, errores y las confusiones de tipo teórico y conceptual en estos informes responden a dificultades de tipo teórico y conceptual. Las faltas cognitivas se deben fundamentalmente, a la imposibilidad de realizar un análisis de los resultados y las deducciones e inferencias respectivas para llegar a ciertas conclusiones.

Es obvio que la presencia de fallas en los procesos prácticos en la presentación de los informes es consecuencia de faltas didácticas durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, se les debería enseñar a los estudiantes la finalidad de un informe científico, las características de los elementos que constituyen un informe y, mucho más allá, enseñarles cómo es el trabajo en las ciencias naturales.

También son faltas didácticas la ausencia de correcciones y observaciones en la evaluación de los informes, por ejemplo, no hay un señalamiento u observación en aquellos informes que no presentaron los resultados de la práctica; tampoco se indica la ausencia de análisis de los resultados obtenidos, e igualmente la falta de la bibliografía en algunos informes. Todos estos problemas se convierten en última instancia en dificultades de tipo pedagógico.

Otra fuente de datos importantes la constituyeron las evaluaciones de los temas trabajados durante el desarrollo del curso.

4-ANÁLISIS DE LOS EXÁMENES

La evaluación es una práctica pedagógica, que como lo señalan Gimeno y Pérez (1997) tiene implicaciones sobre los demás elementos de la escolarización, alumnos, docentes, métodos, la misma institución. La evaluación debe formar parte del proceso de la enseñanza y el aprendizaje y no ser un apéndice de ella; debe servir para reflexionar y repensar la práctica pedagógica, para mejorarla. Generalmente la manera como se evalúa y los instrumentos que se utilizan para ello no recogen la información completa para llevar a cabo la evaluación. Por lo tanto, se requiere que la evaluación sea un proceso con múltiples maneras de detectar las debilidades no sólo de los estudiantes sino también del proceso, como habitualmente se hace.

Las pruebas presentadas en este curso respondieron a dos modalidades: de desarrollo (la mayoría) y una de las llamadas objetivas. Sin embargo, en las pruebas de desarrollo la generalidad de las preguntas inducían a respuestas limitadas.

Para el análisis se revisó y analizó cada examen y dentro de ellos cada pregunta, esta revisión permitió identificar el propósito de la prueba y el nivel de dificultad de la misma. El análisis se realizó con el objetivo de identificar las dificultades en la construcción conceptual de los estudiantes.

Se eligieron sólo algunas de las respuestas que mostraron mayores problemas (las que fueron menos respondidas) y que pudieran revelar una gran variedad de dificultad para ejemplificarlas en los registros. La numeración de las siglas en la identificación de los estudiantes, en este caso, sólo indica que son alumnos diferentes, pero no una secuencia en la intervención. En esta oportunidad los datos se presentan en los Cuadros respectivos.

Análisis del Examen 1 (25 de febrero)

Este examen fue respondido por 33 estudiantes, de los cuales 20 aprobaron y 13 estudiantes no lograron el nivel de aprobación. El tipo de examen es de desarrollo, consta de diez (10) preguntas. Esta prueba está dirigida a indagar el conocimiento sobre las variaciones heredables.

Preguntas del Examen:

- 1-¿Por qué se produce el síndrome de Klinefelter?
- 2-¿Qué son mutaciones puntuales o génicas?
- 3-¿Qué es la recombinación?
- 4-Dé 4 ejemplos de variaciones discontinuas.
- 5-¿Qué es el genotipo?
- 6-Dé un ejemplo de una mutación producida por pérdida o delección.
- 7-¿Cómo se denomina el proceso mediante el cual se introducen nuevos genes a una población?
- 8-Escriba 4 desventajas de las inmigraciones a nuestro país.
- 9-En forma resumida y concreta explique por qué el fenotipo de un individuo varía de un lugar a otro.
- 10-¿Cuántos cromosomas tiene un individuo con el síndrome de Down y explique cómo están distribuidos?

En el siguiente cuadro se muestra el registro correspondiente a las respuestas de seis estudiantes a la pregunta 1, del examen 1. Aunque esta pregunta fue respondida por un número regular de estudiantes (10), muchas de las respuestas presentaron problemas, que la profesora pasó por alto y calificó como buenas.

Cuadro 8: Examen 1. Pregunta 1
¿Por qué se produce el síndrome de Klinefelter?

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	"Se produce por una <u>mala separación del cromosoma X de la mujer trayendo como consecuencia que el individuo posea un cromosoma XXY</u> . 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 <u>de los cromosomas XX</u> , 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 <u>por un cromosoma sexual de más y en vez de tener XY tiene XXY</u> trayendo como consecuencia 47 cromosomas de en vez de 46, 3 cromosomas sexuales y 44 asexuales"
Aa4	<u>"Por la adición de un cromosoma X (XO)"</u>
Ao5	"El síndrome de Klinefelter se produce porque una persona <u>le sobra un cromosoma sexual</u> es decir que en vez de estar en su condición normal tiene un cromosoma de más"
Ao6	<u>"Se produce porque le falta un cromosoma sexual (X) y tiene 45 cromosomas en general; tiene dos pares uno de 23 cromosomas y otro de 22 cromosomas"</u>

Castro (2008)

En las respuestas dadas por estos estudiantes, se observa que presentan errores, omisiones y confusiones, los cuales se pueden traducir como dificultades de nivel teórico y conceptual correspondientes al desarrollo de estos conocimientos. Por ejemplo, algunos de los 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 algunas veces durante el proceso, y también en la comprensión del proceso de reproducción sexual (unión de gametas). Así como desconocimiento en la formación de trisomías cromosómicas responsables de algunas enfermedades hereditarias.

En su respuesta el alumno **Ao1** atribuye la irregularidad cromosómica a la separación de los cromosomas en la formación del óvulo femenino y esto no es cierto, la no disyunción en este caso, se origina en la formación del espermatozoide, que queda con un número anormal de cromosomas (XY), y

al unirse con el óvulo con un cromosoma X, el individuo resultante de esta unión será portador de una trisomía cromosómica XXY, causante del síndrome de Clinefelter. Esta respuesta fue calificada como buena.

En cuanto a la respuesta del estudiante **Ao2**, aunque reconoce la no disyunción cromosómica, la ubica, igualmente, en el óvulo femenino y no en el espermatozoide. Por eso su respuesta es errada, fue calificada como correcta.

Por su parte **Ao3**, reconociendo la trisomía, no explica cómo se produce, lo cual es indispensable en la comprensión del fenómeno. Estaría incompleta la respuesta.

Las últimas tres respuestas pertenecientes a los estudiantes **Aa4, Ao5 y Ao6**, muestran que estos estudiantes desconocen por completo cómo se produce el fenómeno que da origen a la enfermedad de Klinefelter.

El siguiente cuadro exhibe las respuestas a la pregunta nº 3. Esta pregunta la respondieron aproximadamente la mitad de los estudiantes (15), pero también se observaron problemas en las respuestas.

Cuadro 9: Examen 1. Pregunta 3

¿QUÉ ES LA RECOMBINACIÓN?

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	“Cuando se da el flujo materno con el paterno”
Ao2	“Es el entrecruce de un gen de cada locus para formar una nueva combinación genética”
Ao3	“Es cuando un gen se vuelve a combinar con otro gen”
Aa4	“... no es más que la unión de cromosomas nuevos con homólogos”
Ao5	“Es el proceso mediante el cual una mujer y un hombre se mezclan pero nunca será igual su resultado”
Ao6	“Es la combinación de genes diferentes a los de los progenitores con genes de una especie”

Castro (2008)

En primer lugar, el análisis muestra una falta didáctica al presentarse la pregunta de una manera descontextualizada, lo que llevó a múltiples interpretaciones por parte de los alumnos al momento de responder la

pregunta. Se muestran omisiones y una serie de errores conceptuales y teóricos, que expresan las dificultades que tuvieron los estudiantes para elaborar sus respuestas. Así, no vislumbran el genoma y el gen como modelos teóricos y las construcciones a la que dan lugar como, por ejemplo, los alelos y sus funciones.

Tampoco comprenden los distintos mecanismos para las recombinaciones genéticas, las cuales pueden producirse por la unión de cromosomas parentales en la reproducción sexual y también por entrecruzamiento entre cromosomas homólogos intercambiando genes parentales, durante una de las fases de la meiosis.

En la respuesta del estudiante **Ao1**, el término flujo aquí no es el más adecuado, además *¿Flujo de qué?* Esta afirmación no involucra la terminología propia de la teoría y sus relaciones, para que pueda darse la explicación apropiada. El alumno **Ao2** tiene idea de lo que se le está preguntando, pero su respuesta es incompleta *¿De cada locus de qué o de quién?* En tal caso sería el entrecruce entre cromosomas homólogos con el subsiguiente intercambio de genes de los locus respectivos de cada cromosoma.

Según la respuesta de **Ao3**, tampoco tiene claro cuáles son los mecanismos a través de los cuales se llevan a cabo las recombinaciones genéticas en los organismos.

La respuesta del estudiante **Ao4**, es totalmente incomprensible, no explica qué son cromosomas nuevos y la unión con homólogos.

En tanto que la respuesta de **Ao5** es completamente errada. En este caso el término mezcla entre el hombre y la mujer no es el adecuado. En una sala de fiestas, por ejemplo, se mezclan hombres y mujeres e, inclusive, se tocan al bailar y, sin embargo, no llega a producirse una recombinación *¿a cuál resultado se refiere?* Se observa que en **Ao6** la expresión escrita es confusa. Quizás quiera expresar que la recombinación se origina como

resultado de la combinación de genes diferentes provenientes de los progenitores y que éstos deben pertenecer a la misma especie.

Estas faltas, omisiones y errores en las respuestas de estos estudiantes, se pueden atribuir a problemas teóricos, conceptuales, probablemente derivados de las dificultades cognitivas evidenciados en la incapacidad para reconstruir el conocimiento, debido a la ausencia en la interpretación de modelos teóricos como los genes, locus.

Las faltas didácticas en el trabajo de aula, se producen al no darle el tratamiento adecuado a estos modelos teóricos durante la explicación de la clase.

El siguiente Registro muestra algunas respuestas de la pregunta nº 4, la cual fue respondida sólo por seis alumnos.

Cuadro 10: Examen 1. Pregunta 4

De cuatro ejemplos de variaciones discontinuas.

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	a) Cuando un individuo presenta ojos color azul otro color verde. b) cuando un individuo es del sexo femenino y el otro de sexo masculino. c) Cuando un individuo tiene abundancia de cejas otro le escasean. d) Cuando a un individuo nace con piel oscura y otro con piel clara.
Aa1	- El peso de un individuo. - El tamaño de un individuo - La longitud de cualquier órgano - Lo largo del cabello de una persona
Aa2	- Tipo de sangre - Color - Número de hijos de un individuo - Personalidad
Aa3	Daltonismo cuando hay incapacidad de distinguir los colores rojo y verde y entre amarillo y azul.
Ao2	- Tengo un hijo - Tengo tres pares de zapatos - 2 pupitres - 2 pantalones

Castro (2008)

Creo que para dar respuesta a una pregunta como esta, se necesita conocer cierta terminología estadística, en este caso lo que significa una

variable continua y una variable discreta. Una variable es continua cuando admite datos intermedios obtenidos en un intervalo continuo, por ejemplo, las medidas de magnitudes como longitud, masa, tiempo, entre otras. En tanto que las llamadas variables discretas no admiten valores intermedios, generalmente especifican datos categóricos como el nº de individuos de una población, el sexo, grupos sanguíneos.

Si el alumno **A01** hubiese conocido esta terminología, tal vez hubiera podido explicar que un individuo tiene ojos azules o verdes, pero no una degradación de ellos.

La estudiante **Aa1** tiene todas sus respuestas erradas, las variables que menciona son continuas, es decir admiten valores intermedios en sus mediciones, una persona puede medir un metro con setenta y ocho centímetros (1,78), o pesar sesenta kilos con quinientos gramos (60, 500). En todo caso, estas no son las variables relacionadas con el tema en cuestión.

En la respuesta de la alumna **Aa2** se observa una categoría que no tiene cabida en los contenidos de estos estudios, la personalidad, además es una característica subjetiva.

Definitivamente la respuesta de la estudiante **Aa3** está totalmente equivocada, se refiere a otro tipo de fenómeno, como es el daltonismo.

Sólo en una de las categorías respondidas el estudiante acierta la respuesta, sin embargo, la manera como lo expresa sin explicar, invalidaría su respuesta; debió completarla diciendo que “tengo un hijo, no puedo tener un hijo y medio”, por ejemplo. El resto de las categorías están fuera de lugar aquí.

La respuesta a la siguiente pregunta sólo fue respondida por tres estudiantes.

Cuadro 11: Examen 1. Pregunta 6
De un ejemplo de una mutación por delección o pérdida

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	"Un ejemplo lo constituye el Cri-du-chat o síndrome del maullido del gato en donde el niño emite sonidos similares como el del gato, tiene retraso mental y está mutación se debe a la delección o pérdida del cromosoma 5"
Ao2	"Es el caso de las mutaciones puntuales donde se pierde el nucleótido de ADN"
Ao3	"Sería cuando un individuo tenga 45 cromosomas es decir uno menos que los demás"
Aa1	"Ejemplo: cuando un ganado de Los Andes lo traslado a los llanos por el cambio de ambiente muere ya que las condiciones ambientales de Los Andes es muy diferente a la de los llanos"
Aa2	"El síndrome de Turner ya que el individuo posee 45 cromosomas al no poseer un cromosoma sexual."

Castro (2008)

El alumno **Ao1** proporciona el ejemplo correcto y explica en qué consiste, pero al final dice que la mutación se debe a la pérdida del cromosoma 5, dando a entender que es una pérdida total del cromosoma; la delección involucra pérdida parcial del cromosoma.

En cuanto al alumno **Ao2** confunde la mutación cromosómica con la mutación génica o puntual de la molécula de ADN.

Los alumnos **Ao3** y **Aa2** asocian la delección con la mutación relacionada con el número de cromosomas (aumento o disminución de los mismos) en el juego cromosómico, en este caso por pérdida de un cromosoma.

Mientras que la estudiante **Aa1** está muy alejada en su explicación de lo que se está preguntando. Presenta una confusión teórica y conceptual, confunde la delección con los cambios fenotípicos debido a cambios ambientales.

Los estudiantes fallan al no comprender la representación del genoma, genes y alelos y sus relaciones con los fenómenos que explican; hay una ausencia de deducciones e inferencias, denotando problemas de tipo cognitivo. La respuesta a la pregunta ocho fue respondida por 10 alumnos, algunas de las respuestas evaluadas como buenas, presentaron problemas.

Cuadro 12: Examen 1. Pregunta 8

Escriba 4 desventajas de las inmigraciones a nuestro país.

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
A01	"a) Vienen individuos con enfermedades en su organismo como la anemia fulciforme que provienen de África. b) Abría modificación en nuestros genotipos y fenotipos al llegar nuevos c) Abría una combinación entre razas o sea mestizaje d) <u>Se ocasionaría mutaciones</u> "
Aa1	"a) <u>Mas población</u> b) <u>Más pobreza</u> c) <u>Mas desempleo</u> d) Más posibilidades de concebir enfermedades"
A01	"1) Han dado como consecuencia la aglomeración de grandes grupos de individuos en un solo lugar. 2) <u>A traido más empobrecimiento de la nación.</u> 3) Han abierto paso a enfermedades epidémicas. 4) <u>En su consecuencia la contaminación por construir en espacios al aire libre(siendo posteriormente barriadas)</u> "
Aa2	"1º Transmiten enfermedades. 2º <u>Se produce más desempleo.</u> 3º <u>Nos enseñan sus malos hábitos.</u> 4º <u>Pueden ocasionar daños en el ambiente por contaminarlo</u> "

Castro (2008)

Se observa en primer lugar, que los estudiantes presentan problemas de ortografía, palabras mal escritas, acentuación, y también de conceptos. Por el simple hecho de ingresar individuos a un país no se producen mutaciones, estas son producto de otros factores. En segundo lugar, muchas de las desventajas escritas por los alumnos serían aceptadas en un contexto más general, no aquí, donde se está hablando de variaciones heredables, por ejemplo, el desempleo, empobrecimiento, aumento en la población.

En el alumno **A01**, con excepción de la última desventaja, las demás son acertadas.

El resto de los alumnos deberían aclarar, en su referencia a las enfermedades, que se trata de enfermedades hereditarias.

Análisis del examen 2 (11 de marzo)

La prueba fue presentada por 31 alumnos, de los cuales 29 aprobaron y 2 no alcanzaron el nivel requerido para aprobar. Tipo de examen de desarrollo, consta de cinco (5) preguntas. Esta prueba estuvo dirigida a indagar el conocimiento de los estudiantes sobre evolución y conceptos relacionados, como la selección natural, variaciones, aptitud, ambiente.

Preguntas de la prueba:

- 1- ¿Qué cuidados debe tener un individuo que padece de la anemia falciforme?
- 2- ¿A qué alelo favoreció la selección natural en el proceso del mecanismo industrial después de 1948?
- 3- ¿Cómo definiría usted selección natural?
- 4- Nombre los tipos de selección natural y dé un ejemplo de cada uno.
- 5- Nombre los casos de selección natural.

Se seleccionaron las dos primeras preguntas, no por ser las menos respondidas, sino porque presentaron mayor dificultad en sus respuestas. La última pregunta de estos registros fue respondida sólo por cinco estudiantes.

Cuadro13: 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 <u>alelo oscuro...</u> ”
Aa2	“Favoreció al <u>alelo oscuro</u> ; 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 <u>alelo de color negro</u> o el de la Bistón carbonaria”
Ao4	“La selección favoreció al <u>alelo más oscuro</u> después de 1848”
Aa5	“Al alelo de las mariposas oscuras Bistón carbonaria”

Ao6	“El alelo favorecido fue el de la mariposa Biston carbonaria, 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...”
------------	---

Castro (2008)

Los estudiantes **Aa1, Aa2, Ao3, Ao4** en sus respuestas asumen el gen y los alelos como entidades físicas que tiene un 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 heredables de una generación a otra, puede manifestar un determinado carácter en sus formas alternantes (alelos); en este caso el carácter para el color y sus alternantes claro y oscuro, pero no se les ha atribuido una entidad física determinada como tamaño, forma o color. Por lo que estas expresiones corresponderían a preconcepciones de los alumnos con respecto al concepto de gen. Por otro lado, sólo el alumno **Ao6** mencionó el papel que juega el ambiente en este proceso, esto es muy importante en estos hechos.

En este mismo orden de ideas, las respuestas de los alumnos **Ao5, Ao6** se refieren a los alelos del gen de manera muy distinta; las expresiones “el alelo de las mariposas oscuras” y el “alelo oscuro de las mariposas” son muy diferentes.

La respuesta de **Ao5** es incompleta, no hay mayor explicación. Por el contrario, la respuesta de **Ao6** es completa; hace referencia a la parte genética, a su expresión fenotípica y al ambiente responsable del cambio diferencial de los alelos.

Evidentemente, en estas respuestas se presentan dificultades que se podrían catalogar como teóricas, conceptuales, y cognitivas, dada la incapacidad para interpretar los modelos teóricos presentes en estos contenidos como el gen, los alelos, entre otros.

El hecho de atribuirle colores a los alelos en los genes, indica la presencia de preconcepciones, denotando dificultades cognitivas. Igualmente se observan problemas didácticos del docente debido a que estas preconcepciones no fueron diagnosticadas a tiempo ni tampoco se descubrieron en el proceso a fin de tratarlas adecuadamente y reducir su impacto en la construcción de los conocimientos incluidos en la discusión de clase.

Cuadro14: Examen 2. Pregunta 3

¿Cómo definiría usted selección natural?

Aa1	“Selección natural es la fuerza creativa y positiva en donde se benefician los individuos <u>más fuertes y los débiles mueren</u> ”
Ao2	“Es un proceso muy común en la naturaleza, donde los que son más fuertes y aptos sobreviven y predominan y además heredan a sus descendientes estos caracteres adaptativos”
Aa3	“... como <u>la fuerza que ejerce el ambiente</u> sobre los individuos de una especie haciendo que en la lucha por la supervivencia y el alimento los individuos menos aptos mueran o sean desplazados por los más aptos”
Ao4	“ <u>Proceso que afirma la teoría de Darwin</u> , la cual trataba de que los individuos de una misma especie varían según el paso de los años”
Ao5	“ <u>Son los cambios ejercidos por el ambiente</u> en el cual el más apto sobrevive y el meno apto muere”
Ao6	“ <u>Cambios o diferencia que hay entre una especie y otra</u> ”

Castro (2008)

El análisis de las respuestas de los alumnos **Aa1, Ao2, Aa3 y Ao5** muestra que tienen un denominador común, la fuerza, la lucha y la aptitud. Equiparan la aptitud con la fuerza y la lucha; pero en la actualidad con la influencia genética en la teoría neodarwiniana el significado de aptitud ha cambiado, no tiene nada que ver de manera directa con la fuerza o con la agresividad; por el contrario, la aptitud desde el punto de vista de la evolución es la capacidad para producir descendencias maduras, las cuales han sufrido cambios diferenciales heredables distintos a los del resto de la población y esto las hace responder de manera más efectiva a las condiciones del medio ambiente.

La concepción en estos términos de lucha, fuerza, hoy en día se presenta como una preconcepción común en la literatura, los libros textos y las expresiones de muchos docentes que manejan la terminología de la manera literal como la usó Darwin en su teoría, sin analizar la influencia genética de la teoría neodarwiniana. En cuanto al estudiante **Ao4** simplemente menciona que es un aspecto de la teoría de Darwin sin dar mayores explicaciones. Mientras que la respuesta del alumno **Ao5** habla del ambiente como responsable en la producción de los cambios, sin resaltar que estos cambios son orgánicos y la aptitud en este caso significaría que los mejores dotados genéticamente sobreviven a los cambios ambientales dando descendencia madura. El estudiante **Ao6** por su parte ofrece una definición incompleta, sin sentido alguno.

Se observan problemas teóricos y conceptuales al no asociar conceptos presentes en la teoría, y en el uso no adecuado de la terminología al no incorporar conceptos actuales a la teoría original de Darwin que subyacen en su idea de la variabilidad. La imposibilidad para la reconstrucción conceptual muestra igualmente problemas cognitivos en la dificultad para relacionar los constructos presentes en la teoría. Asimismo, se muestran problemas de orden didáctico en la ausencia de correcciones a las respuestas escritas en los exámenes.

Cuadro 15: Examen 2. Pregunta 4

Nombre los tipos de selección natural y de ejemplos de cada uno de ellos.

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Aa1	"a) Normalizadora: Ejem El Albinismo y el enanismo. b) Equilibradora: Anemia falciforme. c) Direccional: Mecanismo Industrial. d) Diversificadora: Mariposa Africana"
Ao1	"-Selección estabilizante, tenemos como ejemplo el pez celacanto, el cual a permanecido inalterado durante miles de años y la fenilcetonuria, es un problema en la síntesis del aminoácido fenilalanina. -Selección Direccional, el caso del a <i>Biston carbonaria</i> y la <i>Biston betularia</i> y la resistencia al DDT. -Selección diversificadora o disruptiva, el caso de la mariposa Papillo Dardanus -Selección Equilibradora, la anemia falciforme".
Aa2	"**Direccional: Ejemplo: Mecanismo Industrial. *Estabilizante: Enanismo y el Alvinismo. *Equilibrante: anemia falciforme *Diversificadora: Hay una serpiente que imita los colores la serpiente coral para defenderse de los depredadores".

Castro (2008)

Estos tres estudiantes como la mayoría de sus compañeros, escribieron en sus respuestas la selección Normalizadora y la Equilibradora como distintas, ambas comparten el mismo significado, tienden a conservar las características promedio de la población, eliminando a los individuos de los extremos. El ejemplo que se presenta en la selección "Equilibradora", la anemia falciforme, es un ejemplo más de selección Normalizadora, solamente que aquí se señala el polimorfismo balanceado de los heterocigotos como una estrategia para eliminar los homocigotos que producen ciertas enfermedades hereditarias mortales. La malaria, como la anemia falciforme, son enfermedades endémicas. La primera se produce por la picada de un mosquito anófeles, quien lleva consigo el protozario responsable de dicha enfermedad, que se caracteriza por la destrucción de los glóbulos rojos. Los individuos heterocigotos de la anemia falciforme presentan cierta resistencia hacia la malaria, y una anemia benigna (Los glóbulos rojos deformes de la anemia

falciforme no son atacados por el protozooario causante de la malaria, por cuanto requieren de glóbulos rojos sanos para completar su ciclo vital).

Este error conceptual fue observado también en el docente y los estudiantes lo han asimilado, situación que si no se corrige puede convertirse en un factor multiplicativo, repercutiendo en el aprendizaje de los alumnos.

