



Aprendizaje de morfología y anatomía vegetal en el primer año de Universidad

Paula Siracusa

DIRECTOR: Dr. Andrés Raviolo

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NEUQUÉN
2011**

RESUMEN

En esta investigación se analiza cómo aprenden contenidos de morfología y anatomía vegetal los estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica. Se indagan las representaciones sobre conceptos básicos de botánica como flor, fruto, semilla, plántula, célula, tejido. Cuando resulta posible se describen modelos mentales y se discute su relación con teorías implícitas. También se estudia el uso del lenguaje disciplinar y las habilidades cognitivo-lingüísticas que se demandan en la materia: definir, explicar y argumentar.

El estudio es de tipo naturalista, sigue la evolución de una cohorte de ingresantes en la asignatura Botánica Agrícola General, sin modificar la enseñanza ni interponer diseños experimentales. El procedimiento de indagación consiste en test de lápiz y papel; entrevistas semi estructuradas; observación de clases; análisis de los exámenes parciales. El enfoque es interpretativo ya que el interés está centrado en los significados que producen los propios sujetos de la investigación. Para el análisis se elaboraron categorías de respuestas y se aplicaron pruebas estadísticas (χ^2) y análisis multivariados.

En el marco de la investigación-acción y a partir de los resultados se diseña una propuesta innovadora de talleres colaborativos que se ponen a prueba con ingresantes de cohortes posteriores. Estos talleres enfatizan el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas y el uso de modelos icónicos para la mejor comprensión de contenidos específicos. Se propone una revisión del sistema de evaluación de la materia.

Algunas conclusiones sirven para elaborar sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de la Botánica y para el trabajo con ingresantes universitarios en general.

Palabras clave: aprendizaje; botánica general; concepciones personales; habilidades cognitivo-lingüísticas; universidad.

SUMMARY

This research analyzes how first year students of agronomic engineering career learn plant morphology and plant anatomy. Representations existing on the basic concepts of Botany, like flower, fruit, seed, cell and tissue, are studied. Mental models and its relations with implicit theories are described when it is possible. We also analyze the use of academic language and the cognitive linguistic strategies as definition, explanation and argumentation that are required in class.

The study is of a naturalist type. It follows the evolution of a student cohort during a typical course of Botánica Agrícola General, without modifying the teaching conditions or introducing experimental designs. The inquiry procedure consists in pencil test; semi structured interviews; class observation; analysis of responses to evaluations. The approach is interpretative, focuses on the meanings that produce the subjects of the investigation by themselves. Categories were developed for the analysis of questionnaire answers. Statistical tools as χ^2 test and multivariate analysis were applied.

Collaborative workshops are designed, within the framework of action research. This innovations were applied with subsequent student cohort at de same course. These workshops emphasize the development of cognitive linguistic strategies and use of iconic models for better understanding of specific content. The evaluation system of the course is discussed and an alternative model is proposed.

Some conclusions serve to develop suggestions and recommendations for botany teaching at University and for working with first year students in general.

Keywords: learning; general Botany; personal conceptions; cognitive linguistic strategies; University.

Con amor...

a Emilio por hacerme sentir dueña del cielo y del pinar, al
compartir el sueño de tener mucha sombra por dar...

a Leandro; Sofía y Martín, nuestros hijos, que son más jóvenes
que esta tesis y la valiosa razón de su demora...

a Yoly y Antonio, mis padres, por su presencia infaltable y
por marcar el rumbo en la vida.

Gracias!!!!!!!!!!

- Al director y amigo Dr. Andrés Raviolo por sus sugerencias siempre acertadas, por el diálogo, la confianza, la libertad y el aliento.
- A la profesora de la cátedra donde se llevó a cabo la investigación Ing. Ftl. Amalia Bustamante Leiva y a las Jefas de trabajos prácticos Ing. Agr. Adriana Bünzli e Ing. Agr. Adriana Bustamante, por abrirme las puertas de sus aulas.
- A mi colega y amiga Lic. Gabriela Barral, que estuvo tan cerca de la “cocina” de esta investigación, co-autora de varias de las ideas que aquí se expresan, por su entusiasmo ante cada hallazgo y por el trabajo compartido.
- A las Ing. Agr. Natalia Carzoglio y Mariela Bellora que participaron en el procesamiento de datos prestando una ayuda invaluable desde su doble rol de alumnas e investigadoras nóveles.
- Al Dr. Sergio Bramardi por su asesoramiento en el uso de software de estadística y en los análisis multivariados.
- Al Sr. Miguel Belarra, del Dpto. de Alumnos de la Facultad, por su ayuda para recopilar datos.
- Al Dr. Joaquín Díaz de Bustamante de la Universidad de Santiago de Compostela, España, por el gentil envío de su tesis doctoral, fuente de inspiración de parte de este trabajo.
- Y, fundamentalmente, gracias a los alumnos ingresantes a la Facultad de Ciencias Agrarias cuyas producciones son el objeto de estas reflexiones. Muy especialmente a Cirene, Cristina, Cintia, Romano, Michay, Paola y Karina.

ÍNDICE

RESUMEN	i
PALABRAS CLAVE	i
SUMMARY	iii
KEYWORDS	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vii
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEO DEL PROBLEMA	3
I.1. Objetivos.....	6
I.1.a.Objetivo general	6
I.1.b.Objetivos específicos	6
I.2. Estructura de la tesis	7
II. FUNDAMENTACIÓN	9
II.1. El constructivismo	9
II.2. Las concepciones alternativas	11
II.3. Los modelos mentales	14
II.3.a.Modelos mentales definidos por el investigador	16
II.4. El cambio conceptual	17
II.5. La perspectiva sociocultural y el lugar del lenguaje	20
II.5.a. Las habilidades cognitivo-lingüísticas.....	24
II.6. Antecedentes de la investigación didáctica en Morfología y Anatomía Vegetal	25
III. METODOLOGÍA	33
III.1.Enfoque teórico.....	33
III.2.Instrumentos de investigación	37
III.3.Análisis estadístico	42
RESULTADOS	45
PARTE I: Los actores y el contexto	45
CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN DE LA ASIGNATURA	47
I.1. El objeto de estudio	47
I.2. Botánica Agrícola General en el plan de estudios	50
I.3. El programa de la asignatura	51
I.4. Organización del trabajo de cátedra	53

I. 4. a. Las clases teóricas	53
I.4. b. Los trabajos prácticos	55
CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL	57
II.1. El ingreso y el egreso en números	57
II.2. Procedencia, vivienda, trabajo y transporte de los ingresantes	58
II.3. Representaciones de los ingresantes acerca de la vida universitaria	59
II.4. Caracterización de la cohorte sujeto de esta investigación	61
II. 4. a. Motivación y expectativas	63
PARTE II: Las representaciones	67
CAPITULO III: MODELOS DE SEMILLA Y USO DE LENGUAJE	
DISCIPLINAR	69
III. 1. Presentación	69
III. 2. Forma general externa de las semillas	69
III. 3. Niveles de organización	71
III. 4. Modelos de semilla	72
III. 5. Modelos mentales	74
III. 5. a. El modelo mental de la célula eucariota	75
III. 5. b. El modelo mental del desarrollo humano.....	76
III. 5. c. El modelo mental del huevo	77
III. 6. Cambio de modelo y reconocimiento de nuevas estructuras	77
III. 7. Uso de la terminología de biología celular	78
III. 8. Tipos de lenguaje.....	79
III. 8.a. Designación de las cubiertas externas	80
III.8.b. Designación del embrión	81
III.8.c. Designación de las sustancias de reserva.....	83
III. 9. Relaciones entre los tipos de lenguaje, rendimiento académico y variables de contexto de los ingresantes	84
CAPITULO IV: GERMINACIÓN Y MODELOS DE DESARROLLO	
DE LA PLÁNTULA.....	87
IV. 1. Presentación	87
IV. 2. Factores que influyen en la germinación	88
IV. 3. Modelos de desarrollo	91
IV. 3. a. Modelo espontaneísta	93
IV. 3. b. Modelo preformista	93
IV. 3. c. Modelo puntualista	95
IV. 3. d. Modelo sexualista.....	96
IV. 3. e. Modelo epigenético.....	96
IV. 4. Prevalencia de los modelos de germinación descriptos.....	97
IV. 5. Polaridad y orden de emergencia de los órganos	98
IV. 6. Relaciones entre los modelos de semilla y desarrollo	100
CAPITULO V: CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS.....	105
V.1. Presentación	105
V.2. Las plantas elegidas según diferentes criterios de clasificación	106
V.2.a. Clase taxonómica.....	106
V.2.b. Clasificación utilitaria	106

VIII.7. Características de la célula vegetal	162
VIII.8. Aspecto general de los tejidos	163
VIII.9. Modelos de tejido	164
VIII.10. Diferencias entre aumentos.....	168
VIII.11. Las practicas de laboratorio de microscopía en la escuela media	168
VIII.12. El rendimiento académico y los modelos expresados	169
PARTE III: Las estrategias cognitivo-lingüísticas	171
CAPITULO IX: LAS DEFINICIONES	173
IX.1. Presentación	173
IX.2. Orígenes de los conceptos de flor y fruto	175
IX.3. Las definiciones de flor y fruto en libros y apuntes	177
IX.4. Las definiciones de los estudiantes	182
IX.4.a. La flor	182
IX.4.b. Riqueza en las definiciones de flor	185
IX.4.c. Definición nominal de flor	186
IX.4.d. El fruto	187
IX.4.e. Riqueza en las definiciones de fruto	189
IX.4.f. Definición nominal de fruto	190
IX.5. Comparación entre definiciones de flor y fruto	191
CAPITULO X: LOS TEXTOS EXPLICATIVOS	193
X.1. Presentación	193
X.2. Análisis de las explicaciones	195
X.3. Descripción de modelos mentales	199
X.3.a. Ideas acerca del ascenso del agua en la planta	200
X.3.b. Ideas acerca de la traslocación de los productos de la fotosíntesis.....	203
X.3.c. Ideas acerca del sostén en el medio terrestre	205
X.3.d. Ideas acerca del crecimiento secundario	206
X.3.e. Otros errores conceptuales evidenciados por el test	207
CAPITULO XI: LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	211
XI.1. Presentación	211
XI.2. La argumentación científica según el modelo de Toulmin	215
XI.3. La aplicación del modelo de Toulmin para analizar la argumentación	216
XI.3.a. Análisis de la argumentación oral	218
XI.3.b. Análisis de la argumentación escrita	223
PARTE IV: Las propuestas didácticas	227
CAPITULO XII: EXPERIENCIA DE TALLERES COLABORATIVOS	229
XII.1. Presentación	229
XII.2. Propósito y contenidos	231
XII.3. Desarrollo de los talleres	232
XII.4. Evaluación de la experiencia	240
XII.4.a. Encuesta a estudiantes	241

CAPITULO XIII: ALGUNOS APORTES PARA PENSAR LA EVALUACIÓN ...	243
XIII.1. Presentación	243
XIII.2. Análisis de las instancias de evaluación	244
XIII.2.a. Cuestionarios o “parcialitos”	244
XIII.2.b. Informes de trabajos prácticos	244
XIII.2.c. Exámenes parciales (parte teórica)	245
XIII.2.d. Exámenes parciales (parte práctica)	247
XIII.2.e. Examen final	248
XIII.2.f. El herbario	249
XIII.3. Propuestas para la innovación	251
CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	255
Recomendaciones finales	268
ANEXOS	271
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	317

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

I. PLANTEO DEL PROBLEMA

El interés por investigar cómo aprenden los estudiantes que ingresan a la Universidad contenidos de Botánica General, entre los que se incluyen la morfología y la anatomía vegetal, surge de una doble inquietud, que es a la vez teórica en cuanto se trata de un campo conceptual poco explorado y a la vez práctica en cuanto se espera que un mayor conocimiento de los procesos de aprendizaje pueda contribuir a mejorar las prácticas docentes en las que estamos involucrados y con las que nos sentimos comprometidos.

El problema es de interés teórico dentro del campo de la Didáctica de la Biología en función de que los antecedentes de investigación en el aprendizaje de la Botánica son escasos. Aún dentro de la corriente que estudia las concepciones alternativas, que ha logrado tanto desarrollo en las últimas décadas, no se ha indagado en profundidad la evolución de las concepciones referidas a este campo de conocimiento.

Es probable que la morfología haya despertado poco interés entre los didactas por ser considerada una materia eminentemente descriptiva. Sin embargo, si nos posicionamos desde posturas menos empiristas, comenzamos a apreciar que algunos conceptos nodales como los de flor, fruto, semilla o ciclos de vida, no tienen un significado “transparente”, de “sentido común”, ni unívoco, sino que se trata de conceptualizaciones complejas que fueron adquiriendo distinto significado a lo largo de la historia de la Botánica y que además adquieren diferente connotación en los distintos niveles de enseñanza y por ello resultan constructos interesantes para el análisis.

La investigación didáctica en el campo de la anatomía vegetal es aún más escasa. Analizar cómo aprenden los estudiantes en interacción con el microscopio resulta

esencial para la didáctica de la Biología; en primer lugar, porque en la historia de la Biología moderna la aparición del microscopio óptico marcó un hito revolucionario, además de que aún hoy muchas investigaciones de las disciplinas biológicas utilizan el microscopio óptico como principal herramienta; y en segundo lugar, porque los estudios universitarios de cualquier carrera actual relacionada con las ciencias biológicas, del ambiente o de la salud, imponen una alta carga horaria destinada a las actividades de microscopía a los estudiantes. Sin embargo, no se han descrito en profundidad las demandas cognitivas de la tarea ni las estrategias que los estudiantes desarrollan para construir conocimientos en este campo. La tesis de Díaz de Bustamante (1999) acerca del aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas a través del microscopio puede considerarse pionera en estos estudios.

Por otra parte, el interés práctico que nos llevó a encarar este estudio se relaciona con una necesidad docente: conocer mejor los procesos de aprendizaje de los estudiantes concretos con los que trabajamos y para los cuales diseñamos la enseñanza. La cátedra donde se llevó a cabo esta investigación es Botánica Agrícola General y corresponde a una materia del primer cuatrimestre de primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Comahue. Esta asignatura cuenta con un importante número de inscriptos entre ingresantes y recursantes (aproximadamente 200 estudiantes por año), a la vez que en el transcurso del cuatrimestre se observa deserción y elevados porcentajes de desaprobados. Si bien dilucidar las múltiples causas que puedan llevar al fracaso de los estudiantes no es el objetivo central de esta investigación, consideramos que un mayor conocimiento de los procesos de aprendizaje, de las demandas cognitivas en términos de adquisiciones conceptuales y de operaciones epistémicas y técnicas que la materia conlleva, constituiría un interesante insumo para repensar la práctica docente con miras a

mejorarla. Este análisis es necesario para elaborar propuestas didácticas que contemplen explícitamente el desarrollo de las competencias que interesan.

A partir de la experiencia docente y de estudios exploratorios previos, se detectaron algunos problemas iniciales en relación a los aprendizajes en Botánica Agrícola General, los cuales pueden resumirse de la siguiente manera:

- Aprendizajes memorísticos: los contenidos de morfología y anatomía vegetal suelen ser estudiados de memoria en función de que el estudiante aún no puede dar cuenta de contenidos de fisiología y/o bioquímica que le permitan interpretar las relaciones entre estructuras y funciones.
- Aprendizajes fragmentados: las estructuras internas y externas de las plantas suelen ser descriptas aisladamente sin llegar a integrarse en un modelo de la planta como un organismo vivo (dificultades para interpretar a la planta como sistema).
- Falta de modelos que relacionen micro - meso y macrocosmos: existen dificultades para describir y relacionar fenómenos que se producen en distintos niveles de organización, por ejemplo, a nivel organismo y a nivel celular.
- Dificultad para diferenciar el lenguaje en el que se expresa el conocimiento cotidiano de la lengua estándar de la ciencia, la cual requiere adquirir un nutrido vocabulario específico con términos nuevos y combinaciones de términos.
- Dificultades relacionadas al uso del microscopio: de acuerdo a las observaciones, la dificultad no residiría en la manipulación del instrumento sino en la interpretación de las imágenes que observan, presumiblemente por carecer de modelos o generalizaciones acerca de la estructura interna de las plantas.

- Dificultad en la argumentación científica: el estudiante no está familiarizado con las formas académicas del discurso argumentativo que se requiere para interpretar y justificar la identificación de estructuras biológicas.
- Escasa variedad de estrategias cognitivas y metacognitivas que permitan construir nuevos conocimientos, autorregular y controlar los procesos de aprendizaje.

I.1. Objetivos

I.1.a. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es caracterizar el aprendizaje de contenidos de morfología y anatomía vegetal en estudiantes de primer año de Universidad.

I.1.b. Objetivos Específicos

1. Indagar las representaciones de los ingresantes en relación con los contenidos de morfología externa, citología y anatomía vegetal relevantes para la asignatura y categorizarlas buscando modelos mentales y/o concepciones alternativas.
2. Buscar posibles relaciones entre el rendimiento académico en la asignatura y las concepciones y/o modelos mentales descriptos.
3. Caracterizar las demandas cognitivo-lingüísticas que plantea la propuesta de enseñanza en las clases prácticas de laboratorio, las clases teóricas, y las evaluaciones de la asignatura.

4. Indagar acerca de las estrategias que desarrollan los estudiantes para construir nuevos conocimientos.

I.2. Estructura de la tesis

Esta tesis presenta una fundamentación teórica en la que se exponen los marcos conceptuales que se seleccionaron para comprender la situación de aprendizaje y enseñanza que se analiza, seguida de la descripción del enfoque metodológico elegido y los instrumentos de indagación que se diseñaron. Algunos de estos aspectos se comunicaron en un Congreso de Investigación Educativa (Raviolo, *et al.*, 2007).

Luego se presentan trece capítulos de resultados organizados en cuatro partes. La primera parte refiere a la descripción de los actores y el contexto. En el capítulo I, se caracteriza la asignatura Botánica Agrícola General, y en el II, los sujetos del estudio: los estudiantes que ingresan a la Facultad de Ciencias Agrarias.

La segunda parte, denominada Las Representaciones (capítulos III a VIII) presenta los resultados obtenidos de los test aplicados en los temas semilla, germinación, desarrollo y crecimiento de las plantas, flor, fruto, célula y tejidos vegetales. Versiones preliminares de los capítulos III, IV y VIII se presentaron en Congresos de Enseñanza de la Biología y de Pedagogía Universitaria (Siracusa *et al.*, 2006; Siracusa *et al.*, 2007).

En la tercera parte, se estudian tres habilidades cognitivo-lingüísticas que se evidenciaron de gran importancia para alcanzar competencia en este campo disciplinar: la definición, la explicación y la argumentación científica (capítulos IX a XI). Cada una de ellas fue presentada en Congresos de la especialidad (Siracusa; Raviolo y Bellora, 2008; Siracusa; Bellora y Raviolo, 2008; Siracusa y Raviolo, 2004).

La cuarta parte relata una propuesta de innovación pedagógica llevada a cabo en la cátedra que se diseñó tomando en cuenta las reflexiones generadas por esta tesis (capítulo XII) y una revisión crítica de los modos de evaluar que se emplean (capítulo XIII). Estos temas pudieron ser discutidos en varios congresos donde se presentaron (Siracusa y Barral, 2006; Siracusa y Barral, 2007; Barral, Siracusa y Taranda, 2008; Barral y Siracusa, 2008).

Finalmente, las conclusiones resumen los hallazgos y alientan futuras discusiones a partir de la recuperación de los principales resultados presentados en los capítulos precedentes.

II. FUNDAMENTACIÓN

En esta fundamentación teórica se resume el marco conceptual desde el que se analiza el aprendizaje de contenidos de morfología y anatomía vegetal en esta tesis.

II.1. El constructivismo

En las últimas décadas, el consenso de los especialistas en didáctica de las ciencias naturales ha sido adscribir a una concepción constructivista tanto en el plano epistemológico –al considerar a las ciencias como una construcción social colectiva– como en el ámbito de los aprendizajes individuales.

Las concepciones epistemológicas actuales sostienen que el conocimiento científico no se extrae nunca de la realidad sino que procede de la mente de los científicos que elaboran modelos y teorías en el intento de dar sentido a esa realidad (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Como expresan Espinoza *et al.* (2009) la ciencia elabora conocimiento para explicar el funcionamiento del mundo y no para producir descripciones precisas del mismo. Para poder explicar, la ciencia construye modelos que constituyen representaciones de porciones del mundo en estudio y que se estructuran en teorías. Los modelos pertenecen entonces al campo teórico. La teoría estaría constituida por un conjunto de modelos y tiene aplicación en la explicación de fenómenos más o menos emparentados.

El aprendizaje de la ciencia, dentro de este enfoque, lejos de ser un mero proceso de repetición y acumulación de conocimiento, implica una transformación de la mente

del estudiante, quien debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

El constructivismo plantea que no hay nada en los objetos, situaciones, eventos, etc., de los que se pueda inducir ideas; éstas deben ser construidas por los individuos. Los sujetos aprenden cuando construyen ideas, conceptos, proposiciones, esquemas, a partir de los objetos, eventos y situaciones a los que se enfrentan. Cada uno lo hace desde su propia situación, de forma idiosincrásica, y por lo tanto de forma no predecible (de Posada, 2000).

Uno de los principios del constructivismo supone que el alumno tiene una organización cognitiva interna mediante la cual elabora respuestas en su memoria de corto plazo para responder a las cuestiones, problemas o tareas planteados. Diferentes autores perciben esta organización en formas variadas: como retículos de conceptos, como una organización jerarquizada de teorías implícitas, como teorías específicas y conceptos, como una estructura de esquemas de conocimiento, como esquemas de acción (Marín Martínez, 2003). Por ello, el significado del término constructivismo no es unívoco, y según el autor citado pueden diferenciarse “familias constructivistas”, entre las cuales las de mayor influencia en el ámbito de la didáctica de las ciencias han sido el constructivismo piagetiano, el humanista, el movimiento de las concepciones alternativas (inicialmente denominado constructivismo social) y el constructivismo radical, desarrollado por von Glaserfeld (1996).

El constructivismo piagetiano se conforma a partir de que diversos autores aplican en el ámbito de la enseñanza de las ciencias diferentes aportes de Piaget, como los niveles cognitivos, la formación de operaciones formales, la teoría de la equilibración, etc. El constructivismo humanista es el enfoque más influyente a finales de los `70. Este se funda inicialmente en la teoría del aprendizaje significativo de David

Ausubel; los seguidores de esta teoría han realizado aportes didácticos de notable repercusión como los mapas conceptuales o la V de Gowin (Novak y Gowin, 1984). Estos aportes serán retomados en los `80 por el constructivismo social. Esta corriente, lejos de grandes teorías, se inicia con principios básicos como la importancia de las concepciones específicas de los alumnos sobre los contenidos o la asunción de que el alumno aprende ciencia en consonancia con la actividad científica. Finalmente, el constructivismo radical asume posiciones epistemológicas de corte idealista, más vinculadas al ámbito filosófico que a las cuestiones específicas de la enseñanza en el aula (Marín Martínez, 2003). El constructivismo radical considera que el conocimiento es una construcción tentativa de los seres humanos y niega la existencia de una “verdad única” que pueda ser alcanzada. Chrobak (1998) destaca esta postura como el punto de vista mas importante para la enseñanza de las ciencias y reseña tres principios en los que se basa: el conocimiento es construido por el sujeto cognoscitivo; la función cognitiva es adaptativa y permite la construcción de explicaciones viables sobre las experiencias; el proceso de construcción de significados está siempre influenciado por el entorno social.

II.2. Las concepciones alternativas

Este proyecto asume la influencia del ámbito del movimiento de las concepciones alternativas que se centra en el estudio de las concepciones de los alumnos sobre los contenidos de la enseñanza. Si bien algunos autores indican que actualmente la temática ha sido superada y la indagación de ideas en distintos campos está casi agotada, nos permitimos disentir por dos razones fundamentales. En primer lugar porque consideramos que la cantidad de ideas, de modelos mentales y de

explicaciones acerca del mundo natural que pueden construir los seres humanos en diferentes contextos es inagotable. Así como las explicaciones científicas no se agotan, las interpretaciones de los no-científicos tampoco. Siempre habrá nuevos campos de ideas para indagar y nuevos grupos sociales y culturales con representaciones diferentes sobre los fenómenos naturales. Pero, más importante aún, las concepciones alternativas deben ser investigadas en grupos específicos por su importancia para el diseño de la enseñanza “situada” y para comprender los procesos de aprendizaje particulares que se llevan a cabo en determinados contextos. Aunque las concepciones alternativas han sido muy estudiadas, la influencia de esta investigación en la tarea áulica no ha sido de tal magnitud y esto vale especialmente para el aula universitaria.

No existe uniformidad en los métodos utilizados ni en los términos con los cuales referirse a lo que “el alumno ya sabe”. Al menos veinte términos diferentes (inventariados por Jiménez Gómez *et al.*, 1994) se utilizaron para describir con diferentes matices las ideas de los alumnos. Entre ellos los más referenciados en revistas de lengua española y anglosajona son: estructura cognitiva, nociones, concepciones de los alumnos, conceptos erróneos (*misconceptions*), fallos de comprensión (*misunderstanding*), ideas de los niños, ideas previas, razonamientos espontáneos, creencias de los alumnos (*student’s beliefs*), puntos de vista (*view points*), creencias ingenuas (*naïve beliefs*), preconcepciones, esquemas alternativos, conceptos erróneos, esquemas explicativos. En lengua francesa tuvo más desarrollo el enfoque desde las concepciones de los alumnos o concepciones alternativas y los obstáculos para el aprendizaje que éstas revelan (Astolfi, 1994). El término “concepción” ha sustituido entre los especialistas en didáctica al de “representación” (Giordan y de Vecchi, 1988).

Más allá de la tentación de los didactas por acuñar términos nuevos en un campo disciplinar en formación, esta variedad en la terminología responde, en parte, a

tendencias diferentes en la interpretación que el investigador hace de las ideas del alumno. Siguiendo a de Posada (2000) podemos decir que existen tres tendencias distintas. Los investigadores que ven a las ideas previas como barreras potenciales para el aprendizaje llegan a considerarlas como ideas erróneas. Los que mantienen una idea evolutiva en la que los nuevos conceptos científicos se integran con las ideas preexistentes usan términos con connotación neutra como concepción existente, esquemas previos, razonamientos espontáneos o modelos mentales. Finalmente, quienes recalcan aún más la importancia de estas ideas en la estructura cognitiva del alumno hablan de esquemas alternativos, concepciones alternativas, ciencia de los niños, indicando que existe un cuerpo de conocimientos que puede ser diferente al de la ciencia oficial pero que tiene su propia lógica e incluso, algunas de esas ideas pueden ser similares a las que tenían las ciencias en épocas anteriores.

En este proyecto utilizaremos más de un término para referirnos a las ideas de los alumnos:

- “Concepciones personales” para enfatizar el hecho de que se trata de construcciones realizadas por un sujeto en particular, enunciadas en el contexto de la entrevista o de la tarea propuesta y ante nuestro requerimiento.
- “Concepciones alternativas” en el caso en que se quiera dar cuenta de que esa concepción personal es contrapuesta a la elaboración científica más aceptada actualmente o a la que la educación formal quiere transmitir. Las concepciones alternativas se caracterizan por ciertos atributos como su estabilidad, generalidad, coherencia y resistencia al cambio.
- “Modelos mentales” para referirnos a la representación, análoga del fenómeno que describe, que se puede estudiar a partir de lo que el estudiante expresa oral o gráficamente. El modelo mental no es preciso, consistente ni completo pero debe

ser funcional, con poder explicativo y predictivo acerca de un sistema físico (Moreira, 1996).

II.3. Los modelos mentales

Los modelos mentales son una clase especial de representaciones mentales, una representación analógica, que los individuos generan durante su funcionamiento cognitivo (Vosniadou, 1994). Son descripciones intrínsecas de objetos e ideas que surgen en interacción con el sistema representado.

Rodríguez Palmero y Moreira (1999) afirman que modelos mentales es el principal constructo que dirige y orienta el análisis, el estudio y la investigación de las representaciones mentales y su papel en los mecanismos de procesamiento de la información; y es un constructo al que se llega después de la dilatada historia de investigación educativa desde el reconocimiento explícito que Ausubel (1968) hace del papel que tiene el conocimiento previo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Estos autores consideran que el conocimiento previo ha recibido un tratamiento básicamente descriptivo y con carácter de catálogo que tuvo pocos frutos en términos de su modificación o sustitución, lo que obligó a buscar otros referentes teóricos más heurísticos, producto de la integración de distintos saberes y aportaciones que hasta ese momento no habían aunado sus esfuerzos para dar una posible respuesta explicativa y predictiva sobre el funcionamiento de la mente.

Los modelos mentales son representaciones analógicas, son análogos estructurales del mundo contruidos en la mente de las personas para poder interactuar en él y con él, para comprenderlo, para interpretarlo, para descodificarlo y volver a

codificarlo dentro del propio modelo; los modelos mentales así contemplados son las estructuras que permiten a nuestra mente establecer deducciones e inferencias, que nos ofrecen poder explicativo y predictivo, que justifican la funcionalidad de nuestras representaciones. La construcción de un modelo mental permite explicar y predecir porque el modelo puede ser puesto en acción, ejecutado con un resultado previsible, lo que Rodríguez Palmero y Moreira (1999) llaman hacer rotar el modelo.

Basándonos en la discusión que realizan Raviolo y Ramírez (2003) acerca del significado de “modelos mentales”, “teorías implícitas o teorías marco” y “teorías específicas o de dominio”, nos referiremos aquí a modelos mentales en tanto representaciones de la tarea o situación. Los principales rasgos de estos modelos son el dinamismo, la inestabilidad y la flexibilidad, y surgen de la integración de una parte de las teorías implícitas del sujeto y de las demandas de la tarea. Los modelos mentales se generan en la memoria de trabajo o de corto plazo y se modifican con la tarea o, incluso, en el proceso de resolución de la misma. En principio, no tendrían el rango de concepciones alternativas, dado que tienen carácter situacional.

Los modelos mentales de las personas son funcionales y no necesitan ser científicamente correctos. Pueden ser deficientes en varios aspectos, tal vez incluyendo elementos innecesarios, erróneos y contradictorios. En la investigación sobre modelos mentales, es necesario desarrollar técnicas de indagación apropiadas y, en vez de buscar modelos mentales claros y elegantes, procurar entender los modelos confusos, “desordenados”, incompletos, inestables que las personas poseen realmente (Moreira, 1996).

II. 3. a. Modelos mentales definidos por el investigador

Gilbert y Boulter (2000) presentan una clasificación de modelos de acuerdo a su estatus ontológico, considerando el origen y la evolución de los mismos. Esta clasificación, comienza con modelos mentales y modelos expresados. Un modelo mental es la representación interna personal del sistema a ser modelado. Es una clase especial de representación mental, una representación analógica, que los individuos generan durante su funcionamiento cognitivo. Dado que los modelos mentales no son accesibles directamente sino que se infieren desde los distintos modos de la comunicación humana, se habla de modelos mentales expresados. Un modelo expresado es puesto a dominio público por un individuo o grupo a través de algún modo de representación (concreto, verbal, matemático, visual, simbólico y gestual). Estos modelos constituyen representaciones externas, expresadas a través de la acción, habla, escritura u otra forma material de representación. El acto de expresar un modelo mental puede tener un efecto de cambio sobre el mismo.

A esta clasificación de modelos mentales y modelos expresados, le agregamos la categoría modelos mentales definidos por el investigador, para referirnos a los modelos mentales que identifica, define y rotula el investigador en didáctica de las ciencias a partir de los modelos expresados por los individuos a través de distintos medios. Por ejemplo, Vosniadou (1994), rotula a los modelos mentales expresados sobre el planeta Tierra como “disco plano”, “esfera hueca”, “esfera achatada”, “esfera”, etc. que son explicados desde teoría implícitas de carácter epistemológico del tipo “las cosas son como parecen ser”. Harrison y Treagust (1996), clasifican a los modelos mentales expresados sobre el átomo en: “sistema solar”, “bola”, “capas”, “nube”, “orbitales”.

Por su parte, Raviolo (2005), obtuvo a partir de entrevistas suficientes ejemplos que permiten reconocer como modelos mentales a las representaciones internas de los

alumnos sobre el tema equilibrio químico. Dado que dichas representaciones cumplen con las características de los modelos mentales: son un tipo de representación analógica (preserva la estructura de lo que se supone representa, asociado a una imagen), son provisionales (son dinámicas, se van adecuando), son contextuales (dependen de la situación, de la pregunta), son funcionales (cumplen para los individuos las funciones de los modelos: descriptivas, explicativas y predictivas). Sobre este tema químico, los modelos mentales definidos por el investigador fueron rotulados como: “equilibrio estequiométrico”, “equilibrio único”, “equilibrio estático”, “equilibrio compartimentado”, “equilibrio pendular”, etc. Estos modelos mentales fueron interpretados a la luz del sostenimiento de teorías de dominio y teorías implícitas; por ejemplo, respectivamente: “la reacción química es copia de la ecuación química” y “un modelo es copia de la realidad”.

II.4.El cambio conceptual

El objetivo de la enseñanza, desde la perspectiva constructivista, es lograr que los estudiantes comprendan los contenidos científicos prescritos por el curriculum y no sólo que los memoricen o resuelvan ejercicios aplicando fórmulas de manera mecánica. Por ello interesa conocer e identificar las ideas de los alumnos, para lo cual los docentes pueden elaborar sus propios instrumentos o técnicas, y diseñar una serie de actividades de instrucción que permitan la modificación de las ideas, su evolución o su cambio hacia las ideas científicas. Es decir, que promuevan y logren un “cambio conceptual”.

Durante la década de los noventa, el constructivismo en didáctica de las ciencias comenzó a desplazar su interés inicial acerca de cuáles son los conocimientos previos de los estudiantes hacia el problema de qué hacer con estos conocimientos. Surgió así el

modelo de aprendizaje por “cambio conceptual”. Este modelo establece que habrá aprendizaje cuando el alumno se halle *insatisfecho* con sus propias concepciones y se enfrente a otras que sean *comprensibles* y resulten *plausibles*; la nueva concepción presentada debe resolver de forma satisfactoria los problemas que la anterior no resolvía. Finalmente, si la nueva concepción resulta *fructífera* y aplicada a nuevas situaciones sirve para resolverlas con éxito, se produce el aprendizaje por cambio conceptual (de Posada, 2000).

A partir de estas premisas básicas se plantearon diferentes modelos de enseñanza que prescribieron etapas para el cambio conceptual principalmente en el ámbito de la física y de la química, y hasta en el de la teoría de la evolución. Los diferentes modelos de enseñanza mediante cambio conceptual parten de un punto común: las ideas previas de los estudiantes. En un primer momento, se plantean cuestiones o actividades que permitan exteriorizar dichas ideas aplicándolas a actividades concretas. Luego se introducen ciertos problemas o cuestiones en las que la aplicación de las ideas expresadas lleva necesariamente a situaciones imposibles o claramente erróneas. Se busca que el estudiante perciba la existencia de estos conflictos de modo que pueda aceptar las concepciones científicas que el profesor va a impartir a continuación. Por último, se aplica el esquema científico a nuevas situaciones con resultados coherentes (de Posada, 2000).

Existen distintas posiciones teóricas sobre el cambio conceptual (Limón y Carretero, 1996) porque algunos autores consideran que pueden coexistir en la mente del estudiante múltiples representaciones sobre el mismo fenómeno y que se activan dependiendo del contexto y la situación planteada mientras otros plantean que se debe cambiar una teoría por otra en una verdadera reestructuración. Algunos autores, incluso,

consideran que el cambio conceptual se produce cuando hay un cambio de categoría ontológica o que se asocia a cambios metacognitivos del sujeto.

Pozo (1999) se pregunta si el cambio conceptual no debería ir mucho más allá del cambio de conceptos e implicar no sólo la sustitución o modificación radical de los conceptos o ideas de los alumnos sobre los fenómenos que estudia la ciencia sino sobre todo un cambio en la forma de concebirlos, un cambio en los procesos y representaciones mediante los cuales los alumnos procesan los fenómenos científicos y no sólo un cambio en el contenido de esas representaciones.

Para aprender ciencias los alumnos deben utilizar procesos explícitos o deliberados para generar nuevas representaciones también explícitas. El proceso del cambio conceptual requerirá entonces, según este autor, de una explicitación progresiva, entendida como redescrición representacional, como traducción de una representación a formatos y representaciones más potentes y explícitas. Para que esto se produzca se requiere disponer de lenguajes y códigos que hagan posible la nueva representación, y también de estructuras conceptuales que puedan asimilar los nuevos modelos así representados (Pozo, 1999).

En forma general, Pozo y Gómez Crespo (1998) trazan una serie de principios que mostrarían que el aprendizaje de la ciencia supone evolucionar desde posiciones más realistas hacia concepciones más constructivistas; evolucionar en complejidad desde una visión estática hacia una visión más sistémica; desde los análisis de causalidad lineal hacia la interpretación mediante esquemas de interacción y equilibrio.

Cuando se analiza el aprendizaje de la Biología a la luz de la teoría del cambio conceptual debe tenerse en cuenta, como señala Jiménez Aleixandre (2003) que hay muchos conceptos como los de célula, animal o ser vivo, que no requieren un cambio conceptual profundo o por reestructuración, sino más bien una diferenciación, extensión

o ampliación de las ideas previas. Los conceptos juegan, como indica Mayr (1998) un papel fundamental en la formación de las teorías biológicas, mientras que en las ciencias físicas quizá este papel corresponda a las leyes. En Botánica General la mayor parte del contenido son conceptos: semilla, plántula, planta, madera, tejidos, célula, órganos: hoja, tallo, raíz, flor, fruto. Son muy escasos los procesos que se introducen, por ejemplo fecundación, micro y megagametogénesis. Por ello podemos concluir que la teoría del cambio conceptual puede aplicarse al aprendizaje en Botánica en su sentido general, de cambio, resignificación, pero no siempre como ha sido enunciada al estudiar los aprendizajes de otras ciencias naturales como la física o la química.

II. 5. La perspectiva socio cultural y el lugar del lenguaje

Esta Tesis intenta dar cuenta de los aprendizajes que llevan a cabo estudiantes en situación de educación formal, en permanente interacción con profesores y entre pares; estudiantes en muchos casos vinculados, desde su núcleo familiar de origen, con las actividades culturales de producción agrícola de la zona. Por ello, y desde la convicción de que diferentes miradas teóricas pueden resultar complementarias y enriquecer de ese modo la comprensión, se contemplan también enfoques teóricos que ven al aprendizaje como un proceso social y cultural en el que el lenguaje desempeña un papel decisivo.

Desde la psicología cultural se afirma que la cultura da forma a la mente y que aporta la caja de herramientas a través de la cual el sujeto construye su mundo, la concepción de sí mismo y sus poderes (Bruner, 1997). Puede definirse la perspectiva sociocultural en psicología como la que tiene por objeto elaborar una explicación de los procesos mentales reconociendo la relación entre ellos y el contexto cultural, histórico e

institucional (Wertsch, 1993). Este enfoque debe muchos de sus supuestos básicos al psicólogo soviético Lev S. Vygotski (1896-1934) quien propuso que la interacción social juega un papel fundamental en el desarrollo cognitivo, que las funciones mentales superiores (pensamiento, atención, memoria) derivan de la vida social (Vygotski, 1979). Esto implica reconocer, como indica Wertsch, la conexión entre los procesos intrapsicológicos e interpsicológicos.

El aprendizaje debe ser considerado en su contexto cultural situado. El simbolismo compartido por los miembros de una comunidad cultural determina la evolución de la mente individual humana, y por ello aprender sería crear significados que constituyen la base del intercambio cultural. Aprender es negociar significados. Desde esta perspectiva el aprendizaje y el pensamiento siempre serán situados en un contexto cultural y siempre dependen de la utilización de recursos culturales.

Gran parte de los procesos sociales relacionados con las funciones mentales son procesos comunicativos, la conexión entre comunicación y desarrollo cognitivo es tal que las prácticas comunicativas humanas hacen surgir las funciones mentales del individuo (Wertsch, 1993).

Jiménez Aleixandre (2002) señala que desde esta perspectiva podemos contemplar las clases de biología (en sentido amplio, incluyendo los laboratorios y el trabajo de campo) como espacios de comunicación, donde se construyen significados (discurso) por medio del lenguaje. Tanto instrucción como aprendizaje proceden en gran parte a través del lenguaje, o mejor de los diferentes lenguajes, hablado y escrito, lenguaje en términos cotidianos y lenguaje científico, sistemas de signos (por ejemplo notación genética, nomenclatura binomial, redes alimentarias, esquemas utilizados para representar moléculas, orgánulos o estructuras celulares, representaciones convencionales de anatomía vegetal o animal etc.).

Para Lemke (1997) el dominio de cualquier asignatura depende del dominio de su lenguaje, y esto significa más que la mera adquisición de un vocabulario especializado, se relaciona con la forma en que este vocabulario especial se utiliza en su conjunto, como así también las relaciones semánticas que se construyen durante su utilización. *Hablar ciencia* significa observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, juzgar, evaluar, decidir, etc. mediante el lenguaje de la ciencia. Los alumnos tienen que aprender a hablar, escribir y razonar en frases, oraciones y párrafos del lenguaje científico.

Newton, Driver y Osborne (1999) señalan el papel central que juegan las prácticas argumentativas en el aprendizaje de las ciencias y consideran que fomentar la argumentación entre los estudiantes sería la clave para la educación científica efectiva.

Este aspecto resulta especialmente complejo para el alumno ingresante a la Universidad que se encuentra con una asignatura como Botánica, asignatura con un extenso vocabulario nuevo que debe aprender a utilizar de forma adecuada no sólo para interpretar textos específicos sino también para producir sus propios textos orales y escritos. La producción de textos, en general, abarca textos expositivos y argumentativos, que sirven como justificación de respuestas u opiniones dadas. El estudio de la argumentación según el modelo de Toulmin (1958) permite estudiar la lógica mediante la cual los sujetos razonan, argumentan e infieren. Se trata de una lógica práctica, no formal, una lógica operativa o aplicada que los sujetos despliegan al elaborar argumentos en el campo científico. El modelo de Toulmin puede ser un importante instrumento para describir cómo ingresan los alumnos en esta comunidad discursiva.

Aprender ciencias es una cuestión de aprender lenguajes y de negociar significados. Lemke (2002) utiliza la expresión “los lenguajes de la ciencia” para

indicar que, además del inglés científico o del castellano científico, hay otros lenguajes esenciales en el sentido de sistemas culturales de recursos semióticos de la ciencia: los lenguajes de la representación visual, los lenguajes del simbolismo matemático, y los lenguajes de las operaciones experimentales. Su tesis es que la meta de la educación científica debería ser capacitar a los alumnos para el uso de todos estos lenguajes de forma significativa y apropiada, y sobre todo para que puedan integrarlos de forma funcional en la realización de la actividad científica. Por ejemplo, el lenguaje verbal tiene una capacidad muy limitada para describir la variación continua, la forma y movimiento en el espacio. El lenguaje gestual es más apropiado para transmitir estos significados. De modo que los dibujos y las representaciones gráficas, que en muchos sentidos son el último indicio de los gestos, y que son a éstos lo que la escritura es al lenguaje, son el instrumento independiente del tiempo que se elige para este tipo de expresiones de significado. La enseñanza de la morfología y la anatomía vegetal recurre habitualmente a lenguajes gráficos: dibujos, esquemas, diagramas para representar estructuras del nivel microscópico.

Las ciencias son una construcción social que se distancia del conocimiento cotidiano en la medida en que la relación entre los datos y la manera en que son explicados es de naturaleza distinta de las interpretaciones construidas a partir del sentido común. Toda descripción, hipotetización, explicación o argumentación, están concebidas, interpretadas y aceptadas en el marco de un lenguaje específico. Para aprender ciencias es necesario apropiarse de una manera de hablar acerca del mundo: internarse en la red de relaciones que se establece entre los conceptos de un campo de conocimiento; reconocer una terminología, entender el significado que adopta observar, formular preguntas, argumentar, validar. (Espinoza *et al.*, 2009)

II.5.a. Las habilidades cognitivo-lingüísticas

Como se expuso, un aspecto importante a considerar dentro de los aprendizajes de la disciplina es la adquisición progresiva de las denominadas Habilidades Cognitivo-Lingüísticas (Jorba *et al.*, 2000). Estas habilidades resultan necesarias para apropiarse de un campo disciplinar y pensar en sus propios términos y resultan indisociables de la transmisión de información teórica. Entre estas habilidades destacan: resumir, describir, demostrar, explicar, definir, justificar y argumentar. Dichas habilidades a su vez activan la producción de tipos textuales (orales u escritos) que se deben reconocer como diferentes: el texto descriptivo, explicativo, narrativo, instructivo, argumentativo.

En la Figura 1.1 se presentan las relaciones entre estas habilidades y los tipos textuales, según se reconocen en Jorba *et al.* (2000).

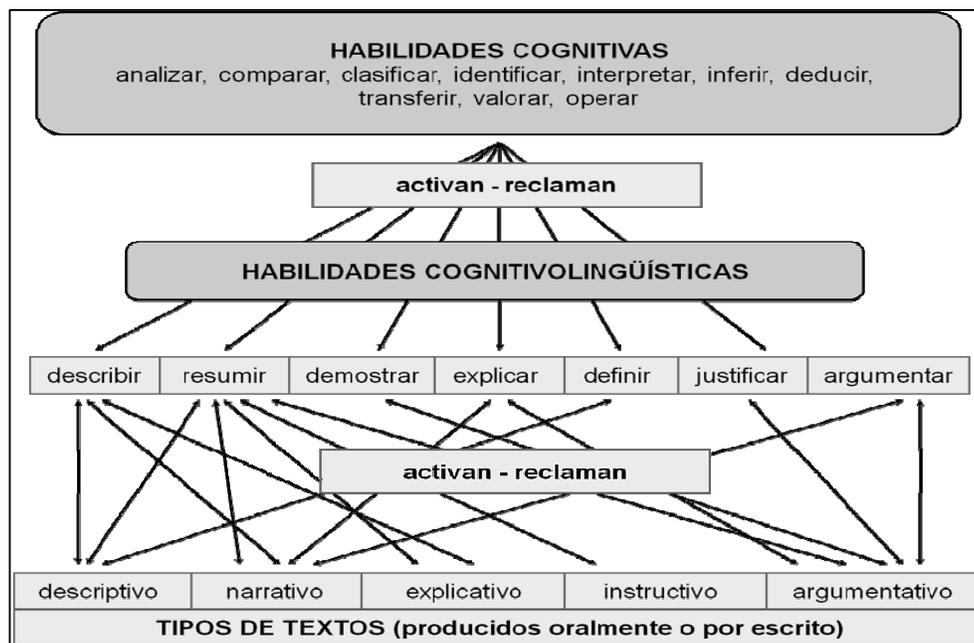


Figura 1.1. Relación entre habilidades cognitivas y tipología textual (Jorba *et al.*, 2000)

La tradición universitaria tiende a invisibilizar estos contenidos considerando que son habilidades que se adquieren de una vez y para todos los campos disciplinares

en el transcurso del nivel medio. Por el contrario, aquí se consideran contenidos de tipo procedimental que son relevantes y merecen ser enseñados, aprendidos y evaluados, ya que constituyen parte importante del ingreso a la nueva cultura académica.

En Botánica Agrícola General las habilidades mas requeridas son las de describir, definir, explicar, justificar y argumentar. Para Jiménez Aleixandre (2010) tanto la justificación como la argumentación en ciencias se basan en la identificación y utilización de pruebas científicas, motivo por el cual interesa analizar en esta tesis cómo lo hacen los estudiantes de la asignatura.

La importancia del desarrollo de estas habilidades en la educación en ciencias en general resulta cada vez más evidente. La evaluación internacional de alumnos PISA, elaborada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) considera estas habilidades dentro de las *competencias científicas básicas*. Las competencias básicas son: identificar cuestiones científicas; explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas (OCDE, 2006).

II.6. Antecedentes de la investigación didáctica en Morfología y Anatomía Vegetal

Uno de los primeros registros de análisis de representaciones infantiles en botánica se encuentra en el libro *La representación del mundo en el niño* de Jean Piaget (1933). Piaget cita un estudio anterior de Klein con niños de 4 y 5 años. Se les pregunta ¿Cómo se ha hecho la madera? y otras cuestiones referidas al crecimiento de los árboles y de las flores. Los autores encuentran tres etapas en la evolución de las explicaciones acerca del origen de la madera y de las plantas que denominan: artificialismo integral; mezcla de artificialismo y explicación natural y, por último, explicación puramente

natural. El artificialismo así como el animismo y el finalismo son tendencias del pensamiento infantil descritas por Piaget que de algún modo se pueden perpetuar hasta la vida adulta o dominar en las explicaciones no científicas de los fenómenos naturales. Corresponden al pensamiento intuitivo.

Los conceptos botánicos que han despertado más interés en los investigadores en didáctica de las ciencias son los de fotosíntesis, respiración, nutrición. Estos procesos presentan dificultades en el aprendizaje ya que son habitualmente confundidos y además son interesantes por su complejidad y porque pueden ser explicados en diferentes niveles según se recurra o no a elementos físico-químicos. Se puede decir que la fisiología vegetal es la rama de la botánica que despierta más interés. Cañal (1991) presenta una completa caracterización de las concepciones alternativas tanto en la escolarización primaria como media y universitaria; así como la progresión en sucesivos niveles de construcción de este campo conceptual. Charrier Melillán *et al.* (2006) reseñan la investigación didáctica sobre fotosíntesis y respiración, revisando cerca de sesenta publicaciones.

En cambio, las investigaciones sobre representaciones o sobre el aprendizaje de contenidos de morfología vegetal son más escasas y la mayoría de ellas llevadas a cabo solamente con poblaciones infantiles.

Representaciones sobre la morfología de las semillas, los requerimientos de la semilla para germinar y el ciclo de vida son recabadas por Jewell (2002) en estudiantes de escuela primaria. Esta autora revisa la bibliografía existente y cataloga las dificultades que se asocian a estos conceptos. Por ejemplo: sólo un cuarto de los niños reconoce los tres procesos del ciclo de vida de las plantas (fructificación, germinación, y dispersión de semillas), existen ideas muy vagas respecto de la reproducción en las plantas, los niños no consideran que las semillas sean plantas hasta tanto no germinen,

los niños tienen ideas no científicas acerca de lo que necesita una semilla para germinar mencionando habitualmente el sol y el suelo. La autora explora los modelos de semilla que sustentan los niños incluyendo: clasificación, estructura interna, formación, germinación, y las fuentes de información que los niños consideran que han sido importantes para el desarrollo de su modelo de semilla.

Sobre los modelos mentales de la estructura de la semilla y el proceso de germinación existen dos interesantes estudios: el de “tipos de desarrollo” de Giordan y de Vecchi (1988) y el de “modelos de desarrollo” de Arcá (2002). En ambos estudios se presentan, a nuestro entender, modelos mentales definidos por el investigador aunque no sean denominados de esa forma. Estos estudios ponen en evidencia la relación entre las concepciones alternativas y los modelos históricos ya que algunas de las categorías que describen como las de *modelo preformista* o *modelo epigenético* muestran características de similitud con explicaciones que fueron válidas para la ciencia en determinados períodos históricos. Sobre los modelos mentales que utilizan los niños para nombrar y clasificar a las plantas que ven, Tunnicliffe y Reiss (2000) determinan que entre los 5 y los 14 años la mayoría de los niños reconoce y utiliza aspectos de la morfología vegetal. Pueden dar un nombre y explicar por qué una planta es lo que es a partir de características morfológicas. A medida que crecen los niños pueden incluir además características del habitat para realizar una clasificación. Los mayores comienzan a evidenciar conocimientos de taxonomía y usan ese conocimiento para agrupar a las plantas.

Acerca de conceptos relativos al fruto, semilla, flores e inflorescencias, así como sobre la naturaleza botánica de hortalizas comestibles Mateos Jiménez (1993) aplicó un cuestionario a estudiantes españoles de diferentes edades y concluye que esos conceptos básicos de la botánica no parecen asumidos por los estudiantes ya sean de educación

básica o de niveles universitarios iniciales. Atribuye la persistencia de concepciones alternativas en morfología vegetal a que la instrucción se apoya más en ejemplos ideales de flores y frutos que en ejemplos reales lo que constituye una simplificación y propone elegir ejemplos muy diversos de especies botánicas destacando el valor del estudio de especies cercanas al alumno, el uso de apoyo audiovisual, y las sesiones prácticas de reconocimiento con material de herbario y uso de lupas.

Los estudios de concepciones en anatomía vegetal se han realizado con estudiantes de más de 15 años de edad dado que se trata de un contenido escolar que se presenta en la enseñanza media y del que no se espera que existan ideas intuitivas atribuibles sólo a la experiencia.

Con relación a los “modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula” resultan interesantes los estudios de caso llevados a cabo con alumnos de 17-18 años por Rodríguez Palmero y Moreira (1999); Rodríguez Palmero *et al.* (2001) y Rodríguez Palmero y Moreira (2002). Además, las revisiones bibliográficas del tema realizadas por los mismos autores (Rodríguez Palmero, 1997; Rodríguez Palmero, 2000) establecen una base completa sobre el estado de avance en el conocimiento del tema. Estas investigaciones centran la atención en las mayores dificultades o problemas en la comprensión, conceptualización y aplicación del concepto de célula, tanto desde el punto de vista estructural como funcional. Se definen cuatro categorías (Rodríguez Palmero, 1997 y 2000):

- *Nivel de organización celular*: Se detecta desconocimiento o muy baja comprensión del nivel celular, observándose contradicciones incluso para considerar a los seres vivos como seres constituidos por células, asignando carácter celular a los animales y no tanto a vegetales e, incluso, desconociendo la relación estructura/función.

- *Procesos vitales:* En los procesos fisiológicos de la nutrición se observa que los estudiantes tienen grandes problemas para comprender que son todas y cada una de las células de un organismo pluricelular las destinatarias de los nutrientes; así mismo resulta un obstáculo fundamental la comprensión de los procesos de respiración celular y fotosíntesis, confundiéndose frecuentemente entre ellos y no asignándosele ninguna relación con procesos energéticos.
- *Desconocimiento de la Física y de la Química:* Existen problemas de conceptualización biológica en los que se detecta la importante relación que existe con el conocimiento de la Física y de la Química subyacente a los seres vivos. No resulta fácil comprender la estructura y el funcionamiento celular sin una adecuada comprensión y aplicación de la físico-química de la materia viva.
- *Reproducción y herencia:* Se evidencian serias dificultades de los jóvenes para entender el crecimiento y la herencia como procesos celulares.

Otra línea diferente de investigaciones sobre aprendizaje de anatomía vegetal se focaliza en las interacciones dentro del aula entre estudiantes, profesor y microscopio. Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre (1996) plantean la presencia de dificultades para la interpretación de estructuras tridimensionales a través de imágenes bidimensionales, ya sean esquemas, fotos o los preparados histológicos. Estudian las destrezas de observación microscópica de células por parte de alumnos de secundaria y magisterio durante una clase práctica de microscopía. Se interesan por el grado de precisión y de fidelidad con que plasman sus observaciones, referidos a morfología celular y organización tisular. Concluyen que los dibujos de los estudiantes ponen de manifiesto escaso conocimiento del aspecto, forma de las células y de las estructuras celulares visibles, por ejemplo en el tejido epidérmico de cebolla. Cuando desconocen la forma de las células, optan por una de dos soluciones: reproducen el aspecto

macroscópico (por ejemplo, dibujando los aros de la cebolla) o generalizan un rasgo atribuible (representando al tejido como un muro con ladrillos ordenados). En el modelo o imagen mental de célula que poseen los estudiantes aparecen entremezcladas distintas escalas y técnicas, microscopías ópticas y electrónicas.

Estos autores reseñan las dificultades en el desarrollo de la tarea de dibujar lo que se observa en el microscopio. Indican que éstas pueden ser de tipo actitudinal por falta de interés en la tarea, de tipo técnicas por carecer de destrezas para realizar el preparado o en el uso del microscopio (iluminación y enfoque) o dificultades dependientes de las destrezas de observación que posea el estudiante para la extracción de información en imágenes complejas. Entre estas últimas destacan problemas relacionados con el reconocimiento de estructuras al cambiar la orientación; la capacidad de discernir la figura de un fondo distractor; el escaso desarrollo de destrezas analíticas en los estudiantes más jóvenes, es decir de la capacidad de abstracción de información relevante para agrupar rasgos que son similares pero no idénticos.

En la tesis doctoral de Díaz de Bustamente (1999) titulada “Problemas de aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas con el microscopio” se profundizan los marcos teóricos desde los que se mira este problema incluyendo las representaciones figurales (ilustraciones e imágenes) en el desarrollo de la ciencia y de la biología en particular y la percepción visual y adquisición visual del conocimiento. Se suma el enfoque de discurso en el aula y el análisis de la argumentación de los estudiantes mientras se enfrentan a tareas de microscopía. Se aplica el modelo de Toulmin, ya mencionado, para el estudio de la argumentación en el aula.