Análisis del examen 3 (Prueba final de lapso, 8 de abril)

Presentaron la prueba 31 alumnos. En esta ocasión no se obtuvo la información de las notas obtenidas por los alumnos, pero igualmente se realizó el análisis de las respuestas suministradas por ellos. El tipo de examen es de desarrollo, compuesto por seis (6) preguntas, valor de cada pregunta 3 puntos. Esta prueba está dirigida a evaluar contenidos sobre la evolución y los conceptos relacionados con ella: evolución, genética de poblaciones, aislamiento ecológico, especiación alopátrida, adaptación, evolución del hombre.

Preguntas de la prueba:

- 1- Según su criterio y lo discutido en clase ¿Qué entiende Ud. Por evolución y dé un ejemplo?
- 2- ¿Qué es genética de población y que función cumple como tal?
- 3- ¿Qué es aislamiento ecológico y dé un ejemplo?
- 4- ¿Qué es la especiación alopática y qué importancia tiene para los seres vivos?
- 5- ¿En qué consiste el proceso de adaptación y nombre los tipos que existen?
- 6- Nombre 5 aspectos en los cuales evolucionó el hombre.

Se eligieron las preguntas que probablemente presentaron mayor dificultad en su elaboración. El cuadro examen 3 ilustra las respuestas dadas por seis estudiantes.

Cuadro 16: Examen 3. Pregunta 2

¿Qué es genética de población y qué función cumple como tal?

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Aa1	"Es el proceso que se da en una especie específica donde sus descendientes son estériles. Este proceso sirve para que no haya alguna relación sexual entre individuos de una misma especie, puede que haya contacto, pero no tendrán descendientes alguno"
Ao1	"su función es no dejar que un individuo entre en una población"
Ao2	"Es el estudio de la composición genética de una población esta se mide por frecuencia génica es decir la frecuencia con que se encuentra un gen dentro de una población. Función...el estudiar con que frecuencia se encuentra un gen o los genes dentro de una población"
Aa2	"Es el grupo de individuos que pertenecen a una población tanto del sexo masculino como femenino y su función es saber el total de personas que hay en determinado lugar"
Aa3	"Es la que se encarga de transmitir los caracteres heredables de un grupo de individuos, es decir de una población contribuye en el conocimiento de los mecanismos de la evolución"

Castro (2008)

Se observa que las respuestas de los alumnos **Aa1**, **Ao1** y **Aa2** presentan dificultades. Estos estudiantes no comprendieron lo que estudiaron, no hay coherencia entre sus ideas, presentan los conceptos aislados a manera de "tips": población, especie, descendientes; obviamente, esto sucede cuando los conceptos se tratan desvinculados de la teoría que les dio lugar, la teoría de la evolución. En esta teoría la población es la que es capaz de prolongarse en el espacio y en el tiempo a través de sus descendientes con sus características propias.

Los estudiantes **Ao2** y **Aa3** aciertan con sus respuestas. **Ao2** presenta una respuesta mejor elaborada, pero la idea es la misma; sin embargo, falla en la función, y **Aa3**, la omite.

Cuadro 17: Examen 3. Pregunta 3

¿Qué es aislamiento ecológico?

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Aa1	"Es cuando en una misma área dos grupos determinados ocupan hábitats diferentes <u>y no se encuentran en la época de apareamiento y puede no haber sincronización en las actividades reproductivas.</u> Ejemplo, las ranas pipiens de USA"
Ao2	"Se da entre los individuos de especies semejantes o una misma especie pero que tienen nichos diferentes para lograr su reproducción no se da. <u>Un ejemplo de ello los tigres y los leones que aunque son semejantes no se pueden reproducir debido a que sus nichos son diferentes</u> "
Ao3	"Es cuando el individuo o el organismo <u>no se puede adaptar al medio ecológico</u> "
Aa4	" <u>Es el que ocurre en época de apareamiento y en el cual otra especie puede estar en una misma área pero en hábitats diferentes y no encontrarse en época de apareamiento.</u> Ejemplo algunos patos en época de apareamiento viajan al sur para aparearse y tener sus crías"
Aa5	"...como el nuevo ingreso de especies hacia un sitio diferente en el cual habitaban ya, es un cambio desde un bosque a las montañas y este podría ser un ejemplo"
Ao6	"Consiste en la imposibilidad que tienen de aparearse 2 <u>seres de distintas especies debido a la diferencia de sus nichos ecológicos.</u> El león no puede aparearse con un tigre debido a que uno vive en la pradera y el otro en la selva. La rana de charco no puede aparearse en una hoja"

Castro (2008)

Todas estas respuestas presentan problemas de confusiones, de fallas conceptuales y teóricas. La alumna **Aa1** tiene bien la primera parte de su respuesta, pero cuando introduce la idea de sincronización en el apareamiento confunde el concepto de aislamiento ecológico con el de aislamiento estacional. Simplemente el ocupar hábitats o nichos diferentes aísla a los organismos de su grupo original y no se cruzan aunque estén en la misma época reproductora.

El alumno **Ao2** proporciona una respuesta correcta, pero su ejemplo no es el adecuado, los tigres y los leones no pertenecen a la misma especie, por lo tanto no se pueden cruzar. En su respuesta el alumno **Ao3** habla de adaptación, sin relacionarla con el tema específico de la pregunta.

En tanto que la estudiante **Aa4** tiene una gran confusión a nivel teórico y conceptual. Conceptualmente el apareamiento no ocurre entre individuos de

especies diferentes, cuando se habla aislamiento ecológico, se está involucrando a individuos de especies relacionadas puesto que el fin último del aislamiento es la producción de nuevas especies; también incluye en su respuesta noción de épocas de apareamiento y esto forma parte de aislamiento estacional, el ejemplo suministrado tampoco es el adecuado.

El alumno **Ao5** sólo percibe el significado observable del aislamiento: barreras físicas, pero se sabe que se puede producir un aislamiento sin la existencia de estas barreras físicas, es la consideración conceptual de aislamiento en este contexto de la especiación, esta situación es muy generalizada entre el estudiantado.

El alumno **Ao6** incurre en una falta conceptual ya mencionada, el aislamiento como mecanismo para la especiación se produce entre especies relacionadas, no entre especies distintas, no tiene sentido lo que dice, su expresión discursiva es confusa.

Los problemas teóricos y conceptuales que presentan estos estudiantes se producen generalmente por la interpretación que le dan al concepto de aislamiento, especiación y especie. El aislamiento en este contexto es aquel mecanismo que en última instancia impide el intercrucamiento entre individuos de especies relacionadas, este aislamiento no necesariamente requiere de barreras físicas.

La especiación se produce a partir de una especie establecida, para producir nuevas especies. La especie se refiere a los individuos con características comunes y que son capaces de entrecruzarse y producir prole fértil.

La ausencia de relaciones entre estos conceptos y de deducciones en los cambios de las especies desde los genes hasta la manifestación fenotípica involucra dificultades cognitivas. Queda claro también un problema didáctico en la ausencia de interpretaciones y relaciones de las estructuras teóricas durante el proceso didáctico de la clase. Asimismo la ausencia de correcciones y orientaciones en el examen.

Análisis de examen 4 (20 de mayo)

La prueba fue presentada por 31 alumnos, 12 de los cuales lograron alcanzar el nivel de aprobación y 19 estudiantes reprobaron. El modelo de instrumento de la prueba es de desarrollo, constituida por cuatro (4) preguntas. Las cifras de estudiantes reprobados indican un alto nivel de dificultad en la prueba. En líneas generales se puede decir que esta prueba está dirigida a indagar el conocimiento de los estudiantes sobre diversidad y conceptos relacionados como: organismos procariotas y eucariotas, categorías taxonómicas, nomenclatura binomial.

Preguntas de la prueba:

- 1- Nombre cuatro causas del deterioro de las condiciones de vida de las especies animales y vegetales en nuestro país.
- 2- Clasifique por categorías taxonómicas al hombre.
- 3- Establezca cuatro diferencias entre procariotas y eucariotas.
- 4- ¿Por quién fue propuesta la nomenclatura binomial?

Igualmente se eligieron las respuestas menos respondidas y con mayor dificultad. El cuadro muestra la pregunta realizada y las respuestas tal y como fueron escritas por los estudiantes.

Cuadro 18: Examen 4. Pregunta 2

Clasifique por categoría taxonómica al hombre

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
Aa1	"Reino: Animalia Phylum: clase: Primate X: Hominidae Genero: Homo Especie: sapiens"
Ao2	"Reino: Animalia Phylum: Chordata Clase: Mammalia Orden: Primate Familia: Hominidae

	Genero: Homo Especia: sapiens
Ao3	“Clase: mamifero Phylun: Sapiens Reino: Animalia”
Ao4	“philum: origen: Primate clase: Animalia”

Castro (2008)

Se observa, con la excepción de un alumno, que en las respuestas hay omisión y errores en las categorías y en los taxa, mostrando desconocimiento en la construcción de estos conceptos.

El Alumno **Ao2** al igual que otros de sus compañeros de la clase responde bien la pregunta. Utiliza las siete categorías de base, hace uso del lenguaje específico, y relaciona las categorías con los taxa respectivos.

Los estudiantes **Aa1, Ao3 y Ao4** presentan problemas al no poder reconstruir el concepto de categoría y sus respectivos taxa, también al equiparar la relación entre las categorías y taxa correspondientes.

Los problemas encontrados en las respuestas de estos estudiantes se han identificado como de índole teórica, conceptual, cognitiva y didáctica. En principio, hay un desconocimiento de la naturaleza taxonómica.

La clasificación de los seres vivos responde a una organización jerárquica de grupos incluidos desde un punto de vista evolutivo. Como consecuencia de ello los organismos se han organizado en grupos específicos llamados taxones y se les ha dotado de una categoría que indica el nivel que ocupa cada grupo. Así, los taxones superiores tienen más contenido que los inferiores, es decir, a medida que los grupos van disminuyendo en jerarquía, se van haciendo más específicos, como la especie, por ejemplo.

Los procesos que se siguen requieren del análisis de características y propiedades para la determinación de igualdades y diferencias entre los organismos, estos procesos involucran abstracciones. También involucran

comparaciones y relaciones lo cual llevaría a buscar propiedades comunes entre las diferencias existentes para formar las inclusiones de clases en grupos dentro de grupos.

Las dificultades cognitivas de los estudiantes se producen al no seguir estos mismos procesos en la comprensión y reconstrucción de la clasificación, probablemente como producto de una práctica didáctica deficiente en este sentido.

Cuadro 19: Examen 4. Pregunta 3

Establezca cuatro diferencias entre procariotas y eucariotas

PARTICIPANTES	RESPUESTAS		
Ao1	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> “ Procariotas - No núcleo definido por Ausencia de membrana nuclear - Poseen solo un cromosoma -solo tienen ribosomas -No se da la mitosis y la meiosis </td> <td style="vertical-align: top;"> Eucariotas - Tienen el núcleo definido -Tienen dos o mas cromosomas -Además de ribosomas, también Tienen lisosomas. Apto. Golgi -Se da la mitosis y meiosis” </td> </tr> </table>	“ Procariotas - No núcleo definido por Ausencia de membrana nuclear - Poseen solo un cromosoma -solo tienen ribosomas -No se da la mitosis y la meiosis	Eucariotas - Tienen el núcleo definido -Tienen dos o mas cromosomas -Además de ribosomas, también Tienen lisosomas. Apto. Golgi -Se da la mitosis y meiosis”
“ Procariotas - No núcleo definido por Ausencia de membrana nuclear - Poseen solo un cromosoma -solo tienen ribosomas -No se da la mitosis y la meiosis	Eucariotas - Tienen el núcleo definido -Tienen dos o mas cromosomas -Además de ribosomas, también Tienen lisosomas. Apto. Golgi -Se da la mitosis y meiosis”		
Ao2	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> “ Procariotas -No posee núcleo -No posee pared celular -No mitosis y meiosis -No membrana nuclear </td> <td style="vertical-align: top;"> Eucariotas -Posee núcleo -Si posee -Si -si </td> </tr> </table>	“ Procariotas -No posee núcleo -No posee pared celular -No mitosis y meiosis -No membrana nuclear	Eucariotas -Posee núcleo -Si posee -Si -si
“ Procariotas -No posee núcleo -No posee pared celular -No mitosis y meiosis -No membrana nuclear	Eucariotas -Posee núcleo -Si posee -Si -si		
Aa1	“ Que las procariotas poseen ARN Que las eucariotas poseen ADN Las procariotas son unicelulares Las eucariotas son pluricelulares”		
Ao3	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> “ Procariotas -Son organismos unicelulares -No hay ribosomas -No hay membrana nuclear -Posee ADN </td> <td style="vertical-align: top;"> Eucariotas -Son pluricelulares -Si hay -Presenta -Posee ARN </td> </tr> </table>	“ Procariotas -Son organismos unicelulares -No hay ribosomas -No hay membrana nuclear -Posee ADN	Eucariotas -Son pluricelulares -Si hay -Presenta -Posee ARN
“ Procariotas -Son organismos unicelulares -No hay ribosomas -No hay membrana nuclear -Posee ADN	Eucariotas -Son pluricelulares -Si hay -Presenta -Posee ARN		

Castro (2008)

La respuesta del estudiante **Ao1** es acertada, solo que esta manera de escribir la respuesta no deja margen para la explicación, como lo intenta hacer el alumno.

El alumno **Ao2** coloca en una de las características de las procariotas que no poseen pared celular, resulta que una de las características distintivas de las procariotas es la presencia de pared celular y con una estructura muy

específica. Las plantas, organismos eucarióticos también poseen pared pero con unos componentes y una estructura muy diferentes.

Los estudiantes **Aa1** y **Ao3** responden que los procariotas son organismos unicelulares, la unicelularidad no es exclusiva de los procariotas. Existen organismos unicelulares eucariotas como los protozoarios pertenecientes al reino Protista. También señalan que los procariotas poseen ARN y los eucariotas ADN; Las bacterias que forman uno de los grupos del reino Monera junto con las cianobacterias o antiguas algas verde-azules, algunas pueden contener ARN y otras ADN. Las eucariotas sólo poseen ADN. El alumno **Ao3** además afirma que las procariotas no poseen ribosomas, este es un componente común en ambos grupos, aunque difieren un poco en su composición bioquímica.

Si los estudiantes tuviesen claras las características de estos grupos desde un punto de vista evolutivo, no tendrían problemas al momento de diferenciarlos. Se supone que los organismos procariotas son los más primitivos y, por ello, los más simples dentro de la escala evolutiva: carecen de estructuras rodeadas por membranas y de allí la denominación de procariotas, por lo tanto carecen de un núcleo bien diferenciado, y por esta misma causa no presentan mitosis y meiosis, procesos que involucran el núcleo, así como otras organelas celulares características de los eucariotas como cloroplastos, mitocondrias, aparato de Golgi, retículo endoplasmático. Igualmente la presencia de una pared que por sus características les permitió sobrevivir a las condiciones extremas de la antigua Tierra; también el hecho de poder vivir en ausencia o en presencia de oxígeno; asimismo por haberse encontrado organismos fosilizados parecidos a cianobacterias actuales de hace unos 3.500 millones de años. Los estudiantes tratan de aprenderse las diferencias de ambos grupos de memoria sin relacionar los hechos antes mencionados postulados por la teoría y de allí las dificultades que pueden ser tanto de orden teórico conceptual, como cognitivo por la falta de relaciones, inferencias y

deducciones, y de orden didáctico por la falta de orientaciones y correcciones en los exámenes.

Análisis del Examen 5 (23 de junio)

De los 32 estudiantes que presentaron la prueba, solo 13 alcanzaron el nivel de aprobación y 19 no aprobaron. Es una prueba de desarrollo, compuesta por cinco (5) preguntas; aunque la manera como están planteadas las preguntas conduce a un tipo de respuestas directas, memorísticas. El elevado índice de reprobados indica un alto nivel de dificultad que puede deberse al instrumento como tal o a las carencias del estudiante. En líneas generales esta prueba está dirigida a indagar el conocimiento de los estudiantes con relación a ciertas características de los grandes grupos taxonómicos, de acuerdo a la escala evolutiva.

Preguntas de la prueba:

- 1- Escriba 4 razones por las cuales a las algas verde-azules se las ubica en el reino Monera.
- 2- ¿Qué función desempeñan los pelos y los flagelos en las bacterias?
- 3- Escriba 4 diferencias entre plantas y animales.
- 4- Nombre los phylum que agrupan a los protozoarios.
- 5- Nombre la clasificación de las algas.

En esta prueba todas las respuestas presentaron dificultades, de hecho las preguntas fueron respondidas por muy pocos estudiantes, la pregunta 1, fue respondida por siete estudiantes, la 3 por tres y la 4 y la 5 por cinco estudiantes; sólo la pregunta 2 fue respondida aproximadamente por la mitad del curso, quince alumnos.

Cuadro 20: Examen 5. Pregunta 1

Escriba 4 razones por las cuáles a las algas verde-azules se les ubica en el reino monera

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Aa1	“ En su estructura bioquímica celular se asemejan más a las bacterias que a las algas -Son unicelulares –se consideran uno de los organismos más primitivos, al igual que todas las algas –Se ubican en el reino por la <u>confusión</u> de poseer características tanto de algas como de bacterias”
Aa2	“Son organismos unicelulares –Carecen de plastos –No presentan mitocondrias –presentan pared celular”
Ao1	“Porque sus organismos celulares son muy primitivos, –No realizan el proceso fotosintético, –No realizan el proceso de mitosis y meiosis, –Son nunicelulares”
Aa3	“No tienen tejidos reales – son organismos unicelulares – Tienen varios tipos de pigmentos parecidos a la clorofila – Su reproducción es asexual y sexual –Son organismos heterótrofos”
Ao2	“Son organismos eucarióticos unicelulares –No presentan núcleo –Son los más primitivos –Se reproducen asexualmente (división binaria)”

Castro (2008)

Se puede observar que en cuatro de las cinco respuestas los estudiantes han respondido “porque son unicelulares”. La unicelularidad, como ya se dijo, no es exclusiva de las moneras, los protozoarios son unicelulares y pertenecen a otro reino; habría que agregar a estas respuestas unicelulares procariontes. La docente no hace corrección al respecto.

El alumno **Ao1** afirma que las cianobacterias no realizan el proceso de fotosíntesis, esto no es cierto, ellas realizan un proceso fotosintético muy parecido al de las plantas superiores y al de las algas, utilizando agua y clorofila a. Este tampoco sería un distintivo de las moneras, a menos que se explique la organela responsable de este proceso en las cianobacterias y las eucariotas que lo realizan.

La estudiante **Aa3** menciona que las cianobacterias tienen reproducción asexual y sexual. De los integrantes del reino Monera se ha estudiado la presencia de reproducción sexual en un grupo de bacterias (*Escherichia coli*, por ejemplo). También dice que las cianobacterias son organismos

heterótrofos, aun cuando señala que tienen varios tipos de clorofila, incurriendo en un grave error conceptual.

En tanto que el alumno **Ao2** tiene un error teórico conceptual al determinar las cianobacterias como eucariotas y dice además que carecen de núcleo incurriendo en una contradicción. Precisamente, la presencia de núcleo bien definido caracteriza a los organismos eucariotas.

Si los alumnos tuviesen claro lo que significa procariota no hubiesen tenido problemas en emparentar las cianobacterias con las bacterias en el Reino Monera cuya principal característica es la de ser procariotas, a pesar de las diferencias que las caracterizan.

En la siguiente pregunta se esperaba que por indagar las diferencias entre plantas y animales, no hubiese problemas en las respuestas ya que son los dos grupos de organismos más familiares, sin embargo, y lo más sorprendente, es que muy pocos alumnos respondieron bien las cuatro opciones, sólo tres (3) estudiantes de treinta y dos lo hicieron.

Cuadro 21: Examen 5. Pregunta 3
Escriba cuatro diferencias entre plantas y animales

PARTICIPANTES	RESPUESTAS
Ao1	"Plantas realizan fotosíntesis. Los animales no la realizan Plantas se reproducen en alternancia de generaciones una fase sexual y otra asexual. Los animales solamente sexual. Las plantas son organismos autótrofos. Los animales son heterótrofos Plantas tipo de alimentación por absorción. Animales por digestión"
Aa1	"Plantas se ubican en el reino plantas. Animales en el reino Animalia Plantas son organismos unicelulares. Los animales se ubican en colonias Las plantas se reproducen asexualmente Los animales sexualmente Son autótrofos fotosintéticos. Los animales son organismos heterótrofos"
Aa2	"Plantas constituidas por plantas. Animales por aves, peces, mamíferos, etc. Plantas nutrición fotosintética. Animales nutrición por ingestión Plantas supervivencia por cultivo viven en el suelo. Animales viven en el aire Plantas no se consumen o se alimentan. Animales sirven como fuente de alimentación para el hombre"
Ao2	"Plantas su reproducción es diferente. Animales reproducción sexual Plantas no son mamíferos. Animales son mamíferos"

	Plantas poseen bellos. Animales poseen bellos cabello Plantas no poseen columna vertebral. Animales poseen columna vertebral”
Aa3	“Plantas realizan fotosíntesis. Animales se agrupan según su proceso evolutivo Plantas se pueden clasificar según su tamaño, nº de células. Animales se alimentan por la boca Plantas absorben alimentos por las raíces. Animales son organismos vivos que realizan procesos bioquímicos Plantas se clasifican por cyanophyta, schizophyta. Animales con el paso del tiempo van adquiriendo formas evolutivas nuevas”

Castro (2008)

Los estudiantes presentan problemas conceptuales, teóricos, de vocabulario específico y cognitivos. El alumno **Ao1** incurre en dos faltas teóricas conceptuales al decir que la alternancia de generaciones en las plantas tiene una fase sexual y otra asexual. La alternancia de generaciones se refiere a la fase sexual la cual involucra cambios en el número de cromosomas en los individuos, la reproducción asexual se produce por otros mecanismos. También comete error de desarrollo de la teoría cuando dice que las plantas se alimentan por absorción. Las plantas toman del medio moléculas simples que transforman en moléculas más complejas para alimentarse, no toman el alimento como tal del medio, lo elaboran; en tanto que los animales se alimentan tomando del medio los alimentos, la digestión es el proceso después de la ingestión.

Igualmente la estudiante **Aa1** presenta faltas teóricas conceptuales al afirmar que las plantas son organismos unicelulares cuando se conoce que la mayoría de las plantas son pluricelulares, y no todos los animales se agrupan en colonias; así mismo cuando señala que las plantas se reproducen asexualmente desconociendo la sexualidad en las mismas.

Los alumnos **Aa2, Ao2 y Aa3** además de tener serios problemas en sus conocimientos básicos, tienen problemas de comunicación. Así la estudiante **Aa2** dice que la supervivencia de las plantas es por el cultivo, viven en la tierra y que los animales viven en el aire. El cultivo implica la mano del hombre, se sabe que naturalmente las plantas tienen sus propios mecanismos de

supervivencia; por otra parte, se interpreta, al decir que los animales viven en el aire, que no hay animales acuáticos ni terrestres. Dice también que las plantas no se consumen o se alimentan y que los animales sirven como fuente de alimentación para hombre. ¿Significa esto que las plantas no sirven de alimento para nadie o que las plantas no se comen entre ellas? Esto es muy confuso y sin sentido. La alumna se olvida de que los animales son fuente de alimento para otros animales también.

Por su parte, el alumno **Ao2** utiliza una serie de criterios para diferenciar a estos dos grupos de organismos desacertados como las plantas no son mamíferos, no tienen 'bellos' (Vellos) y no poseen columna vertebral. Estas son características propias de los animales y que servirían para diferenciarlos entre ellos.

Igualmente la estudiante **Aa3** presenta criterios para diferenciar las plantas y los animales no equivalentes, por ejemplo, las plantas realizan fotosíntesis y los animales se agrupan según su proceso evolutivo; las plantas se clasifican según su tamaño, número de células y los animales se alimentan por la boca; las plantas absorben alimentos por las raíces, los animales son organismos vivos que realizan procesos bioquímicos; las plantas se clasifican por cyanophyta, shizophyta, los animales con el paso del tiempo van adquiriendo formas evolutivas nuevas. Además de estar errada en muchos de los conceptos expuestos.

Análisis Examen 6 (Prueba Parcial, 15 de julio)

Presentaron la prueba 34 alumnos, 8 alumnos aprobaron, 26 reprobaron. La modalidad del instrumento para evaluar fue de las llamadas pruebas objetivas, constó de dos partes; una parte A con un formato de completación y una parte B con un formato de apareamiento. El elevado índice de estudiantes reprobados revela un alto grado de dificultad de la prueba, ya sea por los contenidos involucrados en la misma o por la modalidad presentada. Esta prueba de manera general va orientada a evaluar conocimientos relacionados

con aspectos estructurales de los organismos y los conceptos relacionados con estos: cavidad celomática, desarrollo embrionario, simetría, estructura interna de plantas y de animales.

Preguntas de la Prueba.