En Argentina, Mengascini (2005) elabora una propuesta didáctica para el nivel universitario. Consiste en la clasificación de tejidos vegetales en relación con su función

y su caracterización sobre la base de caracteres citológicos observables al microscopio óptico. La implementación de esta actividad le permitió caracterizar algunos obstáculos y concepciones alternativas en este campo. Describe obstáculos para comprender y definir la forma de las células, así como para discriminarla respecto del contorno, en coincidencia con los autores citados anteriormente. Plantea la indiferenciación de niveles de organización, porque se evidencian dificultades para discriminar estructuras de niveles diferentes, se confunde el nivel al que corresponde una estructura y se atribuyen funciones emergentes de estructuras de un nivel a otro. También observa indiferenciación de conceptos, por ejemplo en la función de reserva que se atribuye tanto a la acumulación de agua como de sustancias orgánicas, cuando desde la botánica sólo corresponde al segundo caso. Otra dificultad registrada es la falta de comprensión de la funcionalidad de una célula muerta a la madurez, como sucede con los vasos conductores del xilema o con el esclerénquima como sostén. Esto remite a la dificultad de la conceptualización de la sumisión de una célula a la funcionalidad de todo un organismo. Finalmente registra como obstáculo el establecimiento de analogías con el mesocosmos. Por ejemplo la analogía de los conductos xilemáticos transportadores de agua con sistemas de tuberías puede explicar la atribución de paredes impermeabilizadas en este tejido, cualidad necesaria en cualquier tubo para evitar la pérdida de agua, aunque no dentro de una planta. Mengascini (2005) concluye que estas concepciones analógicas tienen origen escolar, probablemente derivadas de “errores” didácticos en la forma en que se presentan los saberes científicos, asociados a presentaciones simplificadas o deformadas.

III. METODOLOGÍA

III.1. Enfoque teórico

La investigación en educación es un campo de encuentro de diferentes metodologías o modos de aproximación que nos permiten describir la “vida en las aulas”, los modos de aprender y de enseñar, las representaciones que circulan entre profesores y estudiantes, las interacciones entre los sujetos sociales que participan del hecho educativo, las formas que adquieren las políticas y los diseños curriculares, entre tantas otras temáticas. Es deseable que este tipo de descripciones sirva, además, como soporte en el desarrollo de nueva teoría, de nuevas interpretaciones y especialmente que promuevan prácticas innovadoras y superadoras.

Por sus múltiples intenciones, por la diversidad de los enfoques teóricos y por la complejidad del fenómeno educativo en sí, la investigación difícilmente puede ceñirse a un método único. La distinción tradicional establece y contrapone dos tipos de investigaciones, unas de “tipo cuantitativo” y otras de “tipo cualitativo”. Tipos que en términos de Biddle y Anderson (1989) corresponderían, por un lado, a investigaciones realizadas desde la “perspectiva de la comprobación”, basada en la verificación de hipótesis y, por el otro, a investigaciones realizadas desde la “perspectiva de la exploración o del descubrimiento”, más adecuadas para generar nueva teoría. A su vez, Erickson (1989) propone pensar esta tipología en términos de investigaciones de “enfoque positivista/conductista” que excluyen deliberadamente el interés por los significados inmediatos de las acciones desde el punto de vista de los actores, en oposición a investigaciones de “enfoque interpretativo” que implican un trabajo de campo observacional-participativo que permite la dilucidación de esos significados. Es importante señalar que los instrumentos de recolección de datos que se utilizan en una

determinada investigación no determinan por si mismos la adscripción a uno u otro de los polos de la tipología, sino que es el análisis posterior de los datos generados por estos instrumentos lo que permite caracterizar la investigación dentro de esta dicotomía/continuo que señalábamos anteriormente. Tal es así, que muchas veces es posible encontrar investigaciones que adhieren al modelo interpretativo en las que se utilizan técnicas estadísticas, o incluso investigaciones de orientación positivista donde se emplea la descripción narrativa continua (Erickson, 1989).

En términos generales, se puede considerar que la investigación que se inscribe en el paradigma cuantitativo responde a una perspectiva sobre la ciencia en la que se considera que “el conocimiento acerca de un hecho logrará el máximo posible de coherencia y validez cuando sea posible traducirlo en términos lógico-matemáticos” (Rinaudo, 1996) y por ello ésta se basa en el modelo metodológico que han ofrecido las ciencias fácticas. La investigación cuantitativa consiste básicamente en la elaboración de un diseño experimental, la aplicación de las pruebas o tratamientos planteados por el experimento a los grupos de personas previamente determinados, el relevamiento de datos y su posterior manejo estadístico. Campbell y Stanley (1973) distinguen al respecto cuatro tipos de diseños (pre-experimentales, experimentales, cuasiexperimentales y correlacionales) dentro de los que incluyen distintas variantes.

Las dificultades que presenta este enfoque de tipo cuantitativo aplicado a la investigación educativa no son pocas y la mayoría de ellas surgen de la escasa probabilidad que existe de controlar efectivamente las múltiples variables del acto educativo. Aplicada al campo de la educación este tipo de investigación experimental, cuantitativa, debería quedar restringida al trabajo sobre cuestiones muy puntuales y acotadas. En cambio, la utilización de métodos de tipo cualitativo parece más adecuada a la complejidad de los fenómenos educativos.

La investigación cualitativa consiste en analizar los datos empíricos recogidos en el contexto social en el que se producen las prácticas educativas. Puede haber diferentes procedimientos para la recolección de datos como las entrevistas en profundidad, o las observaciones (externa o participante). Los datos, como comenta Rinaudo (1996), pueden ser tratados de diferente manera: ser fuente de posteriores categorizaciones que emergen de los datos y de expresiones formuladas por los mismos sujetos de estudio, o bien ser analizados y organizados en categorías a priori, establecidas por el investigador dentro del marco de referencia de la teoría que sustenta.

Este enfoque permite desarrollar interpretaciones, conceptos y categorías teóricas fundadas en los datos a la vez que aprovecha el conocimiento del investigador sobre el hecho educativo en sí y sobre las particularidades que adquiere en el lugar donde se desarrolla el estudio. Considerar la carga teórica y la subjetividad del investigador como un valor agregado para la investigación en lugar de verlos como obstáculos que impiden la descripción “objetiva” de los fenómenos implica una concepción de conocimiento científico diferente, alejada del positivismo.

Con respecto a la validez de estos métodos, dice Gibaja (1987): *“la validez de la información y de su interpretación no se hace residir en la representatividad de los casos estudiados sino en el carácter del trabajo de observación y análisis, es decir, en el intento de comprender cada circunstancia de aprendizaje en su contexto, y cada influencia exterior (...) en la forma particular en que es recibida y adoptada”*.

En la investigación cualitativa hay diferentes metodologías, cada una de las cuales recupera prácticas provenientes de la investigación en otros campos como la antropología, la sociología o la psicología. Entre estas metodologías diversas se pueden citar el estudio de caso, la observación con enfoque etnográfico, la descripción densa, etc.

En este trabajo, en términos globales, entendemos la investigación como un proceso de construcción de conocimiento con el fin de promover ciertas transformaciones en la práctica educativa en campos específicos (Raviolo, 2002). Consideramos, así mismo, al investigador como un sujeto participante del fenómeno educativo que se investiga y, por ello, comprometido con la búsqueda de interpretaciones sobre el aprendizaje de la Botánica con fines no sólo de índole académica sino también prácticos, vinculados al mejoramiento de los procesos de enseñanza de los que participa.

Si bien se utilizaron ciertos instrumentos de recolección de datos que posteriormente se trataron con métodos estadísticos (como los datos del legajo de los ingresantes, los resultados de evaluaciones de la cátedra y algunos tests), el presente trabajo no se encuadra en un diseño de investigación puramente cuantitativo. Los datos a los que nos referimos fueron considerados como tendencias indicativas que sirvieron para caracterizar la población de estudiantes, orientar nuestra tarea y profundizar cualitativamente en los casos más significativos y las concepciones predominantes (Raviolo, 2002). Preferentemente, la metodología de la investigación se centró en el eje cualitativo-interpretativo por lo que se eligieron instrumentos tales como tests sobre concepciones alternativas con preguntas semi-abiertas que se respondían con textos o dibujos y entrevistas semi-estructuradas que permitan interpretaciones en profundidad de algunos “casos”.

El “estudio de casos”, que se aplicó a un grupo reducido de estudiantes, es una forma de investigación cualitativa que se orienta en función de un razonamiento inductivo según el cual se llega a explicaciones y a hipótesis a partir del análisis del material, no siendo necesario, por lo tanto, definir dichas hipótesis “a priori”, como

tampoco las categorías que, desde esta perspectiva, resultan del propio análisis “a posteriori” (Rodríguez Palmero y Moreira, 1999).

Por su parte, los estudios sobre concepciones alternativas se valen habitualmente de las metodologías de indagación mediante tests. La posibilidad de efectuar entrevistas a algunos de los estudiantes sirve para complementar la interpretación y se convierte en una forma de validación de las hipótesis generadas en el análisis de los tests.

III.2. Instrumentos de investigación

A continuación se presentan los instrumentos de recolección de datos que se diseñaron para esta investigación. Se incluye una breve descripción de los mismos, la metodología de análisis de los datos utilizada en cada uno de ellos y detalles referentes a la muestra y al momento de aplicación en cada caso. En los Anexos se adjuntan las versiones definitivas de estos instrumentos.

Con el fin de delimitar la muestra y caracterizar al grupo de estudiantes con el que se trabajó en la investigación, se recabó información en colaboración con el departamento de estudiantes de la Facultad utilizando una Grilla de datos.

Grilla de datos personales y de contexto de los ingresantes

Descripción: La grilla recupera información de los estudiantes: nombre, sexo, edad, materias que adeuda del nivel medio, título de nivel medio, año de egreso, escuela que otorgó el título, carácter público o privado, localidad de procedencia, provincia, condición en la materia Botánica Agrícola General: Ingresante o recursante.

Metodología de análisis: Análisis estadístico para descripción cuali y cuantitativa de la población del estudio.

Muestra: Todos los estudiantes inscriptos en la materia Botánica Agrícola General.

Momento de aplicación: La ficha de datos fue completada por los estudiantes en la primera clase teórica de la materia y posteriormente cotejada con los legajos obrantes en departamento de estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias a fin de completar datos faltantes.

Se elaboró también un registro del rendimiento académico de cada estudiante durante el cursado de la materia y de los resultados obtenidos en los exámenes finales.

Registro del rendimiento académico

Descripción: Se registraron en una tabla de datos los resultados de las instancias evaluativas de la materia, consignando la aprobación, desaprobación o deserción en parciales y recuperatorios. Finalizado el cursado, se registraron las instancias de examen final en las que se presenta cada estudiante y su calificación.

Metodología de análisis: Análisis estadístico para descripción cuali y cuantitativa de la población del estudio. Análisis de correspondencias entre variables y cruces con los resultados de los test.

Muestra: Todos los estudiantes inscriptos en Botánica Agrícola General.

Momento de aplicación: Registro de notas parciales durante el cuatrimestre de cursado. Se continuó el registro de exámenes finales de la cohorte hasta cumplido el lapso de validez de los cursados (2 años).

Con el objetivo de indagar las concepciones alternativas y/o modelos mentales de los ingresantes en relación con los contenidos relevantes de la asignatura, se utilizaron diferentes tests de concepciones alternativas (TCA) diseñados ad-hoc, en algunos casos adaptados de la bibliografía y en otros elaborados específicamente para esta investigación. La aplicación de estos tests se efectuó en los horarios habituales de las clases teóricas de la asignatura, antes del estudio de los contenidos específicos del test en cuestión. Los TCA aplicados fueron cuatro, a continuación se detallan sus características.

TCA 1: Semilla, germinación y ciclo de vida (Ver Anexo 1)

Descripción: Este test busca indagar las concepciones personales sobre morfología externa e interna de la semilla; proceso germinativo; condiciones para la germinación y para el crecimiento de las plantas; procesos de crecimiento, desarrollo y cambios a lo largo del ciclo de vida de una planta.

Fuente: Adaptación de cuestiones planteadas por Jewell (2000); Giordan y de Vecchi (1988) y Kaufman (1999).

Metodología de análisis: Categorización de las respuestas buscando patrones y posibles modelos. Comparación de los resultados con las concepciones de estructura de la semilla recabadas por Jewell (2000) en niños y los modelos de tipo de desarrollo encontrados por Giordan y de Vecchi (1988) y Arcá (2002).

Muestra: Todos los estudiantes asistentes a las actividades de ingreso.

Momento de aplicación: En la primera clase correspondiente a la asignatura Botánica Agrícola General, durante el período de actividades de ingreso programadas por la Facultad.

TCA 2: Flor y fruto (Ver Anexo 2)

Descripción: Test que indaga las concepciones personales sobre conceptos de flor y fruto, morfología de la flor y proceso de formación del fruto.

Fuente: Diseñado ad-hoc para esta investigación.

Metodología de análisis: Categorización de las respuestas buscando patrones y posibles modelos.

Muestra: Todos los estudiantes asistentes a clase teórica

Momento de aplicación: En la clase teórica número 4 de la asignatura Botánica Agrícola General. Antes de comenzar el desarrollo de los temas incluidos en el test.

TCA 3: Célula y tejidos (Ver Anexo 3)

Descripción: Test de concepciones alternativas sobre estructura y características de la célula y la estructura y tipos celulares que constituyen el tejido epidérmico.

Fuente: Adaptado de Díaz de Bustamante (1999).

Metodología de análisis: Observación de la forma, el uso de representaciones 2D y 3D, el tipo celular (vegetal, animal, procariota, idealizado) así como las escalas y resolución utilizadas. Comparación de los resultados con los descriptos por Díaz de Bustamante (1999) en estudiantes universitarios españoles.

Muestra: Todos los estudiantes asistentes a clase teórica

Momento de aplicación: En la clase teórica número 9. Antes de comenzar el desarrollo de los temas.

TCA 4: Anatomía vegetal – Integración (Anexo 4)

Descripción: El test que consiste en la lectura, interpretación y resolución de un cuestionario con preguntas de ensayo restringido a partir de un texto sobre anatomía y fisiología de los tejidos de conducción y de sostén en plantas terrestres. Evalúa la comprensión e integración de los contenidos desarrollados durante la materia.

Fuente: Elaborado a partir de texto de Cutler (1987).

Metodología de análisis: Caracterización de respuestas según niveles de organización a los que se refiere, tipos celulares nombrados, etc.

Muestra: Todos los estudiantes que asisten a la última clase práctica del cursado.

Momento de aplicación: En el trabajo práctico número 12, luego de que se han desarrollado todos los contenidos de anatomía vegetal.

La interpretación de los modelos hallados en las respuestas a los TCA fue validada por dos investigadores diferentes (triangulación) con la colaboración de la Ing. Agr. Natalia Carzoglio y la Ing. Agr. Mariela Bellora.

Para profundizar la interpretación de los TCA y en función de los resultados obtenidos, se seleccionó un grupo reducido de estudiantes con los que se trabajó

utilizando la metodología de estudios de caso. Estos estudiantes fueron informados del objetivo de la investigación y dieron su consentimiento para participar de la misma.

Con los estudiantes que participaron de los estudios de caso, se realizaron tres instancias de entrevistas semi-estructuradas, con un guión preestablecido, a lo largo del cursado de la materia. Con estas entrevistas se intentó profundizar la interpretación de las concepciones alternativas y/o modelos mentales que iban surgiendo en relación al contenido de la asignatura; así mismo, se buscó dar cuenta de las estrategias de estudio y de autorregulación del aprendizaje que utilizaban los estudiantes como también de la percepción que los estudiantes tenían acerca de los obstáculos que con mayor frecuencia se manifiestan en el aprendizaje del objeto de estudio de la asignatura. Para la última entrevista se planteó una actividad para resolver con el uso del microscopio.

E 1: Entrevista 1 (Ver Anexo 5)

Descripción: Entrevista semiestructurada con guión preestablecido acerca de los temas del TCA 1, 2 y 3 y los motivos de elección de la carrera.

Metodología de análisis: Grabación, desgrabación textual y análisis de las entrevistas comparando la producción en los TCA con las fundamentaciones vertidas en ellas.

Muestra: Siete estudiantes.

Momento de aplicación: Antes del primer parcial, una vez abordados los contenidos correspondientes a los TCA 1 y 2.

E 2: Entrevista 2 (Ver Anexo 6)

Descripción: Entrevista semiestructurada con guión preestablecido sobre temas de TCA 3. Además se indagó acerca de sus percepciones con respecto a la evolución de los aprendizajes: rendimiento académico, problemas detectados, estrategias de estudio y de autorregulación del aprendizaje.

Metodología de análisis: Grabación, desgrabación textual. Comparación de la producción en el TCA 3 y la fundamentación proporcionada en la entrevista. Compilación de las dificultades y las estrategias mencionadas.

Muestra: Siete estudiantes.

Momento de aplicación: Antes del segundo parcial. Una vez abordados los contenidos de anatomía vegetal.

E3: Tarea de Microscopía (Ver Anexo 7)

Descripción: Resolución de una tarea consistente en la observación e interpretación de dos preparatos permanentes de tejidos vegetales (epidermis o xilema secundario) y de cortes transversales de un órgano (raíz, tallo u hoja) con microscopio óptico. Entrevista al estudiante mientras resuelve la tarea presentada.

Metodología de análisis: Grabación, desgrabación textual y compatibilización posterior con el registro escrito de las manifestaciones no verbales y procedimientos aplicados al uso del microscopio. Análisis del registro, estudiando las secuencias de operaciones técnicas y la argumentación desarrollada para justificar las interpretaciones.

Muestra: Siete estudiantes.

Momento de aplicación: Antes del segundo parcial. Una vez abordados los contenidos de anatomía vegetal.

Otro instrumento de recolección de datos utilizado fueron las evaluaciones formales implementadas por la cátedra de Botánica Agrícola General (Evaluaciones BAG) consistentes en exámenes parciales y recuperatorios de los mismos.

Evaluaciones BAG: Parciales de Botánica Agrícola General

Descripción: Exámenes parciales y recuperatorios corregidos por los profesores de la cátedra Botánica Agrícola General.

Metodología de análisis: Análisis de la tipología de las preguntas de examen y las demandas cognitivas que plantean (Pérez Cabaní *et al*, 2000). Caracterización de los errores más frecuentes en relación con los conceptos que se estudian, a partir de las correcciones efectuadas por los profesores.

Muestra: Todos los estudiantes que concurrieron a rendir exámenes parciales y recuperatorios.

Momento de aplicación: Primer parcial al finalizar el desarrollo de los contenidos de morfología vegetal. Segundo parcial al finalizar el cursado.

Para caracterizar la enseñanza y estudiar la demanda que las clases plantean a los estudiantes, se realizaron observaciones de clases teóricas y prácticas.

Observación de clases

Descripción: Observación etnográfica y registro textual de clases teóricas y prácticas.

Metodología de análisis: Análisis de registros de clase para caracterizar la enseñanza.

Muestra: Una clase teórica de cuatro horas de duración y una clase práctica de tres horas de duración.

Momento de aplicación: Clase teórica número 5 (tema: morfología de la flor) y trabajo práctico número 5 (tema: morfología del fruto).

A continuación, en el Gráfico 3.1 se muestra la correspondencia de los distintos objetivos específicos de la investigación con los instrumentos de recolección de datos que fueron utilizados.

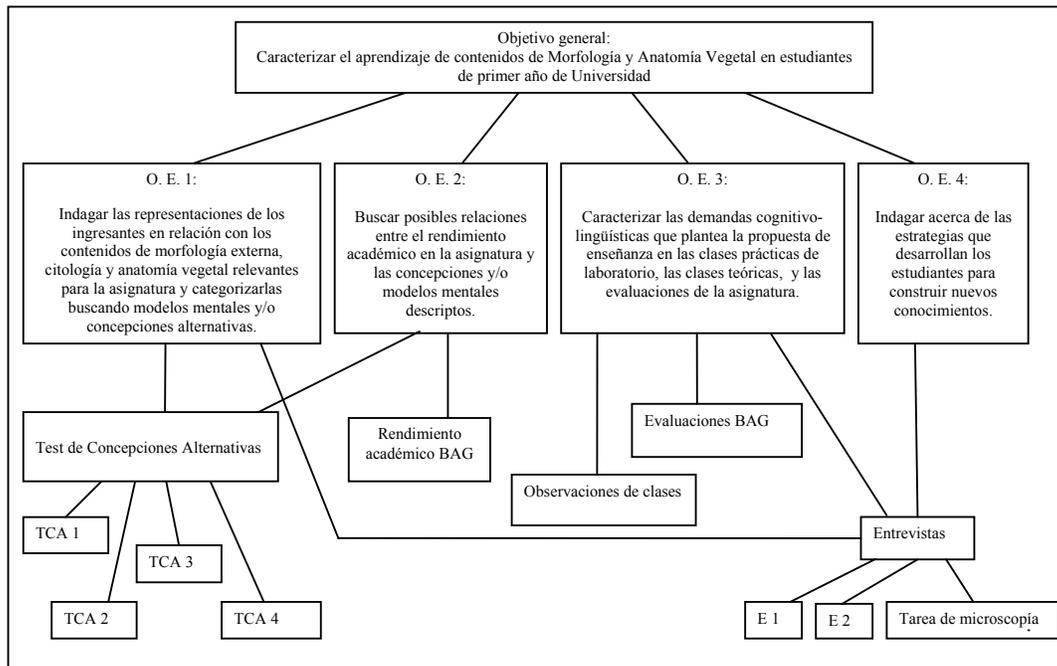


Gráfico 3.1. Relación entre Objetivos Específicos (O.E.) e Instrumentos de recolección de datos.

III.3. Análisis estadístico

La grilla de datos personales y el registro de rendimiento académico se analizó utilizando estadística descriptiva, mediante el cálculo de frecuencias absolutas y relativas y el de promedios. Luego de efectuadas las categorizaciones de los diferentes TCA también se establecieron frecuencias para los distintos modelos descriptos.

Se realizaron pruebas χ^2 para testear hipótesis de asociación en la distribución de frecuencias de distintas variables de respuesta a los TCA con datos personales y de rendimiento.

Para estudiar posibles relaciones entre tres o más variables cualitativas, se llevaron a cabo análisis de correspondencias múltiples (Hill y Lewicki, 2007) por considerar que constituyen una técnica exploratoria efectiva. Este análisis reduce la información a dos dimensiones que se presentan en un plano. La cercanía de las categorías de las distintas variables en ese plano es una medida de homogeneidad.

Tanto en el análisis multivariado como en el uso del software Statistica de StatSoft[®], se contó con el asesoramiento del Dr. Sergio Bramardi.

Resultados

Parte I:

LOS ACTORES Y EL CONTEXTO

CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

En la configuración clásica de la tríada didáctica interactúan docentes, alumnos y conocimientos. En el proceso de transposición didáctica (Chevallard, 1997), esos conocimientos se seleccionan, simplifican, organizan y transforman en contenidos a ser enseñados. En este capítulo y en el siguiente se caracteriza esta tríada a partir del análisis de documentos como plan de estudio y programa de cátedra, registros de clases teóricas y prácticas, evaluaciones, grillas de datos, entrevistas a estudiantes y observaciones de la institución con la finalidad de describir a los actores -cátedra y estudiantes-, su contexto, y el objeto de estudio que los convoca.

I.1. El objeto de estudio

Tradicionalmente se han distinguido diferentes ramas dentro del estudio de la Botánica. Siguiendo a Dimitri y Orfila (1985) la primera clasificación que se establece distingue entre Botánica Pura y Botánica Aplicada. La primera estudia a los vegetales desde un punto de vista exclusivamente teórico y a su vez, comprende a la Botánica General y a la Botánica Especial. La Botánica General refiere a los caracteres comunes de las plantas, tanto morfológicos como fisiológicos; en cambio, la Botánica Especial se ocupa de lo particular y comprende disciplinas como la taxonomía y la sistemática, entre otras.

La Botánica General consiste, entonces, en el estudio de los principios generales acerca de la forma y el funcionamiento de las plantas. Si bien incluye a la morfología y a la fisiología, sólo los conceptos de la primera se abordan en la asignatura que nos

compete, en tanto que los fisiológicos, se constituyen como objeto de estudio de otra asignatura correlativa.

La morfología, a su vez, abarca a la morfología general, a la morfología experimental, a la organografía y a la morfología interna o anatomía que se ocupa del estudio de las partes internas del vegetal. Esta última incluye a la citología vegetal que consiste en el estudio de las células, a la histología vegetal que estudia los tejidos y a la palinología o estudio del polen.

Como disciplina científica, la morfología externa de las plantas, se origina con Goethe en 1790 y se desarrolla fundamentalmente en Alemania retomando las tradiciones del estudio de la historia natural de las plantas. En cambio, la anatomía, que requiere del uso de una herramienta especial como el microscopio, tuvo mayor desarrollo en los Estados Unidos y estuvo principalmente al servicio de la botánica sistemática. La morfología es una disciplina unificante mientras que la sistemática puede caracterizarse como una disciplina clasificatoria (Kaplan, 2001).

Actualmente, la descripción del funcionamiento de las plantas reviste una gran complejidad, y la medición y el análisis de los vegetales se desarrolla, con fines prácticos, por diferentes disciplinas como agronomía, silvicultura, arboricultura, ecología, fisiología, taxonomía, etc. (Puntieri y Grosfeld, 2003).

Según J. Valla (1986) la morfología vegetal es una materia eminentemente descriptiva pero que proporciona conocimientos indispensables para interpretar las estructuras vegetales y su funcionamiento, así como los modos de reproducción y las posibilidades de aplicaciones prácticas. La finalidad del estudio morfológico es el esclarecimiento de las homologías (estructuras del mismo origen que cumplen diferente función), es decir, la comprensión de los planes estructurales de las plantas y sus variaciones.

La anatomía vegetal, por otra parte, corresponde a la descripción de los tejidos que constituyen las plantas superiores, los tipos histológicos y su ubicación relativa dentro del organismo vegetal. Estos contenidos demandan el desarrollo de habilidades básicas de observación al microscopio y reconocimiento y diferenciación de tipos celulares para interpretar la estructura interna de las plantas.

Para D. F. Cutler (1987) *“la anatomía vegetal tiene la reputación de ser una materia pesada para muchos estudiantes, porque tradicionalmente se la ha enseñado como un catálogo de clases de células y tejidos, con apenas alguna referencia a su función y desarrollo y sin ninguna mención del uso cotidiano de este conocimiento en muchos laboratorios de todo el mundo”*. Asimismo, sostiene que los libros de texto se han escrito conforme a este estilo habitual de enseñanza y que los textos avanzados, de gran valor para el estudiante que se especializa, pueden desanimar al principiante. Cutler también critica aquellos libros que constan principalmente de ilustraciones -tipo atlas- porque, aunque ayudan a interpretar las imágenes que se ven en el microscopio, tienen la desventaja de no ir más allá de enseñar una serie de términos descriptivos. En su libro, Cutler plantea un enfoque de anatomía vegetal como herramienta de uso cotidiano para resolver problemas de importancia económica y de interés científico, a la vez que presenta los temas partiendo de “los principales problemas que tiene que afrontar una planta terrestre” como el problema mecánico del sostén, el problema del movimiento del agua y minerales, la reproducción y el crecimiento secundario en espesor. En respuesta a estos cuatro problemas integra el complejo y amplio espectro de formas y organizaciones existentes en las plantas superiores.

I.2. Botánica Agrícola General en el Plan de Estudios

La concepción acerca del aprendizaje y de cuáles deberían ser los contenidos a ser enseñados que está instalada en los actores institucionales, tiene su origen en los documentos curriculares de la carrera Ingeniería Agronómica. El Plan de Estudios vigente fue redactado en 1988, producto del proceso de normalización de las universidades, con una modificatoria en 1992. El documento incluye una serie de capítulos que abarcan los siguientes puntos: fundamentos y perfiles de la carrera de Ingeniería Agronómica, incumbencias, plan de estudios y carga horaria, régimen de correlatividades, requisitos, régimen de equivalencias, caracterización de las asignaturas (FACA, UNCo, 1993).

El plan de estudios se presenta como un listado de materias divididas por años y cuatrimestres, con la carga horaria correspondiente. En el último capítulo se expone la caracterización de las materias, esto es, objetivos y contenidos disciplinares mínimos. Los objetivos hacen mención a la adquisición de conocimientos vinculados a los contenidos, sin mencionar los aspectos procedimentales o la adquisición de habilidades cognitivas y lingüísticas que permitirán a los estudiantes obtener un aprendizaje significativo y relevante. Los contenidos mínimos son un resumen de lo que se encontrará en los programas analíticos correspondientes a las materias enumeradas.

En particular, para Botánica Agrícola General, señala:

Objetivos:

- Adiestrar al alumno en el perfecto conocimiento morfológico de los vegetales y a la estrecha relación que existe entre sus estructuras y la adaptación de los distintos hábitat.

- Que este conocimiento le sirva de base para comprender las causas principales que permite a la sistemática una agrupación de los vegetales en categorías.
- Contenidos Mínimos: Botánica. Divisiones del Reino Vegetal. Citología. Microscopía. Histología. Raíz, tallo y hoja (morfología y anatomía). Flor, fecundación. Fruto. Semilla.