Parte A

1	Los animales que tienen la piel espinosa corresponden al Phylum:	
2	La lombriz de tierra corresponde a la clase	
3	Son ejemplos de animales pseudocelomados	
4	Capa embrionaria que da origen a la piel, el pelo y las uñas, entre otros:	
5	Las medusas y las estrellas de mar tienen un tipo de simetría:	
6	El hongo penicilium corresponde a la división:	
7	Los hongos de sombrero corresponden a la división:	
8	Las plantas monocotiledóneas y Dicotiledóneas corresponden a la división	
9	La reproducción alterna es característica de:	
10	Las Hepaticópsidas y mucópsidas corresponden a la división:	

Castro (2007)

Parte B

Columna A		Columna B	
()	Estructura en las plantas que permite el intercambio gaseoso	1	Angiospermas y Gimnospermas...
()	La segunda clasificación que se	2	No Vasculares
()	Las plantas que poseen tejidos conductores se denominan	3	División Licophyta de las plantas corresponde a:
()	Corresponde a una de las divisiones de las plantas sin semillas	4	Cefalópoda

()	Los caracoles y las babosas corresponden a la clase	5	Nemátodos
()	El <i>Ascaris lumbricoides</i> corresponde al Phylum	6	Poros
()	Son animales con cuerpo	7	Monocotiledóneas
()	Son animales celomados con simetría bilateral	8	Anélidos
()	Organismos constituidos por filamentosas denominadas hifas masas	9	Los vertebrados
()	Las plantas cuyas hojas poseen nervaduras paralelas corresponden a la división	10	Plantas sin semillas y con semillas
		11	Vasculares
		12	División Briophyta
		13	Hongos
		14	Estomas
		15	Gastrópoda
		16	Dicotiledóneas
		17	Xilema
		18	Invertebrados

Los registros que siguen pertenecen a la **parte A** de la prueba, e igualmente se tomaron en cuenta las preguntas menos respondidas. Los estudiantes fracasan en sus respuestas por problemas de índole teórico, conceptual, cognitivo y, en este caso particular, podría influir también el tipo de prueba objetiva. En el análisis de los contenidos que realizaron los estudiantes no tomaron en cuenta los criterios evolutivos en los grupos de organismos.

La pregunta 3 fue respondida sólo por tres estudiantes.

Cuadro 22: Examen 6. Pregunta 3

Son ejemplos de animales seudocelomados:

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
Ao1	“Los nemátodos”
Ao2	“La lombriz de vinagre y lombriz intestinal”
Aa3	“Los mamíferos entre ellos el hombre”
Aa4	“Artrópodos”
Ao5	“Moluscos”
Ao6	“Moluscos, estrellas de mar”

Castro (2008)

El análisis revela, en primer lugar, que los estudiantes emiten respuestas simples inducidas por el tipo de pregunta, la cual exige respuestas de este tipo, imposibilitando a los estudiantes para presentar alguna argumentación en sus respuestas.

Se observa en las respuestas de los alumnos que no comprendieron que el celoma o cavidad del cuerpo que es una característica evolutiva en los animales cuya ausencia (acelomados) denota a los animales menos evolucionados y su presencia (celomados) a los más evolucionados, pasando por una fase intermedia (los seudocelomados). Esta incapacidad en la reconstrucción del conocimiento se debe precisamente a la imposibilidad de establecer relaciones, comparaciones, generalizaciones, tomando como base la teoría de estos conocimientos. De los estudiantes aquí analizados, el único que acertó en su respuesta fue el estudiante **Ao1**. Por su parte, **Ao2** no especifica la clase de lombriz intestinal. El resto de los estudiantes tienen sus respuestas erradas.

La pregunta 5 sólo fue respondida por 12 estudiantes, tuvo dificultades.

Cuadro 23: Examen 6. Pregunta 5

Las medusas y las estrellas de mar tienen simetría:

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
Ao1	“Radial”
Ao2	“Bilateral”
Aa1	“Binomial”
Ao3	“Genética”
Ao4	“Igual”

Castro (2008)

La simetría, al igual que el celoma, es otra característica evolutiva y se utiliza para ubicar a los animales en la escala evolutiva. Los animales con simetría radial, son los menos evolucionados, en relación con los animales de simetría bilateral que son los más evolucionados.

Los estudiantes **Aa1**, **Ao3** y **Ao4** en sus respuestas muestran tener desconocimiento de lo que significa la simetría en los animales. Sólo el alumno **Ao1** dio una respuesta correcta.

Los siguientes registros corresponden a la **Parte B** de la prueba (apareamiento).

El análisis muestra que de 43 alumnos sólo 22 respondieron correctamente la pregunta 3. El resto de los alumnos confunde con otras características anatómicas de las plantas. Esta es una de las principales características de las plantas superiores.

Cuadro 24: Examen 6. Pregunta 3

Las plantas que poseen tejidos conductores se denominan:

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
Ao1	“11-Vasculares”
Ao2	“10-Plantas sin semillas y con semillas”
Aa1	“17-Xilema”
Ao3	“2- No vasculares”
Aa2	“14- Estoma”

Castro (2008)

Aun con ser ésta una de las principales características de las plantas, los estudiantes muestran confusión en su identificación. De hecho de los cinco alumnos de este análisis sólo uno fue correcto en su respuesta. Las plantas vasculares son las que tuvieron éxito en la invasión del medio terrestre, precisamente porque la presencia de estos tejidos conductores les permitió el transporte de las sustancias a todas sus partes y llevarla a alturas considerables, por ejemplo, árboles como la secuoya que alcanzan hasta 100 metros y más. También estos tejidos les permitieron arraigarse de tal manera de brindar soporte a estas plantas enormes.

En esta síntesis, sobre el análisis de los resultados de las evaluaciones del curso, podemos indicar que los problemas teóricos y conceptuales que presentan los alumnos en sus respuestas se deben muchas veces a la interpretación que hacen de los modelos propuestos por la ciencia, como a las construcciones que se derivan de ellos, por ejemplo, el caso de la melanosis de la *Bitón betularia*, requiere asumir la teoría como modelo de interpretación y sus respectivos constructos, lo que puede permitir entonces las inferencias desde los alelos de los genes hasta la manifestación fenotípica (color, en este caso), en relación con el ambiente. Igualmente las centraciones que hacen los estudiantes en sus esquemas cognitivos al tomar en cuenta un solo aspecto de la teoría, no pudiendo llegar a una explicación coherente, como es el caso de aquellos estudiantes que, por ejemplo, se centraron en el período de tiempo en la teoría evolutiva, dejando otros aspectos de la teoría de lado, repercutiendo esto en una explicación incompleta del fenómeno en cuestión.

Estas ausencias de relaciones, inferencias, deducciones de los jóvenes los limitan a describir la situación inmediata sin ir a las construcciones subyacentes. Presentándose entonces, dificultades de tipo epistemológico, relacionadas con la reconstrucción de conocimiento de los estudiantes.

Así como también se identifican dificultades de orden psicológico, en la ausencia de algunos elementos cognitivos en formas de inferencias, deducciones, imposibilitando la reestructuración y reconstrucción desde los modelos teóricos implicados (cromosomas, genes, meiosis) a sus correlatos visibles como, por ejemplo, el caso del síndrome de Klinefelter.

Igualmente se determinaron dificultades de orden pedagógico debido a las fallas en la práctica didáctica durante el desarrollo de las clases: no ejercitación de procesos cognitivos, ausencia de correcciones y observaciones en los exámenes, entre otras

Podríamos llegar a afirmar que las dificultades de orden teórico y conceptual con las dificultades propias de tipo epistemológico, pueden

también ser una consecuencia de las de tipo cognitivo y pedagógico, las primeras propias del estudiante, y las segundas, responsabilidad del profesor en su práctica pedagógica.

5- ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS

La entrevista en la investigación cualitativa es un recurso de investigación valioso, se presenta en un formato semiestructurado, lo cual permite conducirla como una conversación, sin mucha formalidad. Esta situación crea un clima de confianza y familiaridad, logrando con ello, mayor autenticidad en el diálogo (Martínez, 1994).

En este estudio se realizaron dos grupos de entrevistas, una dirigida a la profesora de aula y la otra dirigida a un pequeño grupo de estudiantes voluntarios, en principio seis alumnos habían manifestado su deseo de participar, pero al final sólo tres acudieron a la entrevista. Debido a esta situación y a las preguntas no orientadas hacia la construcción y elaboración de los estudiantes, este análisis se presenta como una información más, pero sin mayor relevancia en los resultados de la investigación. Las entrevistas se realizaron al término del lapso de estudio con la intención de obtener información de lo ocurrido durante el proceso de la enseñanza y del aprendizaje, desde el punto de vista de la docente y de los estudiantes.

El análisis de las entrevistas se realizó de la transcripción de la mismas. Por cuestiones de extensión, sólo se tomaron aspectos de la entrevista que planteaban situaciones de interés a la investigación.

Entrevista al docente

Antes de comenzar la entrevista se le mostró a la profesora el formato de la misma para la familiarización con las preguntas que allí estaban escritas, aclarando que con la dinámica de la conversación las preguntas podrían ser las mismas u otras y la secuencia podría ser también diferente.

Se comenzó la entrevista con preguntas generales, como la especialidad de la docente, años de servicio, su opinión como profesora de Biología. Luego, las preguntas se hicieron más específicas, orientadas hacia el tema de interés. En lo que sigue se muestran algunos registros de esta entrevista.

En primer lugar, se aborda la percepción que tiene la docente con relación a la asignatura como parte integrante del área de las ciencias. A este respecto la profesora expresa que la asignatura es una materia teórico-práctica que necesita de mucha dedicación y de las herramientas necesarias del laboratorio.

Registros Entrevista al Docente

Registro 1: Entrevista ¿Cómo percibe la asignatura?

“Bueno pues, como ciencia es una materia realmente experimental, pues la teoría aporta realmente su conocimiento pero uno tiene que trabajar la parte experimental con ellos en el laboratorio, para que vean de dónde salen las cosas, por qué en teoría se dicen unas cosas, por qué se dicen otras. Y bueno como una materia experimental requiere de los laboratorios, de la experimentación, que el joven esté en contacto con la naturaleza, con el medio ambiente, con todo lo que le rodea como tal”.

Castro (2008)

Piensa que los estudiantes no son capaces de apreciar la diferencia que presenta la biología como una asignatura teórico-práctica, como se expresa en el texto siguiente.

Registro 1.1: Entrevista ¿Los estudiantes perciben esta diferencia?

“Pienso que muchos no, aquí tengo el caso de alumnos que asisten a la teoría y no asisten al laboratorio, por ejemplo...Yo pienso que si un alumno no aprueba el laboratorio no tiene porque aprobar la teoría. Porque el laboratorio es donde se refuerza la teoría, donde el alumno ve realmente por qué las enzimas son catalizadores, por ejemplo, ¿verdad? Qué es lo que sucede en nuestro organismo. Entonces ellos no han tomado conciencia de realmente que es el laboratorio como tal”.

Castro (2008)

La profesora se refiere a la teoría de la asignatura como el contenido de la misma, el cual hace referencia a los conocimientos científicos de la disciplina de donde se deriva. Sin embargo, el tratamiento didáctico de estos contenidos en las clases, según el análisis de las mismas, no mostró un desarrollo epistemológico acorde con su naturaleza. No se mencionaron los principios, teorías y leyes de la ciencia como parte intrínseca de estos contenidos y sus relaciones con los hechos y fenómenos que explican. Cuando se refirió a una teoría en particular ésta fue tratada como cualquiera otra información sin hacer hincapié en su origen epistémico y su relevancia en el conocimiento.

En otras palabras, los procesos de la ciencia estaban al margen de las explicaciones didácticas, por lo que es obvio entonces, que el estudiante no vea la diferencia entre el producto de la ciencia (contenidos) y los procesos que le dieron lugar, los cuales debían de alguna manera reconstruirse en el laboratorio.

El otro aspecto en esta entrevista estuvo relacionado con la apreciación de la profesora con relación al trabajo de los estudiantes en la clase. En este particular la docente expresa que los estudiantes no asumen la responsabilidad que les corresponde. (El subrayado es propio, para resaltar aspectos de las respuestas)

Registro 1.2: Entrevista ¿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...”

Castro (2008)

A la pregunta de que si este hecho de debía a una práctica pedagógica insuficiente, la docente responde.

Registro 1.3: Entrevista ¿Cree que esto se debe a una práctica pedagógica insuficiente?

“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”.

Castro (2008)

Estas afirmaciones de la profesora responden a preguntas realizadas anteriormente con la intención de corroborar su práctica pedagógica. Durante la observación participante en el aula de clase se pudo constatar que no se desarrollaban actividades de formación pedagógica como el hecho de leer, discutir, interpretar, entre otras.

Generalmente se les exige a los alumnos estas actividades, pero no se crean las experiencias de aprendizaje que conduzcan a tal fin. Las actividades de clase son comúnmente expositivas, reduciendo la capacidad

hipotética de las ciencias que aflorarían naturalmente si los modelos didácticos se fundamentaran en problemas, fenómenos o hipótesis particulares de la biología y de otras ciencias que se integran al estudio de los fenómenos de la vida.

Podrían considerarse estos problemas como una debilidad de los procesos didácticos de la clase, constituyéndose en una dificultad pedagógica en las reconstrucciones teóricas y conceptuales para los estudiantes.

La otra situación que se observa en estas respuestas es que los problemas derivados del proceso educativo son generalmente atribuidos a los estudiantes y a otros agentes que participan en 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. Nunca se asume que la causa fundamental debe indagarse dentro del proceso de la enseñanza y el aprendizaje. Se observa que el papel del profesor como orientador y conductor del proceso es tergiversado, dejando todo en manos del estudiante.

En otro aspecto de esta entrevista referido a las posibles dificultades de los estudiantes, la profesora manifiesta que los estudiantes tienen muchas dificultades no sólo en Biología sino en otras asignaturas.

Registro 1.4: Entrevista ¿Cree usted que los estudiantes presentan dificultades?

“Sí, y no solamente de la biología, en todas las asignaturas...Ellos presentan muchas dificultades y realmente pues, que el muchacho hay que obligarlo a leer, hay que obligarlo a resumir, hay que obligarlo, como se ha dado cuenta profesora, a que discuta, a que intercambie ideas, a que no copien exactamente lo que está en el libro, sin que ellos lean y de allí ellos con sus propias palabras lo redacten, entonces usted ve la dificultad que hay”

Castro (2008)

La profesora tiene razón en algunas cosas, el muchacho solo no va a discutir, no va a leer e interpretar, no va a saber como resumir, entre otros muchos aspectos. Estas son actividades que se ejercitan, se aprehenden en la práctica formadora del aula de clase, ya que esto requiere de un acompañamiento, de andamiaje, en términos vygotskianos.

Como producto del análisis de las clases, se apreció que estas prácticas educativas no eran habituales en el aula. Sí se hacían algunas lecturas, sí había discusión entre los grupos de estudiantes, pero esto solo se evaluaba en las respuestas que se daban a los cuestionarios, muy frecuentes sobre todo en las actividades de laboratorio. Las dudas y las dificultades que no se lograron esclarecer en su momento quedaron como lagunas conceptuales y teóricas.

En este mismo orden de ideas, a la pregunta sobre la atribución que hacen los alumnos de sus dificultades, nuevamente la docente imputa los problemas y las dificultades de los estudiantes a factores ajenos al hecho educativo.

Registro 1.5: Entrevista ¿A qué atribuyen los estudiantes sus dificultades?

“Bueno ellos, los muchachos de hoy tienen muchos problemas, ellos tienen problemas en su hogar...tienen problemas como adolescentes, de rebeldía, este, tienen problemas de identificación. Hay quienes no se aceptan como son, que realmente hay que hacerles una terapia, hay que mandarlos constantemente a orientación, porque ellos no se aceptan como son. Y pienso que todos esos factores influyen en ellos como tal”

Castro (2008)

Pareciera que las dificultades no se entienden como propias del proceso, generalmente se atribuyen a otros factores externos y, particularmente al estudiante, refiriéndose a características de su personalidad, su falta de dedicación y a una débil disposición frente al estudio y el aprendizaje.

Análisis de las entrevistas de algunos estudiantes

Igualmente, a los estudiantes entrevistados se les mostró el formato con las preguntas para su lectura y familiarización. Los alumnos fueron entrevistados uno a la vez, en un lugar discreto.

En esta entrevista se trataron aspectos relacionados con la ciencia en general y la Biología en particular, las dificultades en el aprendizaje, el trabajo realizado en el aula de clase y lo que se podría hacer para ayudar a minimizar los problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En lo que sigue se muestran los registros de las apreciaciones de algunos de los estudiantes entrevistados relacionados con el primer aspecto.

Registros Entrevista a Estudiantes

Registro 2: Entrevista ¿Qué piensas tú de las ciencias?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	"Bueno yo pienso de la ciencia que es una rama, verdad, de los estudios muy importante, ya que ella es donde se encuentran las principales carreras que el humano, que el estudiante puede elegir, ¿cómo cuáles?, bueno la medicina, en todas sus ramas, como es la ingeniería en todas sus ramas, entre otras carreras. Y es que la ciencia en sí trata de enseñar métodos o trata de ayudar a la persona, pienso yo, a saber cómo dirigir su vida, a cómo llevarla más allá de lo que él ve, y por lo menos yo pienso que la ciencia es el fundamento de los estudios"
A2	"Es como un área que nos permite descubrir aquellos campos que no han sido vistos. Gracias a la ciencia nosotros vamos evolucionando, vamos a saber cada día más de nuestro entorno y así nos desarrollamos..."
A3	"Bueno, la ciencia es aquella que se encarga de estudiar alguna materia así en particular, y bueno es muy importante porque es la que permite que se den los avances entre los estudios que realiza. Mediante ella podemos saber cualquier materia, por ejemplo, de la química, de la física, de la biología, gracias a los estudios que está haciendo. Y es muy importante porque ella ha permitido que avancemos a través del tiempo".

Castro (2008)

Los alumnos tienen una percepción de la ciencia restringida al ámbito de un estudio, un área, una materia, pero ninguno hizo mención a la ciencia como productora de conocimiento y los procesos implicados en ello. Todos coinciden que la ciencia interviene en la evolución y en el desarrollo de la sociedad.

A la pregunta sobre si la enseñanza recibida en ciencias coincide con los principios y teorías de la ciencia, las respuestas contienen sus creencias sobre la enseñanza de la ciencia.

Registro 2.1: Entrevista ¿Cree usted que la enseñanza que recibe está acorde con lo que es la ciencia?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	"Mayormente sí, sí, los profesores realmente están capacitados para la enseñanza de la ciencia"
A2	"Bueno, yo pienso que no, porque la ciencia, este, nosotros debemos como que cada vez tratar de ir innovando más, pero también se estanca uno leyendo una sola cosa y no trata de avanzar, entonces la ciencia no se está desarrollando"
A3	"Sí, por ejemplo, yo lo compruebo mediante lo que he aprendido en este año escolar y desde 7mo. Por ejemplo, y es muy buena la educación, por el método que emplea, y sí, es muy buena la que se emplea aquí y de hecho la recomiendo mucho"

Castro (2008)

La primera versión tiene una visión de la enseñanza de la ciencia referida a la autoridad. En este caso el profesor es la autoridad, por lo tanto, la enseñanza es buena. La segunda versión remite a la ciencia al desarrollo de lo que cada quien hace y depende de lo que innove o no, se desarrolla o se estanca. En la tercera, el alumno se remite a lo que recibe de los docentes y como lo dijo uno de ellos en otra parte del trabajo: "es la que conozco".

Con la finalidad de aclarar mejor esta situación se les hizo una pregunta relacionada con el desarrollo de la ciencia.

Registro 2.2: Entrevista ¿Cómo cree usted que se desarrolla la ciencia?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	“Primero que todo con mucha imaginación, yo creo que ese es el factor fundamental para que la ciencia evolucione, ya que un investigador realiza sus experiencias en función a lo que ven más allá de lo que tenemos... Entonces la invención en sí y el desarrollo de la mente del humano junto con la imaginación hacen que la ciencia evolucione”.
A2	“Bueno el científico, primero el científico es como un niño, él comienza a hacerse preguntas de todo y luego él encuentra una pregunta que lo intriga, que lo inquieta y por lo tanto él comienza a estudiar ese fenómeno ¿cuáles son los factores que influyen? ¿por qué se da? Y entonces él trata de buscar la respuesta y la solución”
A3	“Bueno, yo creo que la ciencia ha tenido un desarrollo muy bueno, por supuesto en nuestro país están estancadas porque somos un país en vías de desarrollo, pero hoy en día la ciencia ha llegado a su máxima plenitud y se puede decir que somos... se puede decir que tenemos uno de los mejores conocimientos como ir a la luna, todavía estamos en una etapa...”

Castro (2008)

Las dos primeras afirmaciones presentan una percepción cercana al desarrollo del conocimiento científico y por ende de la ciencia. La última afirmación hace referencia a la manifestación de la ciencia pero no a su desarrollo. Ninguno de ellos menciona las construcciones científicas expresadas en teorías y modelos explicativos de la ciencia.

(Uno de los alumnos tuvo que ausentarse de la entrevista, por lo que en los siguientes apartados aparece la información sólo de dos de los estudiantes)

Otro asunto en estas entrevistas estuvo relacionado con la percepción del estudiante sobre sus propias dificultades en el aprendizaje.

Registro 2-3: Entrevista ¿Hay dificultades en el aprendizaje de la Biología?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	“Bueno, no, en la biología no hay dificultades, la persona misma es la que se crea dificultades, sí, pienso yo si no se esmera en entender la biología, tendrá dificultades en su estudio”
A2	“No, en biología uno lo que hace es prestar atención, tener comprensión lectora, saber y tratar de entender lo que uno lee”

Castro (2008)

Estos estudiantes como la gran mayoría, creen que las dificultades en el aprendizaje de la asignatura son únicamente responsabilidad propia. Pareciera que ellos no tienen conciencia de la existencia de un proceso en el que hay alguien que enseña y otros que aprenden y entre ambos está lo que se enseña, es decir, los contenidos, y que cada uno de estos componentes tiene influencia en el proceso.

A la pregunta sobre la dificultad para acceder a las estructuras de la ciencia y de la biología en particular, los estudiantes después de llegar a entender, a través de las preguntas de la entrevista, que la ciencia está constituida por ciertos principios, manifiestan que puede haber un grado de dificultad en la comprensión de estas elaboraciones científicas. Igualmente piensan que para acceder a la ciencia es necesario un cierto nivel de desarrollo intelectual

Registro 2.4: Entrevista ¿Hay dificultades en el estudio de la Biología?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	“Dependiendo del grado de dificultad que posean, ya que pueden ser complejas, pero dependen también del nivel de desarrollo y de la capacidad intelectual que tenga la persona hacia la biología”
A2	“Bueno yo creo que no, porque, este, sí nosotros estudiamos la parte teórica vamos a comprender una parte, pero creo que para todo estudio es necesario que haya una experimentación y una parte teórica”

Castro (2008)

Los estudiantes reconocen que en el desarrollo de la asignatura estudiaron teoría y práctica, pero igualmente reconocen que los trabajos prácticos no fueron lo más cercano a lo que debe hacerse en ciencias.

Registro 2.5: Entrevista ¿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...”

Castro (2008)

Para conocer si habían entendido que la enseñanza forma parte de un proceso y que sus dificultades podían derivarse del mismo, se les preguntó a los estudiantes si las dificultades podrían ser propias de la materia, de quien aprende o de la manera en que se dan las clases, ellos respondieron lo siguiente.

Registro 2.6: Entrevista ¿Las dificultades son propias de la signatura, de quién aprende o del profesor o profesora 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”

Castro (2008)

En este momento los alumnos reconocen que la asignatura y la manera como se enseña también pueden influir en el aprendizaje, cuestión que antes no tenían muy claro, al pensar que la responsabilidad era única y exclusivamente del estudiante.

Para terminar la entrevista se les preguntó a estos estudiantes sobre lo que se podría hacer para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el aula de clase.

Registro 2.7: Entrevista ¿Cómo cree que se podrían minimizar estas dificultades?

PARTICIPANTE	RESPUESTAS
A1	"Primero que todo que los profesores se esmeren más, que tuvieran una vocación mayor y un amor hacia la materia y hacia lo que ellos están realizando. También que haya el mismo sentimiento del alumno hacia la materia, ya que si hay una buena relación entre materia, profesor y alumno no habrían tantas dificultades
A2:	"Bueno, que el profesor tiene que darse a entender más, tratar de dar cosas que puedan ser acatadas por el alumno, también el alumno debe tratar de aprender más y la experimentación debe profundizarse y comprobar lo que se ve en la teoría"

Castro (2008)

Los estudiantes ahora están concientes de que el aprendizaje en la educación formal forma parte de un proceso, que para su éxito debe existir una interacción activa entre el profesor, el contenido de estudio y el alumno.

El análisis de estas entrevistas muestra la situación problemática que subyace en el aula de clase de Biología. Por un lado, está la creencia que la profesora tiene de la ciencia y de la Biología. Su concepción de la ciencia y de la Biología puede mirarse desde dos dimensiones una teórica y una práctica, con base en estas creencias, la profesora conduce el proceso educativo tanto en el aula como en el laboratorio.