La expresión “perfecto conocimiento” marca claramente la concepción de enseñanza y aprendizaje que se pretendió establecer al momento de plantear la currícula. La perfección implica un conocimiento acabado y único, hegemónico, que se supone en poder del docente y que debe ser trasvasado en forma textual al estudiante cuyo rol es el de adiestrarse para su uso. No deja lugar al desarrollo del pensamiento crítico, fomenta la ausencia de revisión y recreación de la capacidad discursiva, de pensamiento y de observación.

El Plan de estudios indica simplemente un cúmulo de contenidos, expresados en forma vaga, una visión epistemológica positivista y una visión pedagógico-didáctica que favorece la transmisión verbal del conocimiento y el adiestramiento acrítico en técnicas. Además, implica que los conocimientos deben ser impartidos al servicio de la sistemática, rama de la botánica pura y objeto de estudio de sólo una de las materias correlativas.

I.3. El Programa de la asignatura

En la formación del Ingeniero Agrónomo de la Universidad del Comahue, la asignatura Botánica Agrícola General incluye el estudio de la morfología vegetal y está

conformada por dos bloques principales de contenidos: el primero de morfología externa y el segundo de anatomía. El enfoque “agrícola” se garantiza por una selección de contenidos realizada en función de su interés agronómico.

Los objetivos de la materia son (Bustamante Leiva, 2003):

- Conocer las estructuras externas e internas más corrientes de las plantas superiores, especialmente de aquellas de interés agronómico.
- Comprender algunas relaciones entre la forma y la función de los órganos y las estructuras vegetales.
- Reconocer los órganos de las plantas vasculares en sus diferentes manifestaciones.

La fundamentación del programa indica que *“esta asignatura constituye el primer contacto del alumno con el estudio de los vegetales y, por lo tanto la base sobre la cual se asentarán los conocimientos propios de las Ciencias Agrarias. La selección de los contenidos se basa en la necesidad del conocimiento de la Morfología Vegetal para la formación del Ingeniero Agrónomo. La mayor parte de los temas está referida a las plantas con semilla y principalmente a las de interés agronómico. El manejo de los contenidos ayudará al estudiante a comprender los procesos fisiológicos que tienen lugar en la planta, como también las relaciones filogenéticas entre los distintos grupos vegetales, temas abarcados por las asignaturas correlativas. Asimismo, es en esta asignatura en la que en muchos casos el profesional encuentra la explicación científica de la aplicación de una nueva tecnología o la solución de un problema agronómico”* (Bustamante Leiva, 2003).

I.4. Organización del trabajo de cátedra

El equipo docente está constituido por una Profesora Adjunta, dos Jefas de Trabajo práctico, dos Ayudantes de Primera y dos Ayudantes alumnos. El dictado de la asignatura está organizado con dos clases teóricas semanales de 3 horas, de tipo expositivo -cuya asistencia no es obligatoria- a cargo de la Profesora y una clase práctica de 4 horas en laboratorio de microscopía, de carácter obligatorio. Se organizan 4 comisiones de Trabajos Prácticos en función de la disponibilidad de laboratorio e instrumental óptico. Cada comisión está a cargo de una Asistente, con la participación de uno o dos ayudantes.

La propuesta pedagógica coincide con la generalizada en la Universidad que ofrece *el modelo clásico* (Menin, 2002), ligado a los usos y costumbres más tradicionales de dictar la clase, constituido por el esquema binario de clases teóricas y trabajos prácticos. El objetivo de las clases es instalar en la mente de los estudiantes un fragmento de información nueva, una nueva habilidad o pericia técnica o una nueva experiencia en el campo del juicio creador (Menin, 2002). Y el proceso de aprendizaje del joven universitario se concibe en tres etapas: comprensión, retención y transferencia creativa.

I.4. a. Las clases teóricas

En el Anexo 8 se transcribe el registro de una clase teórica de la que se puede inferir que:

- La clase teórica es un momento en el que se establece una comunicación unidireccional, con escaso diálogo.

- En el momento de pre-tarea se puede informar sobre la organización de la cátedra, horarios de trabajos prácticos, suspensiones de clase, medidas gremiales.
- El teórico comienza con la definición en términos botánicos del concepto a estudiar en el día. Se presentan varias definiciones y explicaciones con un nutrido vocabulario científico.
- Se complementa con gráficos rotulados en los que se nombran las partes constitutivas del órgano que se estudia (análisis).
- Se enumeran las variaciones que pueden presentarse en los distintos grupos de vegetales.
- Hay momentos de recapitulación en los que se vuelve a explicar o se retoman conceptos relacionados vistos en clases anteriores que la docente juzga como no afianzados a raíz de las correcciones de informes que ha realizado.
- Se enfatiza el uso de términos que presentan dificultades para los estudiantes. Se repite la palabra, su pronunciación y forma de escribirla.
- Se recurre a la descomposición de la palabra, aclarando el significado de prefijos y sufijos y recurriendo a la etimología.
- Se presentan numerosas clasificaciones del concepto, siguiendo distintos criterios.
- Se ejemplifica con plantas que se consideran conocidas o que se encuentran en el predio de la facultad.
- Se hace referencia al programa, señalando cuál es la ubicación de los conceptos que se están trabajando. También se hace referencia al cuadernillo de guía de trabajos prácticos y se explica en base a las figuras que contiene.

- Los alumnos adoptan una actitud pasiva, toman escasos apuntes o completan el cuadernillo con anotaciones al margen.
- Hacia el final de la clase puede comenzar un tema nuevo.
- Existe información que se aporta en lenguajes icónicos: dibujos y esquemas con diferente grado de abstracción y fórmulas con signos convencionales.
- No se observa un momento de síntesis final ni cierre.
- Los estudiantes sentados de la mitad del aula hacia atrás parecen prestar menos atención que los ubicados adelante. Un tercio de los asistentes se retira cuando se realiza un recreo, antes de finalizar el horario previsto.
- Como apoyo tecnológico a la clase se utilizan recursos como el retroproyector con filminas y el micrófono. También se utiliza el pizarrón para escribir términos nuevos y hacer dibujos.

I.4. b. Los trabajos prácticos

Los Trabajos Prácticos consisten básicamente en la observación, análisis e identificación de materiales vegetales frescos o conservados y la elaboración de un informe que incluye dibujos rotulados, con una escasa producción escrita.

Al iniciar el trabajo práctico los estudiantes responden un breve cuestionario con el tema del día, previamente abordado en las clases teóricas, que constituye una de las instancias de evaluación. Luego de ello, la Jefa de trabajo práctico a cargo de la comisión presenta las consignas y recomendaciones para el trabajo de la jornada.

Las estructuras a observar pueden ser macroscópicas (plantas enteras, ramas, hojas), lo suficientemente pequeñas como para ser estudiadas bajo lupa (flores,

semillas) o preparados histológicos que deben ser analizados al microscopio óptico. El material es muy variado y no se asigna el mismo a todos los grupos.

Los alumnos se agrupan de acuerdo a la disponibilidad de instrumental óptico y elaboran un informe individual que entregan al final del práctico para su corrección.

En el anexo 9 se presenta la reconstrucción de una clase práctica observada. Del registro se infiere:

- El cuestionario inicial es una instancia evaluativa que tiene por meta que los estudiantes concurren al trabajo práctico habiendo estudiado el tema del día.
- Las preguntas formuladas demandan definir, enumerar criterios de clasificación y clasificar. Se esperan respuestas isomorfas con la información dada en la clase teórica o que aparece en el cuadernillo guía de trabajo práctico. Se promueve así la memorización.
- El momento de introducción es dialogal. La docente pregunta por definiciones de conceptos que van a ser abordados y los estudiantes responden. En caso de error son corregidos.
- En el momento siguiente se presenta el listado de actividades a realizar y se ofrecen aclaraciones precisas sobre cómo se espera que completen las tareas.
- Se retoman contenidos anteriores para relacionar con los nuevos.
- Se explicita la lógica por la cual se adoptan las clasificaciones.
- La tarea consiste en observar, dibujar y clasificar el material fresco, proporcionado por la cátedra y aportado por los mismos estudiantes. Escriben listados de características.
- Los estudiantes trabajan en grupos en un clima de trabajo distendido pero sin interrupciones. Llaman a las docentes cuando necesitan efectuar consultas.

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL

II.1. El ingreso y el egreso en números

En los últimos quince años la inscripción a la carrera de Ingeniería agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCo ha tenido importantes fluctuaciones. Se destacan momentos de explosión de la matrícula como en 1997 con 123 nuevos inscriptos y en 2003 con 187. Entre los años 2005 y 2008 se produjo una caída del 50% en la inscripción motivada en parte, por razones de índole institucional que se recuperó sensiblemente en 2009 y 2010 a casi sus niveles históricos (Ferragut, 2010). En tanto que la cátedra Botánica Agrícola General atiende un promedio de 200 alumnos ya que se suma aproximadamente un 30% de recursantes.

La carrera tiene una duración teórica de cinco años y medio pero registra una duración promedio real de 7,6 años (Coraggio y Vispo, 2001). Si bien se observa un marcado retraso promedio de los alumnos en culminar sus estudios, la relación entre duración teórica y duración real es una de las más bajas si se compara con los índices de otras carreras de Agronomía del país. También es un índice bajo comparado con el que se observa en otras carreras de la misma Universidad como otras Ingenierías (Civil o Electricista), Derecho o Ciencias Económicas. Aunque el indicador de duración promedio de la carrera en los egresados no sea tan desfavorable en el contexto de la educación universitaria argentina actual, la problemática de la deserción de los estudiantes, las condiciones de permanencia y el retraso en cumplir las metas previstas según el plan de estudios preocupa a los actores institucionales.

II.2. Procedencia, vivienda, trabajo y transporte de los ingresantes

La mayor parte de los estudiantes que recibe la Facultad proviene o está relacionada con el medio rural. Sus padres o ellos mismos están vinculados laboralmente a diferentes actividades en chacras de la zona del Alto Valle de los ríos Negro y Neuquén. Un factor decisivo a la hora de la elección de esta carrera parece ser la cercanía geográfica a Cinco Saltos, ya que los grupos familiares viven en cercanías de dicha ciudad o de las vecinas: Cipolletti, Allen, General Roca, Centenario, Neuquén.

Una encuesta realizada durante el ciclo lectivo 2005 (FACA, UNCo, 2005) revela que el 69,4% de los alumnos encuestados vive con el grupo familiar de origen. El dato asciende al 75% en los alumnos encuestados que son ingresantes. *“Este hecho es tomado como indicador de la imposibilidad económica que presentan las familias para mantener al hijo estudiante en otra región o localidad. Además existe una relación entre la convivencia y el compromiso del trabajo familiar, detectada en entrevistas personales realizadas”*. La misma encuesta indica que el 19,4 % de los ingresantes comparte la vivienda con otros estudiantes y un 5,5 % vive solo.

Por otra parte, aproximadamente la mitad de los estudiantes manifiesta que trabaja, con cargas horarias variables. El 43,3 % lo hace en trabajos temporarios, modalidad muy común en la zona ya que para las tareas de cosecha y empaque de fruta se contrata personal en temporada estival.

Consultados acerca de su situación económica, el 88,5% de los estudiantes manifiesta tener dificultades para cubrir los gastos generados por la vida universitaria. De los ítems encuestados, el transporte (en primer lugar: 33,3%) y el material de estudio (segundo lugar: 30,5 %) son los gastos que generan mayores dificultades al grupo de ingresantes, seguidos por los gastos en vivienda (16,7 %) y comida (13,9%).

Para alumnos de zonas más alejadas, la FACA ofrece una Residencia Universitaria que alberga entre 25 y 30 alumnos asignados por sistema de becas, renovables anualmente. Existen otros beneficios -potenciales factores de retención- como la existencia de un comedor estudiantil que ofrece un menú a precio módico; un jardín maternal en instalaciones de la facultad y un colectivo que recorre las ciudades vecinas de Cipolletti y Neuquén en horario matutino. En síntesis, la facultad se caracteriza por prestar especial atención para apoyar la permanencia de alumnos que se encuentren en condiciones socio- económicas desfavorables.

II.3. Representaciones de los ingresantes acerca de la vida universitaria

A partir de encuestas realizadas a los ingresantes (FACA, UNCo, 2004) se infiere que, en general, durante las primeras semanas de clases los alumnos desarrollan representaciones acerca del ambiente universitario que les permiten calificarlo como muy positivo. En ello influyen varios factores, entre los cuales se destacan:

- Buena y dedicada atención del personal del Departamento de alumnos, que favorece la realización completa y correcta de todos los trámites necesarios en el ingreso.
- Desarrollo de actividades de ingreso optativas en las cuales los estudiantes conocen a los docentes del primer cuatrimestre, se interiorizan de los objetivos y bases generales de las primeras materias y de las incumbencias del Ingeniero Agrónomo.
- Constitución de grupos de trabajo que permite a los alumnos comenzar a conocer a sus compañeros e integrarse.

- Conocimiento de todos los ámbitos físicos donde desarrollarán sus actividades académicas: biblioteca, oficinas de los docentes, laboratorios, aulas, etc.
- Interiorización en las formas de organización de la Facultad: del gobierno, de sus autoridades, de su representación y protagonismo en las decisiones de la institución.
- Conocimiento de la organización en Cátedras y cómo éstas se estructuran internamente. También de las actividades de investigación y de la vinculación de la Facultad con el medio social y productivo.
- Participación en un taller de lectura y comprensión de textos.

Los ingresantes enfatizan la sensación de “no ser un número, como en otras Facultades”. Este hecho se ve favorecido porque la Facultad de Ciencias Agrarias ha implementado sólo una carrera y, de una u otra forma, todos los alumnos que circulan por ella comparten las mismas problemáticas.

Sin embargo, a pesar de las ventajas que observan los estudiantes en el ingreso a la universidad, éstas parecen desvanecerse rápidamente ante el ritmo que se exige al comenzar la cursada formal. Para la mayoría de los estudiantes esto constituye un obstáculo difícil de enfrentar y repercute negativamente ya que genera gran desorientación respecto de la imagen de contención que se habían formado inicialmente.

Durante una encuesta realizada en el segundo cuatrimestre los ingresantes mencionaron algunas dificultades que les generó el ingreso a la universidad:

- Desvinculación de la vida social.
- Falta de tiempo para trabajar.
- Alta carga horaria, descuido y abandono de otras actividades.

- “Empezar a estudiar” (reconocen “base pobre del secundario”).
- Dificultades afectivas.
- Distancias: horas de viaje, lejanía del hogar.
- Organización del tiempo: cambio de ritmo.

Las respuestas evidencian una crisis en el proceso de adaptación e inserción en la vida universitaria, que en algunos casos se manifiesta como melancolía y nostalgia.

II.4. Caracterización de la cohorte sujeto de esta investigación

En el ciclo lectivo 2003 se inscribieron 237 estudiantes para cursar la asignatura Botánica Agrícola General. Fue la cohorte más numerosa en la historia de la Facultad. Presumiblemente, la importante crisis socio-económica que vivía el país desde hacía unos años y la alta tasa de desempleo hizo elevar el número de estudiantes dado que muchos jóvenes hallaban en las propuestas académicas de nivel superior una alternativa posible hasta encontrar nuevamente trabajo.

- De los 237 estudiantes, 168 cursan por primera vez constituyendo un 70,9 % y 69 cursa en calidad de recursantes, esto es un 29,1%.
- En la cohorte hay 68 mujeres (28,7 %) y 169 varones (71,3%).
- El 70% de los estudiantes no adeuda materias del secundario pero existe un grupo de 71 estudiantes condicionales que deben regularizar su situación durante el cursado de la asignatura para acceder a la condición de alumno regular.

- En cuanto a la edad de los estudiantes, el 70,8 % tienen entre 17 y 20 años, el 23,0% tienen de 21 a 24 años y un 6,2 % tienen 25 años o más.
- Por su titulación son 52,9 % Bachiller, 22,7 % Perito mercantil y 24,4 % Técnico.
- Se clasificaron los títulos considerando su orientación. El 22,5 % de los estudiantes tienen títulos afines a las ciencias biológicas y agropecuarias. Son: bachiller en ciencias exactas y naturales, bachiller orientación ecología, bachiller en ciencias naturales, bachiller orientación biológica, bachiller en ciencias, bachiller orientación biotecnología, bachiller agrónomo, bachiller orientación en ciencias naturales aplicadas, técnico agropecuario, técnico agropecuario orientación vegetal, técnico agrónomo, técnico mecánico rural, perito mercantil orientación agropecuaria y perito en ciencias naturales aplicadas.
- El 81,7 % de los estudiantes proviene de escuelas públicas y el 18,3 % de escuelas privadas.
- Un 59,7 % de la provincia de Río Negro, 35,7 % de la provincia de Neuquén y 4,5% de otras provincias (Chubut, Santa Cruz, Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba) y del extranjero.
- En el 56,1% de los casos el tiempo transcurrido desde la finalización del secundario es inferior al año. 20,8 % finalizaron sus estudios en el año 2001; y el resto los concluyó entre 1997 y 2000, no habiendo ingresantes con títulos emitidos con más de cinco años de anterioridad.

II.4.a. Motivación y expectativas

De las entrevistas realizadas para los estudios de caso surgen diálogos que permiten caracterizar algunos aspectos psicológicos y motivacionales de los estudiantes que ingresan.

Valor del conocimiento cotidiano

Muchas veces el ingresante valora positivamente los conocimientos previos que posee por provenir de una zona rural. Y cree que esos saberes pueden ayudarlo en su vida académica. Sin embargo, esta potencial motivación no es aprovechada por los docentes ya que no la retoman en la clase.

Aa 6: Dibujé la planta de tomate, como mi abuelo tiene invernadero, yo las conozco bien. Porque dónde yo vivo hay muchas chacras y mi abuelo tiene un invernadero, así que siempre le ayudo a hacer... cuando hacen los almácigos, a plantar... entonces eso ya lo sabía.

E 1: ¿estás en relación con alguna chacra? ¿O con actividades de campo?

Ao 3: No. Por eso, eso me mata acá. Por ahí cuando llegué los primeros días en las actividades de ingreso que salían a dar la vuelta a las chacras y los chicos te dicen acá tienen sistema de riego “tanto”, o esta fruta es de tal tipo... yo no entendía nada y eso me preocupaba pero digo, después uno va a agarrar...

E 1: ¿Acá? ¿Qué dibujaste?

Aa 1: Un peral.

E 1: Y la información ¿de dónde pensás que la sacaste?

Aa 1: ¿Esta? De unas plantaciones de peras que hicimos hace cuatro años...

E 1: Y vos las recordaste mientras dibujabas?

Aa 1: Claro porque yo les ayudé a plantar... entonces... más o menos me acuerdo de cómo iba creciendo. En realidad todavía están chicas, no están grandes, todavía... tienen cuatro años...

Las razones de elección de esta carrera

Las razones de elección de la carrera son variadas. Hay motivos de gusto por la vida en la naturaleza, gusto por las materias de estudio y de valorización del rol

profesional para el desarrollo local y regional. Pero además existe habitualmente una vinculación con el medio rural que permea las decisiones.

E 1: ¿Te gusta la carrera? ¿Por qué la elegiste?

Ao 4: La carrera la elegí porque me gusta, porque siempre me gustó... Me gusta mucho el aire libre, me gustan las plantas, me gustan las chacras, me gusta el campo, me gusta la labor de campo... me gusta mucho la cordillera, me gustan los árboles, todo eso... Y aparte creo que es una salida, como está el país... creo que es una salida importante para... El otro día hablábamos con un ingeniero que nos contó que estaban buscando cincuenta personas durante este verano porque no había profesionales de donde sacar... y que tuvieron que llamar a técnicos, ¡no ingenieros! De todas maneras... me parece que es importante para la zona, es una carrera importante...

E 1: Ajá. Seguro.

Ao 4: Porque la región vive de... sobrevivimos de la fruta...

Aa 5: La idea era irme a estudiar veterinaria pero... no. Porque veterinaria se cierra mucho en los animales en sí, digamos... y es como que esto es más que nada producción, y tiene mucho más que ver con la gente, también. Porque no es solamente las plantas para el beneficio de las plantas... es para nuestro beneficio.

E 1: Ajá

Aa 5: La producción para nosotros

E: ¿Por qué elegiste esta carrera?

Aa 7: Primero, por las materias. En realidad nunca me llamó la atención. Menos por Botánica. Porque nunca había visto Biología, nada... así que...

E: ¿No? ¿Qué título tenés?

Aa 7: Técnica química. Y como... bueno... teníamos dos materias, las primeras Matemática y Química, así que yo esas las... como que las sabía.

Aa 6: Agronomía porque... bueno me encanta..., me encantan las plantas. Yo vivo en un lugar que es todo chacras y... bueno, quiero volver a mi lugar...

E: ¿Querías? ¿Sí?

Aa 6: Claro. Entonces para mí es algo que me sirve allá. Porque para mí... no sé, es lo más apropiado para ese lugar. Y bueno, me gusta todo lo que tenga que ver con las plantas, el suelo, las chacras y aparte me interesa saber todo esto... de cómo se forman los frutos, todo.

E 1: ¿Y por qué elegiste agronomía como carrera?

Aa 2: Porque contabilidad no me gustó. Aparte yo siempre iba a la chacra de mi abuelo y pasaba ahí y me encantaba. Y yo preguntaba: “¿Por qué es eso?” “¿Por qué es eso?” “¿Por qué es?” Y mi papá me dijo “¿Por qué no estudiás y sabés el porqué?” Bue... ja, ja, ja. Así que bueno... A mí me gustan las plantitas, me gusta estar al aire libre...

La búsqueda de “vocación”

El ingresante está en proceso de búsqueda de sus verdaderos intereses y los cambios en la elección de carrera son frecuentes

E 1: ¿Por qué elegiste la carrera?

Ao 3: En realidad eh... yo tuve bastante problema así con la carrera... porque primero quería ser analista, porque me gustaba la computadora... pero lo que era analista de sistemas no me gustaba. Después hice el ingreso de medicina y la semana antes de rendir el primer examen de medicina me decidí que me gustaba más la agronomía. Y fui y lo rendí igual el primero... lo peor es que lo pasé... pasé el primer examen de medicina pero igual yo ya había dicho que me vaya bien o me vaya mal me iba a venir a agronomía y me vine. Porque tenía más o menos las materias parecidas y me gustaba más el tema de agronomía. Siempre me gustó más o menos lo que era genética, lo que es química, todas esas cosas me gustan...

Ser estudiante es un proyecto de largo plazo

Los ingresantes perciben que se trata de una carrera larga y ser estudiante es un objetivo en sí mismo, al menos el que se plantean para los años siguientes.

E 1: Y tu idea es después trabajar allá, en la zona tuya?

Aa 5: Mi idea... no en realidad después... es un mambo. Pero el objetivo es terminar la carrera. Es un objetivo ya planteado...

E 1: Claro.

Aa 5: Me puede llevar como seis, siete, ocho o mucho más...

E 1: O mucho menos.

Aa 5: O mucho menos, pero creo que no... porque ya conozco más o menos alguna gente y veo que va más allá de la capacidad de uno, va más allá.

E 1: Con qué creés que tiene que ver?

Aa 5: No... vos podés ser muy inteligente... o muy capaz pero... ¡si no te ponés! Sólo no va a salir! Con tus cosas no va a salir...

E 1: Tal cual... mucha perseverancia...

Aa 5: Mmm, sí.. sí

E 1: Bueno, así que la primera meta es la carrera y después lo otro se verá.

Resultados

Parte II:

LAS REPRESENTACIONES

CAPÍTULO III

MODELOS DE SEMILLA Y USO DE LENGUAJE DISCIPLINAR

III.1. Presentación

La semilla es la estructura de propagación de las plantas superiores. Se desarrolla a partir de la doble fecundación de un óvulo (estructura de 8 células) y en la madurez consta de las siguientes partes: el esporofito joven y parcialmente desarrollado, llamado embrión, una cantidad variable (a veces ninguna) de endosperma y las capas protectoras, los tegumentos.

En este apartado se discuten las concepciones alternativas de los ingresantes en torno al concepto de *semilla*, relevadas mediante el TCA 1 (Anexo 1). Estas concepciones se presentan categorizadas en diferentes modelos. Por un lado se analiza el lenguaje utilizado para nombrar las partes constitutivas de la semilla. Además, se buscan relaciones entre el uso de lenguaje disciplinar y variables de contexto y de rendimiento académico de los estudiantes. El test se aplicó a la totalidad de los asistentes a las actividades de ingreso, en los primeros días de clase (N= 134).

III.2. Forma general externa de las semillas

El 85,6 % de los estudiantes respondió el primer ítem con un dibujo, pero la cuarta parte de ellos no incluyó rótulos ni describió funciones. Las semillas dibujadas presentaban formas variadas (Tabla 3.1, Figura 3.1).

Se observa que las formas de semilla dibujadas corresponden a especies hortícolas que resultan familiares, en general comestibles. Muchas de ellas

corresponden a la familia de las leguminosas (poroto, lenteja, arveja) y junto con el maíz, son las especies mas utilizadas para armar germinadores escolares.

Tabla 3. 1. Formas de las semillas dibujadas

Forma general externa de las semillas	Frecuencia	Porcentaje
Reniforme (tipo poroto)	28	23,7
Esférica (tipo arveja o lenteja)	28	23,7
Oval	26	22,0
Forma de gota (tipo zapallo)	11	9,3
Fusiforme	7	5,9
Triangular (tipo maíz)	6	5,1
Otras	12	10,2
<i>Totales</i>	118	100

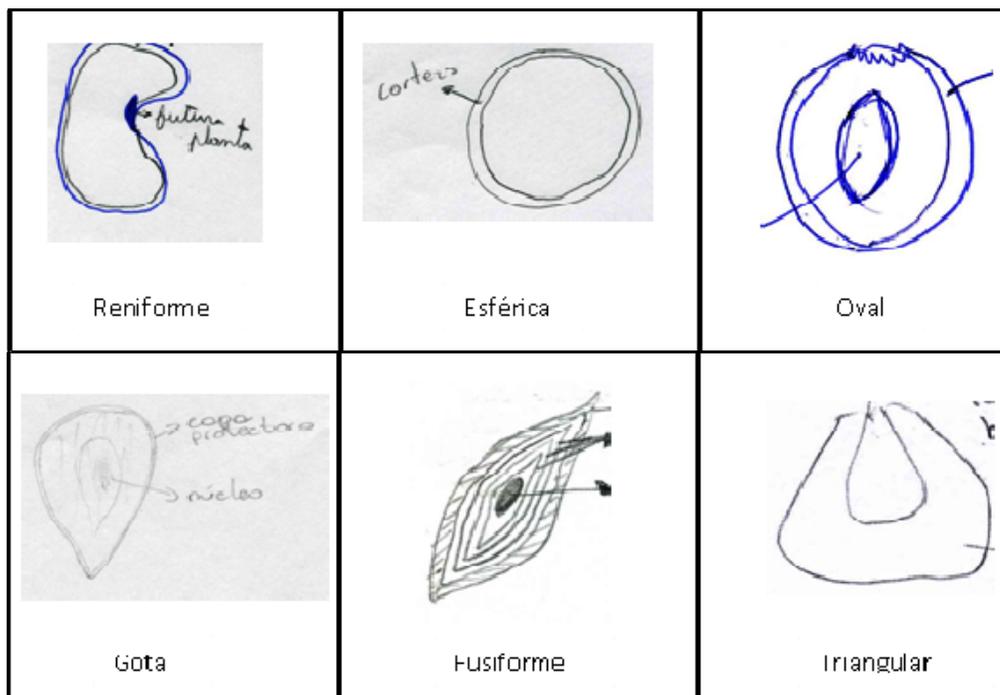


Figura 3. 1. Formas de semillas

III.3. Niveles de organización

Las estructuras dibujadas y/o mencionadas por los estudiantes corresponden a diferentes niveles de organización, a saber: nivel macroscópico, nivel microscópico, nivel molecular/submicroscópico.

Cada categoría a su vez incluye:

- En el nivel macroscópico: estructuras que pueden identificarse a simple vista (cubierta, embrión, micrópila, hilo, rafe).
- En el nivel microscópico: estructuras que podrían identificarse utilizando un microscopio óptico (membranas, núcleo...).
- En el nivel molecular/submicroscópico: estructuras sólo identificables con microscopios electrónicos, de barrido, o métodos físico-químicos (sustancias de reservas, organelas, cromosomas, ADN...).

El total de partes constitutivas dibujadas y/o mencionadas por todos los estudiantes fue de 153, con predominio de las estructuras observables a simple vista, ya sean internas o externas (Tabla 3.2).

Tabla 3. 2. Partes constitutivas de la semilla por nivel de organización

Nivel de organización	Frecuencia	Porcentaje
Nivel macroscópico	105	68,6
Nivel microscópico	41	26,8
Nivel molecular/submicroscópico	7	4,6
<i>Totales</i>	153	100

La mayoría de las respuestas se refiere solo al nivel macroscópico aunque algunas combinan dos niveles de organización diferentes en un mismo dibujo (Tabla 3.3). En estos casos lo más frecuente es la representación de una estructura macroscópica poco conocida como el embrión, con análogos microscópicos más trabajados en la escuela: núcleo, molécula de ADN.