Sin embargo, su práctica real pareciera contradecir sus creencias, por un lado, asume que la biología es una ciencia experimental con un fundamento teórico sólido, que debe ser sometido a las pruebas del laboratorio, pero, por el otro lado, su comportamiento en el aula de clase y en los laboratorios es básicamente informativo sin hacer referencia a las situaciones propias de la ciencia como los problemas, las dudas, las hipótesis que conducen a la búsqueda de respuestas y explicaciones que se modelan en forma de principios, leyes y teorías, y que constituyen los productos de la ciencia, tampoco relaciona estos productos con los procesos que les dan lugar. Con relación a las actividades prácticas, éstas son conducidas en forma contraria a lo que podría considerarse el trabajo en ciencias.

Igualmente, piensa que el estudiante es el único responsable de lo que ocurre en el proceso educativo, dicho en sus propias palabras: “el proceso educativo es meramente de ellos” incurriendo en el error de muchos docentes en su creencia sobre la construcción del aprendizaje. En este sentido, se piensa que el alumno tiene que afrontar por sí mismo las aprehensiones, los problemas y las dificultades que emergen durante las acciones didácticas en las interacciones del aula de clase. Así, por ejemplo, los mecanismos para facilitar y consolidar los procesos cognitivos de los estudiantes no son considerados como una acción conjunta entre profesor, contenidos y estudiantes.

Por otro lado, están las percepciones que tienen los estudiantes sobre la enseñanza y el aprendizaje. Según el análisis de las entrevistas, el estudiante piensa que lo que pueda acontecer en su aprendizaje es responsabilidad propia, dejando al margen de ello la enseñanza propiamente dicha y el contenido tratado, es decir, el estudiante no percibe la actividad docente como un proceso en el que están implicados la enseñanza (docente), la materia (contenidos científicos) y el aprendizaje, que aunque en última instancia es propia del estudiante, se ve influenciado por los otros dos componentes. Igualmente, por la manera como se condujo la enseñanza, el

alumno percibe la asignatura como contenidos de una información que debe “asimilar”, que deben ser “acatados” tal como se las suministra y si esto se cumple, la enseñanza y el aprendizaje son buenos. Al desconocer el alumno la naturaleza de la ciencia, sus construcciones en forma de modelos y teorías explicativas y los procesos intrínsecos a los mismos, no discrimina la enseñanza recibida y en esta medida habla y se conduce en el curso.

En síntesis, con la finalidad de determinar las dificultades en las construcciones de los estudiantes en su aprendizaje, se realizó un análisis exhaustivo desde diferentes fuentes de información, buscando, también identificar las posibles explicaciones del origen de tales dificultades, con la intención de esclarecer la problemática que se presenta en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la Biología, en particular.

En tal sentido, se analizaron las clases teóricas para establecer las dificultades derivadas de la interacción contenido-docente-estudiantes. Igualmente se analizaron los exámenes para determinar las dificultades presentes en la elaboración de las respuestas de los alumnos. También se analizaron las actividades prácticas de laboratorio y los informes derivados de las mismas, para indagar en estas actividades y en los documentos elaborados las dificultades inherentes a los mismos.

Los resultados de estos análisis muestran que la mayoría de los estudiantes presenta problemas en el registro de su lenguaje, en el uso de lenguaje específico relacionado con la Biología, problemas de preconcepciones, omisiones, confusiones y errores en sus construcciones y elaboraciones. Un análisis mucho más minucioso revela que estos problemas tienen límites bien diferenciados, lo que permite su identificarlos unos de otros.

Algunos problemas de omisión, confusión y de errores responden al aspecto conceptual y teórico del conocimiento. Las mayores dificultades se producen cuando se ignoran las bases científicas de teorías y modelos para

interpretar los hechos y fenómenos; por ejemplo, el tratamiento de los contenidos conceptuales de la evolución, la variabilidad, adaptación, especiación, en las explicaciones de la diversidad de los organismos; teoría genética, los genes, los alelos, genotipos, fenotipos, en explicaciones como en la coloración de la *Biston carbonaria* y *Biston betularia*; entre otros. Resultados que coinciden con los trabajos de Frederiksen y col. (1999) y 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 reveló que muchos problemas en la comprensión de los conocimientos presentes en los contenidos de estudio, se debían 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.

En este mismo orden de ideas, el análisis mostró igualmente, que la presencia de ciertas preconcepciones relacionadas con la representación de algunos conceptos aceptados por la ciencia, podría llegar a constituirse en un obstáculo en el aprendizaje de nuevos conocimientos y en la evolución o desarrollo de los ya adquiridos, como lo postulan Pozo y Gómez Crespo (1998) y Pozo y Rodrigo (2001), entre otros

Asimismo, quedó demostrada la presencia de una serie de hechos recurrentes en los desarrollos didácticos durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en el aula de clase. Cuando las actividades de clases fueron conducidas por la profesora, la participación de los mismos fue limitada, impidiendo de alguna manera sus elaboraciones y reconstrucciones en la interacción docente-contenidos-alumnos.

Otro hecho importante, fue la falta de correcciones y observaciones tanto en los exámenes como en los trabajos y en las exposiciones de los alumnos, apareciendo sólo una calificación numérica en los mismos. Tal

situación impide de alguna manera que los estudiantes conozcan sus errores y debilidades teóricas, conceptuales y de procedimiento; no cumpliéndose con ello, con uno de los principios de la evaluación: una evaluación formadora y no punitiva.

En este mismo sentido, se detectó otra situación importante en el aula de clase, no hubo elaboración didáctica sobre la base de los procesos cognitivos durante las discusiones y explicaciones, en cualquiera de las modalidades presentadas en la clase. Tampoco se mostró algún trabajo sobre la presencia de preconcepciones, omisiones y confusiones teóricas y conceptuales en las explicaciones y disertaciones durante la conducción del proceso didáctico de la docente.

Todos estos problemas derivados de la acción en la clase, se pueden calificar como dificultades didácticas en la acción docente, que eventualmente se pueden convertir en **dificultades** para los estudiantes en sus elaboraciones conceptuales y teóricas.

Se ha llegado a determinar pues, un cierto grupo de dificultades presentes en las elaboraciones y construcciones de los estudiantes de 4to. Año de Biología, de tipo conceptual- teórico, cognitivo, de preconcepciones y algunas derivadas de la acción docente en la práctica didáctica de la clase.

Se ha observado en el transcurso del análisis que las dificultades didácticas se entrelazan con la aparición de dificultades teóricas y conceptuales y con las cognitivas en la construcción del aprendizaje en los estudiantes de Biología, este hallazgo se apoya en los planteamientos de Bachellard (1973), Camilloni (1997), Furió y col. (1999), quienes coinciden al suponer que las dificultades y los obstáculos epistemológicos de los docentes repercuten en el aprendizaje de los estudiantes.

Es importante resaltar que aunque el estudio estuvo dirigido a las dificultades de los estudiantes en la construcción de su aprendizaje, el hecho de considerar el aprendizaje como emergente del proceso como un todo, el análisis realizado al proceso determinó que la docente también incurría en los

mismos problemas de los estudiantes: de omisión, confusiones, errores conceptuales y teóricos y de preconcepciones en sus explicaciones.

CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como ya se dijo, el análisis se realizó sobre los documentos textuales que contenían toda la información recabada. Como producto de este análisis se determinaron una serie de expresiones, explicaciones y hechos tanto por parte de los estudiantes como por la docente. Lecturas repetidas de los materiales textuales mostraron que muchas de estas expresiones, explicaciones y hechos problemáticos eran recurrentes. Los mismos fueron identificados y señalados como dificultades de distinta índole, que luego en un proceso de reorganización, se agruparon por sus características distintivas –esto es lo que se ha llamado reducción de la información- que por su recurrencia se establecieron como patrones, los cuales pasaron a constituirse en **categorías de análisis**. Según Rodríguez y col. (1999) la categorización es en sí misma un proceso de análisis.

Estas categorías que agrupan ciertas dificultades se clasificaron de acuerdo a su identificación con algunas actividades bien diferenciadas dentro de la acción didáctica de la clase. En este sentido se clasificaron en cuatro categorías para las dificultades de los estudiantes. Con la finalidad de identificar las categorizaciones fue necesario establecer un sistema de códigos para simplificar su denominación y facilitar su manipulación en el análisis. En lo que sigue se explica cada una de las categorías.

a: Categoría Componente Conceptual tiene que ver con las dificultades provenientes del desarrollo conceptual-teórico del conocimiento biológico, en el contenido de la asignatura. Ejemplo de estas dificultades: errores de los conceptos que forman parte de la estructura del contenido específico de la

asignatura y fallas en la secuencia lógica del desarrollo teórico en la reproducción de estos contenidos.

b: Categoría Componente Procedimental se relaciona con las dificultades ligadas a los procesos que conducen a la construcción del conocimiento y que de alguna manera se reflejan en las situaciones prácticas del laboratorio. Ejemplo, realizar una práctica sin partir de un problema, una interrogante o una hipótesis, no registrar los resultados en un informe, no hacer un análisis y discusión de los mismos. El docente en el desarrollo de la clase no alude a los procedimientos que hicieron posible los contenidos involucrados en e la clase.

c: Categoría Componente Cognitivo trata de las dificultades derivadas por la ausencia de ciertos elementos cognitivos funcionales tales como la deducción desde los modelos y teorías a los fenómenos que se quieren explicar, ejemplo, la no disyunción cromosómica en la enfermedad de Klinefelter. La presencia de preconcepciones en las explicaciones que dificultan el desarrollo de nuevos conocimientos..

d: Categoría Componente Didáctico se vincula con las dificultades emanadas de la acción didáctica de la docente. Ejemplo la no ejercitación de procesos cognitivos durante el desarrollo de la clase, pasar por alto observaciones y correcciones en la evaluación en las distintas situaciones donde se requieran: disertaciones, exposiciones, trabajos, exámenes.

Un análisis más profundo permitió determinar algunas **subcategorías**, las cuales recogen una serie de dificultades o problemas derivados de cada categoría, como se muestra a continuación:

Subcategorías de la Categoría Componente conceptual:

a1: Reconstrucción teórica. Se refiere a las incongruencias relacionadas con el desarrollo teórico del conocimiento.

a2: Tipo de explicaciones. Relacionadas con aquellas explicaciones que se mantienen en el plano de lo aparente, en lo descriptivo sin hacer mención en

lo que subyace en la explicación teórica. También hace referencia a las explicaciones incompletas, las cuales producen confusiones.

a3: Modelización Científica. Se refiere a las explicaciones en donde no se establecen relaciones entre los modelos teóricos propios de la actividad científica, con su lenguaje específico, sus interpretaciones metafóricas de la realidad, y los hechos y fenómenos que se quieren explicar.

a4: Elaboración de conceptos. Se relaciona con la expresión de conceptos errados y confusos por errores en la reconstrucción teórica del conocimiento científico.

Subcategorías de la Categoría Componente Procedimental:

b1: Reconstrucción experimental. La reconstrucción experimental que se pretende está muy alejada de lo que podría ser un proceso científico sistemático, muchas veces son incompletos y no muestran el trabajo real de un proceso científico.

b2: Elaboración de Informes. Redacción de Informes incompletos y descontextualizados del proceso seguido en la práctica. No tienen la rigurosidad que requiere un informe de esta naturaleza.

Subcategorías de la Categoría Componente Cognitivo:

c1: Procesos cognitivos. Los alumnos muestran en sus construcciones y elaboraciones ausencia de elementos cognitivos funcionales como deducciones, análisis, abstracciones, lo que les permitiría producir explicaciones completas y coherentes con la teoría y los hechos.

c2: Preconcepciones. Son representaciones de modelos de sentido común, contruidos en ámbitos cotidianos sin cuestionamientos y pocos sistemáticos. Es decir son construcciones alejadas u opuestas a los modelos científicos aceptados.

Subcategorías de la Categoría Componente Didáctico:

d1: Modelización didáctica. Se refiere a la medelización que se hace en la acción didáctica de la clase utilizando modelos científicos descontextualizados de su realidad teórica y su alto grado de abstracción, los cuales generalmente se toman como realidades.

d2: Registro lingüístico. El discurso de algunos estudiantes es inapropiado en su expresión oral y escrita, produciendo explicaciones incongruentes poco entendibles.

d3: Manejo del lenguaje específico. No se manifiesta el dominio del lenguaje específico propio de los modelos de la ciencia, por lo que las producciones y oral y escritas no alcanzan un nivel de explicación apropiado en estos ámbitos.

Consecuentemente, al establecer relaciones entre las categorías y subcategorías se logran diferenciar grupos específicos de dificultades cuyas manifestaciones, por su naturaleza, podrían ser explicadas desde tres ámbitos comunes a ciertos grupos de dificultades como el **A-Epistemológico, B-Psicológico y C-Pedagógico**. Este hecho, brinda apoyo a una de las principales premisas de la investigación, referidos a estos tres ámbitos como niveles de análisis, pero que en estos momentos de la investigación se manifiestan como **ámbitos explicativos** de las dificultades de los estudiantes durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en general y de la Biología en particular.

Estas categorías y subcategorías relativas a las dificultades de los estudiantes, al igual que su posible origen explicativo, se resumen en la Matriz 1.

MATRIZ 1: CATEGORÍAS, SUBCATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE LAS DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIONES	ÁMBITOS EXPLICATIVOS
Dificultades Componente conceptual a Dificultades Componente Procedimental b	a1 Reconstrucción teórica	.Incongruencias relacionadas con el desarrollo teórico	Epistemológicos A
	a2 Tipo de explicaciones	-Explicaciones en el plano de lo aparente -Explicaciones incompletas	
	a3 Modelización científica	-Inexistencia de relación entre modelos teóricos y los hechos y fenómenos que explican	
	a4 Elaboración de conceptos	-Expresión de conceptos errados y confusos.	
	b1 Reconstrucción experimental	-Procesos comprobatorios de la teoría incompletos	
	b2 Elaboración de Informes	- Redacción de Informes incompletos y descontextualizados	
Dificultades Componente Cognitivo c	c1 Procesos cognitivos	-Los alumnos muestran en sus construcciones ausencia de relaciones, deducciones, análisis, abstracciones.	Psicológico B
	c2 Preconcepciones	-Representación de modelos de sentido común alejados de los modelos científicos aceptados.	
Dificultades Componente Didáctico d	d1 Modelización didáctica	-Confusión en el uso de modelos científicos, aceptándolos como verdaderos.	Pedagógico C
	d2 Registro lingüístico.	-El discurso de algunos estudiantes es inapropiado en su expresión oral y escrita.	
	d3 Manejo de lenguaje específico.	- No manifiestan dominio del lenguaje específico de los modelos de la ciencia.	

Castro (2008)

Asimismo, del análisis de la acción docente en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje del curso estudiado, se identificaron ciertos problemas. De igual manera, se determinaron algunas categorías y subcategorías, así como su posible origen explicativo. Por la naturaleza de los problemas que recogen estas categorías se les ha dado la misma connotación de las categorías que emergieron del análisis correspondiente a los estudiantes, como se muestra en la siguiente Matriz.

MATRIZ 2: CATEGORÍAS, SUBCATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE LOS PROBLEMAS DEL DOCENTE

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIONES	ÁMBITOS EXPLICATIVOS
Dificultades Componente Conceptual a Dificultades Componente Procedimental b	a1 Tratamiento de Teorías científicas	-Incongruencias relacionadas con el desarrollo teórico científico.	Epistemológico A
	a2 Explicaciones científicas	-Explicaciones incompletas.	
	a3 Modelización científica	-No referencia a las teorías y modelos científicos como modelos explicativos de la ciencia.	
	a4 Conceptos científicos	-Presenta algunas confusiones conceptuales.	
	b1 Reconstrucción del trabajo científico	-No se crean contextos compatibles con la ciencia -Trabajos prácticos descontextualizados	
	b2 Informes de laboratorio	-No hay una valoración del informe científico -No se incentiva la escritura del informe científico	
Dificultades Componente Cognitivo c	c1 Preconcepciones	-Conceptos alejados de los modelos científicos aceptados	Psicológico B
	c2 Procesos cognitivos	-Ausencia de procesos cognitivos en sus elaboraciones	

Dificultades Componente Didáctico d	d1 Modelización didáctica	-Uso de modelos científicos simplificados y descontextualizados	Pedagógico C
	d2 Visión normativista	-Desarrollo del proceso pedagógico apegado en la normativa, con la subsiguiente rigidez del mismo.	
	d3 Manejo del registro lingüístico	-Fallas didácticas en el manejo del discurso oral y escrito de los estudiantes.	
	d4 Manejo del lenguaje específico de la asignatura.	-Fallas didácticas en el uso de la terminología científica apropiada.	
	d5 Ausencia de procesos cognitivos.	-No ejercitación de procesos cognitivos en la clase.	
	d6 Desconocimiento de preconcepciones	-No se diagnostican y procesan las preconcepciones en la acción didáctica.	

Castro (2008)

Como es obvio en este caso, aunque se compartan las categorías, algunas subcategorías y los ámbitos explicativos de las dificultades, las explicaciones son un tanto diferentes.

Subcategorías del Componente Conceptual:

a1: Tratamiento de Teorías científicas. En este caso se presentan incongruencias relacionadas con el desarrollo teórico científico durante las explicaciones en la clase, produciendo confusiones.

a2: Explicaciones científicas. Aquí se hace referencia a las explicaciones que por alguna u otra razón se presentan incompletas, originando también conocimientos confusos en el estudiante.

a3: Modelización científica. Generalmente en las explicaciones del contenido desarrollado en las clases, no se hacen referencias a las teorías y

modelos explicativos de la ciencia, lo cual le daría cierto significado a la explicación.

a4: Conceptos científicos. Algunos conceptos tratados en la clase presentan confusiones, ya sea porque no se tiene claridad en los mismos o porque se ofrecen de manera descontextualizada de la red lógica de la cual forman parte.

Subcategorías del Componente Procedimental:

b1: Reconstrucción del trabajo científico. En la reconstrucción que se pretende hacer del trabajo científico en el laboratorio no se crean los contextos compatibles con la ciencia. Con esto no se refiere sólo a los contextos físicos sino también a los contextos teóricos metodológicos. El hecho de incluir “Experiencias” en la que únicamente se presentan lecturas específicas, acompañadas de un cuestionario, o en donde el prelaboratorio y el postlaboratorio respondan a preguntas de un cuaderno de prácticas que no responderían a las inquietudes de los estudiantes ni del docente.

b2: Informes de Laboratorio. En este caso no hay una valoración del Informe de laboratorio como un informe científico, no se le da el significado que debe tener un informe en estos ámbitos. Consecuentemente tampoco se incentiva la escritura propia de un informe científico, no hay claridad en las pautas que debe tener este documento, el cual debe ser sometido a la revisión crítica de otros.

Subcategorías del Componente Cognitivo:

c1: Preconcepciones. Presencia de conceptos relacionados con las ciencias naturales, pero alejados en su construcción y significado de los conceptos científicos aceptados.

c2: Procesos cognitivos. Se percibe en las elaboraciones y construcciones del docente en sus explicaciones poco uso de elementos cognitivos funcionales, que relacionen los modelos y las teorías científicas con los hechos y fenómenos que se quieren explicar.

Subcategorías del Componente Didáctico:

d1: Modelización didáctica. Uso en la acción didáctica de la clase modelos científicos simplificados y descontextualizados del ámbito metafórico y simbólico de su origen altamente abstracto, por lo que requiere se una mayor atención en su explicación, pero sin aludir su naturaleza.

d2: Visión normativista. Desarrollo del proceso pedagógico apegado a la normativa, con la subsiguiente rigidez del mismo. Como el uso del Cuaderno de prácticas, el uso de las batas en el laboratorio para hacer lecturas y responder cuestionarios, excluyendo a los alumnos que la tenían la bata de la práctica.

d3: Manejo del registro lingüístico. Fallas didácticas en el tratamiento del discurso oral y escrito de los estudiantes en el curso de la clase, en los exámenes, trabajos, otros.

d4: Manejo del lenguaje específico de la asignatura. Fallas didácticas en el uso de la terminología científica apropiada en el curso de la clase, en los exámenes, en los trabajos, otros.

d5: Ausencia de procesos cognitivos. Poca ejercitación de los elementos cognitivos funcionales como el análisis, inferencia, deducciones, otros.

d6: Desconocimientos de las preconcepciones. No se diagnostican y procesan las preconcepciones durante la acción didáctica, para lograr su desarrollo hacia los conceptos aceptados por la ciencia.

Sin duda, algunas de las principales herramientas intelectuales en el proceso de obtención de conclusiones son la comparación constante, el establecimiento de relaciones, la contrastación, la inferencia, entre otras, según Goetz y LeCompte (1988) y Rodríguez y col. (1999), procesos que hemos seguido en estas categorizaciones y sus relaciones.

Estos elementos permitieron teorizar sobre la realidad estudiada, en el caso particular que nos atañe, la determinación de las dificultades en la construcción de conocimiento de los estudiantes de Biología de 4to. Año y los ámbitos de influencia sobre estas dificultades.

Así, en la Matriz 1, se presentan la comparación y el establecimiento de relaciones entre las categorías y subcategorías, por un lado y, por el otro, con los posibles ámbitos del origen explicativo de las dificultades: Epistemológico, Psicológico y Pedagógico; estas relaciones permitieron llegar a ciertas explicaciones que confirman algunas de las premisas surgidas del análisis del corpus.

También se logró la creación de relaciones cruzadas entre las subcategorías, así se muestra la existencia de influencias entre éstas, las categorías respectivas y los ámbitos de origen explicativo, como se resumen en la Matriz 3 de interconexiones.

MATRIZ 3: RELACIONES CRUZADAS ENTRE CATEGORÍAS, SUBCATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES

ORIGEN EXPLIC. CATEGORIAS	EPISTEMOLÓGICAS A	PSICOLÓGICAS B	PEDAGÓGICAS C
Dificultades Componente Conceptual a	Aa1 Aa2 Aa3 Aa4	Aa3 - Bc2 Aa2-Bc1	Aa3-Cd1 Aa3-Cd3
Dificultades Componente Procedimental b	Ab1 Ab2	A b1- Bc1	
Dificultades Componente Cognitivo c		Bc1 Bc2	Bc1 - Cd1 Bc2- Cd3
Dificultades Componente Didáctico d			Cd1 Cd2 Cd3

Castro 2008

Estas vinculaciones y relaciones nos han permitido hipotetizar y realizar inferencias con respecto a los niveles de influencia que se pueden establecer entre unas y otras categorías y subcategorías y sus respectivos ámbitos de explicación de dificultades.

Se puede percibir que existe una relación de influencia entre **Aa3-Bc2**, se establece la relación entre la subcategoría **Aa3** que trata sobre la **modelización científica** y la subcategoría **Bc2**, que se refiere al **componente cognitivo**, en la ausencia o escasas oportunidades en su ejercitación. La explicación que surge es que la modelización científica que hacen los individuos de una parte de la realidad es una representación y en ausencia de las relaciones cognitivas pertinentes, generalmente, se toman como una realidades, alejadas de los conceptos científicos aceptados.

Otra relación es la que se establece entre **Aa2-Bc1**, así **Aa2** indica las explicaciones en el plano de lo aparente y las explicaciones incompletas; en tanto que **Bc1** alude a los procesos cognitivos. Esta es una situación común entre el estudiantado, no profundizan en sus explicaciones porque no establecen relaciones entre los hechos o fenómenos que se quieren explicar y la teoría que sirve de base a tal explicación.

Igualmente, se establece una relación cruzada entre **Aa3-Cd1**, donde **Aa3** significa modelización científica, por su parte **Cd1** se refiere a la modelización didáctica. Generalmente en la transposición que se hace de los modelos científicos a los modelos didácticos se producen dificultades en las que se simplifica y descontextualiza el modelo científico, y el estudiante llega aceptar el modelo didáctico como real.

La otra relación que se establece es la de **Aa3-Cd3**, encontramos que **Aa3** es la modelización científica y **Cd3** tiene que ver con el manejo del lenguaje científico. Cuando no existe una relación entre los modelos teóricos y los hechos o los fenómenos que se quieren explicar, se presenta en estas explicaciones una ausencia del lenguaje específico propio de estos modelos, el cual le da el significado que la ciencia requiere.

En la relación **Ab1-Bc1**, **Ab1** es la reconstrucción experimental y **Bc1**, tiene que ver con los procesos cognitivos. Esta relación determina la actividad de los procesos propios de las ciencias naturales, y la puesta en marcha de actividad cognitiva de los estudiantes; por cuanto conducir estos procesos

requiere de razonamientos deductivos e inductivos. Se parte de una observación o de la deducción de alguna situación problemática y se llega a ciertas conjeturas.

También la relación **Bc1-Cd1**, donde **Bc1** tiene que ver con los procesos cognitivos y **Cd1** se relaciona con la modelización didáctica. En esta relación se explica la confusión que se establece en el uso de los modelos científicos en la modelización didáctica que los estudiantes hacen en la clase, debido probablemente a la ausencia de elementos cognitivos pertinentes como las inferencias y las deducciones.

De igual manera, se establece la relación entre **Bc2-Cd3**, **Bc2**, preconcepciones y **Cd3**, manejo de lenguaje específico. En esta oportunidad, en la representación que hacen los estudiantes en sus modelos de sentido común, no utilizan la simbología propia del lenguaje de los modelos de la ciencia.

Observando los elementos de la Matriz 3, se puede decir que además de la relación que se establece entre las categorías y subcategorías con los posibles ámbitos de explicación de las dificultades, existe también una imbricación entre las subcategorías categorías y los correspondientes ámbitos de explicación de las dificultades. Esto hace suponer que en la realidad del proceso educativo se da una interdependencia entre todos estos elementos, los cuales generalmente se les considera independientes y de esta manera son tratados en la acción didáctica de la clase.

Estos resultados coinciden con Vasco (Edit). (1998), al considerar la presencia de constructivismos epistemológicos, constructivismos psicológicos, constructivismos pedagógicos, en el proceso educativo.

Igualmente, observando la presencia de subcategorías en cada ámbito del origen explicativo de las dificultades, podría decirse que en las dificultades encontradas tienen mayor influencia las del ámbito epistemológico y las del ámbito pedagógico; es decir, que el desarrollo del conocimiento científico

comporta en sí mismo un cierto nivel de dificultad y la manera cómo se despliega la enseñanza también posee un nivel de dificultad.

Podría pensarse que el docente participante de esta investigación desconoce muchos de estos hechos que se han evidenciado en estos resultados. Tiene sus propias creencias sobre la ciencia, la materia que dicta y el aprendizaje de los alumnos y con base en ello se conduce en su práctica pedagógica.

En cuanto a la Matriz 4, se observa el conjunto de subcategorías derivadas de las categorías, las cuales reflejan los problemas que se presentan durante la acción didáctica de la docente en la clase. Como es de esperar algunos de los significados de estas subcategorías son diferentes a los de las subcategorías de los estudiantes, aun cuando se derivan de las mismas categorías.

Igualmente, en este caso, se realizaron interconexiones entre las subcategorías y los ámbitos de influencia de los problemas. Los resultados se muestran en la Matriz 4.

MATRIZ 4: RELACIONES CRUZADAS ENTRE CATEGORÍAS, SUBCATEGORÍAS Y ÁMBITOS EXPLICATIVOS DE PROBLEMAS DEL DOCENTE.

ORIGEN CATEGORIAS	EPISTEMOLÓGICAS A	PSICOLÓGICAS B	PEDAGÓGICAS C
Dificultades Componente Conceptual a	Aa1 Aa2 Aa3 Aa4	Aa1-Bc2 Aa3 -Bc2 Aa4-Cd1	Aa2- Cd1 Aa3-Cd1 Aa3-Cd4
Dificultades Componente Procedimental b	Ab1 Ab2	Ab1- Bc1 Aa3-Ab2	
Dificultades Componente Cognitivo c		Bc1 Bc2	Bc1 – Cd6 Bc2- Cd4
Dificultades Componente Didáctico d			Cd1 Cd4 Cd2 Cd5 Cd3 Cd6

Castro (2008)

Los resultados de las interconexiones surgen de una serie de nuevas influencias problemáticas relativas a un ámbito de origen determinado. A continuación se muestran, describen y explican estas interconexiones.

Así, se tiene la relación **Aa1-Bc2**, donde **Aa1** significa las incongruencias relacionadas con el desarrollo científico teórico, y **Bc2** es la ausencia de procesos cognitivos en las elaboraciones del docente. Esta relación muestra que las incongruencias observadas en el desarrollo teórico de los contenidos por el docente, posiblemente, se deben a la falta de relaciones lógicas en la relaciones epistémicos del mismo.

La relación **Aa3-Bc2**; **Aa3** es la no referencia a las teorías y modelos de la científica como proposiciones explicativas y **Bc2**, como ya se dijo, es la ausencia de procesos cognitivos. Esta nueva relación se explica en el sentido de que el docente no establece inferencias o deducciones desde los modelos teóricos de la ciencia a sus correlatos explicados (hechos y fenómenos).

De la misma manera, se configuró la relación **Aa4-Cd1**, las confusiones conceptuales, está codificada como **Aa4** y **Cd1** es el uso de modelos científicos simplificados y descontextualizados. En esta relación se muestran que el docente usa los modelos científicos de forma inadecuada, pasando por alto las articulaciones de las hipótesis que lo conforman con contenidos altamente abstractos, lo que conlleva a las confusiones conceptuales al momento de la explicación.

Al referirnos a la relación **Ab1- Bc1**; donde **Ab1** significa que no se crean contextos compatibles con la ciencia y **Bc1** muestra los conceptos alejados de los modelos científicos aceptados. En este caso la relación muestra que las acciones didácticas en contextos no adecuados al entorno científico, como el caso de las prácticas de laboratorio, induce a conceptos errados, o no contribuye a la modificación de los conceptos errados ya existentes.

La relación formada por **Aa3-Ab2**, donde **Aa3** corresponde a la no referencia a las teorías y modelos científicos como proposiciones explicativas de la ciencia y **Ab2** se refiere al poco incentivo que se concede a la escritura del informe científico, en los procesos de la ciencia. Esta relación determina el hecho de que por desconocimiento de la naturaleza epistémico de las teorías científicas en el proceso de reelaboración del conocimiento como producto de las experiencias prácticas y su subsiguiente información, no son considerados como parte importante en la producción del conocimiento, por ello no se valora el informe científico.

Por otra parte la relación: **Aa2-Cd1**, donde **Aa2** es la referencia a las explicaciones científicas incompletas y **Cd1** el uso de modelos científicos simplificados y descontextualizados. Se muestra que el uso de modelos científicos simplificados al extremo de prescindir de sus elementos simbólicos que representan acuerdos científicos y que le proporcionan su significado; aunado a la descontextualizados de los mismos, es decir, alejados del contexto en donde fueron creados, por lo cual carecen de sentido, hace que las explicaciones ofrecidas sean incompletas y por lo tanto pierdan su cometido.

En la relación **Aa3-Cd1**, en la cual **Aa3** la no referencia a las teorías y modelos científicos como proposiciones explicativa científica y **Cd1** el uso de los modelos de las ciencias simplificados y descontextualizados. Se explica como el hecho de de no comprender la naturaleza de las teorías y modelos científicos induce al uso simplificado y descontextualizados de los mismos, en la acción didáctica. Lo que se puede convertir en dificultades en el aprendizaje de los estudiantes

Asimismo, la relación **Aa3-Cd4**, donde **Aa3** se corresponde con la no referencia a las teorías científicas y **Cd4** corresponde a las fallas didácticas en el manejo en el uso de la terminología científica apropiada. Aquí el desconocimiento de la terminología simbólica que acompaña a las teorías y

modelos científicos, impide el uso del lenguaje específico durante la acción didáctica, acorde con esa terminología

En la relación **Bc1-Cd6**, en la cual **Bc1** se refiere a los conceptos alejados de los modelos científicos aceptados y **Cd6** reseña el hecho de que no se diagnostiquen y procesen en la acción didáctica las preconcepciones de los estudiantes. Aquí se muestra que el docente desconoce las preconcepciones y la importancia que tienen desde el punto de vista didáctico, en la construcción de nuevos aprendizajes.

Bc2-Cd4 es una relación en la que **Bc2** representa la ausencia de los procesos cognitivos en las elaboraciones y **Cd4** corresponde a las fallas didácticas en el uso de la terminología científica apropiada. Como resultado de esta relación se tiene que las fallas en el uso del lenguaje científico en las prácticas didácticas, se producen porque no se establecen deducciones e inferencias desde los modelos científicos explicativos con su simbología específica y los hechos o fenómenos a los cuales sirve de base.

Las interconexiones derivadas de la Matriz 4 permiten la expresión y la explicación de ciertas situaciones problemáticas durante la acción didáctica de la docente. Situaciones que influyen de una u otra manera en las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes de 4to año de Biología.

La última parte del análisis nos condujo a una reducción de la información con el establecimiento de las categorías y subcategorías, a través de las cuales se le dio significado a las elaboraciones y construcciones de estudiantes y docente en el transcurso de la práctica pedagógica. Igualmente las relaciones cruzadas entre las categorías, subcategorías y los ámbitos explicativos de los grupos de dificultades mostraron en este nivel de influencias la presencia de dificultades mucho más complejas, ofreciendo un producto de teorización en la problemática de las dificultades que presentan tanto los estudiantes como el docente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como propósito fundamental indagar sobre las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción de conocimientos en el área de Biología durante su escolaridad. Se tomó como unidad de estudio una sección de Biología de 4to. Año de Educación Media y Diversificada. Surgieron del planteamiento del problema dos grandes interrogantes. La primera, dirigida a conocer las dificultades que se generan en la construcción del conocimiento, y la segunda, las posibles causas de estas dificultades. Para orientar la búsqueda de las respuestas a estas interrogantes se plantearon tres objetivos: el primero, consistió en determinar las dificultades epistemológicas, psicológicas y pedagógicas en la construcción del conocimiento. El segundo, describir las diferencias entre las dificultades halladas en orden de complejidad epistemológica, psicológica y pedagógica. El último, dirigido a discutir el valor de posibles preponderancias de una de estas dificultades sobre las otras.

En este capítulo se muestran y discuten los resultados presentados en el Capítulo IV, Para ello se organizan la discusión y las conclusiones en torno a las preguntas y a los objetivos definidos. Es importante aclarar que los hallazgos de esta investigación son discutidos, argumentados y presentados de acuerdo a los fundamentos epistemológicos y pedagógicos que orientan, hasta el momento, el desarrollo de los planes de estudio emanados del Ministerio de Educación, independientemente de la posición epistemológica particular.

Con relación a la primera pregunta: **¿Cuáles dificultades se generan en la construcción del conocimiento en los alumnos de 4to Año de Biología?**

Una manera para hacerse comprender es a través de la comunicación ya sea esta verbal o escrita. En el ámbito educativo el aprendizaje se evalúa a través de las explicaciones proporcionadas por los estudiantes en los exámenes, trabajos, exposiciones, entre otros. Comúnmente se argumenta que los estudiantes presentan dificultades en sus aprendizajes, pero se conoce poco sobre tales dificultades. En la discusión de los hallazgos en la investigación realizada, se logra esclarecer los aspectos que se mueven en torno a las dificultades de los estudiantes en la construcción de conocimientos en los estudios de Biología de 4to año.

Del análisis realizado a las distintas fuentes de información recabada se pudo determinar cómo la mayor parte de los estudiantes en sus explicaciones presentan dificultades: **en el registro del lenguaje natural**, en **el uso del lenguaje específico propio de la Biología**; así como también **dificultades en los procesos cognitivos**, y en la manifestación de **preconcepciones**. Se identificaron también **omisiones, confusiones y errores en sus construcciones y elaboraciones conceptuales y teóricas**, las cuales son dificultades de los conocimientos involucrados en los contenidos. Todas estas dificultades se convierten en obstáculos en la construcción de los aprendizajes científicos de los estudiantes.

El registro del lenguaje en el discurso oral y escrito de un número considerado de los estudiantes presenta además de problemas ortográficos, problemas en la organización y en la coherencia del discurso, impidiendo una competencia comunicativa adecuada. Posiblemente debido, en el caso particular de este discurso en un área específica, a la falta de relación entre los elementos que lo organizan y le dan sentido al mismo, como también a la falta de relaciones en las redes conceptuales que lo constituyen. Es importante señalar que la competencia lingüística en el análisis y en la discusión que nos atañe, la relacionamos más con los problemas didácticos derivados de la práctica pedagógica, que como problema de tipo psicológico.

En cuanto al lenguaje específico, propio de esta área del conocimiento, se puede afirmar que es una consecuencia de lo anterior. El hecho de desconocer la red conceptual que sustenta el conocimiento de los contenidos biológicos de la asignatura, no permite que el estudiante se adueñe de una serie de elementos lingüísticos propios de los conceptos y de los modelos de la ciencia, que le permitirían argumentar su explicación. Podría decirse, citando a Lemke (1997) y a Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) que aprender ciencia es manejar el lenguaje y las representaciones de la misma.

Los problemas en los procesos cognitivos del estudiante quedaron de manifiesto, igualmente, a través de su discurso. La falta de organización, de análisis, de argumentación y de conclusiones en éste, lleva a pensar en las escasas oportunidades que se ofrecen durante la acción didáctica de la clase para el establecimiento de estas relaciones de tipo cognitivo, entre los conceptos, las teorías y los fenómenos que explican. Otro problema cognitivo presente también, son las preconcepciones, consideradas como las construcciones que los individuos hacen en contextos no formales, en ausencia de procesos sistemáticos, críticos y argumentativos que los dotarían de ciertos significados, que en este caso, se encuentran muy distantes de los significados de las construcciones elaboradas por la ciencia.

Los problemas relacionados con los errores conceptuales y teóricos en las explicaciones de los estudiantes tienen su correlato con el desarrollo epistémico de estos conocimientos. La ciencia elabora conceptos y modelos que tienen un lenguaje que le es propio y en los que se basa para producir sus explicaciones. Cuando se quiere enseñar y aprender ciencias en ausencia de estas construcciones o sin comprender la relación entre ellas y los fenómenos a los cuales explica, surgen dificultades relacionadas con estos desarrollos.

En cuanto a la segunda pregunta: **¿Cuáles pueden ser las posibles causas de dificultades en la construcción de conocimiento en alumnos de 4to Año de Biología?**

Presentadas de esta manera, se puede decir, y en esto coincidimos con el trabajo de Gómez-Moline y Sanmartí (2002), que las dificultades determinadas responden a diversas causas, como las derivadas del **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. La manifestación recurrente de estas dificultades a través del análisis, permitió, como ya se dijo, llegar a la identificación de **patrones**, que se transformaron luego en las **categorías de análisis**.

Estas categorías fueron clasificadas según las dificultades que se agrupan alrededor de cuatro componentes propios de la acción didáctica de la clase: **Componente Conceptual**, relacionado con las dificultades provenientes del desarrollo teórico-conceptual de los contenidos de la asignatura. **Componente Procedimental**, vinculado con las dificultades propias de los procesos en el desarrollo del conocimiento involucrado en los contenidos de la asignatura. **Componente Cognitivo**, trata, por un lado, sobre las dificultades derivadas por el escaso uso de los procesos cognitivos y, por el otro lado, por la manifestación de preconcepciones, construcciones cuyos significados difieren de los significados de las construcciones científicas. Y, por último, **Componente Didáctico** concerniente a las dificultades surgidas posiblemente por una praxis didáctica inadecuada.

Un análisis más profundo posibilitó determinar una serie de subcategorías, las cuales recogen en gran medida las dificultades o problemas incluidos en cada categoría.

En lo que sigue se discuten los resultados relativos a los objetivos planteados, permitiendo con ello presentar el conocimiento derivado de estos aportes.

1er objetivo: Determinar dificultades epistemológicas, psicológicas y pedagógicas en la construcción de conocimiento en estudiantes de 4to Año de Biología.

Un análisis más profundo de las relaciones entre categorías y subcategorías permitió ubicar las dificultades, por su naturaleza, en tres grandes ámbitos **Epistemológico**, **Psicológico** y **Pedagógico**, los cuales podrían proporcionar un origen explicativo común a las mismas, mucho más abarcadores y definitorios desde el punto de vista conceptual.

Las explicaciones de las dificultades desde el ámbito **Epistemológico** tienen que ver con la naturaleza del conocimiento, es decir, las maneras cómo se producen las elaboraciones de la ciencia. Lo cual desde el punto de vista actual, implica un proceso dinámico de construcción que dista mucho de ser simple y unidireccional. Se recogen aquí los avances, los retrocesos, las afirmaciones y las negaciones, las certezas y las incertidumbres, los éxitos y los fracasos que acompañan el devenir en la construcción del conocimiento y que pocas veces es mostrado. El hecho de no comprender estos procesos y sus resultados es lo que ocasiona que se produzca este tipo de dificultades, que se manifiesta en los conocimientos conceptuales y en los procesos implicados en los mismos durante el desarrollo de los contenidos programáticos de la asignatura.

Las explicaciones desde el ámbito **Psicológico** tratan de aclarar las dificultades manifestadas por los estudiantes en el desarrollo de sus conocimientos, en lo cognitivo y en sus preconcepciones. La psicología desde sus múltiples derivaciones ha tratado de estudiar la psiquis del individuo en esos campos, como las teorías relacionadas con el desarrollo y su relación con el aprendizaje, las del aprendizaje y su relación con las teorías del lenguaje, entre otras. No se trata aquí de profundizar en los estudios psicológicos como tales, sino en las implicaciones que tienen con la didáctica en la enseñanza y el aprendizaje; en el caso que nos atañe, los elementos cognitivos específicos que se muestran ausentes en la mayoría de las explicaciones de los alumnos, como la deducción, la inferencia, las comparaciones. En cuanto a las preconcepciones, en los últimos tiempos la psicología ha dedicado muchas de sus investigaciones para entender este fenómeno en la construcción del

aprendizaje de las ciencias. En un momento se caracterizaron las preconcepciones como ideas inconexas, pero en la actualidad la investigación en psicología afirma que son ideas que se articulan en teorías llamadas implícitas y se presume que tienen su origen en el ámbito de la cotidianidad, pero que son útiles en la predicción y resolución de los problemas en ese contexto.

Obviamente, estas dificultades en los procesos cognitivos y en las manifestaciones de preconcepciones, se podrían convertir en obstáculos del aprendizaje, no sólo de los conceptos científicos, sino también para la reconstrucción teórica del conocimiento, al no poder articularlos en su desarrollo y llegar a los significados desde el punto de vista de la ciencia aceptada.

La explicación de las dificultades desde el ámbito **Pedagógico** nos permite adentrarnos en la práctica pedagógica actual dando paso a una pedagogía abierta y multidisciplinaria, conociendo que el hecho pedagógico es complejo, dinámico y controvertido por los elementos que lo conforman: el ser cognoscente, con su experiencia previa, sus valores, sus intereses y necesidades; el objeto de conocimiento o contenido programático, el cual responde a la naturaleza de la disciplina del cual se deriva, y el mediador docente cargado también con sus experiencias y creencias sobre el sujeto que aprende y lo que enseña. En este sentido, las explicaciones a los problemas surgidos de las prácticas didácticas deben ser una síntesis de diversas teorías, psicológicas, sociológicas, epistemológicas, sin perder de vista la naturaleza del origen de sus propias teorías, que deben ser distintas a las otras y cónsonas con el hecho educativo.

Por otro lado, como parte del análisis se establecieron relaciones entre las dificultades presentes en las categorías, subcategorías y los ámbitos explicativos relacionados con ellas, lo cual facilitó la configuración de dos matrices Matriz 1 y Matriz 2, tanto para el caso de los estudiantes como del docente. Ambas matrices por la naturaleza de las dificultades comparten los

mismos elementos, aunque de manera particular presentan diferencias. Debido al planteamiento inicial en la problemática de la investigación, se destacó la importancia de la acción docente en el proceso de enseñanza y el aprendizaje en la educación formal, por lo tanto, no se podía obviar del análisis en este estudio y de allí el resultado de la **Matriz 2**. Estas matrices permiten obtener una síntesis relacional entre los elementos que la componen, facilitando su interpretación.

2do. Objetivo: Describir las diferencias entre las dificultades halladas en orden de complejidad Epistemológica, Psicológica y Pedagógica.

Analizando las dificultades ubicadas en los distintos ámbitos explicativos, podríamos señalar en orden de complejidad, en primer lugar, las epistemológicas, seguirían las psicológicas y, por último, las pedagógicas. Esta complejidad en las dificultades de explicación epistemológica la hacemos extensiva hasta el docente. Se piensa que la complejidad en este campo radica en la naturaleza del desarrollo de estos conocimientos, en el carácter indirecto de las determinaciones de la realidad científica, acompañadas generalmente de un lenguaje de signos y metáforas, lo cual implica una forma de pensar distinta a la que se hace en la cotidianidad, como es sostenida por Bachellard (1973) y otros. En segundo lugar, por el uso restringido que los docentes dan a este tipo de pensamiento al ignorar el desarrollo epistemológico de las ciencias en sus preparaciones y en sus prácticas pedagógicas, por lo tanto, los alumnos presentarían también esta carencia, que obstaculiza sus construcciones y elaboraciones.

Las dificultades de explicación psicológica y de explicación pedagógica son menos complejas, no por su naturaleza sino por la familiaridad en el contexto educativo, donde constantemente se están manejando términos como procesos cognitivos, razonamientos, abstracciones y planificación pedagógica,

acciones didácticas, contenidos significativos, entre otros. Sin embargo, esto no quiere decir que sus desarrollos se trabajen bien en dichos contextos. Estas apreciaciones son apoyadas por Moreno y col. (1998) al afirmar que, por ejemplo, no es sencillo abstraer un dato de un conjunto de datos, lo cual implica una actividad mental del individuo que deberá realizar un trabajo de análisis para aislar las diferentes propiedades y, al mismo, tiempo adquirir conciencia de cada una de ellas; este proceso involucra una dificultad que revela la necesidad de utilizar mecanismos cognitivos que deben desarrollarse en la acción didáctica de la clase.

3er Objetivo: Discutir el valor de preponderancias de una de las dificultades sobre las otras.

Independientemente del orden de complejidad señalado, se mostró en el análisis que existe predominio de algunas dificultades sobre otras, dependiendo del grupo. Como se indicó arriba y en otros lugares de este trabajo, es relevante el hecho de que muchas de las dificultades epistemológicas y psicológicas provienen de una orientación o acción didáctica inadecuada ya sea por omisión o por errores en el desarrollo, práctica y evaluación de los contenidos programáticos. En este sentido, nos encontramos en la Matriz 2, correspondiente a la acción didáctica del docente, que las dificultades expresadas en las subcategorías del Componente Didáctico se multiplican, mostrándose de esta manera el alcance importante que tendrían en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Por consiguiente, podemos deducir que las dificultades provenientes del Componente Didáctico, dentro del ámbito pedagógico, son preponderantes en relación con las dificultades presentes en los ámbitos epistemológicos y psicológicos.

Es relevante destacar el hecho de que el establecimiento de interconexiones que se pudieron crear entre las dificultades presentes en las categorías, subcategorías y sus ámbitos explicativos, facilitó hipotetizar e inferir

con respecto a ciertos niveles de influencia entre los mismos. Estas interconexiones son importantes porque a través de ellas emergieron una serie de conocimientos nuevos, diferentes a las relaciones que se establecieron originalmente. Tales interconexiones se muestran en la Matriz 3 relativa a los estudiantes y en la Matriz 4 relacionada con el docente.

Para el caso de los estudiantes, estas interconexiones son: **Aa3-Bc2**, **Ab1-Bc1**, **Aa3-Cd1**, **Aa3-Cd3**, **Bc1-Cd1** y **Bc2-Cd3**, mostradas en el Cuadro Resumen de la Matriz 3.

Matriz 5: Resumen de la Matriz 3

INTERCONEXIONES	DEFINICIONES	EXPLICACIONES
Aa3-Bc2	Inexistencia de relaciones entre modelos y teorías y los fenómenos que explican / Representación de modelos de sentido común alejados de los modelos científicos aceptados.	La modelización científica que hacen los individuos de una parte de la realidad es una representación y en ausencia de contextos y lenguajes apropiados, se toman como realidades.
Aa2-Bc1	Explicaciones en el plano de lo aparente / Ausencia de relaciones cognitivas en sus construcciones	Situación común entre los estudiantes, no profundizan en sus explicaciones porque no establecen relaciones cognitivas entre los fenómenos que quieren explicar y la teoría que le sirve de base a tal explicación.
Ab1-Bc1	Procesos en la reconstrucción experimenta incompletos / Ausencia de relaciones cognitivas en las construcciones.	La actividad experimental se presenta deficiente al no partir de hipótesis e interrogantes y las relaciones cognitivas pertinentes para llegar a los resultados obtenidos y sus discusiones.
Aa3-Cd1	Inexistencia de relaciones entre modelos y teorías y los fenómenos que explican / Confusión en el uso de modelos científico en la modelización didáctica aceptándolos como verdaderos.	Generalmente en la transposición que se hace desde los modelos científicos a los modelos didácticos se producen simplificaciones tales que el estudiante desvirtúa el modelo didáctico aceptándolo como real.
Aa3-Cd3	No referencia a la modelización científica en la explicación / No dominio del lenguaje específico de los modelos de la ciencia	El estudiante en sus expresiones utiliza una terminología no cercana a los modelos o teorías que sirven de base a la explicación, presentado una discurso confuso.