Tabla 3. 3. Respuestas según niveles de organización

Niveles de organización	Frecuencia	Porcentaje
Solo macroscópico	65	60,2
Macroscópico + microscópico	40	37,0
Microscópico + submicroscópico	3	2,8
<i>Totales</i>	108	100

III.4. Modelos de semilla

Para determinar si existen diferentes modelos de semilla se consideraron los componentes dibujados y mencionados categorizándolos según su pertenencia a uno de los tres constituyentes básicos de una semilla en términos botánicos: Cubierta seminal (Cu), embrión o megáspora (E) y tejido nutritivo de reserva (SR). De esta manera se definió como *modelo completo* a las respuestas que incluían Cu+E+SR y como *modelos incompletos* a los que mencionaban uno o dos componentes, por ejemplo: Cu+E, sólo Cu, etc. (Figura 3.2.a y b).

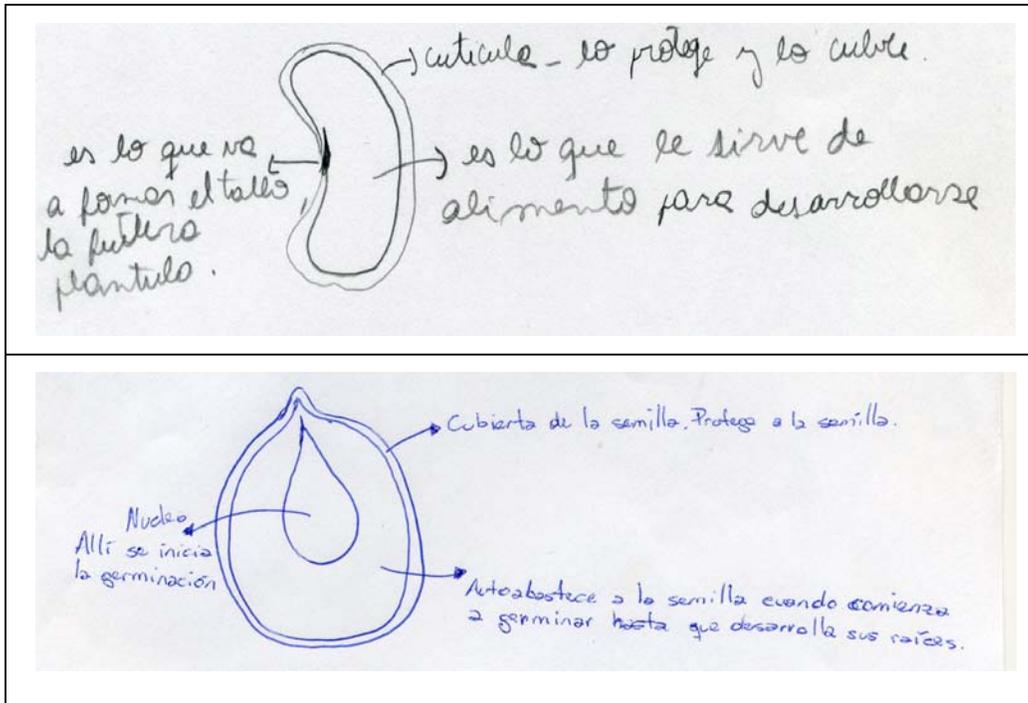


Figura 3. 2. a. Modelos de semilla. Modelos completos

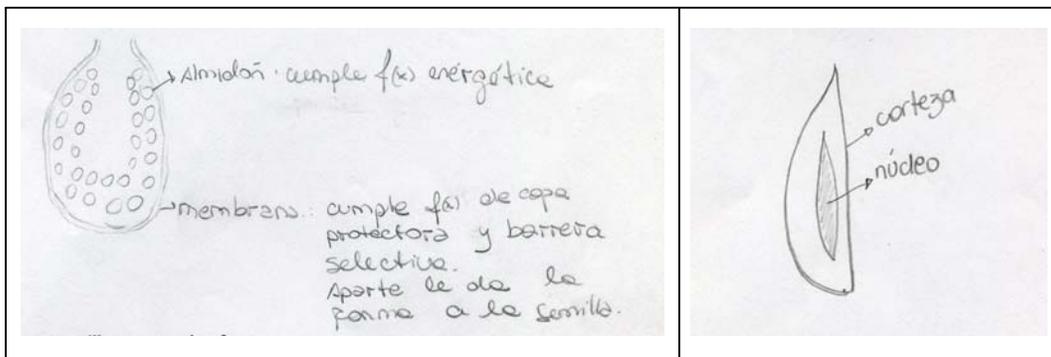


Figura 3. 2. b. Modelos de semilla. Modelos incompletos (Cu+SR; Cu+E; etc.)

Se analizan los modelos que presentan los estudiantes que responden el ítem con dibujo y rótulos (Tabla 3.4).

Tabla 3. 4. Modelos de semilla

Modelos	Frecuencia	Porcentaje
1. Completo (Cu+ Em+ SR)	21	23,6
2. Incompleto:	68	76,4
Embrión + Cubiertas	44	49,4
Sólo Cubiertas	10	11,3
Sólo embrión	9	10,1
SR+ Cubiertas	5	5,6
<i>Totales</i>	89	100

Se observa que una cuarta parte de los estudiantes expresa el *modelo completo* de semilla y la mitad expresa un *modelo incompleto Cu+E*. La mayoría de los estudiantes reconoce la presencia de un embrión dentro de la semilla (83%), aunque utilice diferente terminología para nombrarlo.

III.5. Modelos mentales

Los estudiantes responden desde los modelos mentales que poseen sobre la cuestión planteada. Estos modelos mentales están asociados a imágenes y a experiencias previas. Cuando aprendieron estos temas los interiorizaron estableciendo una relación analógica con conocimientos previos. Algunos de los dibujos y explicaciones recabadas en las entrevistas ponen al descubierto este tipo de pensamiento por análogos. Se observa una asociación de los conceptos de semilla, célula y huevo, atribuyéndoles

características isomórficas. A continuación se presentan los modelos mentales inferidos y definidos por los investigadores:

III.5.a. El modelo mental de la célula eucariota

Es llamativo que muchos estudiantes incluyan distintos componentes celulares como si fueran partes de la semilla (núcleo, membrana, microtúbulos, ADN, etc.). Además, algunos de ellos llegan a explicar las funciones de partes de la semilla por analogía con funciones de componentes celulares (por ejemplo: “*membrana semipermeable*”, “*núcleo con la información genética*”, etc.). En algunos casos se infiere que los alumnos expresan un modelo que podemos denominar como *modelo mental de célula eucariota* por el cual transfieren conocimientos escolares sobre la célula a este campo disciplinar.

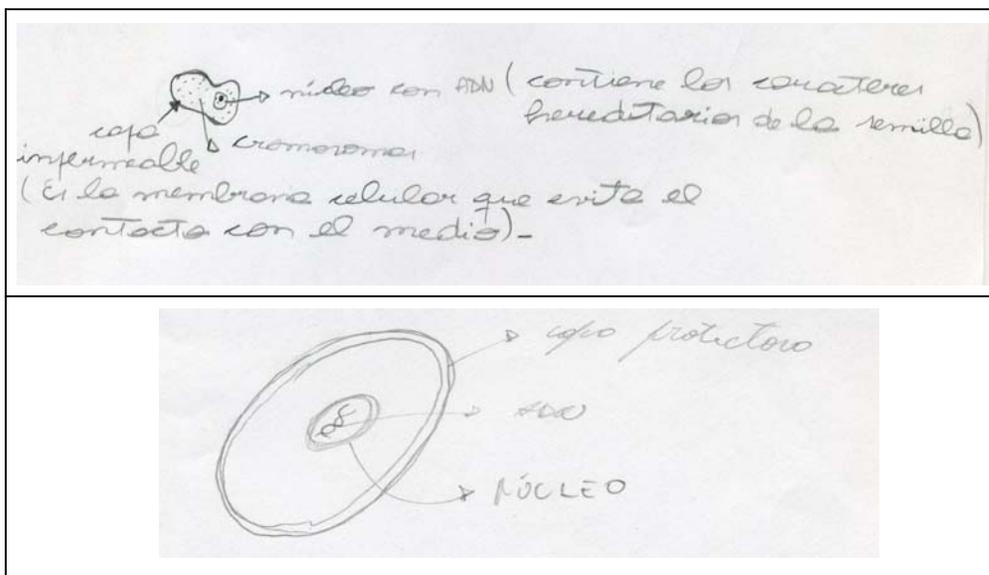


Figura 3. 3. Modelo de semilla como célula eucariota

Consultados en las entrevistas sobre esta concepción alternativa los alumnos dicen:

Ao 4: Bueno, a la semilla le dibujé un núcleo porque saqué la idea de célula porque yo en realidad no tenía... nunca había visto una semilla. Entonces más o menos la dibujé como si fuera una célula con un núcleo donde están el ADN, con los cromosomas, una capa impermeable lo que vendría a ser como... lo asimilé con la membrana celular, la membrana plasmática de la célula, que es la que evita el contacto con el medio y en él puse que había un núcleo con ADN que contiene los caracteres hereditarios de la semilla, y nada más /mirando el dibujo y leyendo lo que escribió en el test/

E 1: Y acá? /Señalando las estructuras rotuladas como “cromosomas” pero ubicadas fuera de la estructura rotulada “núcleo”/

Ao 4: Lo de los cromosomas. No es muy complejo, o sea porque no tenía... realmente no había visto una semilla nunca, por dentro.

E 1: Y estos puntitos de acá qué serían?

Ao 4: Y estos son los otros organ... organúlos, organúlos que están adentro de la célula... que son las mitocondrias, los cloroplastos.

Ao 3: Primero yo sabía que sí o sí, la semilla tenía que tener la información... la información genética. Le puse “mucho más chico” porque me imaginaba que al ser nada más que genes y ADN, iba a ser chico... chiquito porque me lo imaginé tipo como una célula, al embrión.

E 1: No le pusiste ningún nombre, ahora decís que sería por ahí el embrión

Ao 3: Claro, pero ahora que lo estudié me di cuenta que no, que es grande. Capa protectora también estaba seguro porque... algo tiene que envolver y proteger y buen... y las estructuras internas, no... dibujé esto en negro acá que sería como algo tipo estructura pero no... no sabía qué estructuras internas tenía la semilla en ese momento.

III.5.b. El modelo mental del desarrollo humano

Otro modelo recurre a conocimientos sobre la reproducción animal y humana para explicar estructuras y funciones en la semilla, lo que puede considerarse un modelo antropomórfico.

Aa 5: Es muy directo así... muy parecido al ser humano. Lo comparo mucho... con eso.

E: A ver...

Aa 5: sería mejor si comparara el embrión de un animal con el embrión de... o sea del ser humano pero... con la planta digamos que tienen que tener alguna similitud...

E: ¿Te parece que es lo mismo, que tienen similitudes?

Aa 5: Claro... que tiene que tener un lugar de dónde alimentarse para crecer... un lugar que lo resguarde de los agentes... digamos... patógenos, o no sé, que le hagan mal... este... y que por algún lado se libere... o sea, crezca.

III.5.c. El modelo mental del huevo

Ante una serie de re-preguntas en la entrevista, el estudiante recurre a otro análogo conocido: el huevo cleidoico (como el de gallina o codorniz). Con esa imagen en la mente trata de encontrar respuesta a la cuestión de la uni o pluricelularidad de la semilla. Aparece la concepción alternativa, inducida por la enseñanza, de interpretar que el huevo es una célula. Y por extensión, la semilla podría serlo también.

E: En la semilla, vos pensás que hay células?

Ao 3: Sí

E: ¿Una... o... muchas?

Ao 3: No, no... debe haber muchas células en la semilla

E: ¿dónde?

Ao 3: En lo que sería el embrión, porque para mí el embrión es grande pero tendría que ser una sola célula que se va reproduciendo hasta crecer su tamaño, o sea cuando se va reproduciendo hay más células... pero... después si tienen estructuras tiene que tener células también, para esas estructuras...

E 1: ¿Por ejemplo? ¿Estructuras como cuál decís...?

Ao 3: No sé... de reserva

E 1: Sí. Y el embrión entonces... no entendí. ¿Sería una célula o varias...cómo?

Ao 3: De arranque... arrancarías siendo una célula y después se iría reproduciendo...

E: ¿Y en una semilla?

Ao 3: Y... serían varias... no, no, una sólo! Porque si el huevo dicen que es una sola célula grandota! Ves, relaciono todo para sacarlo...

E: Sí... a ver... ¿qué es lo que dicen del huevo?

Ao 3: Que es una... que es una sola célula... grande...

E: ¿Vos cuándo lo escuchaste?

Ao 3: No me acuerdo... creo que en la secundaria fue, que lo dijeron como ejemplo...

E 1: Mmm...

Ao 1: Eh... yo digo que es una sólo.

III.6. Cambio de modelo y reconocimiento de nuevas estructuras

Los estudiantes señalan, en las entrevistas, que sus primeros modelos eran incompletos y que el cursado de la asignatura les permitió reconocer nuevas estructuras:

Ao 4: Bueno, a la semilla le dibujé un núcleo porque saqué la idea de célula porque yo en realidad no tenía... nunca había visto una semilla. Entonces más o menos la dibujé como si fuera una célula con un núcleo donde están el ADN, con los cromosomas, una capa impermeable lo que vendría a ser como... lo asimilé con la membrana celular, la membrana plasmática de la célula,
(.....)

Ao 4: Y ahora a la semilla la dibujaría... por ejemplo si es dicotiledónea, con dos cotiledones que nacen. Con... la dibujaría más o menos... con la plúmula o gémula, con la parte inferior que es la radícula... de donde sale la raíz. Con los cotiledones que son las primeras hojitas que salen de la semilla, o sea más o menos ya tengo la idea de cómo hacer la semilla. Esto era muy primitivo porque no tenía nociones.

III.7. Uso de la terminología de biología celular

Como se expuso resultó sorprendente que un grupo muy importante de estudiantes utilizaran términos de biología celular y molecular para referirse a las partes de la semilla. Si bien no siempre resulta incorrecta, es una terminología compleja y no necesaria para responder a la consigna. En muchos casos se trata de establecer un isomorfismo entre la semilla y la célula, asignando a la primera estructuras y características propias de la última. Nos interesó analizar si el uso de este lenguaje estaba vinculado con los aprendizajes escolares previos. Observamos que existe una tendencia mayor a utilizar estos términos por los estudiantes con títulos de Bachiller o Técnico, que por los Peritos Mercantiles. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas (χ^2 observado = 2,7610, g.l.= 2, p = 0,25).

Respecto a la orientación del título, sí se observa relación. El 86% de los estudiantes que nombran componentes celulares no cursó estudios en escuelas con orientación relacionada a las ciencias agronómicas y/o biológicas. Lo que indicaría que es poco frecuente que estudiantes que han recibido formación específica en estas disciplinas confunda a la semilla con una célula. Mediante test de χ^2 se acepta la hipótesis alternativa que indica diferencias significativas en el uso de terminología celular por parte de los egresados de los diferentes tipos de escuela (χ^2 observado = 3,4651, g.l. = 1, p = 0,06).

III.8. Tipos de lenguaje

El lenguaje utilizado para nombrar las partes de la semilla fue categorizado según su pertinencia como:

1. *lenguaje disciplinar*: lenguaje científico del campo de las Ciencias Biológicas, y/o específicas de la Botánica asociado y/o correspondiente con los conceptos de cubiertas externas, embrión o sustancias de reserva.
2. *lenguaje científico no correspondiente con el concepto*: lenguaje proveniente de las ciencias biológicas utilizado en forma errónea.
3. *lenguaje no disciplinar o lenguaje cotidiano*.

La Tabla 3.5 resume la medida en la que estos tres tipos de lenguaje han sido usados para nombrar los componentes de las semillas.

Tabla 3. 5. Tipos de lenguaje para designar componentes de la semilla

Lenguaje utilizado	Cubiertas externas (n = 75)	Embrión (n=74)	Sust. Reserva (n= 17)
Lenguaje disciplinar	45,9%	23,7%	38,9%
Lenguaje científico pero no correspondiente al concepto	21,2%	60,8%	27,8%
Lenguaje no disciplinar	32,9%	15,5%	33,3%

Vemos que los estudiantes utilizan mejor el lenguaje disciplinar cuando se trata de nombrar las cubiertas externas. Para nombrar al embrión seleccionan palabras del

lenguaje científico pero que no corresponden a lo que quieren nombrar (por ejemplo, núcleo). Es bajo el porcentaje de alumnos que rotula las sustancias de reserva.

III.8.a. Designación de las cubiertas externas

Del total de encuestados, el 56% colocan rótulos a las cubiertas externas. Las designaciones presentaron una importante diversidad. De ellas, las más frecuentes fueron:

- Capa externa (15%)
- Membrana (13%)
- Cubierta (12%)
- Corteza (12%)
- Cáscara (11%)

Las respuestas se agruparon según el criterio mencionado:

1. *lenguaje disciplinar*: Cubierta – Tegumento – Capa protectora – Capa impermeable – Capa externa – Capa seminal externa – Epidermis.
2. *lenguaje científico no correspondiente con el concepto de cubierta externa*: Membrana - Peridermo – Cutina – Cutícula – Citoplasma – Placenta
3. *lenguaje no disciplinar o cotidiano*: Parte dura – Caparazón – Coraza – Corteza – Cáscara – Como una bolsa – Punta – Piel.

El 46% de las respuestas utilizan lenguaje disciplinar adecuado y correspondiente con el concepto cubierta externa.

El 48% de los estudiantes que nombran cubiertas externas menciona al menos una función para ellas (Tabla 3.6). Las respuestas fueron agrupadas en 3 categorías:

1. *Funciones de límite físico y protección.* Incluye: Evitar el contacto con el medio – Barrera selectiva – Defensa de predadores – Funciones de protección propiamente dichas.
2. *Funciones de hidratación y nutrición (químicas).* Incluye: Hidratación – Alimentación.
3. *Funciones relacionadas con la forma.* Incluye: Como estructura de fijación – Como estructura de dispersión – Da forma a la semilla.

Tabla 3. 6. Función de las cubiertas externas

Funciones asignadas	Frecuencia	Porcentaje
Funciones de límite y protección	36	83,7
Funciones de hidratación y nutrición	3	7,0
Funciones relacionadas con la forma	4	9,3
<i>Totales</i>	43	100

III.8.b. Designación del embrión

El 55,2% de los estudiantes encuestados nombra al menos una estructura interna, relacionada con el concepto de embrión. Bajo el mismo criterio de agrupación antes descrito; según el lenguaje empleado, se realizaron tres categorías de análisis:

1. *lenguaje disciplinar*: Embrión – Cotiledones – Radícula – Plúmula – Hipocótilo – Yémula.
2. *lenguaje científico no correspondiente con el concepto de embrión*: Núcleo – Información genética/hereditaria – Núcleo con ADN – Cromosomas – Membranas – Membrana celular – Endodermo – Germen – Conductos – Capa interna – Vasos vasculares – Células – Semilla.
3. *lenguaje no disciplinar o cotidiano*: Principio de la raíz – Aladón – Corazón – Pepita – Bulbo de la planta – Futura plántula – Centro – Pulpa.

Se observa que el 61% utiliza lenguaje disciplinar no correspondiente al concepto. Esta categoría tiene un alto porcentaje ya que dentro de ella se encuentra la designación “*Núcleo*”. De todas las designaciones utilizadas por los estudiantes las más frecuentes fueron:

- Núcleo (35%)
- Embrión (10%)
- Cotiledones (7%)

Respecto a las funciones mencionadas, sólo el 36% de los que nombran estructuras internas asignan, al menos, una función a las mismas (Tabla 3.7). Las funciones mencionadas se agruparon en:

1. Funciones de codificación/información: *Caracteres genéticos/hereditarios – Lo que va a formar la futura planta.*
2. Funciones de nutrición: *Nutrientes de germinación – Fuente de alimentación.*

Tabla 3. 7. Función del embrión

Funciones asignadas	Frecuencia	Porcentaje
1. Funciones de codificación/información	23	74,2
2. Funciones de nutrición	8	25,8
<i>Totales</i>	31	100

III.8.c. Designación de las sustancias de reserva

La cantidad de alumnos que mencionan sustancias de reservas como componentes principales de las semillas, son 17. Ellos representan el 12,7% del total de estudiantes encuestados, y un 23% de los que mencionan estructuras internas relacionadas con el concepto de embrión.

La agrupación en 3 categorías, según lenguaje, resultó:

1. *lenguaje disciplinar correspondiente con el concepto de sustancias de reserva:*

Almidón – Sustancias de reserva – Materia orgánica.

2. *lenguaje científico no correspondiente con el concepto de sustancias de reserva:*

Hormonas de crecimiento y desarrollo – Agua.

3. *lenguaje no disciplinar o cotidiano:* Alimento – Aladón – Parte interna – Tubos y poros – Capa media.

Respecto a las funciones asignadas a las sustancias de reserva, sólo el 11,9% de los encuestados responde el punto. Mayoritariamente asignan funciones de nutrición y aporte de energía (Tabla 3.8).

Tabla 3. 8. Función de las sustancias de reserva

Funciones asignadas	Frecuencia	Porcentaje
Funciones de nutrición/ alimentación del embrión	14	82,3
Otras (dar humedad al embrión, protección, intercambiar sustancias con el medio)	3	17.7
<i>Totales</i>	17	100

III.9. Relaciones entre los tipos de lenguaje, rendimiento académico y variables de contexto de los ingresantes

Con el objetivo de descubrir posibles relaciones entre el uso del lenguaje y los resultados del rendimiento académico, así como distintas variables de contexto de los ingresantes -como su vínculo con la actividad agropecuaria, el título secundario o la provincia de origen- se efectuó un análisis de homogeneidad o correspondencias múltiples. Las variables y categorías del análisis se resumen en la Tabla 3.9 y el resultado se observa en el Gráfico 3.1. Para la variable *tipos de lenguaje* se consideraron los resultados referentes al lenguaje utilizado al nombrar el embrión por considerarse la estructura más importante de la semilla. En cuanto al rendimiento académico se consideraron tanto el correspondiente al cursado como al examen final, registrado hasta la pérdida de la regularidad de la materia, ocurrida en los dos años y medio posteriores a la finalización del curso.

Tabla 3. 9. Variables y categorías para análisis de correspondencia múltiple

VARIABLES	CATEGORÍAS
Tipos de lenguaje (Embrión)	1: Disciplinar correspondiente 2: Disciplinar no correspondiente 3: No disciplinar
Título Secundario	1: Bachiller 2: Técnico 3: Perito Mercantil
Vínculo Agropecuario	1: Alto 2: Medio 3: Bajo
Provincia de origen	1: Río Negro 2: Neuquén 3: Otras
Resultados académicos obtenidos en el cursado	1: Aprobó 2: Desaprobó 3: Abandonó /alumno libre.
Resultados académicos obtenidos en el examen final (registrados hasta dos años y medio posteriores a la finalización del cursado)	1: Aprobó 2: Desaprobó 3: Libre/no se presentó nunca

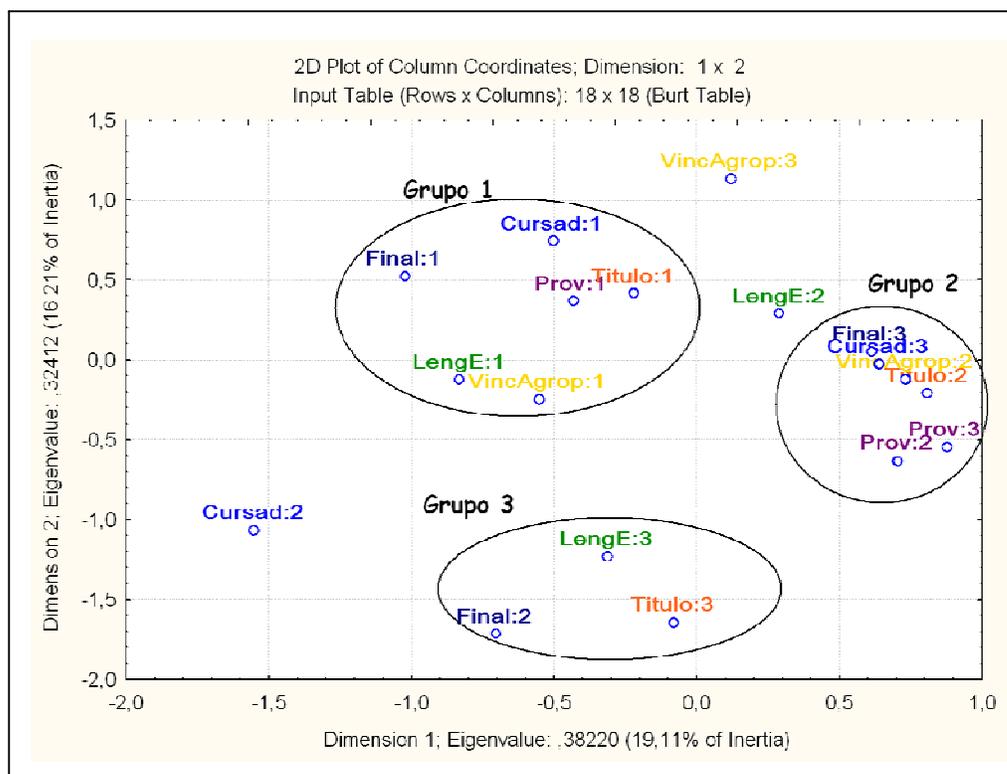


Gráfico 3. 1. Relación de los tipos de lenguaje utilizados para nombrar al embrión de la semilla con variables de rendimiento académico y de contexto.

Se establecen tres grupos de puntos que hemos rodeado con óvalos. El *grupo 1* incluye a los alumnos con cursada y final aprobados, es decir los estudiantes que resultaron más “exitosos”. Se observa la cercanía con el uso de lenguaje disciplinar correcto y con el título de Bachiller, expedido en Río Negro y con un vínculo agropecuario alto.

En el *grupo 2* se observa a los alumnos libres, relacionados con el título de Técnico, provenientes de Neuquén y de otras provincias, con vínculo agropecuario medio y relativamente cerca al tipo de lenguaje disciplinar no correspondiente con el concepto (LengE: 2).

Con el óvalo 3 agrupamos puntos no muy cercanos que corresponden a los estudiantes que desaprobaron una o mas veces su examen final, con la categoría de título Perito mercantil y el uso del lenguaje no científico o vulgar.

Estos resultados indicarían que, en general, los estudiantes que al momento del ingreso a la universidad manifiestan menor nivel de conocimientos disciplinares, desaprueban o desertan la materia; y que el buen uso del lenguaje disciplinar se asocia con el “éxito” académico posterior.

CAPÍTULO IV

GERMINACIÓN Y MODELOS DE DESARROLLO DE LA PLÁNTULA

IV.1. Presentación

La germinación comprende desde el reinicio de la actividad de crecimiento del embrión dentro de la semilla hasta que la plántula se establece. Cumplido o no un período de latencia según las especies, se inicia la actividad o germinación siempre que se cumplan las siguientes condiciones: suficiente provisión de agua, temperatura favorable y suficiente provisión de oxígeno. En algunas especies aumenta el número de semillas germinadas cuando son expuestas a la luz (Dimitri y Orfila, 2000).

La radícula es la primera parte del embrión que sale a través de la cubierta seminal. Debido a su geotropismo positivo se dirige hacia abajo, sea cual fuere la posición de la semilla. La radícula inicia su crecimiento para convertirse en la raíz primaria.

Hay dos tipos de germinación: hipógea y epigea. En el primer caso, los cotiledones no salen de la cubierta y permanecen dentro del suelo debido a que el hipocótilo permanece corto. En la germinación epigea, a la salida de la radícula le sigue el alargamiento del hipocótilo que lleva sobre la superficie del suelo a los cotiledones que se convierten en primeras hojas fotosintetizantes y a la plúmula o epicótilo.

La plántula es la pequeña plantita desarrollada al producirse la germinación de la semilla hasta el momento que se independiza de las reservas contenidas en la simiente. El desarrollo de la plántula difiere según la especie y el tipo de germinación.

Para indagar las representaciones en torno al proceso de germinación y crecimiento de la plántula se incluyeron en el TCA 1 las siguientes consignas:

- ¿Qué necesita la semilla para germinar?
- Dibujar y explicar la secuencia de cambios que ocurren cuando una semilla germina.

El test contó con la participación de 113 estudiantes y la producción fue dispar. Si bien hubo respuestas con secuencias de hasta 10 dibujos rotulados y explicados (como muestra el ejemplo de la Figura 4.1), que permiten una buena interpretación de las representaciones del estudiante, hubo también otras respuestas que incluían sólo el dibujo de un estadio inicial y otro final que no permiten concluir en firme sobre la comprensión del proceso germinativo.