Bc1-Cd1	Ausencia de relaciones cognitivas en las construcciones / Confusión en el uso de modelos científicos en la modelización didáctica aceptándolos como verdaderos.	La ausencia de relaciones cognitivas como las deducciones, análisis, diferenciaciones, abstracciones, impiden la apropiación de entes teóricos propios de los modelos de la ciencia aceptándolos como realidades.
Bc2-Cd3	Representación de modelos de sentido común / No dominio del lenguaje específico de los modelos científicos	La representación que hacen los estudiantes de sus modelos de sentido común, no utilizan la simbología propia del lenguaje de ciencia, creándose las preconcepciones, que al no ser manejadas didácticamente se convierten en obstáculos para sus elaboraciones.

Castro (2008)

Si se detallan las explicaciones del cuadro resumen de la Matriz 3, se observa que éstas se ubican en los ámbitos explicativos Psicológico y Pedagógico, demostrándose que, si bien es cierto que la lógica de la disciplina que sirve de base a la asignatura de estudio es importante, obviamente, la lógica de quien aprende y las acciones didácticas en la práctica pedagógica son determinantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Igualmente las interconexiones para el caso del docente son: **Aa1-Bc1**, **Aa3-Bc2**, **Ab1-Bc2**, **Aa2-Cd1**, **Aa3-Cd1**, **Aa3-Cd4**, **Aa4-Cd1**, **Ab1-Cd1** y **Bc2-Cd4**, mostradas en el cuadro resumen de la Matriz 4.

Matriz 6: Resumen Matriz 4

INTERCONEXIONES	DEFINICIONES	EXPLICACIONES
Aa1-Bc2	In congruencias con el desarrollo teórico científico / Ausencia de procesos cognitivos en la elaboración docente	Las incongruencias observadas en el desarrollo del contenido programático, posiblemente se deban a la falta de relaciones lógicas en las relaciones epistémicos del conocimiento.
Aa3-Bc2	No referencia a las teorías y modelos científicos como modelos explicativos / Ausencia de procesos cognitivos en las elaboraciones.	La ausencia de relaciones lógicas desde los modelos teóricos de la ciencia a sus correlatos explicativos.

Ab1-Bc1	En la reconstrucción del trabajo científico no se crean contextos compatibles con la ciencia / Conceptos alejados de los modelos científicos aceptados.	Las acciones didácticas en contextos no adecuados al entorno científico, induce a la formación de creencias en torno a la ciencia y al científico, lo cual no contribuye a la modificación o evolución de los conceptos ya existentes no compatibles con la ciencia.
Aa2-Cd1	Explicaciones científicas incompletas / Uso de modelos científicos simplificados y descontextualizados en la modelización didáctica.	Con el uso de modelos científicos simplificados al extremo, se prescinde de sus elementos simbólicos que representan acuerdos científicos; aunado a la descontextualización de los mismos, los aleja del contexto donde fueron creados, produciendo, por lo tanto, explicaciones incompletas y confusas.
Aa3-Cd1	No regencia a las teorías y modelos científicos como propuestas explicativas / Uso de los modelos de la ciencia simplificados y descontextualizados.	El hecho de no comprender la naturaleza de las teorías y modelos científicos, induce al uso simplificado y descontextualizado de los mismos en la acción didáctica.
Aa3-Cd4	No referencia a las teorías y modelos científicos como modelos explicativos / Fallas didácticas en el manejo en el uso de la terminología científica apropiada.	El desconocimiento de la terminología simbólica que acompaña a las teorías y modelos de la ciencia, impiden el uso del lenguaje específico durante la acción didáctica, presentándose las explicaciones confusas y simplificadas.
Bc1-Cd6	Conceptos alejados de los conceptos científicos aceptados / No se diagnostican y procesan las preconcepciones en la acción didáctica de los estudiantes.	El desconocimiento de las preconcepciones no permite su tratamiento didáctico en la reconstrucción de nuevos conocimientos y en la evolución de los que ya se tienen. Por lo tanto los estudiantes no presentan avances significativos en sus elaboraciones y construcciones
Bc1-Cd1	Conceptos alejados de los conceptos científicos aceptados / Uso de modelos científicos simplificados y descontextualizados en la modelización didáctica.	Las preconcepciones por su naturaleza de origen cotidiano no involucra un lenguaje acorde con las explicaciones científicas aceptadas, por lo tanto, la explicación de los modelos científicos en la acción didáctica serán simples y descontextualizados.

Bc2-Cd4	Ausencia de procesos cognitivos en las elaboraciones / Fallas didácticas en el uso de la terminología científica apropiada.	Las fallas en el uso del lenguaje científico en la acción didáctica, se produce porque no se establecen relaciones cognitivas desde los modelos científicos explicativos, con su simbología específica a los eventos que se quiere explicar.
----------------	---	--

Castro (2008)

En este caso, las interconexiones que se derivaron, en su mayoría pertenecen al ámbito de explicación pedagógico, muy pocas al ámbito psicológico y ninguna al ámbito de explicación epistemológico. Una vez más se confirma que las dificultades como tales, en la construcción de conocimiento tienen una fuerte influencia desde el ámbito pedagógico, en la acción didáctica del docente.

Estas interconexiones que se pudieron establecer entre las dificultades presentes en las categorías, subcategorías y sus ámbitos de origen explicativos, mostraron la complejidad del problema estudiado, por ejemplo, muchas de las dificultades de origen epistemológico se deben a la ausencia de procesos cognitivos en la explicación; y dificultades de origen epistemológico y psicológico, obedecen a problemas en la acción didáctica de la clase.

El análisis del corpus condujo a la obtención de algunos resultados que fueron discutidos a la luz de las interrogantes de la investigación y de los objetivos planteados. En esta discusión se estructuraron una serie de aspectos que habían sido diferenciados en el proceso de análisis, los cuales permitieron llegar a las explicaciones sobre los significados de la realidad educativa estudiada.

CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

Después de discutidos los resultados, estamos en capacidad de ofrecer algunas aproximaciones de alcance pedagógico y de investigación como conclusiones del problema investigado. En estas afirmaciones o proposiciones pretendemos recoger los conocimientos adquiridos como producto del trabajo realizado.

El estudio determinó la presencia de una serie de dificultades en las construcciones y elaboraciones de los estudiantes de la Sección de Biología de 4to Año, objeto de estudio como son: los problemas en el registro del lenguaje natural, en el uso del lenguaje específico propio de la biología; así como también problemas en los procesos cognitivos, y en la manifestación de preconcepciones, además de presentar problemas de omisiones, confusiones y errores en sus construcciones, en sus elaboraciones conceptuales y teóricas. También se identificó el origen diverso de sus posibles causas, entre ellas las derivadas 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, en este estudio se determinaron los ámbitos explicativos comunes a ciertos grupos de dificultades como los Epistemológicos, Psicológicos y Pedagógicos.

De manera general, las dificultades se profundizan cuando las explicaciones aportadas por los estudiantes trascienden el plano de lo descriptivo, no considerando los conocimientos subyacentes aportados por los modelos y teorías de la ciencia; precisamente, por la ausencia de relaciones cognitivas para ir desde estos modelos y teorías a los fenómenos o procesos que se quieren explicar. No debe olvidarse que tanto el pensamiento científico como el pensamiento de quien aprende están mediados por representaciones que van evolucionando progresivamente. La acción didáctica, en este caso, debe orientar los cambios de modelo a modelos de nivel más complejo que faciliten la comprensión del conocimiento científico y biológico en particular.

Los hallazgos también permitieron diferenciar entre los ámbitos explicativos de problemas Epistemológicos, Psicológicos y Pedagógicos un orden de complejidad. En primer lugar, se señalan los epistemológicos debido, por un lado, a la naturaleza epistémica del conocimiento científico de origen indirecto, simbólico y metafórico, y por el otro, debido al tratamiento poco común de esta área en la formación de los docentes y en su implementación en las aulas de clase. Siguen en orden de dificultades, las psicológicas y pedagógicas, no por ser menos complejas sino por la familiaridad de las mismas en los ámbitos educativos.

Igualmente, se identificó el valor de preponderancia entre las dificultades a partir de sus ámbitos explicativos: Epistemológico, Psicológico y Pedagógico. Independientemente del grado de complejidad que ofrecen estos niveles explicativos, se mostró el predominio de la dificultad Pedagógica, por sus implicaciones en los otros dos ámbitos. Ciertamente, muchas de las dificultades epistemológicas y psicológicas, resultarían de acciones didácticas no adecuadas.

El estudio reveló las dificultades de los estudiantes en las elaboraciones y construcciones científicas, como se había pronosticado. Pero lo que aparece como novedoso es que el docente igualmente presenta estos mismos problemas, compartiendo algunas de sus causas y orígenes explicativos, 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.

Igualmente, se desprende de este estudio, el papel fundamental del docente en el proceso de enseñanza y el aprendizaje. Generalmente esta dupla de términos se toma como un invento pedagógico más, pero la realidad mostrada en este trabajo reivindica su existencia. Los problemas atribuidos a la mencionada lógica de la disciplina y, por ende, de la asignatura, no son ni de la disciplina en sí misma, ni de los contenidos; son derivados de la lógica de

pensamientos de quienes construyeron tales conocimientos. Por lo que se concluye, como producto del análisis, que las dificultades de origen epistemológico y psicológico posiblemente se derivan de una praxis didáctica no adecuada en los manejos de estas áreas. Fruto tal vez, no de una responsabilidad consciente del docente, sino de su formación, sus creencias y su apego a los mandatos curriculares, no del todo acertados.

La emergencia de nuevos conocimientos a partir de las interconexiones (Matriz 3 y Matriz 4) de las dificultades ya determinadas en las categorías y subcategorías, amplía la gama de las dificultades, mostrando que muchos de estos problemas no se presentan aisladamente sino que son interdependientes en las áreas involucradas. El docente debería intuir estas situaciones, si partiera de las premisas que soportan la concepción del proceso educativo de las ciencias, en general y de la Biología, en particular.

Es importante dejar sentado aquí ciertos aportes derivados de mi experiencia en este trabajo y que podrían ser una contribución al conocimiento en este tipo de estudio. Se refiere a la visión simplista que tenemos del hecho educativo, éste dista mucho de ser sencillo, homogéneo y no controvertido, como ha quedado al descubierto en esta investigación, por los componentes que lo configuran: sujeto cognoscente, contenidos objeto de conocimiento y el docente, y las emergencias que se derivan de la interacción entre esos componentes. Como consecuencia, el hecho educativo debe ser estudiado en su contexto natural, desde su complejidad en el interior del sistema-aula; donde cobran sentido sus contradicciones, transferencias e incertidumbres, propias de la práctica pedagógica.

Al inicio de la investigación intenté estudiar sólo uno de estos componentes, pero los análisis y las discusiones siempre conducían a los otros dos, indicando que son componentes inseparables de un mismo hecho. Estas apreciaciones concuerdan con las de Pope y Scout (en Porlan y col. (Comps.) 2000), al manifestar que debe dejarse de lado la representación ingenua del aula de clase y tomar el modelo sistémico, en el cual el sistema-

aula se presenta como una red compleja de interacciones, con diferentes niveles de análisis.

Cabe destacar que en un estudio como el presente, el modelo de investigación más apropiado debe ser de naturaleza cualitativa, puesto que el mismo se orienta hacia el aula de clase como un sistema social, donde los contenidos, en este caso de las ciencias, adquieren significados negociados y compartidos en la práctica pedagógica, como lo apunta Castro (2004).

Igualmente es importante la recogida de información desde diferentes fuentes, donde la triangulación es fundamental en la sustentación de dicha información. Asimismo, los instrumentos para recabar la información son determinantes, su elaboración y aplicación deben ser cuidadosamente planificadas. En este sentido, una de nuestras debilidades en la recabación de la información fue la entrevista. Los elementos bosquejados en la misma para obtener información de los estudiantes sobre sus elaboraciones y construcciones no fueron los adecuados, con lo cual se perdió un tipo de información importante para la investigación.

Con relación a las categorías emergentes de este estudio, producto de un procedimiento inductivo, observamos que constituyen una especie de red de significados de los conceptos en los que se apoya la información analizada. Obviamente esto permite darle sentido a las explicaciones de los hallazgos de este estudio en este grupo de estudiantes en particular, pero que dadas las condiciones de regularidad con que se lleva a cabo el proceso de enseñanza y el aprendizaje en nuestras instituciones escolares, y la formación docente con énfasis en la información, generalmente parcelada y descontextualizada, puede hipotetizarse que los resultados de nuestra investigación podrían extrapolarse a otros grupos de estudiantes.

A manera de recomendación para las instituciones formadoras de formadores, estos planteamientos indican que las instituciones de formación docente deben dar un vuelco completo a sus planes de formación, en este caso específico, a la formación en ciencias naturales. El pensamiento científico y el

pensamiento de quien aprende deben incluir niveles de análisis interdisciplinarios. Concretamente, la acción docente debe fundamentarse desde lo pedagógico, lo psicológico y lo epistemológico, constituyendo una unidad integrada en su operacionalización. Muy cercano a estas apreciaciones, Vasco (Edit.) (1998) señala que la docencia de la ciencia debe conjugar la vertiente pedagógica con la científica y epistemológica, para tener una idea no solo de los conocimientos científicos sino también de la dinámica de su construcción.

En este sentido, por ejemplo, las actividades para corregir las carencias mostradas por los estudiantes, relacionadas con sus capacidades cognitivas, expresadas en funciones específicas como abstraer, deducir, hipotetizar; en las capacidades lingüísticas argumentativas, evidenciadas en sus explicaciones discursivas, verbales y escritas; en las escasas capacidades valorativas del quehacer de la ciencia en general y el de la Biología en particular; deben ser incentivadas, promovidas y desarrolladas por el docente en la interacción didáctica de la clase de ciencias. Generalmente se ha tergiversado el papel orientador del profesor y se asume que el alumno es el responsable de todo lo relativo a su aprendizaje como lo expresó el docente en la entrevista realizada "...el proceso educativo es meramente de ellos, el docente simple y llanamente es un orientador..." "...Porque realmente ellos no discuten, ellos no analizan, ellos no se preocupan por desglosar, por ejemplo, un concepto en palabras para entenderlo..." Por otro lado, se sabe que estas capacidades se desarrollan muy poco en las experiencias cotidianas fuera del contexto del aula de clase, éstas son propias de una práctica pedagógica.

Ciertamente, además de una exigencia, es una necesidad, que el profesor de ciencias naturales tenga formación en estos campos. Así, el dominio del poder explicativo de las teorías y las leyes en el comportamiento de los sistemas biológicos ayuda al nivel de comprensión de esta área de conocimiento. La lógica de pensamiento en la producción de estos conocimientos implica niveles de análisis complejos. La presentación coherente

y sistemática de los contenidos programáticos requiere establecer interrelaciones con los conceptos básicos que fundamentan el conocimiento biológico, organizados en mapas conceptuales que presenten el conocimiento contextualizado. Si esto no se toma en cuenta, la acción docente no cumple con su cometido, y sus errores, omisiones y confusiones se convertirán en obstáculo del aprendizaje, estos argumentos coinciden con los señalados por Bachellard (1997) y Camilloni (1997). En este sentido, es posible con estos aportes reestructurar una didáctica de las ciencias diferente y actualizada.

En definitiva, los resultados y las implicaciones derivados de esta investigación son indicadores de la importancia que tienen las instituciones educativas en la formación científica del estudiante, bajo los principios fundamentales del desarrollo intelectual, espiritual, teórico y pragmático, que propendan a la construcción propia, significativa, autónoma y conciente del joven, en relación con su ámbito inmediato y el comunitario en general.

REFERENCIAS BIBLIOHEMEROGRÁFICAS

- Bachelard, G. (1973). *Epistemología*. Barcelona: Anagrama.
- Bachellard, G.(1997). *La formación del espíritu científico*. México: siglo XXI.
- Baker, J. y Allen, G. (1970). *Biología e investigación científica*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- Carretero, M., Castorina, J. Y Baquero, R. (Comps.) (1998). *Debates constructivistas*. Argentina: AIQUE.
- Camilloni, A. (Comp). (1997). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa.
- Candela, A. (2001). Modos de representación y géneros en clases de ciencias. *Investigación en la Escuela*, N° 45, 45-55.
- Carnicer, J. y Furió, C. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. *Investigación en la Escuela*, N° 47, 33-52.
- Castro, M. (2004). La cultura pedagógica de las escuelas integrales, vista a través de las interacciones en el aula de clase. Trabajo de Ascenso no publicado. Mérida: Universidad de Los Andes.
- Cortez, R & Niaz, M. (1999). Adolescents`understanding of Observation, Prediction, and Hypothesis in everyday and Education contexts. *The Journal of Genetic Psychology*, 160, 125-141.
- Curtis, H., Barnes, S. (2004). *Biología*. Buenos Aires; Médica Panamericana.
- Damiani, L. (2005). *Epistemología y ciencia en la modernidad. El traslado de la racionalidad de las ciencias físico-naturales a las ciencias sociales*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Ediciones FaCES.
- Driver, R. (1986). Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, en R. Pérez y R. Gallego-Badillo (eds), *Corrientes constructivistas: de los mapas conceptuales a la teoría de la transferencia intelectual*. Colombia: Magisterio.
- Driver , R. y Col.(1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.

- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano*. Colombia: Universidad del Valle.
- Eflin, J. Glennan, S. & Reisch, G. (1999). The Nature of Science: a perspective from the Philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 107-116.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En Wittrock, M. *La investigación de la enseñanza II: métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós.
- Fernández, P. y Melero, M. (Comps). (1995). *La interacción social en contextos educativos*. España: Siglo XXI.
- Fredericksen, J., White, B. & Gutwill, J. (1999). Dynamic Mental Models in Learning Science: The Importance of Constructing Derivational Linkages among Models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 806-836.
- Furió, C., Ascona, R. y Guisasola, J. (1999). Las dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (31), 359-376.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 231-242.
- Gallego-Badillo, R. (1996). *Discurso constructivista sobre ciencias experimentales*. Colombia: Magisterio.
- García, F. y Rivero, A. (1995). Dificultades y obstáculos en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, Nº 27, 88-94.
- Gil, D. (1993). Psicología educativa y didáctica de las ciencias: Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro. *Infancia y aprendizaje*, 62-63, 171-185.
- Gil, D. y De Guzmán, M. (2001). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Tendencias e Innovaciones. España: Popular.
- Gil, P. (1993). La contribución de la historia y la filosofía de la ciencia al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

- Gimeno, J. y Pérez, A. (1997). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid, España: Morata.
- Goetz, J. y LeCompte, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en la investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Gómez-Moline, M. y Sanmartí, N. (2002). El aporte de los obstáculos epistemológicos. *Investigación Educativa*, 61-68. Recuperado el 20 de octubre, 2007 de la Word Wide Web: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/>
- Hashweh, M. (1996). Effects of science teacher's epistemological belief in teaching. *Journal of Reserach in Science Teaching*, 33, 47-63.
- Hickman, C, Roberts, L., Parson, A. (1999). *Zoología*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Kimball, J. (1986). *Biología*. U.S.A: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. Colombia: Fondo Cultura Económica.
- LaCueva, A. (2000). *Ciencia y tecnología en la escuela*. España: Popular.
- Lawson, A., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. & Falconer, K. (2000). What kinds of scientific Concepts exist? Concept Construction and Intellectual Development in college Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona, España: Paidós.
- McComas, W. & Almazroa, H. (1998). The nature of science education: An introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
- Martínez, M. (1994). *La investigación cualitativa etnográfica*. México: Trillas.
- Martínez, M. (1999). *La nueva ciencia: Su desafío, lógica y método*. México: Trillas.
- Moreno, M.; Sastre, G. Bovet, M. Y Leal, A. (1998). *Conocimiento y cambio. Los organizadores en la construcción del conocimiento*. Barcelona, España: Paidós.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. Colombia: UNESCO.

- Morin, E. (2001). *La mente bien ordenada*. España: Seix Barral.
- Mattews, M. (1998). In defense of Modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 161-174.
- Niaz, M. (1997). Metodología de la investigación en las ciencias sociales y naturales: una aproximación. *Acta Científica Venezolana*, 48, 5-8.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1998). El aprendizaje de las ciencias: Influencia de las "ideas previas" de los alumnos. Madrid: Nancea.
- Parra, B. (1995). *Estudio de caso cualitativo en la investigación educativa*. ULA, Núcleo Táchira.
- Pérez, Ch. (s/f). Definición de Ontología como especificación del conocimiento. Recuperado el 25 de septiembre de 2007, de la World Wide Web: <http://www.elies.rediris.es/elies18/531.html>
- Pérez, R. y Gallego-Badillo, R. (1995). Corrientes constructivistas: de Mapas Conceptuales a la Teoría de la transformación Intelectual. Colombia: Magisterio.
- Piaget, J. (1984). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique.
- Popper: K. (1998). *Realismo y el objetivo de la ciencia. Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*. Vol. I, España: Tecnos
- Porlan, R., García, J. y Cañal, P. (Comps). (2000). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. España: Díada.
- Pozo, J. (1987) ...Y, sin embargo se puede enseñar ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 109-113.
- Pozo, J. (1993). Psicología y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza ¿Concepciones alternativas? *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 187-204.
- Pozo, J. y Gómez Crespo, R. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. y Rodrigo, M. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 2, 407-423.
- Rodrigo, M y Arnay, J. (Comps). (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona, España: Paidós.

- Rodrigo, M.; Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid, España: Visor.
- Rodríguez, G., Flores, J. y García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, España: Aligibe.
- Sampieri, R.; Fernández, C. y Pilar, B. (2002). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Sandoval, W. y Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and their change after a Biological inquire unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (4), 369-392.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir, una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, N° 28, junio.
- Strauss, A. (1988). Teaching qualitative research methods courses: a conversation with Anselm Strauss. *Qualitative Studies in Education*, 1 (1), 91-99.
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos de investigación. La búsqueda de significados*. Barcelona, España: Paidós.
- Vasco, E. (Ed.). (1998). *Constructivismo en el aula ¿Ilusiones o realidades?* Santa Fe de Bogotá: CEJA.
- Vygotsky, L. (1977). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Woods, P. (1987). *La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa*. Barcelona, España: Paidós.

ANEXOS

ANEXO A
MUESTRA DE CLASES TEÓRICAS

ANEXO A

MUESTRA DE REGISTRO DE CLASE TEÓRICA 1

Registro Nº 1: Clase Selección Natural.

Pa: (Escribe en la pizarra) “Selección Natural”

Pa: En la clase pasada habíamos dicho que la teoría de la selección natural fue producto de un largo viaje que realizó ¿quién?..

Aos: Charles Darwin

Pa: Charles Darwin, visitó las Islas Galápagos situada en nuestro continente. Allí él pudo recolectar una gran cantidad de datos haciendo una maravillosa observación que le permitió continuamente estudiar su famosa teoría. (Pausa) Habíamos dicho también que una de las cosas que Darwin encontró una vez que llegó a las Islas Galápagos, fue la gran variedad de un ave llamada pinzón ¡ok!; luego de viajar y observar las especies en una isla y otra, encontró estas aves con diferencias en el pico, en las alas, en las patas, que le llamaron la atención. Cuando él llegó a su lugar de partida y revisó todos sus datos y sacó todas sus conclusiones, pues pudo concluir, valga la redundancia, que las aves que encontró en las Islas Galápagos podrían haber llegado como una sola especie, pero ¿qué había sucedido?, había sucedido que cuando la población comenzó a, - ellos llegaron a una sola isla y la habitaron-, pero cuando la población comenzó a crecer aumentó el cruce y la necesidad de alimento se vieron obligados a emigrar a otras islas, y en ese emigrar a otras islas hizo que ellos encontraran alimento y adoptaran formas totalmente diferentes. Cuando Charles Darwin pasó por las Islas Galápagos él consiguió aproximadamente trece especies y concluyó que para que de una especie se formara otra necesitaban aproximadamente diez mil años; ¿Cuántos años llevaban los pinzones de Darwin evolucionando en las Islas Galápagos?, ciento treinta mil años; ¿estamos claros?... En la clase pasada también dijimos que los organismos o los individuos que constituyen una población difieren genéticamente del grupo, ¿estamos de acuerdo? Es precisamente estas diferencias genéticas la materia prima en la cual se basa la selección natural para seleccionar los individuos potenciales a evolucionar. De acuerdo a esto podemos decir, que la selección natural es el cambio diferencial de la frecuencia de nivel de los genes alelos de las poblaciones, ¿estamos de acuerdo?, cambio diferencial de la frecuencia de nivel de los alelos de las poblaciones.

Cuando me refiero a los genes alelos es la forma alternante que presentan los genes y que hace que los individuos tengan características totalmente opuestas. Bien?

Seguimos con los tipos de selección. Tenemos cuatro (escribe en la pizarra) La direccional, la estabilizante o normalizadora ¿verdad? Luego tienen la equilibradora y por último la disruptiva o diversificadora.

Pa: Primero entonces tenemos la **selección Direccional**... (Los estudiantes contestan pero no se precisa el término en la secuencia oral); 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 de este tipo de selección lo constituye el de la propia tierra que ocurre como un fenómeno natural en cuanto al aumento de las poblaciones, pero esto lo veremos más adelante. 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.

ANEXO A

MUESTRA DE REGISTRO DE CLASE TEÓRICA 2

Registro Nº 19: Reino Plantae (Exposición)

Grupo expositor constituido por 4 estudiantes, dos alumnas y dos alumnos. Presentaron láminas contentivas de: Introducción, Reino Plantae, Clasificación: Plantas no vasculares, Plantas vasculares. Cada una con sus respectivos puntos.

(El alumno Ao1 describe el esquema de exposición y comienza con la introducción)

Ao1: “Generalmente se habla de seres vivos o de animales y vegetales. En la actualidad se habla de cinco Reinos Monera, Protista, Fungi, Animal y el Reino Vegetal. El Reino vegetal se divide en plantas no vasculares y plantas vasculares. A su vez, las plantas no vasculares se dividen en los Briofitos y Algas superiores; las plantas vasculares se dividen en plantas sin semillas y en plantas con semillas. En la primera parte hablaremos de las plantas sin semillas y hablaremos de la división Psilophyta, Licophyta, Sphaeophyta. Introducción en la naturaleza (...) los del reino vegetal son fotosintéticos y por lo tanto poseen clorofila (...) Los vegetales constituyen un amplio universo, están formados por organismos multicelulares y organismos formados por una sola célula. En cuanto al carácter morfológico y fisiológico del cuerpo de los vegetales se puede decir”

Aa1: “Reino Plantae. Las plantas son organismos eucarióticos, fotosintéticos, adaptados primariamente a la vida terrestre. Dentro de las adaptaciones podemos mencionar la presencia de una cutícula que reviste la superficie aérea de las plantas. Tenemos los poros, estos son de gran importancia ya que permiten que se haga el intercambio gaseoso imprescindible para la fotosíntesis. Las capas celulares, como su nombre lo dice estas son las capas que rodean las células reproductivas permite que el esporofito joven esté dentro del gametofito femenino durante el desarrollo del embrión. Se caracterizan por poseer clorofila a, clorofila b y otros pigmentos, entre ellos tenemos los carotenoides. Las paredes celulares de origen celulósico; por almidón que producen algunas plantas por el azúcar acumulado como reserva alimenticia. Estas tres últimas características que acabo de mencionar también las poseen las algas, por lo que se considera que las algas son los antepasados de las mismas plantas. Las plantas poseen tejidos. De los tejidos de las plantas podemos mencionar los tejidos conductores, el xilema y el floema ¿verdad?, de almacenamiento se encuentra la médula, que ahí es donde se encuentran las sustancias, y los tejidos de protección que ahí es donde se encuentra la cutícula y los tejidos fotosintéticos. A continuación mi compañero”

Ao2: “Las características generales de las plantas. Son multicelulares eucariotas. Poseen una pared celular compuesta de celulosa, poseen cloroplastos, poseen mitocondrias, no poseen sistema nervioso. Su forma de reproducción genética es por combinación y meiosis (...) Clasificación de las plantas. Según el sistema moderno de clasificación de las plantas, se agrupan en diez Divisiones, cada una de estas diez divisiones tiene un origen monofilético, cada una de estas divisiones descienden de un antepasado común”

Aa2: “Plantas no Vasculares. Las plantas no vasculares son aquellas plantas que no presentan tejidos vasculares como las plantas superiores (...) Las Briofitas se desarrollan dentro del clima de montaña y prefieren los sitios húmedos y sombreados y también se les puede encontrar dentro de los sitios de temperatura templada y en los árticos. Reproducción de las Briofitas. Tienen un ciclo vital por alternancia de generaciones...”

ANEXO B
MUESTRA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

ANEXO B

MUESTRA DE REGISTRO DE PRÁCTICA DE LABORATORIO 1

Registro Nº 4: Práctica de Grupos Sanguíneos

Pa: Hace unos cuantos años atrás cuando los médicos practicaban transfusiones de sangre a sus pacientes, ellos notaban que para unos era satisfactorio, pero para otros era prácticamente letal. Sin embargo, ellos no tenían la explicación a qué se debía lo que sucedía; ¿Por qué si para algunos individuos era provechosa la transfusión de sangre para otros no? No fue sino aproximadamente en los años 40 cuando Landsteiner y Wiener descubrieron que existen en el torrente sanguíneo aglutininas y aglutinógenos que dan los diferentes tipos de sangre y que ésta era la causa. El individuo debe conocer su tipo de sangre es importante para cualquier emergencia, accidente que requiera de una transfusión de sangre. Aquí en Venezuela no es obligatorio pero en cualquier país la persona porta en una plaquita el tipo de sangre. El grupo sanguíneo como, ustedes saben, se hereda con carácter mendeliano; el niño puede heredar el grupo sanguíneo de la madre o del padre o de ambos padres. Se ha comprobado que puede resultar con el grupo sanguíneo de la madre o del padre. (Pausa) Anteriormente cuando se tenía problemas con la paternidad de un niño se recurría al examen de sangre, pero se ha comprobado que esto era una injusticia porque realmente cuantos niños quedarían sin padre porque ellos no tenían el grupo sanguíneo del papá; cuando ellos pueden tener el grupo sanguíneo.

(Alumno interrumpe la clase)

Ao: La secretaria no tiene pase.

Pa: Como es la primera vez, puede pasar.

No les voy a hablar más sobre los grupos sanguíneos porque supuestamente ustedes van a investigar.

Aquí tenemos los sueros para despistar los grupos sanguíneos. Se van a colocar acá (Dibuja un porta objeto uno con la letra A, otro con la letra B y uno con RH) unas gotas de sangre y suero anti A y anti B y otro para el Rh. Si al colocar la gotica de sangre acá y al colocarle la gotica de suero, la sangre se aglutina o se corta, como se corta la leche ¿ustedes saben como se corta la leche? Bueno este individuo será grupo sanguíneo A, y acá no va a pasar absolutamente nada. Vamos con este, hacemos el mismo procedimiento acá no sucede nada; al colocar la gotica de suero anti B acá aglutina la sangre el individuo tiene grupo sanguíneo B. Si al colocar suero anti A con anti B, en los dos aglutina el individuo tiene grupo sanguíneo AB, y si no sucede nada en ninguno de los dos, el grupo sanguíneo es B.

Entonces vamos a tener ¿cuántos tipos de sangre?

ANEXO B

MUESTRA DE REGISTRO DE PRÁCTICA DE LABORATORIO 2

Registro Nº 6: Práctica Evolución Humana

Pa: “Para responder las preguntas de la pag. 53 tiene una lectura. Van hacer esa lectura, la van reflexionar, la van analizar para responder a las preguntas. Luego van a pasar a la pag. 54. La pag. 54 tiene seis preguntas, cinco preguntas sobre el post laboratorio. También van a trabajar en grupos de cuatro. Van analizar las preguntas del postlaboratorio para responderlas en una hojita y la anexan a la práctica. Y por último van a responder un cuadro que aparece allí.
¿Quiere un libro? Usted me responde por el libro. Por acá”

Grupo A:

Ao1: “...Se montaban en los árboles, no hablaban, no hacían nada, yo supongo que este homínido es más viejo que el Africanus... es más viejo pero sabía más, a pesar de que era más viejo. Entonces en la escala evolutiva humana el debería estas más arriba; vamos a ponerlo detrás del Homo Erecto y delante del Africanus”

Ao2: “¿El homo Erecto es el qué?”

Ao1: “El que ya no se montaba en los árboles, ya no caminaba con sus nudillos, ya tenía capacidad...”

Ao2: “¿Y el Australopithecus africanus?”

Ao1: “Ese era un bípedo, ese hablaba y fabricaba instrumentos era de mandíbula prominente y con molares enormes...”

Ao2: “Aja, y el otro, el que sigue? El erectus”

Ao1: “El Homo erectus. ¡Ha! Pero ese sí está adelante chamo, era... reducción de huesos craneales, hablaba, fabricaba instrumentos y dominaba el fuego; se cree que fue el primer homínido en la prehistoria. También creen que es el mismo homo...”

Ao1: (Hace una pregunta a la Pa)

Pa: ...Ustedes tiene una lectura acá...todos están leyendo, haciendo sus respectivas lecturas. Una vez que terminen, lean primero esto, después se remiten al cuadro.

Ao2: “¿Nos remitimos al cuadro?”

Ao1: “Ya sé. Ustedes saben que aquí dice que este bicho, este homínido ellos encontraron cuando excavaron esparcidos a lo largo de la época paleontológica, huesos de antilope y caballo similares al que...aquí el homo Neanthertalensis dice que, habla de fabricar sus instrumentos... y enterraban a sus muertos; si los encontraban enterrados es porque se los comían y los enterraban? El va adelante del Neanthergénesis y después del Neanthertalensis vienen los otros, entonces ¿quién va detrás del Homo sapiens en la secuencia?”

ANEXO C

MUESTRA DE INFORMES DE LABORATORIO

ANEXO C

MUESTRA DE INFORME DE LABORATORIO 1:
SELECCIÓN NATURAL

Experiencia 1

Selección Natural de Individuos:

1.- Observa cuántas plantas de carraotas han sobrevivido expuestas al sol desde la semana anterior.

NO dicen el número de plantas

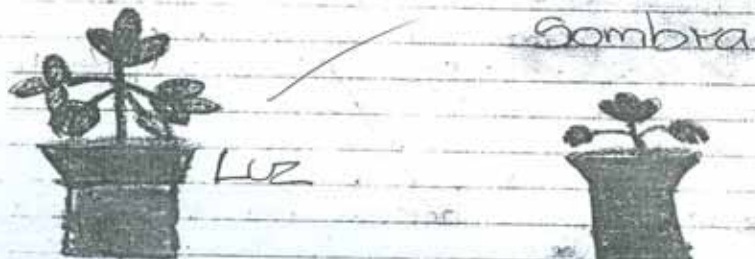
Luz	Sombra
6	4

2.- ¿Cuáles se van en mejor estado?

Las plantas de luz debido a que son más fuertes y son nutridas por la luz solar. < *previo*

3.- ¿A qué crees que se deban esas diferencias?

A que las plantas de sombra son débiles comparadas a la de la luz que son más fuertes debido a que son nutridas por la luz solar.



ANEXO C

MUESTRA DE REGISTRO DE INFORME DE LABORATORIO 2:
GRUPO SANGUINEO

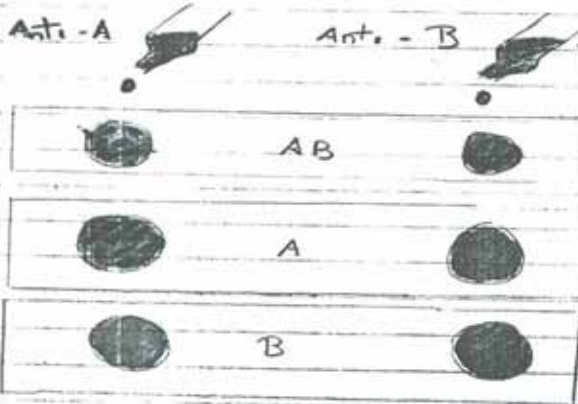
Procedimiento

1. Se tomaron 30 individuos del salón se le procedió a pincharle con la lanceta el dedo índice se tomó su sangre se colocaron 3 gotas de sangre 2 en un portaobjeto y 1 en otro portaobjeto.

Para determinar el tipo de sangre del individuo se le colocó a la gota de sangre un suero anti-A y anti-B, se sabía a que grupo pertenecía cuando algunas de las dos gotas se agrietaban si se agrietaba la primera era A y si era la segunda era B en cambio si ninguna se agrietaba era O.

Para determinar si era Rh+ o Rh- se utilizó el suero Anti-D sucedía casi igual si se agrietaba era + y si no -

Se observó que el tipo de sangre que prevaleció fue O Rh+ que son aquellos que se les denomina donantes universales.



ANEXO D
MUESTRA DE EXÁMENES

ANEXO D
MUESTRA DE REGISTRO EXAMEN 1: VARIACIONES HEREDABLES

Mich. 25 de febrero del 2003

felicitaciones

Prueba de Biología

1) ¿En qué se produce el síndrome de Klinefelter?

R:

Este síndrome se produce por una mala separación de los cromosomas X de la mujer durante la meiosis, lo que hace que el individuo posea un cromosoma XX. Se da generalmente en los varones y presentan características como el nivel de semen, testículos pequeños y duros, poseen andropatía en algunas casos.

2) ¿Qué son mutaciones puntuales o genéticas?

R:

Son mutaciones que tienen que ver con un nucleótido de ADN. Estas se pueden dar por:

- Adición: Cuando un nucleótido se agrega al proceso.
- Sustitución: Cuando se sustituye un nucleótido por otro.
- Inversión: Cuando se altera el código genético de un nucleótido y afecta su estructura.
- Duplicación: Cuando hay una copia de un nucleótido.

3) ¿Qué es la recombinación?

R:

Es la unión de los genes maternos y paternos, que se unen mediante el proceso de entrecruzamiento, dando como resultado otro individuo.

4) De 4 ejemplos de variaciones discontinuas

R:

- El color de los ojos
- La sangre
- La religión
- El N° de patentes

El puntaje no debería ser así, hay un error grave de concepto.

ANEXO D

MUESTRA DE REGISTRO DE EXAMEN 3: PRUEBA DE LAPSO

MERIDA EDO. MERIDA

Prueba Final de Lapso

Nombre y Apellidos: _____

Fecha: 08/04/03 N° de lista: 19

Desarrollo:

4 pts

1. Según su criterio y lo discutido en clase, ¿Qué entiende ud. ejemplo? Valor 3pts.

concepto incompleto

es el cambio que ocurre cuando en cambia su fenotipo y genotipo al pasar años.
Ejemplos
La Evolución del Hombre y del C

4pts

2. ¿Qué es genética de población y que función cumple como tal?

Desconoce el concepto

es el grupo de individuos que pertenecen a una población que se reproduce y su función es saber el tiempo que hay en determinadas leg

4pts

3. ¿Qué es aislamiento ecológico y de un ejemplo? Valor 3pts.

Desconoce el concepto

Es el cambio que ocurre en la adaptación respecto al ambiente o medio ejemplo:

4pts

4. ¿Qué es la especiación Alopática y que importancia tiene para los

Desconoce el concepto

es cuando la Selección Natural crea nuevas poblaciones para separarlas especie del resto de la especie impidiendo cada especie tiene su propio ambiente se encuentran entrecruzadas

2pts

5. ¿En que consiste el proceso de adaptación y nombre los tipos que son las modificaciones fisiológicas de haber sobrevivir en el medio

* Comportamiento: su comportamiento es diferente a de predadores
* Fisiológicas: mecanismos fisiológicos a p
Ej la coloración de los peces

2pts

6. Nombre 5 aspectos en los cuales evolucionó el hombre. Valor

* Su Dentadura
* Cerebro
* Deminución del pelo
* Sus extremidades
* Cavidad Bucinal

ANEXO D

MUESTRA DE REGISTRO DE EXAMEN 4: DIVERSIDAD

Fecha 20-05-03
 nombre [redacted]
 [redacted]

1) nombre 4 causas del Deterioro de las condiciones de vida de los Animales y Vegetales en la zona
 - la sequia
 - la coza
 - destrucción de los bosques

2) clasifique por ^{catagoria} taxonomica
 clase Mamifero
 Homin Sapiens
 Reino ANIMALIA

3) Establezca 4 diferencias y similitudes
 - Procarionta vs Eucarionta
 - Membrana nuclear ausente vs presente
 - cloroplasto ausente vs presente
 - cromosomas uno circular vs uno lineal

4) por quien fue propuesta la nomenclatura Binomial
 - por Charles Darwin

De donde quien ha hecho

No explicacion
 Desconoce la categoria taxonomica
 No clava lo que son procarionta y eucarionta

(5)
 (Eucarionta presente)
 (ausente presente)

ANEXO D

MUESTRA DE REGISTRO DE EXAMEN 4: DIVERSIDAD

Mirida, 20/06/03

Biología

1.- Escribe 4 razones por las cuales a las algas verde-azules se las ubica en el reino monera.

R= - Son organismos unicelulares - Carecen de plantas
 - No presentan mitocondrias - Presentan pared celular

2.- ¿Qué función desempeñan los pelos y los flagelos en las bacterias?

R= La función de los pelos en las bacterias se trata de fijar un sustrato; y la función de los flagelos es encargarse de darle un movimiento de rotación a las bacterias.

3.- Escribe 4 diferencias entre plantas y animales. 4 → 1

* Plantas	* Animales
- Se ubican en el reino plantas	- Se ubican en el reino animalia
- Son organismos unicelulares	- Se ubican en colonia
- Se reproducen asexualmente	- Se reproducen sexualmente
- Son autotrofos fotosintéticos	- Son organismos heterotrofos

4.- Nombra los phylum q' agrupan a los protozoarios

ANEXO D

MUESTRA DE REGISTRO DE EXAMEN 5: CONOCIMIENTO SOBRE GRANDES GRUPOS DE INDIVIDUOS

[Redacted]

Biología

1.- Escribe 4 razones por las cuales a las algas verde-azules se las ubica en el reino manera.

R=

- Son organismos unicelulares	- Carecen de plastos
- No presentan mitocondrias	- Presentan pared celular

2.- ¿Que función desempeñan los púlos y los flagelos en las bacterias?

R= La función de los púlos en las bacterias se trata de fijar un sustrato; y la función de los flagelos se encargan en darle un movimiento de rotación a las bacterias.

3.- Escribe 4 diferencias entre plantas y animales.

R=

* Plantas	* Animales
- Se ubican en el reino plantas	- Se ubican en el reino animalia
- Son organismos unicelulares	- Se ubican en eubioia
- Se reproducen asexualmente	- Se reproducen sexualmente
- Son autótrofos foto sintéticos	- Son organismos heterótrofos

4.- Nombre los phylum q' agrupan a los protozoos

[Redacted]

ANEXO D

MUESTRA DE REGISTRO DE EXAMEN 6: PRUEBA PARCIAL

FECHA: 15/07/03 NUMERO DE LISTA: 34

(c) (12)

PARTE A. A continuación se te presentan una serie de enunciados, complete el espacio que Ud. considere correspondiente a cada uno de ellos.

Los animales que tienen piel espesa, corresponden al Phylum: Anima

La lombriz de tierra corresponde a la clase: Stratiophyta

Son ejemplos de animales Seudocelomados: el cuerpo espiral

Capa embrionaria que da origen a la piel, el pelo y las uñas, entre otros.

Las medusas y las estrellas de mar tienen un tipo de simetría: igual

El Hongo Penicillium corresponde a la división: D.

Los hongos de sombrero corresponden a la división: Deuterophyta

Las plantas Monocotiledóneas y Dicotiledóneas corresponden a la división:

La reproducción alternante es característica de: las Plantas

Las Hepaticópidas y muscópidas corresponden a la división: Dicoti

ANEXO E
MUESTRA DE ENTREVISTAS

ANEXO E

ENTREVISTAS AL DOCENTE

ENTREVIATA AL DOCENTE

ENTREVISTADORA: Bueno profesora le doy las gracias por permitir hacerle esta entrevista. Yo pienso que su opinión con relación al trabajo que estoy realizando es muy importante. Por eso el hecho de esta entrevista.

ENTREVISTADORA: ¿Es usted especialista en el área?

PROFESORA: Primeramente también le doy las gracias a usted profesora por haberme escogido como participante, pues, de su doctorado, porque uno puede tener muchos años de experiencia pero nunca sabe todo y todo el tiempo hay algo que aprender. Y espero que como profesora de mi práctica docente pues las dificultades que tenga o los problemas que presente aún con los años de servicio que tenga, pues este, me las haga saber, que yo de la mejor manera aceptaré todas las sugerencias constructivas para mi bien como profesional
En cuanto si soy especialista en la materia sí, soy especialista, soy licenciada en Educación mención Biología.
(...)

ENTREVISTADORA: ¿Cómo se siente como profesora de biología?

PROFESORA: Como profesora de biología me siento bien, me gusta mi trabajo, me gusta mi especialidad, este, realmente, a veces uno se siente decepcionado por los muchachos, porque uno intenta darlo todo y bueno, a la hora de aplicar una prueba, de hacer una evaluación o de hacer un interrogatorio, porque no sólo una prueba escrita dice lo que el joven sabe, los conocimientos que ha adquirido, no hay muchas maneras de evaluarlo, pero realmente, pues, son pocos los que responden a las exigencias que uno quisiera realmente.

ENTREVISTADORA: ¿Cree usted que dar biología es lo mismo que dar castellano por ejemplo?

PROFESORA: No es lo mismo, porque castellano es prácticamente una materia teórica, biología es una materia teórico-práctica, necesita más conocimientos diría yo, porque claro, ya que es una materia de ciencia como tal, necesita mucha dedicación, necesita de poder dominar realmente la asignatura como tal y tener a la mano las herramientas del laboratorio, pues lo que uno necesita.

ENTREVISTADORA: ¿Qué significa que la biología es una materia de ciencia?

PROFESORA: Bueno pues, como ciencia es una materia realmente experimental, pues la teoría aporta realmente su conocimiento pero uno tiene que trabajar la parte experimental con ellos, en el laboratorio para ver de dónde salen las cosas, por qué en teoría se dicen unas cosas, por qué se dicen otras. (...)

ANEXO E

ENTREVISTA A UN ALUMNO

ALUMNO 1

INVESTIGADORA: Como dice acá en la hoja que te mostré, para facilitar un poco esta conversación, no se trata de un interrogatorio sobre los conocimientos específicos de la materia, sino la oportunidad de intercambiar ideas relacionadas con aspectos de tu aprendizaje ¿verdad? Las cosas que te pregunte es de lo que tú piensas no es de lo que está en los libros, por ejemplo, una de las primeras preguntas es:

¿Qué piensas de la ciencia?

ALUMNO 1: Bueno, yo pienso de la ciencia que es una rama ¿verdad? de los estudios muy importante, porque en ella es donde se encuentran las principales carreras que el humano, que el estudiante puede elegir ¿cómo cuáles? Bueno, como lo es la medicina en todas sus ramas; las ingenierías con sus ramas, entre otras carreras de este tipo y es que la ciencia en sí lo que trata de enseñar son, por decirlo así, métodos o trata de ayudar a las personas, pienso yo, a saber cómo dirigir su vida o como llevarla más hacia allá de lo que él ve. Y por lo menos yo pienso... personalmente, que la ciencia, como ya dije, es la que posee las principales carreras; ya que es como la base que tiene la persona. Sin tener conocimiento acerca de la ciencia la persona o estudiante o el universitario, no puede hacer nada ya que es como el fundamento de lo estudios, pienso yo.

INVESTIGADORA: Por ejemplo, ¿cuáles serían las ramas de las ciencias, de las ciencias básicas?

ALUMNO 1: Para mí, la medicina que se divide en enfermería, farmacia...

INVESTIGADORA: ¿Y dónde dejas la química, la biología, la física?

ALUMNO 1 ¡Claro! La química, la biología, la física, las matemáticas, la ingeniería, también está la...

INVESTIGADORA: Tú sabes que están las ciencias básicas que se refieren a la química, a la física, a la biología; luego están las otras ramas derivadas de carreras, como la ingeniería, la medicina ¡OK! Entonces cuando nos referimos a las ciencias básicas vamos a referirnos a las ciencias básicas nos vamos a referir a específicamente a estas ciencias.

ALUMNO 1: A las ciencias básicas

INVESTIGADORA: Sí

ALUMNO 1: ¡Ah! Okey

ANEXO F
TRANSCRIPCIONES DE CLASE, PRÁCTICA,
ENTREVISTA

Registro Nº 1: Selección Natural

Entrada: 10:20

Asistencia: 10:30

Pa: (Escribe en la pizarra) “Selección Natural”

Dice: Ustedes tienen un plan de contenidos y un plan de evaluación. Allá ustedes si revisan o no.

Pa: En la clase pasada habíamos dicho que la teoría de la selección natural fue producto de un largo viaje que realizó ¿quién?...

Aos: Charles Darwin

Pa: Charles Darwin, visitó las Islas Galápagos situada en nuestro continente. Allí él pudo recolectar una gran cantidad de datos haciendo una maravillosa observación que le permitió continuamente estudiar su famosa teoría. (Pausa) Habíamos dicho también que una de las cosas que Darwin encontró una vez que llegó a las Islas Galápagos, fue la gran variedad de un ave llamada pinzón ¡ok!; luego de viajar y observar las especies en una isla y otra, encontró estas aves con diferencias en el pico, en las alas, en las patas, que le llamaron la atención. Cuando él llegó a su lugar de partida y revisó todos sus datos y sacó todas sus conclusiones, pues pudo concluir, valga la redundancia, que las aves que encontró en las Islas Galápagos podrían haber llegado como una sola especie, pero ¿qué había sucedido?, había sucedido que cuando la población comenzó a, - ellos llegaron a una sola isla y la habitaron-, pero cuando la población comenzó a crecer aumentó el cruce y la necesidad de alimento se vieron obligados a emigrar a otras islas, y en ese emigrar a otras islas hizo que ellos encontraran alimento y adoptaran formas totalmente diferentes. Cuando Charles Darwin pasó por las Islas Galápagos él consiguió aproximadamente trece especies y concluyó que para que de una

especie se formara otra necesitaban aproximadamente diez mil años; ¿Cuántos años llevaban los pinzones de Darwin evolucionando en las Islas Galápagos?, ciento treinta mil años; ¿estamos claros?...