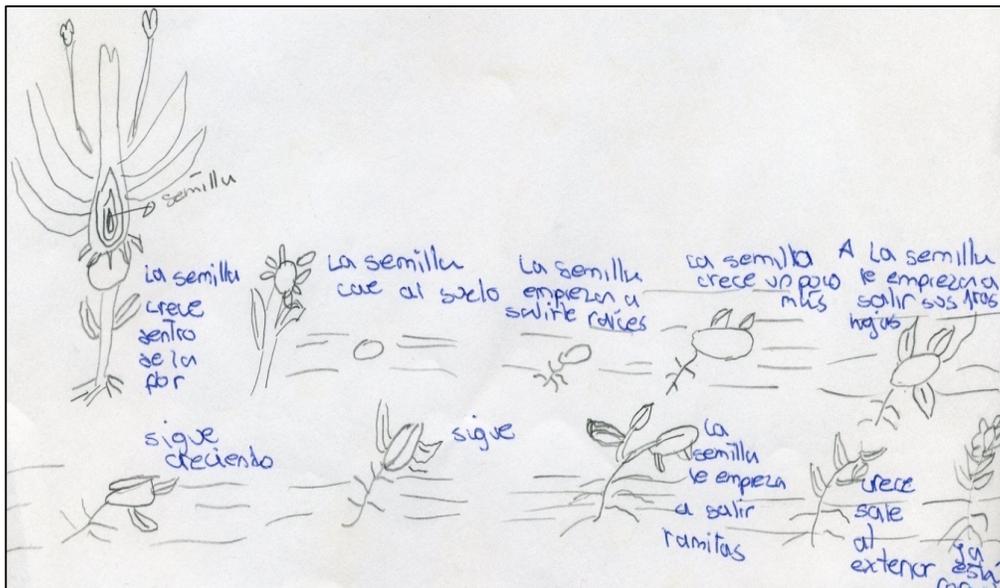


Figura 4.1. Ejemplo de respuesta completa al ítem 3 del TCA 1

IV.2. Factores que influyen en la germinación

En cuanto a las necesidades mencionadas para que se lleve a cabo el proceso de germinación, el 89% de los estudiantes se limita a mencionar factores *extrínsecos* a la semilla y sólo 11% incluye además factores *intrínsecos*.

Entre los factores extrínsecos que los estudiantes identifican, cabe señalar:

1. Elementos relacionados con el agua. Incluye: precipitación, agua, humedad.
2. Elementos relacionados con la luz. Incluye: luz, heliofania, sol, fotoperíodo, oscuridad.
3. Elementos relacionados con el suelo (como soporte y nutrición). Incluye: suelo fértil, tierra, suelo, sustrato, abono, materia orgánica, fertilizantes, nutrientes, minerales, minerales y sales del suelo.
4. Elementos relacionados con la temperatura. Incluye: calor, temperatura, termoperíodo.
5. Elementos relacionados con el aire. Incluye: oxígeno, aire, dióxido de carbono.
6. Otros elementos. Incluye: tiempo, espacio, clima.

En promedio, cada estudiante menciona tres factores externos. La distribución de los 393 factores mencionados se resume en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Factores que influyen en la germinación

Grupos de elementos mencionados	Frecuencia	Porcentaje
Agua	143	36,4
Luz	75	19,1
Suelo	69	17,6
Temperatura	62	15,8
Aire	29	7,3
Otros	15	3,8
<i>Totales</i>	393	100

Del conjunto de estudiantes, el 100% identifica factores relacionados con el agua; 58 % con la luz; 53 % con el suelo; 48% con la temperatura; 22 % con el aire y 11 % nombra otros elementos.

Resulta llamativo que más de la mitad de los estudiantes relacionen la germinación con factores como la luz y el suelo que no son limitantes para este proceso, sino para el de crecimiento de la plántula ya desarrollada. Esto llevaría a pensar que no existe diferenciación entre los procesos de germinación y de desarrollo. Hay confusión entre ambos procesos o se fusionan en una sola representación. Estos resultados son coherentes con el bajo porcentaje que menciona la presencia de sustancias de reserva dentro de la semilla, comentado en el capítulo anterior, y puede inferirse que no se distingue un período en el cual el embrión comienza a desarrollarse a expensas de ellas.

Entre los factores intrínsecos, los estudiantes mencionan: hormonas, auxinas, factores genéticos, proteínas, integridad, aparato reproductor.

Sorprendentemente el 32% de los estudiantes menciona alguna acción humana como: siembra, suelo bien trabajado, el productor debe protegerla de la sequía, previo control de la semilla para verificar que no esté enferma, plantarla, regarla, ponerla en un germinador, cuidarla, etc. Estas respuestas pueden relacionarse con un tipo de pensamiento antropocéntrico o bien estar indicando que los estudiantes ya están mirando la naturaleza desde el punto de vista agronómico, como un lugar en el que su función es intervenir para obtener mayor beneficio de ella.

IV.3. Modelos de desarrollo

La germinación y el desarrollo de la plántula es un campo fértil para la indagación de concepciones alternativas. Autores de distintas tradiciones se han ocupado de presentar categorías que en parte coinciden y se solapan (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Modelos mentales sobre la germinación definidos por diferentes autores

Autor	Giordan y de Vecchi	María Arcá
Año	1988	2002
Denominación	Tipos de desarrollo	Modelos de desarrollo
Categorías	<ul style="list-style-type: none">• Espontaneísta• Preformista• Puntualista• Sexualista	<ul style="list-style-type: none">• Preformista• Epigenético

Giordan y de Vecchi (1988) caracterizaron cuatro tipos de desarrollo para las semillas de las plantas que se corresponden con otras tantas formas de razonamiento: espontaneísta, preformista, puntualista, sexualista. Si bien estos autores no los llaman modelos mentales, sostienen que esas concepciones son modelos explicativos organizados, sencillos, lógicos, utilizados a menudo por analogía, con los que se intenta interpretar el medio. Los describen así:

Los primeros, “espontaneístas”, hacen proceder la planta de una especie de generación espontánea. Los segundos, “preformistas”, la hacen existir previamente bajo una forma definitiva. Los terceros, “puntualistas”, postulan que la planta procede de un elemento inicial que posee una gran potencialidad (traducida por palabras con gran carga: germen interior, célula, molécula). Los cuartos, “sexualistas”, hacen intervenir un acoplamiento: “las raíces de la semilla Mamá se entrelazan con las de la semilla Papá” (Giordan y de Vecchi, 1988).

Por su parte María Arcá (2002) señala que existen concepciones de modelos de desarrollo que aparecen tanto en dibujos de los niños pequeños como de los mayores y aún en registros de antiguos filósofos naturalistas que se aventuraban a interpretar el desarrollo embrional. Estas concepciones sirven tanto para interpretar el crecimiento del bebé humano en la panza de su mamá, como el desarrollo de las semillas o de un pollito dentro del huevo. Para Arcá los modelos de desarrollo se pueden englobar en dos grupos principales que se corresponden con el tipo preformista y epigenético. Los caracteriza así:

El primer modelo, de tipo preformista, conjetura sobre la existencia de estructuras originarias, que crecen en el tiempo sin transformarse, partículas o “puntitos” invisibles que tienen la misma forma que tendrán más tarde, cuando se conviertan en visibles. Crecer quiere decir simplemente “hacerse más grande”; las dimensiones aumentan, pero la forma completa no cambia. El segundo modelo, de tipo epigenético, defiende que los “puntitos” invisibles crecen con el tiempo y “paso a paso” se convierten en un niño o una planta o un pollito, adquiriendo sólo gradualmente su forma definitiva. Por consiguiente, al aumento en las dimensiones, se añade un auténtico proceso de transformación, un cambio progresivo de forma (Arcá, 2002).

Así, la autora parece replicar a Giordan y de Vecchi:

Tal vez se trata de modelos “lógicos”, que tienen su origen en una elección entre las dos únicas representaciones posibles: si, de dónde no había nada visible, se forma un organismo complejo, o había algo con esa forma, que después crece y aumenta, o era algo informe que toma forma poco a poco. No hay más alternativas. (Arcá, 2002).

En esta investigación, los modelos de desarrollo fueron evaluados según las categorizaciones presentadas por los autores mencionados, en forma independiente. A continuación, se ilustra cada categoría con ejemplos propios.

IV.3.a. Modelo espontaneísta

En la Figura 4.2 se observan dos ejemplos de semillas de las que brota un embrión o una plántula en forma espontánea. En el primer caso también aparecen raíces en el polo opuesto en un estadio posterior. En el segundo se considera que el embrión que aparece va aumentando su tamaño y conserva la forma hasta que se desprende de la semilla al finalizar la germinación.

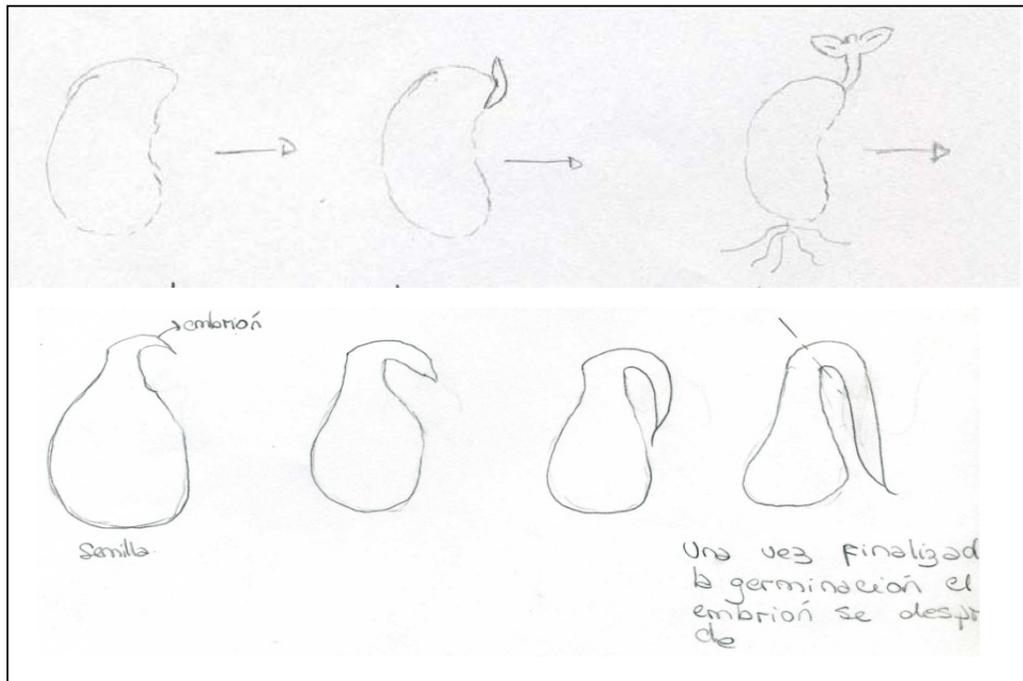


Figura 4.2. Modelo de desarrollo espontaneísta

IV.3.b. Modelo preformista

En los ejemplos de la Figura 4.3 se observa a la planta preformada dentro de la semilla. Esta planta en el primer caso es denominada como bulbo y presenta varias raíces de igual calibre, un tallo y dos estructuras apicales que podrían considerarse cotiledones u hojas verdaderas. En el segundo caso se indica que la semilla revienta

para dejar salir un tallo que emerge a la superficie y desarrolla hojas y raíces convirtiéndose en planta. El tallo conserva su forma.

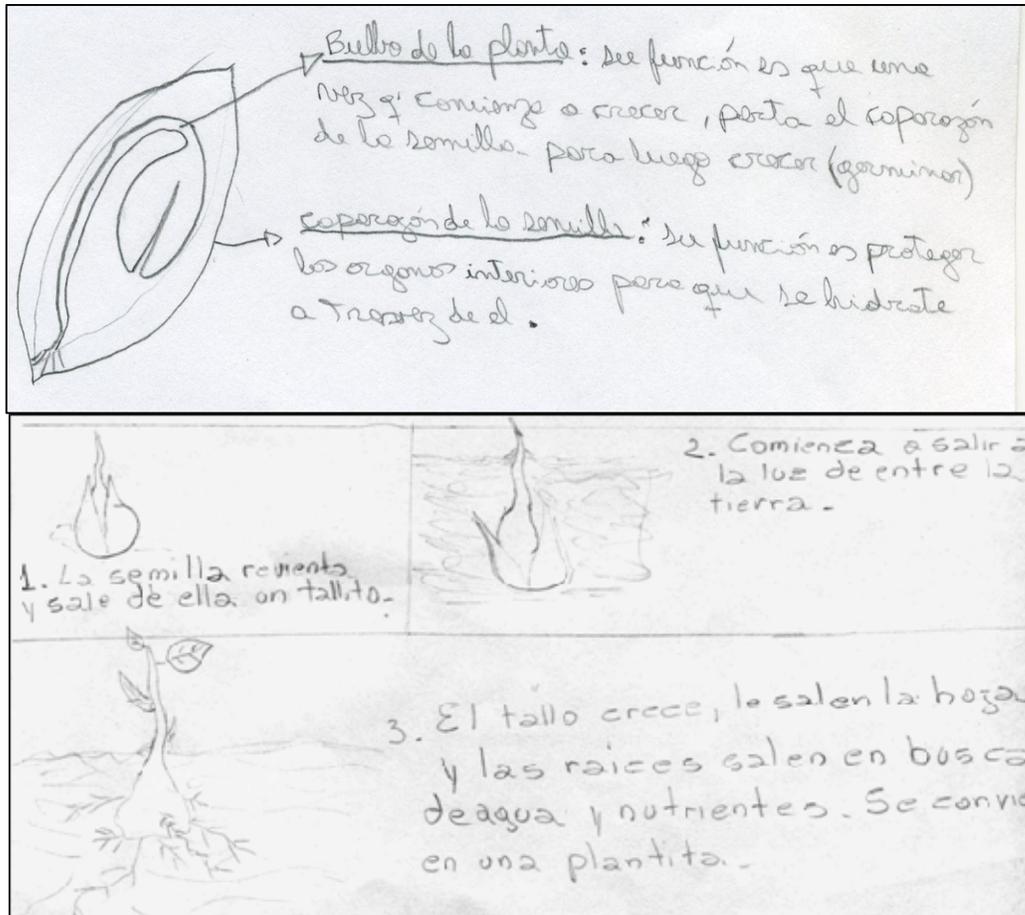


Figura 4.3. Modelo de desarrollo preformista

En una entrevista una alumna expresa este modelo de la siguiente manera:

Aa 2: Ahora sé que la semilla guarda todo lo que la plantita va a necesitar para crecer... contiene la radícula, contiene lo que es ya la raíz, lo que va a ser el futuro tallo, lo que es la energía para sobrevivir hasta que ... por ejemplo cuando la semilla está creciendo, empieza a asomar lo que sería la raíz y lo que sería el tallo, todavía consume la energía, de la semilla y cuando está fuerte que pueda alimentarse de los minerales que absorbe de la tierra, esa energía se cae, como lo vimos en el poroto... entonces la plantita ya crece sola. Entonces, la semilla contiene la planta, las características que va a tener esa planta, y la energía y todo eso.

IV.3.c. Modelo puntualista

La Figura 4.4 muestra ejemplos de desarrollo que se pueden considerar puntualistas. En todos existe una región de la semilla que se desarrolla en sucesivas etapas transformándose en la plántula. Este punto, centro, núcleo o embrión según como sea denominado por cada estudiante se transforma en aspecto y tamaño y desarrolla estructuras nuevas como hojas, tallos o raíces.

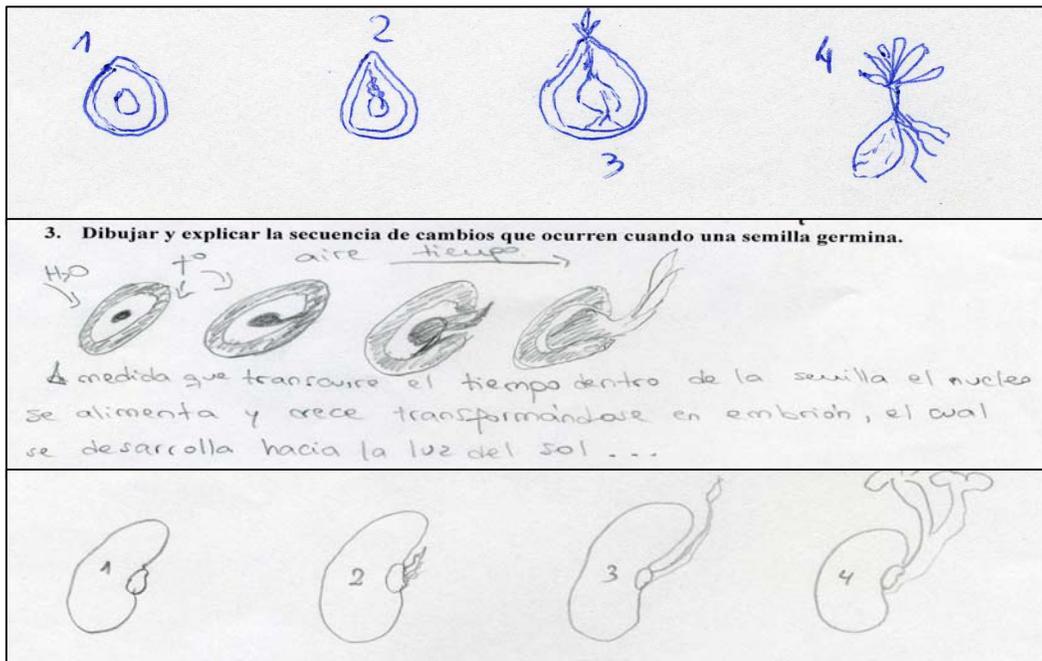


Figura 4.4. Modelo de desarrollo puntualista

El siguiente comentario de una alumna en la entrevista puede considerarse como una representación puntualista:

Aa 2: La verdad... nunca me había puesto a pensar qué tenía la semilla y nunca había visto una semilla, excepto la manzana... cuando la comía. Y se me ocurría que algo tenía que tener como un centro, algo de dónde partiera toda la energía o hubiera reservas, algo como el corazón... y que eso después iba a crecer... pero no sabía qué partes iba a desarrollar, ni nada.

IV.3.d. Modelo sexualista

No se presentan casos que se correspondan con este modelo en el análisis del ítem 3 del TCA 1. Sin embargo en el punto 5 de la encuesta, en el que se pide dibujar el ciclo de vida de una planta, aparece un estudiante que inicia el ciclo sembrando dos semillas y escribe: “*para que se fecunden*”. Por ello no podemos descartar que este modelo pueda aparecer aún en el nivel superior, aunque sea raro.

IV.3.e. Modelo epigenético

La Figura 4.5 muestra ejemplos en los que se observa el cambio progresivo de las formas y ubicación de los propios cotiledones existentes en la semilla y el desarrollo de estructuras nuevas como raíces, tallos y hojas.

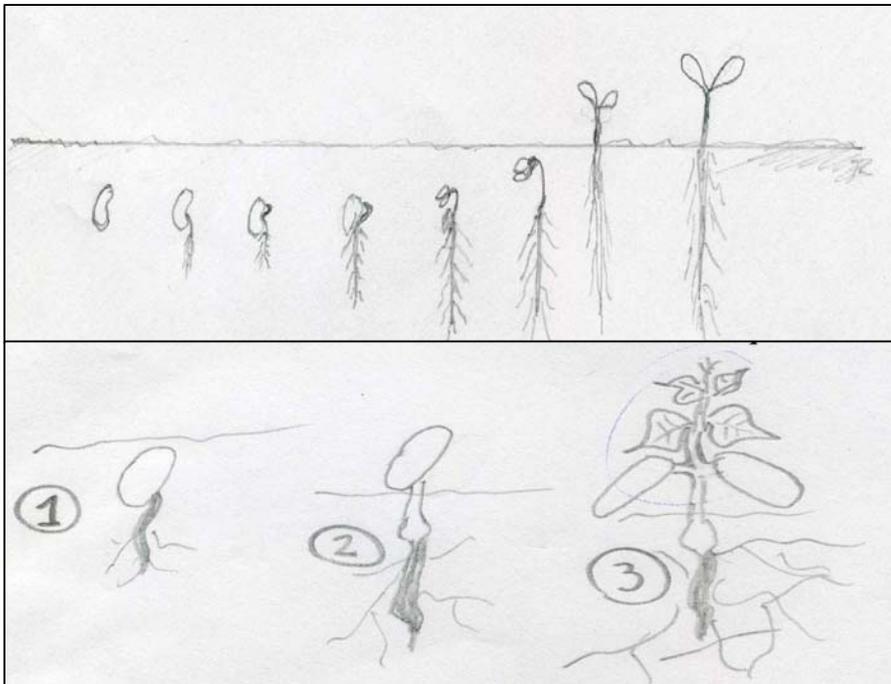


Figura 4.5. Modelo de desarrollo epigenético

Dos alumnas en las entrevistas expresan el modelo epigenético:

Aa 6: Me imaginaba que acá, o sea... las células que iban... como que había algo chiquito que después se transformaba en planta pero no sabía que ya estaba la radícula, la plúmula, que cada cosa iba a dar origen a la raíz, a la... o sea pensaba que era un montón de células que se empezaban a dividir y formaban de ahí algo... la planta.

Aa 5: Claro... en el poroto por ejemplo ves que tenés las hojitas así... como aplastaditas, como que están esperando... pero no están definidas. Lo que no te da a pensar lo mismo, la cebolla... más allá de que es difícil de verlo...

E: Pero entonces las hojas ¿estarán adentro de la semilla o no estarán?

Aa 5: No. No. Están las células ésas con la información, que... que... necesita para crecer...

IV.4. Prevalencia de los modelos de germinación descriptos

Se categorizaron 113 test, los resultados que se resumen en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Categorización de modelos de germinación según distintos autores

Autores	Modelos	Frecuencia	Porcentaje
Giordan y de Vecchi	Espontaneísta	73	64,6
	Puntualista	15	13,3
	Preformista	3	2,7
	Sexualista	0	0
	No encuadra en ningún modelo	22	19,5
	<i>Total de casos explicados</i>	91	80,5
María Arcá	Epigenético	33	29,2
	Preformista	3	2,7
	No encuadra en ningún modelo	77	68,1
	<i>Total de casos explicados</i>	36	31,9

Se observa que la primera clasificación puede explicar un porcentaje alto de casos, a pesar de que no apareció ningún ejemplo de una de las categorías propuestas. En cambio, la segunda tipología explica un número mucho menor de casos. Esto se explica por el alto porcentaje del modelo espontaneísta que puede deberse, en parte, a

que algunos estudiantes no dibujan una secuencia completa de cambios y sólo representan el estado inicial con una semilla y otro final donde ha aparecido una planta completa. No podemos asegurar que todos estos estudiantes tengan una concepción espontaneísta firmemente arraigada, sino sólo que no plantean estados intermedios en sus dibujos.

Los estudiantes que expresan un modelo puntualista incluyen a muchos que mencionan como componentes de la semilla a un “núcleo”. Al representar la germinación plantean el desarrollo de ese núcleo en otras estructuras.

El modelo epigenético de Arcá incluye a algunos de los estudiantes que serían puntualistas según Giordan y De Vecchi. La categoría de epigenético sería un subconjunto de la del tipo puntualista.

IV.5. Polaridad y orden de emergencia de los órganos

Otros aspectos analizados de los dibujos fueron la *polaridad* y el *orden de emergencia* de los distintos órganos en la germinación.

Podemos definir la *polaridad* según la existencia de uno o dos sitios puntuales de la semilla por dónde brotan los órganos vegetativos: raíz, tallo y hojas. La Tabla 4.4 muestra que la mayoría de los estudiantes tiene una idea ajustada a la realidad y representa la semilla con un único punto de ruptura de cubiertas por donde emergen los órganos vegetativos. Un número importante de los encuestados indica dos polos situados a 180°. Por uno de estos polos brota la raíz y por el otro el vástago (tallo y hojas). Esta representación alternativa omite la idea de que son los tropismos los orientan la dirección en la que se dirigen los órganos: raíz con geotropismo positivo y vástago con fototropismo positivo. Son llamativos los dibujos con brotes que se dirigen en todas direcciones.

Tabla 4.4. Polaridad en la germinación

Polaridad	Frecuencia	Porcentaje
Salida de un polo	88	62,8
Salida de dos polos opuestos	40	28,6
Sin polaridad: No indica polaridad	4	2,9
Sin polaridad: en todas direcciones	8	5,7
<i>Total</i>	140	100

Al analizar el *orden de emergencia* de raíz y vástago obtuvimos cinco categorías. Aproximadamente un tercio de los estudiantes adscribe al modelo que podemos considerar como correcto en el que primero surge la raíz y luego el tallo y hojas. Pero la mayoría expresa modelos alternativos según los cuales primero brota el vástago y luego la raíz, o salen simultáneamente o brota una raíz que se transforma luego en un vástago o sólo representan la parte aérea de la plántula (Tabla 5.5).

Tabla 4.5. Orden de emergencia de los órganos vegetativos

Emergencia de órganos	Frecuencia	Porcentaje
1° Raíces/2° Tallo y Hojas	47	33,6
1° Tallo y Hojas/2° Raíces	36	25,7
Sólo Tallo y Hojas	16	11,4
Simultáneamente (sale la plántula completa)	22	15,7
Raíz que se transforma en vástago	3	2,1
No categorizables	16	11,5
<i>Totales</i>	140	100

En los siguientes párrafos se ejemplifican dos casos de orden de emergencia *Sólo tallo y hojas*, y *Simultáneo*. Estos modelos iniciales, expresados en la encuesta, cambian rápidamente después de la enseñanza del tema y los estudiantes reconocen el cambio de representación en la entrevista.

Aa 5: Yo directamente saqué la planta... desde el núcleo saqué para la luz del Sol. No tiene raíz mi planta. Eso no lo tuve ni siquiera en cuenta.
E: Mmm. ¿Este sería entonces el brote de hojas?
Aa 5: Claro, ahí sale la planta y se va para arriba y es lo que yo ví... y es lo que yo siempre conocí y no me acordé de las raíces ni por casualidad.

Aa1: Y después le hice todas... por todos lados y en realidad sale una primero y después otras...
E: ¿Esto qué serían?
Aa1: Raíces. A ver..., claro... los brotes y las raíces... pero en realidad sale una primero. Una más gruesa...

IV.6. Relaciones entre los modelos de semilla y desarrollo

Con el objetivo de descubrir posibles relaciones entre los distintos aspectos estudiados en este test se realizó un análisis de correspondencias múltiples. Se eligieron cuatro variables: dos relacionadas al modelo de semilla que se describió en el capítulo anterior y dos referidas al modelo de desarrollo. Las variables y categorías se presentan en la Tabla 4.6 a continuación, y el resultado de las correspondencias se observa en el Gráfico 4.1.

Tabla 4.6. Variables y categorías para análisis de correspondencia múltiple

Variables	Categorías
Modelo de Semilla	1: Modelo Completo
	2: Modelo Incompleto (mencionan dos estructuras)
	3: Modelo Incompleto (mencionan una sola estructura)
Modelo de Desarrollo	1: Preformista, Puntualista o Epigenético
	2: Espontaneísta
	3: Ningún Modelo
Orden de emergencia de órganos	1: 1° Raíz/ 2° Tallo y Hojas
	2: 1° Tallo y Hojas/ 2° Raíz
	3: Emergen simultáneamente
Núcleo	1: No lo mencionan como componente de la semilla
	2: Mencionan al núcleo como parte estructural de la semilla

En todos los casos las variables denominadas 1 son respuestas que demuestran un mejor conocimiento inicial de los procesos.

En la variable *Modelo de semilla*, se consideran tres categorías. A la clasificación de *Modelo completo e incompleto* presentada en el capítulo anterior se agrega la distinción entre modelos incompletos que mencionan una o dos partes de la semilla. Esta distinción establece mayor gradación de los conocimientos.

En la variable *Modelo de desarrollo*, se consideran en un solo conjunto las respuestas de tipo preformista, puntualista y epigenético, ya que se puede considerar que en todos los casos existe una idea más o menos ajustada de procesos de desarrollo, en

contraposición a las respuestas espontaneístas que no incluyen sino la aparición de estructuras sin considerar un origen.

De igual modo la variable *Orden de emergencia* tiene categorías de 1 a 3 en orden decreciente de ajuste al modelo científico.

Finalmente, se incorpora la mención de un núcleo como parte de la semilla, ya tratada en el capítulo anterior, considerando que no mencionarlo implica una mejor respuesta ya que no corresponde el uso de terminología proveniente del campo de la biología celular.