En la clase pasada también dijimos que los organismos o los individuos que constituyen una población difieren genéticamente del grupo, ¿estamos de acuerdo? Es precisamente estas diferencias genéticas la materia prima en la cual se basa la selección natural para seleccionar los individuos potenciales a evolucionar. De acuerdo a esto podemos decir, que la selección natural es el cambio diferencial de la frecuencia de nivel de los genes alelos de las poblaciones, ¿estamos de acuerdo?, cambio diferencial de la frecuencia de nivel de los alelos de las poblaciones. Cuando me refiero a los genes alelos es la forma alternante que presentan los genes y que hace que los individuos tengan características totalmente opuestas. Bien?

Seguimos con los tipos de selección. Tenemos cuatro (escribe en la pizarra) La direccional, la estabilizante o normalizadora ¿verdad? Luego tienen la equilibradora y por último la disruptiva o diversificadora.

Pa: Primero entonces tenemos la **selección Direccional**... (Los estudiantes contestan pero no se precisa el término en la secuencia oral); 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 de este tipo de selección lo constituye el de la propia tierra que ocurre como un fenómeno natural en cuanto al aumento de las poblaciones, pero esto lo veremos más adelante. 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. Este tipo de selección tiene un objetivo primordial y es que nos permite obtener buenos resultados, de allí que la selección Normalizadora nos procura detectar genes

que causen algún tipo de anomalía como es el caso de los genes del albinismo y el enanismo. Se cree que estos genes no se han logrado tratar en su constitución debido a la intervención de la herencia y al sentido de la selección como tal. (Ruido externo) Cada uno de ustedes me van a traer en sus cuadernos lo que consigan acerca de estas anomalías, ¿Ok? Luego tenemos ahora la selección que va a favorecer ahora a dos fenotipos y genotipos 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 desarrollar mecanismos de adaptación. Este tipo de selección nos remite al ambiente, ¿qué es el ambiente?...

Aos: Donde vivimos

Pa: Donde vivimos, y en él desarrollamos mecanismos de adaptación; es el caso por ejemplo de esta mariposa que es parecida a una mariposa africana que es altamente venenosa; entonces el hecho de que esta mariposa posea este colorido sea prácticamente su defensa al momento de enfrentarse a sus depredadores, y de esta manera la población se mantenga en equilibrio. 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 ellos. En un estado vamos a tener como centro la ley de Hardy-Weinberg, 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; y en el otro extremo están los individuos homocigotos que nacen con la enfermedad y mueren por la enfermedad, ¿verdad?, o sea son... (Pausa). Ahora vamos a ver otros casos de selección natural, hasta aquí muchachos ¿hay alguna pregunta? (Pausa), ¿hay alguna pregunta? (Pausa)

Pa; Casos de la selección natural (Escribe en el pizarrón): resistencia de los insectos a los insecticidas, resistencia de las bacterias a los antibióticos, melanismos industriales (Pausa), la evolución del hombre y la evolución del caballo. Vamos a ver ahora algunos de ellos...

(Todos gritan, el grupo se dispersa)

Pa: Vamos a ver el contenido de este trabajo en el día de hoy. (Ruido externo)

Ao2: Participa (No se escucha bien)

Ao1: Responde (Mucho ruido)

Pa: Y es que los insectos son capaces de producir muchísimas enfermedades así como los casos de bacterias perjudiciales para el organismo. Fue entonces cuando el hombre ideó el mecanismo para poder controlar estos tipos de insectos que causaban problemas como tales. Es cuando se inventan entonces los insecticidas, los primeros insecticidas contenían arsénico y DDT. Ustedes saben que el arsénico es nocivo para la salud y DDT, que se acumulan en los tejidos y que son altamente nocivos para la salud; porque si el DDT se impregna en una planta y esta planta es comida por un animal, pasa del tejido vegetal y si este animal es comido por otro animal pasa al tejido del otro animal. Fue efectivo el uso de los insecticidas, sin embargo, ya han resultado insuficientes ahora, cuando nosotros colocamos insecticidas en nuestras casas cerramos las puertas para que se concentre, al otro día vamos a conseguir cucarachas y chiripas muertas, pareciera que todas se mueren pero no es así ¿qué será lo que ocurre?, ¿será que el insecto se

vuelve inmune al insecticida o es que en su condición genética tiene algo que lo hace resistente?

Ao1: Tiene algo que lo hace resistente

Pa: El problema aquí es que antes que apareciera el insecticida en el mercado, en el caso de los insectos ya ellos poseían en su condición genética un gen con características recesivas que se hereda con carácter mendeliano, que produce una variación discontinua. Entonces ¿quiénes se van a morir cuando se coloque el insecticida?, los organismos e insectos que no poseen la manera de resistirlo. (Pausa) Se han hecho estudios incluso aplicando estos insecticidas en el laboratorio y son inmunes. Se tiene como conclusión que se existirá una guerra mundial las únicas sobrevivientes serían las cucarachas.

Luego tenemos el melanismo industrial que fue un fenómeno que se dio en Gran Bretaña antes de 1842. Para ese entonces, Gran Bretaña era una ciudad netamente agrícola, es decir, no existía ningún tipo de contaminación. Los árboles, las piedras, que se encontraban se empezaron a llenar de líquenes. Los líquenes son indicadores de la pureza del ambiente, donde existen líquenes no hay contaminación. En el área que les dije anteriormente existían muchos líquenes de diferentes especies, una gran variedad.

Antes de 1948 existían en Gran Bretaña, en un estudio que hicieron, aproximadamente entre un 95 y 98 % de una mariposa que se denomina... (Pausa). La "Biston betularia". Existe la *Biston carbonaria*, la *B. betularia* es la clara y la *B. carbonaria* es la oscura. Es una plaga que ataca una gran cantidad de plantas y otros insectos.

A partir de 1848, cuando comienza la revolución industrial, la ciudad comienza a llenarse de hollín, ¿ustedes saben lo que es el hollín? (Pausa), cuando se cocina con leña queda un residuo negro y esto impregna el aire y mancha los objetos, es lo que llamamos hollín.

A partir de 1848 comienza a decaer la población de *B. betularia* y comienza a crecer la *B. carbonaria*. Para el año 1898, cincuenta años después, un grupo de científicos determinan que ha bajado el crecimiento de líquenes, la población de mariposas *B. betularia* prácticamente había desaparecido y que la *B. carbonaria*, se encontraba en su mayor apogeo. Cuando ellos hacen estos estudios llegan a la conclusión de que han aparecido melanismos industriales de contaminación; entonces, la pregunta ¿es la mariposa Biston posee un gen que resuelve el problema y que no sabemos? (Pausa – ruido externo)

A qué alelo favoreció la selección natural antes de 1848, al de la Biston clara ¿verdad?; y a qué alelo favoreció después de 1848 a la oscura o sea a la *B. carbonaria*. Pero qué sucede después a quién va a favorecer la selección natural, a la carbonaria

Fíjense ustedes como este tipo de ejemplos se asocia con la selección natural porque este es un fenómeno que pasó en Gran Bretaña, pero es un producto de la intervención del hombre cuando comienza la revolución industrial. ¿Estamos claros? ¿Hay alguna pregunta? ¿no hay preguntas? ¿Estamos claros?

Ao: Entonces la mariposa tenía un gen que le permitía la selección natural...

Pa: Sí, porque cuando ellos se dieron cuenta de que la mariposa era resistente, ella utilizaba mecanismos para hacerse inmune ante los insecticidas y sobrevivir en grandes cantidades.

(Mucho ruido, al parecer hay un intercambio con los estudiantes a modo de repaso)

Registro nº 14: Sesión de práctica Procariotas
Trabajo en equipos para resolver cuestionario del Cuaderno de Prácticas

(Lecturas para luego responder las preguntas del cuestionario)

Grupo 1:

Ao1: “El estudio de los organismos procariotas, se ubican en el reino Moneras; actualmente gracias a los avances del microscopio electrónico, estudios de la bioquímica celular, en particular los estudios realizados por el metabolismo de un procariota en el microscopio electrónico nos ha permitido conocer detalladamente las infraestructuras celulares. En este sentido, han sido de valiosa ayuda las técnicas de exposiciones del ADN y de las proteínas comunes homólogas”.

(La profesora pasa por cada grupo e interroga a los estudiantes sobre lo leído)

Pa: “¿Qué les ha quedado a ustedes de lo que han investigado?”

Ao 1: “Bueno, lo que ha quedado es que el reino se puede decir que el reino monera agrupa los organismos como las cianobacterias, también conocidas como algas verde-azuladas y las bacterias. Que estas son clasificaciones no naturales, se puede decir que esta clasificación no responde a criterios evolucionistas y esto se debe a que esta no es agrupada por un orden jerárquico, sino que más bien se toman en cuenta aspectos como la forma, tipos de nutrición, el tamaño, etc”.

Aa1: “También se puede decir con respecto a las bacterias que ellas se dividen ¿no? Y esto hace que se originen bacterias con la misma composición genética porque como no se mezclan entonces...”

Pa: “¿Usted lo que me quiere decir es que ellas tienen reproducción sexual?”

Aa1: “Asexual por división”

Pa: “¡Ah! Asexual ¿Y solamente por división se reproducen ellas?”

Ao2: “No, ¿cómo se llama? por brotes, que como se desprende una parte de la célula madre, para dar origen a una célula hija”.

Ao1: “También se debe decir que las algas azuladas se ubican en el reino monera ya que ellos son organismos procariotas, ¿qué quiere decir

esto?, que ellos no poseen núcleo diferenciado bien definido porque no poseen membrana nuclear. También ellos son organismos que solamente de los organelos presentan ribosomas. También se puede decir que ellos unicelulares, que tienen vida libre o que también pueden vivir en colonias. También su tipo de alimentación se caracteriza por ser autótrofa y fotosintética. Autótrofo quiere decir que es capaz de producir su propio alimento y fotosintética es que ella al igual que las plantas superiores posee clorofila y carotenos y xantofilas, realizan la fotosíntesis pero su alimento lo almacenan en forma de glucógeno a diferencia de las plantas superiores que es en forma de almidón. También se puede decir que el papel ecológico que juegan en la naturaleza es que fijan el nitrógeno en el suelo y entonces al fijarlo pueden darse cultivos sin necesidad de utilizar sin fertilizantes. Además ellas también utilizando tanto el hidrógeno como el carbono pueden formar hidrocarburos que es el metano que CH₄. Además también otro aspecto que podemos decir acerca del reino monera es que se han dado varios avances en el campo de la bioquímica ¿verdad? Y gracias a estos avances se ha podido especificar más se ha aprendido más acerca de estos organismos. También...”

Pa: “¿A ver quien ayuda ahí al alumno? Usted, que le quedó a usted de lo que investigó”

Aa1: “Que están divididos por dos partes, las cianobacterias y las bacterias, o sea que la clasificación corresponde (...)”

Ao1: “Profe y también falta cual es la función que cumplen los flagelos y los pelos de las bacterias. Los flagelos son muy finos y ellos le permiten darle un movimiento rotatorio a la bacteria y es tan rápida las pulsaciones que uno no pueden notarlas”.

Pa: “¿Todas tienen flagelos?”

Ao1: “No”

Pa: “No ¿verdad? Y el flagelo además de eso que más les permite”.

Ao1: “Ellas tienen pelos, que les permiten fijarse en un sustrato nutritivo”.

Pa: “Muy bien, excelente. “

Otro Grupo

Ao1: “Los procariotas. Los seres vivos en 5 reinos (...) Primordialmente la vida comienza con los organismos más simples (...) La otra pregunta dice...”

Aa1: “¿Cuáles son los avances que permitieron clasificar en forma jerárquica los organismos (...)?”

Pa: “Usted se va a dejar ganar por las mujeres”

Ao1: (No se escucha lo que dice)

Pa: “Pero tres preguntas, qué preguntas discutieron. A ver qué les quedó a ustedes. Si me dicen que ustedes han discutido ¿Qué preguntas respondieron? A ver sin mirar el cuaderno”.

Ao1: “Que fueron clasificados los seres vivos en cinco en los cinco reinos y las características de cada uno, que incluyen moneras, plantae, animalia y protista”.

Pa: “¿Cuáles son las características de cada uno de esos reinos?”

Ao2: “Procariotas”

Pa: “Cuáles, cuáles, a ver. Reino...”

Ao2: “Protista”

Pa: “¿Cuáles son las características del reino protista?”

Ao 2: “Está compuesto por organismos eucariotas, unicelulares, autótrofos, el reino...”

Aa1: “Animales, que está compuesto...animales que están compuestos por organismos eucarióticos y que ellos se deparan los alimentos por la misma ingestión”

Pa: “Aja”

Ao3: “El plantae que está constituido por organismos fotosintéticos pluricelulares”.

Pa: “¿Una característica sacaron de cada reino? ¿Una característica por cada reino? ¿Cuántas sacaron por cada reino? (...)

Se dan cuenta que no han discutido. Si ustedes han discutido cada una de las preguntas como no les va a quedar nada a ustedes, con tres preguntas nada más que responder.

Si ustedes en verdad han leído, han discutido y han respondido esas tres preguntas les tiene que quedar”.

Otro Grupo

Pa: “¿Qué consiguieron ustedes?”

Aa1: “El uso de los avances del campo de la bioquímica celular y en particular los estudios relacionados con el metabolismo de los procarióticos y el microscopio electrónico que ha permitido conocer detalladamente las estructuras de cada célula. Mire se cuenta con el mecanismo específico que permite a los biólogos establecer más fielmente las relaciones de orgánicas. En este sentido ha sido de valiosa ayuda las técnicas de...”

Aa2: “...Secuenciación del ADN”

Aa1: “De secuenciación del ADN y de proteínas homólogas estudiadas anteriormente”.

Pa: “¿Qué significan que sean homólogas?”

Aa2: “Homo, homo”

Aa1: “O sea que tienen un mismo gen pero que tienen funciones distintas”.

Pa: “¿Y qué es la homología?”

Aa1: “Es eso que presentan un mismo gen... “

Pa: “Ustedes cuando vieron esa palabra aquí encontraron ustedes, trataron de ver ¿qué significa eso?”

Aas: “Sí “

Pa: “¿Sí?”

Aa1: “Son organismos que tienen un mismo gen pero con distintas funciones”

Pa: “Aja, entonces ¿qué significa acá esto, proteínas homólogas? “

- Aa:** “Que son las mismas proteínas, pero son como dice aquí, que tienen un mismo gen pero con distinta función, que son las mismas...”
- Aa2:** “Pero cada una de ellas tienen distinta función.”
- Pa:** “¿Tienen que ser las mismas proteínas o tienen que ser o tienen que tener similitud?”
- Aa1:** “Debe tener similitud, debe tener semejanza, pero tienen su trabajo distinto”.
- Aa3:** “Por lo menos que...”
- Pa:** “Ya habían discutido entre las tres”
- Aa3:** “Que los seres vivos se clasifican en cinco reinos: que son el Reino Monera, Plantae...”
- Aa2:** “...Animalía, Fungi...”
- Aa3:** “Y el Protista y qué más...”
- Aa2:** “En cómo se clasifican cada uno de ellos, que algunos tienen células con pared celular, otros son multicelulares, unicelulares, Eucariotas, son microscópicos”
- Pa:** “¿Qué más?”
- Aa2:** “Que son diferentes unos de otros. Por lo menos los del reino protistas hay unos que son heterótrofos y otros que son autótrofos. En cambio por lo menos los de animalía son todos heterótrofos”.
- Pa:** “Aja”
- Aa2:** “El reino monera está constituido por bacterias y cianobacterias y son organismos procariotas y en el reino protista son organismos eucariotas”.
- Aa3:** “Bueno con esto uno se da cuenta por lo menos de la gran variedad que hay entre estos seres vivos, porque como ella dijo, hay unos que son procariotas, otros son eucariotes, unos tienen pared celular, otros no, unos son más grandes que otros. Por lo menos las bacterias son sumamente pequeñas y en el reino plantae y en el animalía la gran mayoría tenemos organismos sumamente grandes”.

Pa: “¿Y los que no tienen pared celular que tienen?”

Aa1: “¿Membrana celular?”

Pa: “Membrana celular. Bastante bien muchachas.”

Grupo 2

Otro Grupo

Aa1: “La composición de los organismos, la composición del cuerpo de los organismos, otra que sería, las razones por las cuales las algas se ubican en el reino monera es porque poseen un tipo de nutrición autotrófico fotosintético...”

Pa: “Ve a ver si le ayuda Usted”

Aa2: “Se puede decir que el reino monera está constituido por bacterias y cianobacterias (...) Se puede decir que los organismos se ordenan en orden jerárquico, porque se ordenan por su tamaño y por la cantidad de células que tengan (...)”

Aa1: “Y también se dice que la mayoría de las bacterias se alimentan heterotróficos y ...”

Pa: “Ellas tienen varios tipos de alimentación ¿Cuáles son los tipos de alimentación?”

Aa1: “Materia inorgánica”

Pa: “¿Cómo inorgánica?”

Aa1: “Ellos se alimentan de materia inorgánica muerta “

Pa: “¿Cuáles son los tipos en las bacterias?”

Aa1: “Eso no lo hemos discutido”.

Entrevista Alumno 2.

Investigadora: Una de las primeras cosas que te quería preguntar por supuesto tiene que ver con la ciencia porque estamos en el área esa ¿Qué piensas tu qué es la ciencia?

Alumno: 2: Yo pienso es como un área que nos permite descubrir aquellos campos que no han sido vistos. Gracias a la ciencia vamos a ir nosotros evolucionando, vamos a ir cada vez, vamos a saber cada día más cosas ¿verdad? en nuestro entorno, en nuestro planeta y así de esta forma nos vamos a ir desarrollando mas, el mundo se va a ser más sofisticado.

Investigadora: O sea que la ciencia produce conocimiento y el hombre es el que hace la ciencia, entonces es el hombre que hace el conocimiento.

Alumno 2: El conocimiento

Investigadora: ¿Qué estudios de las ciencias te atraen más?

Alumno 2: Bueno, los estudios que me atrae más son los de la física

Investigadora: ¿Por qué?

Alumno 2: Bueno, me gusta la física porque como es una rama así que estudia los fenómenos naturales ¿verdad?, la materia y la relación con los fenómenos, entonces, a mi esa parte me

atrae, me atraen esos fenómenos y a mi me gustaría este saber como ocurren y eso.

Investigadora: ¿Crees que se enseña ciencia tal como es ella, como es la ciencia?

Alumno 2: Bueno, pienso yo que no, porque la ciencia, este, nosotros debemos como que cada vez ir innovando más, pero también hay veces que uno se estanca leyendo en una sola cosa y no trata de avanzar y entonces así somos y entonces no hay desarrollo.

Investigadora: ¿Crees que hay una sola manera de hacer ciencia?

Alumno 2: No, puede haber varias formas, se puede enseñar, se puede enseñar experimentalmente a través de práctica y todo aquello y también se puede explicar teóricamente porque debemos saber que la tecnología y es como una utilización práctica de la ciencia.

Investigadora: Si, hoy en día, antes se creía que solamente la ciencia era de tipo experimental, pero hoy en día hay científicos teóricos que se dedican a producir conocimiento, o sea que no hay una sola manera de llegar a producir conocimiento, hay muchas maneras. ¿Qué piensas de la materia Biología?

Alumno 2: Bueno, me parece que esta es una materia muy bonita ya que uno ahí aprende muchas cosas, cada día sabemos mas de cómo somos nosotros, como estamos ubicados en

el planeta, donde están ubicados los demás seres vivos, también nosotros aprendemos y de los procesos naturales y biológicos que se producen en nuestro planeta, tales como el proceso del nitrógeno, toda esa fase del carbono, etc.

Investigadora: ¿Tú crees que hay dificultades en el estudio de la biología?

Alumno 2: Bueno, para mi, yo pienso que no, porque en la biología uno lo que tiene que hacer es prestar atención para entender la comprensión lectora, saber y tratar de entender lo que uno lee, no es difícil.

Investigadora: ¿Tu crees, por ejemplo, que leyendo biología podrás llegar a comprender perfectamente esos fenómenos físicos que yo le dije ahora, que explican los fenómenos biológicos?

Alumno 2: Bueno, yo creo que no, porque si nosotros estudiamos la parte teórica vamos a lograr este acatar una parte ¿verdad? vamos a retener una parte, yo creo que para todo estudio es necesario que haya una experiencia y que también haya una parte teórica y entonces nosotros, si nosotros realizamos esos estudios teóricos debemos ponerlos de manifiesto y esto se logra a través de la experimentación.

Investigadora; ¿Y de esa manera se hicieron tus estudios teóricos y prácticos?

- Alumno 2: Sí, sí, teóricos y prácticos
- Investigadora: ¿En la práctica que hacían? Hicieron alguna de esas cosas que tu dices?
- Alumno 2: Bueno, este, en la práctica lo que hicimos fue dibujar modelos, pero así tampoco este se llega al fondo...
- Investigadora: Esa era otra pregunta que te tenía ¿cómo hace el científico para hacer ciencia, que hace? ¿qué crees tu hace el científico para hacer ciencia?
- Alumno 2: Bueno, el científico lo que hace, primero el científico es como un niño ¿verdad? el comienza a hacerse preguntas de todo y luego él encuentra como una pregunta o algo que lo intriga, que lo inquieta y por lo tanto comienza a estudiar esos fenómenos; cuáles son los factores que influyen, por qué se dan y entonces él trata de buscarle solución a ese....
- Investigadora: ¿Y eso lo hicieron en la práctica?
- Alumno 2: No, creo que no porque...
- Investigadora: ¿Qué fue lo que hicieron en la práctica?
- Alumno 2: En la práctica lo que nosotros hicimos fue dibujar modelos, representar la estructura de los individuos, pero

tampoco estudiamos la forma como estos individuos actúan...

Investigadora: Y llenar la guía con el libro texto.

Alumno 2: Llenar la guía

Investigadora: Así no trabaja el científico, así no trabaja la ciencia. ¿Crees que hay dificultades... bueno ya te hice esa pregunta. ¿Esas dificultades crees tu que son, si hay alguna dificultad, son propias de la asignatura, de quien aprende o de del profesor que da la materia? ¿Qué crees tú?

Alumno 2: Bueno, yo creo que pueden influirse ambos, ambos factores, porque el profesor trata de explicar mejor el tema que el domina ¿verdad? pero también el alumno debe prestarle atención para poder retener todos estos conocimientos, el alumno también este, una vez que el profesor le da la clase debe ponerse a investigar sobre el tema, para que esas ideas que le transmitió el profesor no se olviden tan rápidamente.

Investigadora: Bueno ya eso también lo conversamos. De la manera como ha sido dado el curso ¿verdad?, en la teoría y en la práctica, ya que lo acabamos de ver, que no es la mejor manera, por lo menos hay que tratar, esa es una materia científica y hay que darla como en realidad se hace ciencias.

Alumno 2: Si, si...

- Investigadora; ¿Si se hubiese dado de otra manera el proceso de enseñanza y aprendizaje, tu crees que tu aprendizaje hubiese sido mejor?
- Alumno 2: Yo pienso que si, que si es posible. Por ejemplo, en la parte teórica yo creo que se dio de la manera como lo exige el programa, pero la parte práctica de experimentación debió ser más atacada.
- Investigadora: ¿Y hubo explicaciones en la parte teórica, si se explicaron cosas del fenómeno biológico? Por ejemplo, el fenómeno de la fotosíntesis, el fenómeno de la reproducción, el fenómeno de la respiración ¿se explicaron a profundidad estos fenómenos?
- Alumno 2: Bueno, se tocaron muy superficialmente, más que todo hacia las fases, pero eso era lo que pasaba.
- Investigadora: Según tu opinión ¿qué se podría hacer para minimizar las dificultades que ustedes pudieron conseguir?
- Alumno 2: Bueno, que el profesor tiene que darse a entender más ¿verdad? tratar de dar cosas que puedan ser acatadas por el alumno, también el alumno, como ya lo dije, debe tratar de aprender más acerca de este tema para que las ideas no se olviden, también que para mejorar estas dificultades es necesario que la experimentación o las prácticas se hagan con mayor profundidad; que en las prácticas lo que se tiene que hacer es tratar de comprobar lo que se dio en la clase y más bien en las prácticas lo que se hicieron

fue hacer modelos o dibujos de los individuos que se vieron en clase, más no como ellos se alimentan, como ellos se reproducen, en esa forma. Entonces a través de esta manera, nosotros podemos tomar un mayor aprendizaje en el área de la biología.

Investigadora; Bueno, muchísimas gracias por tu atención y que tengas muchos éxitos.

Alumno 2: Gracias