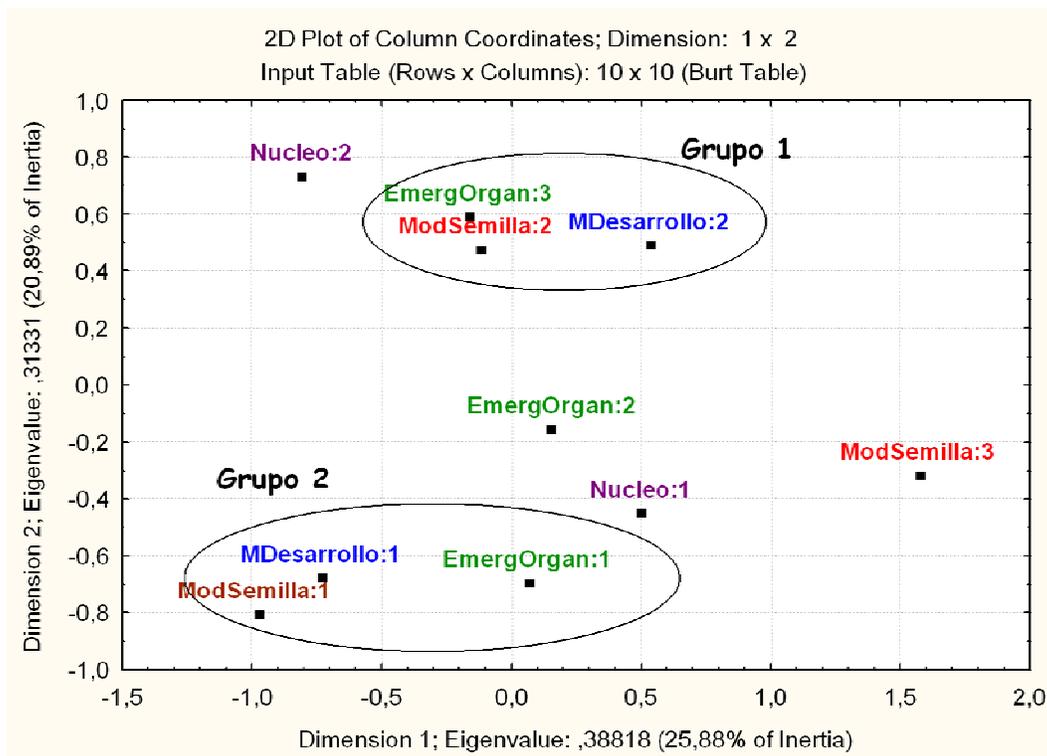


Gráfico 4.1. Relación de los modelos de semilla y desarrollo

El eje de coordenadas vertical diferencia dos grupos que se indican con óvalos. El grupo 2 incluye a los estudiantes que presentan los modelos de semilla y de

desarrollo más ajustados o correspondientes con los modelos científicos. Y, coincidentemente, se encuentra cerca el grupo de los que no mencionan al núcleo.

Estos resultados indican que los estudiantes que manifiestan un mejor nivel de conocimientos disciplinares en el tema semilla, también poseen representaciones más completas del proceso de germinación. Estos estudiantes presentan una clara ventaja inicial en la materia ya que no sólo poseen información descriptiva de las estructuras biológicas (semilla) sino que pueden generar teorías explicativas para describir procesos (germinación) y además están bien ubicados en el nivel de organización al que corresponden los fenómenos tratados.

CAPÍTULO V

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS

V.1. Presentación

En este punto de la investigación, se parte del supuesto de que los estudiantes, por provenir en su mayoría de la región cercana a la facultad, conocen gran diversidad de plantas de cultivo de la zona. Con el fin de rescatar este conocimiento botánico que tiene como fuente la vida cotidiana, se diseñó una consigna en la que se le solicita al estudiante pensar en una planta conocida y graficar mediante dibujos las diferentes etapas en el crecimiento y desarrollo de esa planta junto con los cambios que sufre a lo largo de su vida hasta que muere.

El análisis de las especies elegidas a la hora de resolver la consigna nos da una idea del grado de familiaridad que el estudiante tiene con diferentes grupos de plantas. Para clasificar estos grupos de plantas conocidos por el estudiante se pueden utilizar diferentes criterios: la duración de su ciclo de vida (anuales, bianuales y perennes); su utilidad para el hombre (hortícolas, ornamentales, maderables, etc.); la consistencia de sus órganos (herbáceas o leñosas); el criterio taxonómico; entre otros.

Por su parte, la descripción de los ciclos de vida y las etapas del desarrollo que son mencionadas u omitidas permite evaluar si ese conocimiento es superficial o si puede constituirse en una base sólida sobre la cual anclar los nuevos conocimientos que presenta la asignatura.

Por último, se describen los factores que se perciben como necesarios para que una planta crezca y se desarrolle sana y a su vez se comparan estos con los mencionados para el proceso de germinación de la semilla.

V.2. Las plantas elegidas según diferentes criterios de clasificación

V.2. a. Clase taxonómica

Se establecieron cuatro categorías: Pteridofitas, Gimnospermas, Angiospermas Dicotiledóneas y Angiospermas Monocotiledóneas. La Tabla 5.1 muestra las frecuencias correspondientes.

Tabla 5. 1. Clase taxonómica

Clase	Frecuencia	Porcentaje
Dicotiledóneas	102	80,3
Monocotiledóneas	20	15,7
Pteridofitas	3	2,4
Gimnospermas	2	1,6
<i>Totales</i>	127	100

Se observa que del total de los encuestados (N=134), el 95 % responde este punto. Las Angiospermas concentran el 96% de las especies de vegetales utilizadas por los estudiantes para describir ciclos, con importante predominancia de las dicotiledóneas entre ellas.

V.2.b. Clasificación utilitaria

Según su utilidad para el hombre, se establecen cinco categorías: Hortícola, Forestal, Ornamental, Frutal y Silvestre (Tabla 5.2). Estas categorías no son excluyentes, hay especies que pertenecen a más de una. Por ejemplo, la Aracauria y la

Acacia son ornamentales y forestales; la Frutilla es silvestre y hortícola. Es por ello que la clasificación de la respuesta del estudiante en una u otra categoría se realiza de acuerdo a la visión utilitaria que él mismo expresa en el dibujo y en el planteo del ciclo. Si bien los frutales son especies forestales, han sido agrupados en una categoría distinta debido a la importancia regional de la producción de fruta de carozo y pepita, aunque pasada su vida útil se aprovechen como leña generalmente.

Tabla 5. 2. Clasificación utilitaria

Tipo de planta	Frecuencia	Porcentaje
Hortícola	72	56,7
Forestal	8	6,3
Ornamental	18	14,2
Frutal	28	22,0
Silvestre	1	0,8
<i>Totales</i>	127	100

Las plantas mencionadas son en su mayoría hortícolas; y dentro de ellas, la especie más nombrada es el tomate (12,6% del total de respuestas y 21,6% sobre las hortícolas). Le siguen en frecuencia, la cebolla y la lechuga con porcentajes bajos (3,9% y 3,1% del total de respuestas respectivamente y 6,7% y 5,4 % del total de hortícolas respectivamente). Se observa la importancia de los frutales (22%) como tipo de planta seleccionada para describir el ciclo de vida, y dentro de ella la predominancia del manzano (20,7% de los frutales mencionados son manzanos).

V.2.c. Duración del ciclo de vida

Se establecieron 2 categorías: Anuales y Perennes; considerando como anuales a aquellas especies vegetales que por determinaciones de origen genético desarrollan sus estructuras reproductivas una vez y luego mueren, no habiendo repetición del ciclo de vida. Consideramos especies perennes a aquellas que tienen al menos una repetición de la floración y fructificación. Por lo tanto las especies bianuales entran en esta segunda categoría (Tabla 5.3).

Tabla 5. 3. Duración del ciclo

Según ciclo de vida	Frecuencia	Porcentaje
Anual	80	63,0
Perenne	47	37,0
<i>Totales</i>	127	100

La mayoría de las especies elegidas son anuales y, por lo tanto, de consistencia herbácea.

V.2.d. Consistencia de los órganos

Se establecieron dos grandes categorías: Leñosas y Herbáceas (Tabla 5.4). Las especies vegetales semi-leñosas (ej: Rosa) se consideraron como leñosas.

Tabla 5. 4. Consistencia de los órganos

Consistencia	Frecuencia	Porcentaje
Herbácea	88	69,3
Leñosa	39	30,7
<i>Totales</i>	127	100

V. 3. Procesos y etapas de desarrollo y crecimiento en el ciclo de vida de las plantas

De los dibujos realizados por los estudiantes que indican etapas y momentos en el ciclo de vida de una planta (N=131), se establecieron para el análisis siete procesos comunes a la biología de la mayoría de las plantas (Gráfico 5.1).

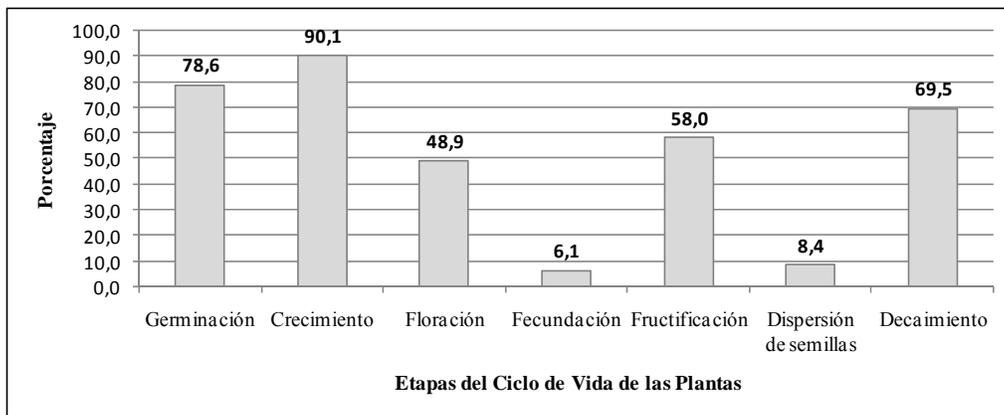


Gráfico 5. 1. Etapas del ciclo de vida de las plantas

Se observa que los procesos de germinación, crecimiento y decaimiento o muerte son reconocidos por la mayoría de los estudiantes. Los procesos ligados a la reproducción sexual como la floración y fructificación se encuentran significativamente menos representados. Y sólo un porcentaje bajo hace mención a la fecundación y a la dispersión de semillas.

Aparte se identifican ciertos procesos y aspectos que son particulares de algunos vegetales tales como: Reproducción asexual y Repetición del ciclo en las especies perennes (Tabla 5.5).

Tabla 5. 5. Procesos particulares

Procesos particulares cuando correspondan	Frecuencia	Total de especies válidas (N)	Porcentaje
Reproducción asexual	11	41	26,8
Repetición del ciclo	12	47	25,5

Se consideraron otros elementos que aparecieron en las respuestas gráficas de los encuestados, agrupados en 3 categorías (Tabla 5.6).

Tabla 5. 6. Elementos naturales y culturales en el ciclo de vida

Factores extrínsecos/culturales	Frecuencia	Porcentaje
Elementos del ambiente (físico-químicos)	17	12,9
Herramientas	16	12,2
Labores culturales	39	29,8

Las dos últimas categorías muestran la orientación agronómica (y por lo tanto utilitaria) de las concepciones sobre ciclo de vida de las plantas. Casi un 30 % del total de estudiantes que contestan este punto incluyen la intervención humana (mediante las labores culturales) como parte del ciclo. Dentro de labores culturales que se mencionan, se destaca como principal la Cosecha (acción extractiva de la porción comestible/utilizable de las plantas); siendo que el 16,8% de los estudiantes que responden este punto la mencionan y/o dibujan en sus respuestas.

V.4. Los dibujos de ciclos de vida y su revisión en las entrevistas

Se presentan algunas respuestas al test (Figuras 5.1, 5.2 y 5.3) y la revisión que hicieron los estudiantes durante las entrevistas posteriores para ejemplificar las problemáticas más frecuentes detectadas, siempre relacionadas a la omisión de los procesos de reproducción sexual. La re-pregunta que surge en el diálogo con el docente tiene como fin revisar y corregir rápidamente errores u omisiones.

V.4.a. La omisión de procesos reproductivos

Un estudiante en la entrevista observa que no contempló el proceso de floración y lo reconoce como importante.

Ao 3: Y ese fue... no... mi imaginación, fue. Porque tengo un ciruelo en mi casa y me lo imaginaba más o menos... la semilla que con la luz del Sol y el agua hace que vaya... primero sale un tallito y va creciendo hasta que salen las hojitas. Cuando ya alcanza cierta medida salen los frutos, después con el tiempo se eh... pone quebradizo y se rompe y ya después...

E: Mirándolo de vuelta ¿Hay algo que le cambiarías? ¿o algo que te parezca de agregarle, de cambiarle a la vida de un ciruelo?

Ao 3: Qué buena pregunta... que me faltó el período de flor acá, que no lo puse, que es cómo se origina el fruto. Eh...

E 1: ¿Dónde lo incluirías a eso?

Ao 3: Lo que pasa es que acá ya puse las frutitas... antes de esto sería... /señala el cuadro donde dibujó el árbol con frutos/

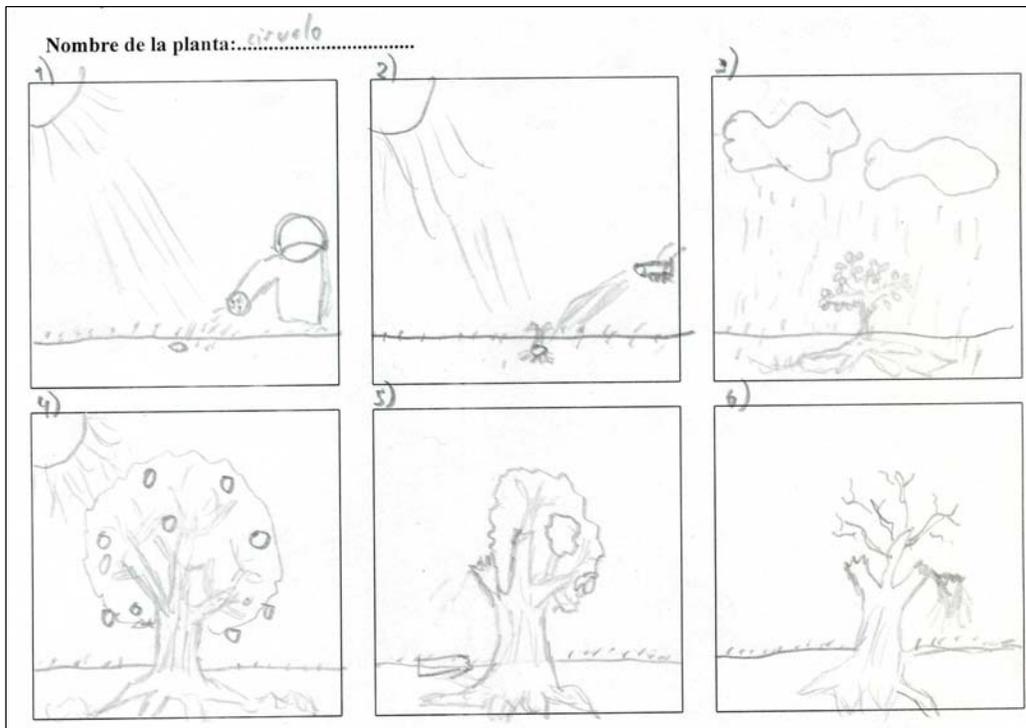


Figura 5. 1. Ciclo con ausencia de floración

V.4.b. El lenguaje cotidiano como obstáculo para la comprensión

Una estudiante representa el ciclo de vida de una planta ornamental de interior del género *Chlorophytum*, familia *Liliaceae* (Monocotiledónea). Esta planta se conoce comúnmente como Lazo de amor, sin embargo la estudiante la denomina como Helecho. Utiliza un lenguaje que se puede considerar antropomórfico con frases como: planta madre, helecho hijo, helecho adulto da sus propios hijos.

El nombre vulgar con el que denomina la especie provoca una confusión. Cuando se habla de las características de los helechos en la clase teórica la alumna no logra integrar la información nueva con su representación anterior. En la entrevista también queda en evidencia otra confusión: la alumna denomina flor a un propágulo de tipo rizomatoso que interviene en la reproducción asexual. El lenguaje cotidiano opera

aquí como obstáculo en la comprensión y la acción de resignificarlo parece producirse recién en el momento de la entrevista.

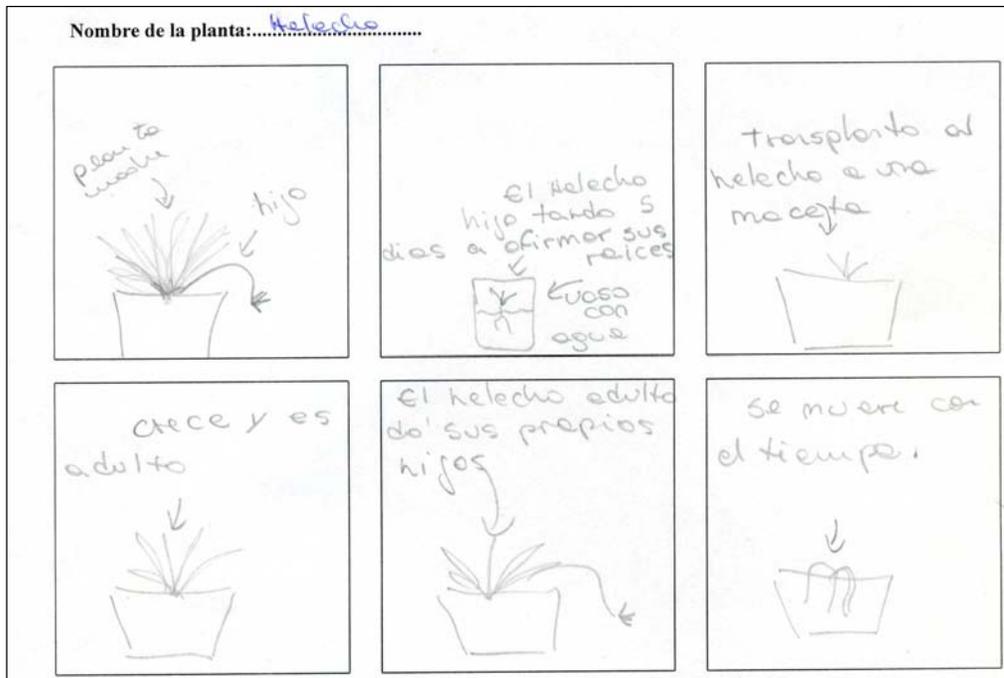


Figura 5. 2. Ciclo de reproducción asexual

Aa 2: Y después acá... yo veo las plantas que tiene mi mamá en mi casa, a mi mamá le encantan las plantas y tiene un helecho. Y yo en un punto no estaba mucho de acuerdo con lo que dijo la profesora, porque la profesora dijo /Risas/ Sí me quedé de la primer clase... ella dijo que los helechos no tenían flor... y tienen flor, porque el de mi casa dio una flor y de ahí nació un hijito...

E: Bueno, lo que puede pasar es que vos le llames helecho a algo y la profesora le llame helecho a otra cosa.

Aa 2: Aaaaah! Ah, entonces sí. Porque en mi casa está el helecho grandote con las hojas todo así, y en una temporada empieza a dar unos palitos. Y de esos palitos salen florcitas, y después de esas florcitas sale otro helecho chiquitito que después vos lo plantás, junto con el palito, y vuelve a crecer.

E: Claro lo que pasa es que a veces le damos nombres a las cosas en botánica que son distintos de los que se les da... ¿no? A esa planta le dicen también Lazo de amor, y en realidad no es un helecho según la definición botánica de helecho.

Aa 2: Aah...

E: No, es una monocotiledónea. Fijate las nervaduras, las hojas...

Aa 2: Aaah... entonces sí. Bueno, esta planta no es que tira una semillita y vuelve a nacer en el suelo. A través de esos palitos que tira, nacen un montón de florcitas y después de ahí nacen como helechitos chiquititos... ya tienen la característica, ya son como un plumerito, nada más que mucho más chiquitito. Entonces vos después lo ponés en agua para que afirmen la raíz y lo plantás en suelo y vuelve a nacer. Entonces cuando llega un punto que está grande vuelve a hacer lo mismo. Tiene un período porque hay veces, en una época, que se llena de hijitos y la pobre planta está así toda débil y pesan y pesan...

(.....)

Pero ahora no sé. Tendría que volver a mi casa y verla. Capaz que lo que daba tampoco era un flor, flor! Si no era... no sé... otra cosa... una inflorescencia... algo. No era una flor, flor. Entonces no sé. Ahora tendría que mirarla de otra manera. En ese momento para mí era una flor.

V.4.c. Confusión entre estructuras reproductivas sexuales y agámicas

Como se vio en el ejemplo anterior, algunos estudiantes confunden las estructuras de reproducción agámicas como rizomas, bulbos o esquejes con semillas o con flores. En el siguiente ejemplo la estudiante convierte una semilla en raíz reservante y finalmente se pregunta si dentro de ella estarán las semillas, como si se tratara de un fruto.

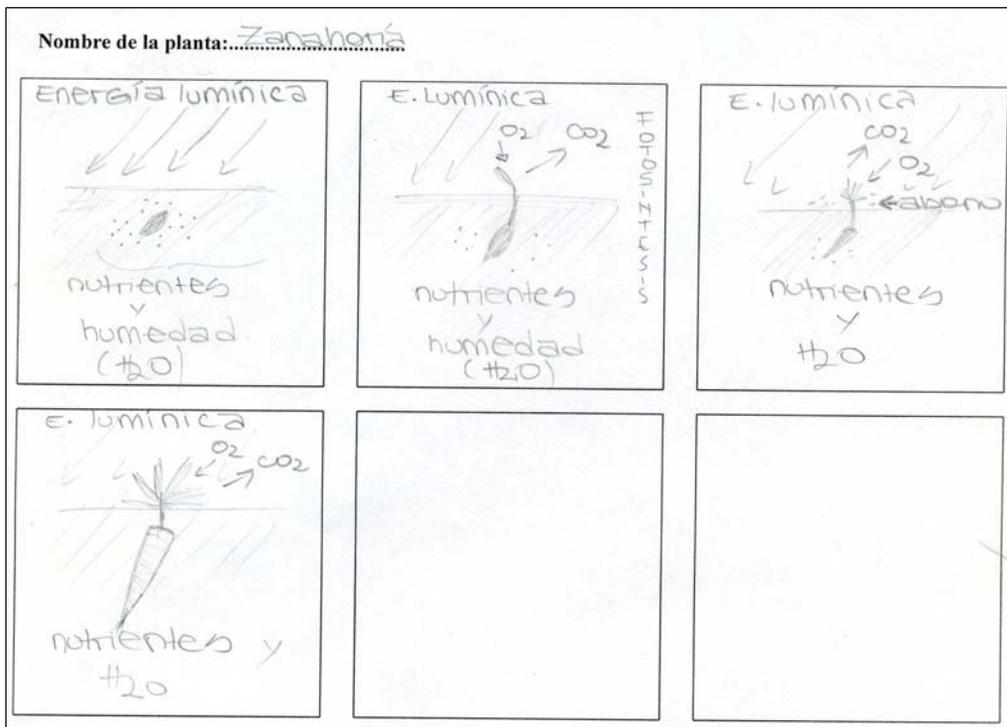


Figura 5. 3. Ciclo sin flor ni fruto

E: Bueno. Y acá dibujaste el ciclo de vida de una zanahoria ¿no?

Aa 7: Acá supuestamente la semilla... Y los nutrientes que absorbe y el agua.

E: Ajá.

Aa 7: Eh... bueno, después el paso lo sé ahora... lo que aprendí de estos días, pero en ese momento no lo sabía, sino que... más o menos hice que germinara... no sé cómo, pero... Después bueno, fotosíntesis. Cuando ya salió la plántula...

E: Ajá.

Aa 7: Después acá el cambio de oxígeno con dióxido de carbono... Y bueno que ya supuestamente tendría que ir creciendo abajo la zanahoria...

E: ¿Qué le cambiarías ahora si tuvieras que agregarle algo, sacarle algo o ponerle más cuadros... más dibujos?

Aa 7: Y le pondría más cambios en la semilla. Los más pasos que van... que le pasan a la semilla, los cambios que sufre. Porque después esto no cambia mucho. Sino que sigue creciendo. Los cambios más grandes se dan acá, en el principio.

E: Ajá. ¿Esto que es? /Cuadro 4/

Aa 7: La zanahoria, supuestamente.

E: Ajá ¿Y ésto? /Cuadro 2/

Aa 7: También.

E: ¿Y ésto? /Cuadro 1/

Aa 7: Y esa es la semilla.

E: ¿Se transforma la semilla en zanahoria?

Aa 7: Claro. /Risas/ Lo que pasa que no tenía ni idea. /Risas/ Después como que se iba a abrir y que de adentro iba a salir... como del poroto. Algo... así. Más o menos, la idea que tenía yo.

E: ¿Te parece que hay alguna parte del ciclo que faltaría agregarle?

Aa 7: Ah y después el ciclo de reproducción y todo eso... dispersión de semilla... y cuando muere.

E: ¿En qué momento de este proceso te lo imaginás?

Aa 7: Después. Cuando esto esté maduro.

E: Ajá. ¿Qué te imaginás?

Aa 7: Mmmm. No sé. /Silencio/ Tal vez si hubiera dibujado otra verdura o no sé, otra fruta, no sé, tal vez fuese distinto. Pero la zanahoria no sé. /Risas/ No sé ni siquiera si está la semilla en la zanahoria.

V.5. Necesidades de la planta

A la hora de considerar el crecimiento de las plantas, los alumnos señalan factores extrínsecos análogos a los explicitados para la germinación (Tabla 5.6).

Tabla 5. 6. Factores que influyen en el crecimiento de las plantas

Grupos de elementos mencionados	Frecuencia	Porcentaje
Agua	120	29,7
Suelo	105	26,0
Luz	92	22,8
Temperatura	31	7,7
Aire	23	5,7
Otros	33	8,1
<i>Totales</i>	404	100

Del conjunto de estudiantes, el 90,2% identifica factores relacionados con el agua; 78,9% con el suelo; 69,2 % con la luz; 23,3% con la temperatura; 17,3% con el aire y 24,8 % nombra otros elementos.

Un porcentaje significativo de estudiantes, 27%, indica la necesidad de intervención humana por medio de las labores culturales y/o diferentes acciones hacia la planta. Lo mismo se indicó en el capítulo anterior acerca de la mención del factor antrópico en el proceso de germinación.

En parte este resultado puede deberse a la formulación de la consigna del test ya que aludía a las necesidades de la planta para crecer y desarrollarse sana. El concepto “planta sana” podría inducir a los estudiantes a incluir manejos agronómicos (utilización de semillas de calidad, labores culturales, utilización de fertilizantes, abono, plaguicidas, etc.) para cumplir con ello. El 17,2% de los estudiantes nombra a los plaguicidas, elementos químicos, curas, pesticidas, remedios que la ayuden a eliminar bichos y enfermedades, entre otras denominaciones mostrando una visión tradicional y poco ecológica de la sanidad vegetal.

CAPÍTULO VI

REPRESENTACIONES DE FLOR

VI.1. Presentación

Quien se inicia en el estudio de la botánica suele sorprenderse al descubrir que las flores, aún las muy coloridas y vistosas, no son más que una rama corta especializada con hojas modificadas. Pétalos, sépalos, estambres y carpelos son estructuras homólogas que, aunque a simple vista se perciban tan diferentes, tienen la estructura básica de la hoja y se disponen en hélice o en ciclos concéntricos igual que lo hace el follaje verde sobre un tallo.

La flor se encuentra en la extremidad de un eje de longitud variable denominado pedúnculo. La porción terminal del eje floral en el que nacen las distintas piezas florales se denomina receptáculo o tálamo.

El número de ciclos o verticilos varía según las especies. Una flor completa se compone del cáliz constituido por sépalos, la corola por pétalos, el androceo por dos ciclos de estambres y el gineceo formado por las hojas carpelares.

La flor es el aparato de las Angiospermas donde se forman los gametofitos, se produce la fecundación y, comúnmente, se inicia la formación de la planta. En este grupo el grano de polen germinado con el núcleo del tubo polínico y las dos gametas constituye el gametofito masculino y las ocho células del saco embrionario forman el gametofito femenino (Dimitri y Orfila, 1985).

En este capítulo se analizan las respuestas elaboradas por los estudiantes a las consignas 1 y 3 del TCA 2 que se relacionan con la morfología de la flor, sus estructuras y composición. Estas consignas son:

- ¿Cómo explicarías qué es una “flor”?
- Dibujar lo que esperarías ver al realizar un corte longitudinal de una flor.
Colocar nombres y explicar las funciones que cumple cada parte.

El test se aplicó a los alumnos asistentes a la clase teórica previa al inicio de la presentación del tema flor, al promediar el cursado de la asignatura. Respondieron 114 de los 123 estudiantes encuestados (92,7%). De la consigna 1 sólo se consideran los componentes de la flor que son nombrados, ya que los aspectos referidos a la estructura de las explicaciones se analizan en un capítulo aparte (Capítulo 6). De la consigna 2 se estudian las respuestas gráficas con sus respectivos rótulos. Las explicaciones sobre las funciones no se analizan en forma cuantitativa debido al bajo porcentaje de respuesta registrado.

VI.2. Representaciones gráficas de flor

Los dibujos de flor son, en su mayoría, imágenes convencionales del tipo de las que se observan en libros de texto. Corresponden a una sección longitudinal en la que se incluyen los distintos ciclos florales. Los ciclos de protección, cáliz y corola, se representan por piezas florales de diferente tamaño y forma. El gineceo adopta forma de botellón, con el ovario globoso y estilo delgado y largo. El androceo se representa por estambres libres con antera mono o diteca. La formulación de la consigna, que pide un “corte longitudinal” promueve este tipo de respuesta (Figura 6.1).

Sin embargo, en un número reducido de casos, aparecen imágenes de tipo no convencional. En éstas se representan sólo algunos de los ciclos, o las piezas poseen

formas geométricas poco representativas. Existen casos en los que se representa una vista lateral o superficial en lugar de un corte (Figura 6.2).

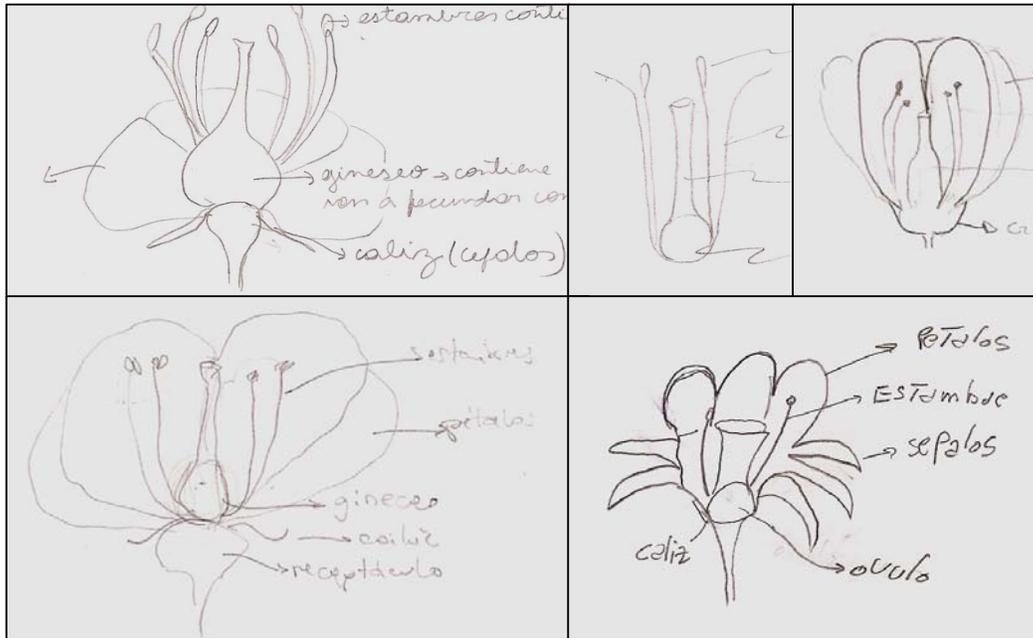


Figura 6.1. Imágenes convencionales para el corte longitudinal de una flor

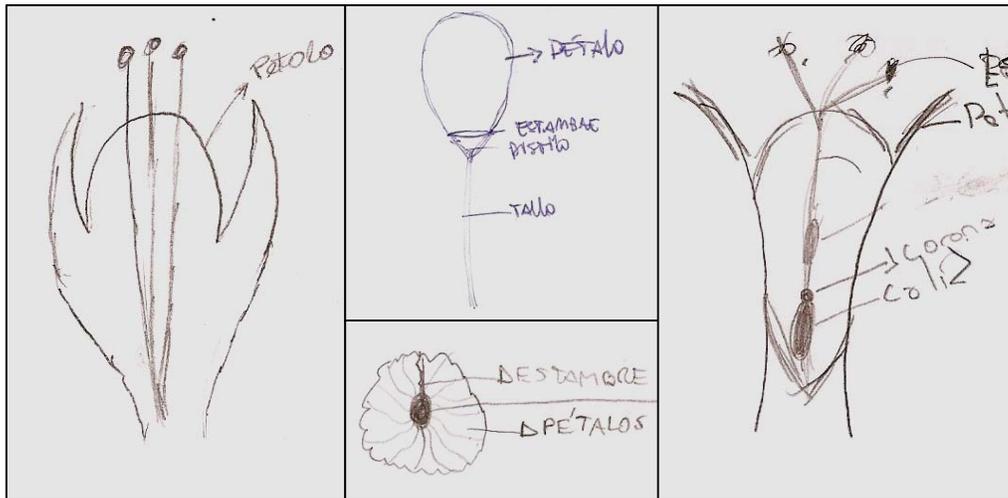


Figura 6.2. Imágenes no convencionales para el corte longitudinal de una flor

VI.2.a. Representaciones de inflorescencias

Algunos estudiantes dibujaron una inflorescencia, sistema de ramificación que remata en flores, en lugar de una flor única. Tal es el caso de los esquemas de la Figura 6.3 que son capítulos, inflorescencias racimosas características de muchas plantas del orden de las Compuestas como el Girasol, el Cardo, la Margarita, el Diente de León, entre otras muchas especies. Los capítulos tienen un receptáculo común sobre el que se insertan flores tubulosas y flores liguladas. Vulgarmente se denomina flor a la estructura completa y se confunden las lígulas con pétalos.

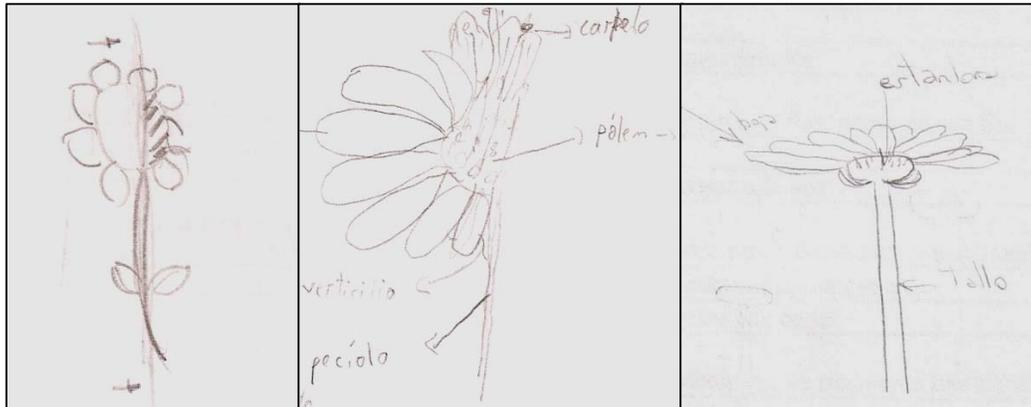


Figura 6. 3. Dibujos de inflorescencias en capítulo

VI.2.b. Estructuras con imaginación

Algunos estudiantes incluyen estructuras que imaginan y a las que otorgan incluso alguna función determinada. En la Figura 6.4 se observan dos casos. En el primero aparece la representación de un líquido que se encuentra ubicado dentro del tubo floral y se marca su nivel determinando una superficie amplia de contacto con el aire, es un “líquido dulce para atraer a los insectos para que estos la ayuden en la

polinización”, parece análogo al néctar. En el segundo caso se observa un “tallo” intermedio entre el ovario de la flor y la inserción de pétalos y ciclos sexuales.

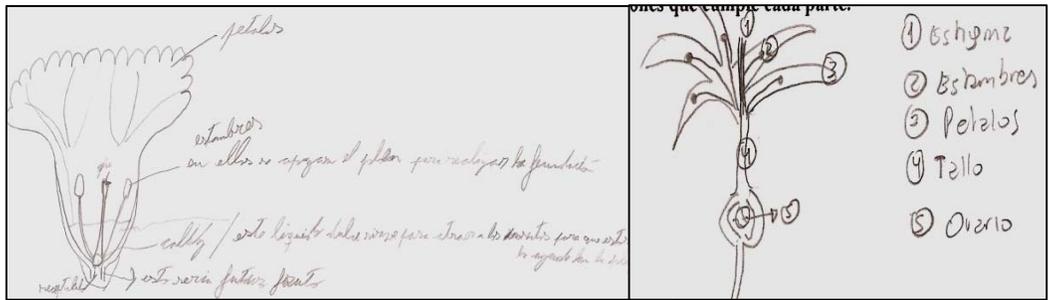


Figura 6. 4. Estructuras raras en los cortes de flor

VI.2.c. Modelo mental de la reproducción humana

Un modelo de reproducción de las plantas que parece bastante difundido es aquel que se establece por analogía con la reproducción humana. Esto se observa en frases como “Gineceo: donde se forma el huevo o cigoto” o, en dibujos como los que se observan en la Figura 6.5 que representan órganos femeninos análogos en forma y número a los ovarios de la mujer. En general, los alumnos desconocen la doble fecundación típica de las plantas superiores; así como la generación gametofítica.

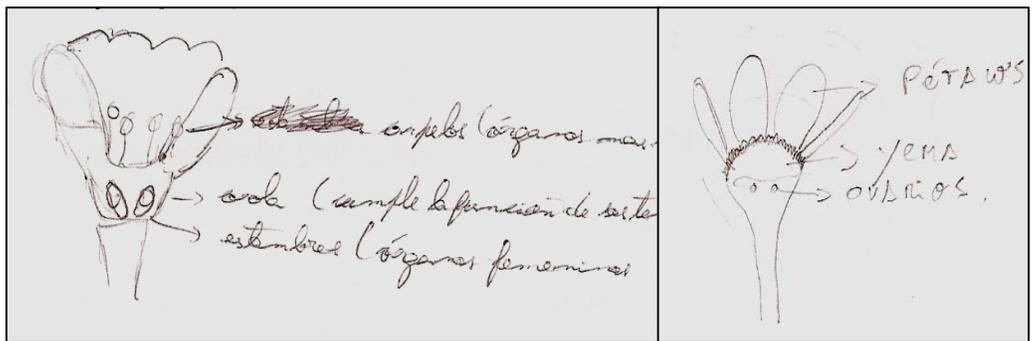


Figura 6. 5. La analogía humana

En una entrevista se corrobora este modelo:

E: ¿Y la fecundación cómo te la imaginás?

Aa 6: ¿La fecundación? Y, más o menos como es en el ser humano... una cosa así.
/Risas/.

E: ¿A ver...?

Aa 6: Que se junta un grano de polen con un óvulo y... ahí empieza..., y ahí se fecunda y bueno... empieza a formarse la semilla.

Este modelo mental se inscribe en una teoría de dominio que podría establecerse como “Los fenómenos biológicos son todos como los del ser humano”, bajo la teoría implícita antropocéntrica de los fenómenos naturales.

VI.3. Los rótulos en los dibujos de flor

VI.3.a. Riqueza de rótulos

La riqueza corresponde a la cantidad de partes de la flor rotuladas en los dibujos por cada estudiante. En el Gráfico 6.1 se muestra la distribución de frecuencias.

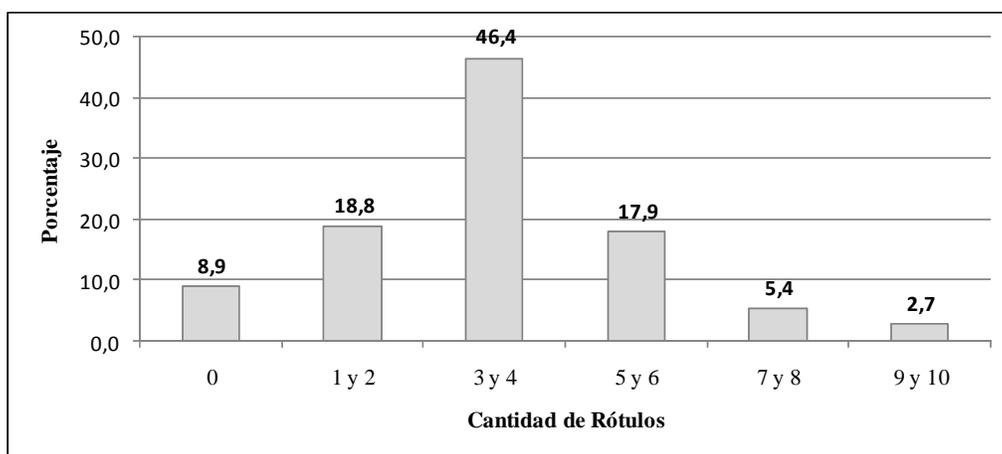


Gráfico 6. 1. Riqueza de rótulos de partes de la flor

Se observa gran variación en la cantidad de rótulos utilizados. Algunos estudiantes no colocan rótulos, lo que puede interpretarse como omisión o inseguridad en el uso del vocabulario. Un porcentaje importante de estudiantes (18,8%) utiliza sólo

una o dos palabras, lo cual no resultaría suficiente para reconocer las estructuras mínimas.

VI.3.b. Confusión al rotular

En general las partes de la flor dibujadas fueron correctamente rotuladas. Sin embargo, se observan algunos casos de uso de términos que corresponden a una parte de la flor utilizados para rotular otra parte de ella. Esto indicaría que en algunos estudiantes existe un conocimiento memorístico, que hay adquisición de lenguaje disciplinar específico pero con significado erróneo o confuso (Figura 6.6).

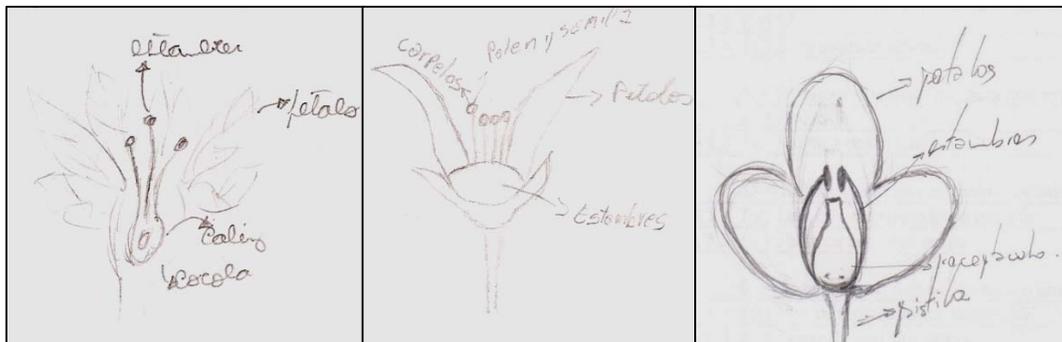


Figura 6. 6. Confusión al rotular

VI.4. Componentes de la flor

Se tomó información de las consignas 1 y 2 del test para evaluar los componentes de la flor que identifican los estudiantes, ya sea nombrándolos o sólo mediante dibujos, y se analizaron los términos empleados. El Gráfico 6.2 muestra los porcentajes de alumnos que reconocen cada parte de la flor.

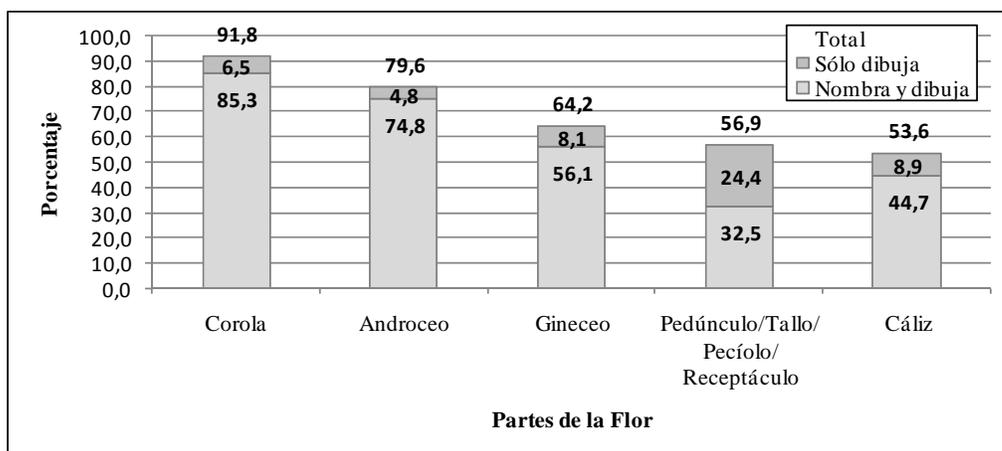


Gráfico 6. 2. Reconocimiento de las partes de la flor

Se observa que los estudiantes consideran como partes constitutivas de la flor a los ciclos de protección que son: el cáliz formado por sépalos, y la corola formada por pétalos; y a los ciclos fértiles que son: el Androceo formado por estambres, y el Gineceo constituido por carpelos. También incluyen otras estructuras como el receptáculo que es el órgano fundamental de la flor donde se insertan los antófilos (Valla, 1986) e incluso tallos, pecíolos y pedúnculos que no constituyen, desde el punto de vista botánico, partes de la flor.

El verticilo reconocido en mayor medida por los alumnos ingresantes es la corola, presumiblemente porque constituye la estructura más llamativa y vistosa. En segundo término, reconocen al androceo que, en muchos casos, también es una estructura visible y expuesta de color amarillo vivo que contiene los granos de polen.

El menos reconocido es el cáliz, estructura generalmente verde que puede confundirse con hojas normales o con brácteas.

La mención o dibujo del Gineceo muestra conocimientos de tipo escolar, ya que el órgano femenino no es visible en la flor y se encuentra oculto. De modo que el alto

porcentaje que lo menciona o dibuja (64%) lo hace presumiblemente porque tiene conocimientos adquiridos en la escuela o de la lectura de libros, muy difícilmente provenientes de la experiencia u observación directa.

Otra evidencia de que los estudiantes recurren a conocimientos escolares para responder esta encuesta es que los porcentajes de aquellos que sólo representan mediante un dibujo son bajos, en general. Es decir, que quienes conocen las partes de la flor, conocen también cómo se nombran botánicamente por lo que han adquirido lenguaje disciplinar específico.

VI.5. Lenguaje

Se analizó el lenguaje utilizado para rotular las estructuras correspondientes a cada uno de los verticilos para conocer el universo léxico empleado y la frecuencia de uso de los términos. En muchos test hay más de una denominación utilizada para referirse al mismo verticilo.

VI.5.a. Denominación del Gineceo

El ciclo sexual femenino es nombrado por 69 estudiantes. Las denominaciones se presentan en la Tabla 6.1.

Los términos Pistilo y Gineceo resultan los más utilizados, en ambos casos se trata de denominaciones del verticilo fértil femenino en general. El resto de los términos corresponde a subestructuras constitutivas del mismo.

Tabla 6. 1. Denominaciones del Gineceo

Denominaciones	Frecuencia	Porcentaje
Pistilo	28	40,6
Gineceo	23	33,3
Ovario	17	13,9
Óvulo	11	9,0
Carpelo	10	8,2
Estigma	7	5,7

VI.5.b. Denominación del Androceo

Los rótulos utilizados por los 92 estudiantes que nombran el ciclo sexual masculino se observan en la Tabla 6.2.

Tabla 6. 2. Denominaciones del Androceo

Denominaciones	Frecuencia	Porcentaje
Estambres	80	87,0
Polen	26	28,3
Androceo	7	7,6
Anteras	7	7,6

En este caso, a diferencia del Gineceo, la palabra más usada corresponde a las piezas que constituyen el verticilo fértil masculino (Estambres) en lugar de su denominación general (Androceo) que aparece con poca frecuencia. Es llamativa

también la frecuencia del término Polen ya que se trata de una estructura casi microscópica. Sin embargo, hay que considerar que se menciona habitualmente en distintos campos de los contenidos escolares y en los medios de comunicación: cuando se habla de polinización, de alergias, del “trabajo” de las abejas, etc., razón por la cual puede resultar un término cotidiano.

VI.5.c. Denominación de la Corola

Los nombres utilizados por los 105 estudiantes que mencionan este ciclo se resumen en la Tabla 6.3.

Tabla 6. 3. Denominaciones de la Corola

Denominaciones	Frecuencia	Porcentajes
Pétalos	98	93,3
Corola	15	14,3

El término Pétalos, correspondiente a los componentes de la corola, fue el más utilizado para referirse a esta estructura de protección y también la palabra más utilizada como rótulo en todo el test. Éste es un ciclo reconocido por sus componentes.

VI.5.d. Denominación del Cáliz

Las denominaciones utilizadas por 55 estudiantes para nombrar al ciclo más externo se observan en la Tabla 6.4.

Tabla 6. 4. Denominaciones del Cáliz

Denominaciones	Frecuencia	Porcentajes
Cáliz	37	67,3
Sépalos	28	50,9

Se encontró con mayor frecuencia el término Cáliz a Sépalos. Se reconoce en mayor medida al ciclo que a sus componentes.

VI.5.e. Denominación de otras estructuras florales y extra-florales

Hubo 40 estudiantes que mencionaron otras estructuras. Un porcentaje alto de ellos (85%) utiliza los términos *tallo*, *pedúnculo* y *pecíolo* para nombrar a la estructura de sostén de una flor individual, cuyo nombre botánico acertado sería pedúnculo. Por el contrario, el *receptáculo* que sí constituye una estructura floral relevante es reconocido sólo por 12 estudiantes.

Hay términos raros, utilizados con baja frecuencia, en general sólo mencionados por uno o dos estudiantes. Algunos de estos términos corresponden a estructuras vegetales que no forman parte de la flor: *estolón*, *venas*, *braquiblasto*. Son todas palabras botánicas aceptadas cuyo uso no corresponde a las estructuras aquí representadas.

Un caso diferente es el de la palabra *quilla* que utilizan dos estudiantes para designar un *pétalo* y corresponde, en botánica, a una estructura particular formada por dos pétalos soldados en las flores de corola papilionada de la familia *leguminosas*. En

estos ejemplos, vemos que existe un conocimiento de terminología botánica convencionalmente no utilizada.

Otro caso son los neologismos. Estos son términos no convencionales en botánica que surgen por condensación de dos palabras como, por ejemplo, *gineciolo*. O las palabras *céfalo* y *corona* que pueden surgir por analogía de formas de los ciclos de protección de la flor con otras estructuras conocidas.

VI.6. Sexualidad de las flores

Los ciclos fértiles, gineceo y androceo, pueden aparecer representados ambos a la vez, y en ese caso la flor es hermafrodita. También se observan flores unisexuadas, femeninas o masculinas. En ocasiones aparecen flores sin ningún ciclo sexual representado. También hay dibujos con indiferenciación de ciclos sexuales cuando los órganos femeninos y masculinos se representan de la misma forma (Figura 6.7).

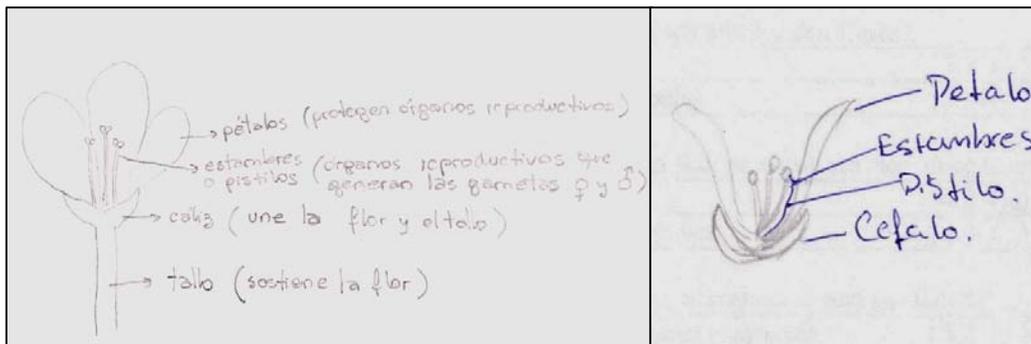


Figura 6. 7. Indiferenciación de los ciclos sexuales

El gineceo, como se dijo, es habitualmente representado como una estructura de botellón con cuello alto.

El androceo es representado por estambres que en un 93% de los casos son completos, es decir que incluyen filamento y antera. Son mucho más frecuentes las anteras monotecas que las ditecas. El resto representa sólo filamentos (Tabla 6.5).

Tabla 6. 5. Morfología de los estambres

Estambre		Frecuencia	Porcentaje
Completo	Con antera monoteca	69	76
	Con antera diteca	15	17
Sólo filamentos		6	7

VI.6.a. Confusión en las funciones de los ciclos sexuales

Dentro del grupo de estudiantes que responde la consigna de explicar las funciones de las diferentes partes de la flor, se observan algunos errores conceptuales que consisten en confundir los ciclos fértiles de la flor entre sí. Algunos ejemplos de este problema son:

- “Estambres: órganos femeninos”
- “Carpelos: órganos masculinos”
- “Pistilo es el órgano donde se almacena el polen femenino”
- “Óvulos femeninos con polen”
- “Antera: contiene el polen o las gametas femeninas”
- “Estigma: son los órganos masculinos y femeninos”
- “Pistilo masculino”

- “Polen: Por su olor también atrae insectos” (este no es ejemplo en el que se confundan los ciclos fértiles entre sí)

En todos los casos se observa que se atribuyen estructuras o funciones de uno de los sexos al ciclo fértil de sexo contrario. Algunos casos podrían corresponder a confusiones de términos, es decir confundir la palabra con la que se nombra una estructura. Sin embargo, y por la variedad y frecuencia con la que se repiten este tipo de errores se puede suponer que en muchos casos no existe una representación coherente acerca de la sexualidad y proceso de reproducción de las plantas.

VI.7. Modelos de flor

Se estudiaron las producciones con la finalidad de describir los diferentes modelos de flor que presentan los estudiantes. Estos modelos surgen de observar la combinación de ciclos fértiles y ciclos de protección reconocidos (Tabla 6.6).

Tabla 6. 6. Combinación de ciclos fértiles y ciclos de protección reconocidos

		Ciclos fértiles			
		Hermafrodita	Femenino	Masculino	Ninguno
Ciclos de protección	Corola + Cáliz	42,1%	2,6%	9,7%	2,6%
	Corola	19,3%	4,4%	14,0%	4,4%
	Cáliz	0,9%	-	-	-

Los modelos descriptos son:

1. Flor *completa*: diclamídea, con ambos ciclos de protección, y hermafrodita, con ambos sexos (42,1%). (En términos botánicos una flor completa posee dos ciclos de estambres, condición que acá no se considera).
2. Flor *monoclamídea hermafrodita* (20,2%)
3. Flor *diclamídea unisexuada* (12,3%)
4. Flor *monoclamídea unisexuada* (18,4%)
5. Flor *monoclamídea o diclamídea asexualada* (7,0%)

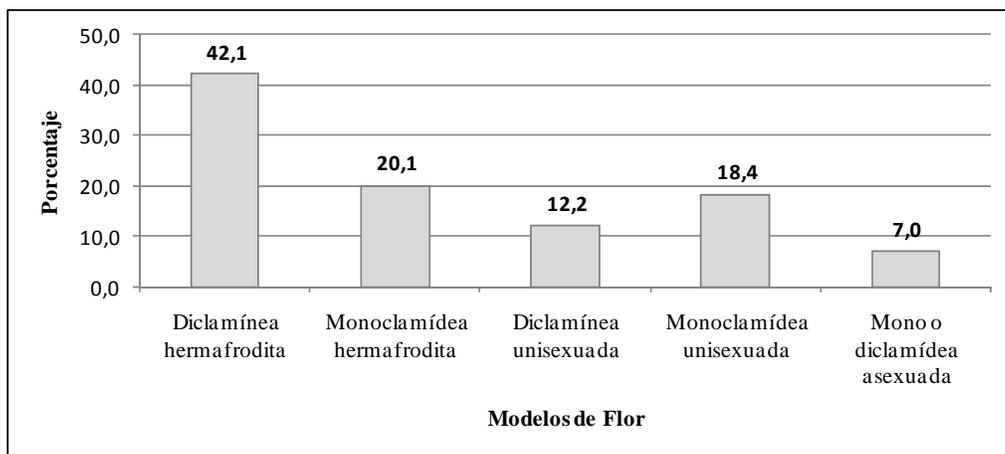


Gráfico 6. 3. Modelos de flor

Considerando como modelo completo la flor hermafrodita con ambos ciclos de protección (modelo 1), podemos decir que la mayoría de los estudiantes representa modelos incompletos de flor, con ausencia de distintos verticilos, según el caso. Las flores hermafroditas (modelos 1 y 2) se encuentran representadas en un 62%, valor superior al de las flores unisexuadas (modelos 3 y 4) que alcanzaron un 31%. Las flores asexualadas son escasas, representadas en un 7%. Comparando aquellos modelos de flores sexualadas, se observa que las masculinas son más abundantes (24%) que las femeninas (7%). Con respecto a las flores monoclamídeas (tanto hermafroditas, sexualadas y asexualadas), se observa mayor representación de corola que de cáliz. Los modelos con corola alcanzan un 43%, mientras que el modelo con cáliz apenas un 1%.

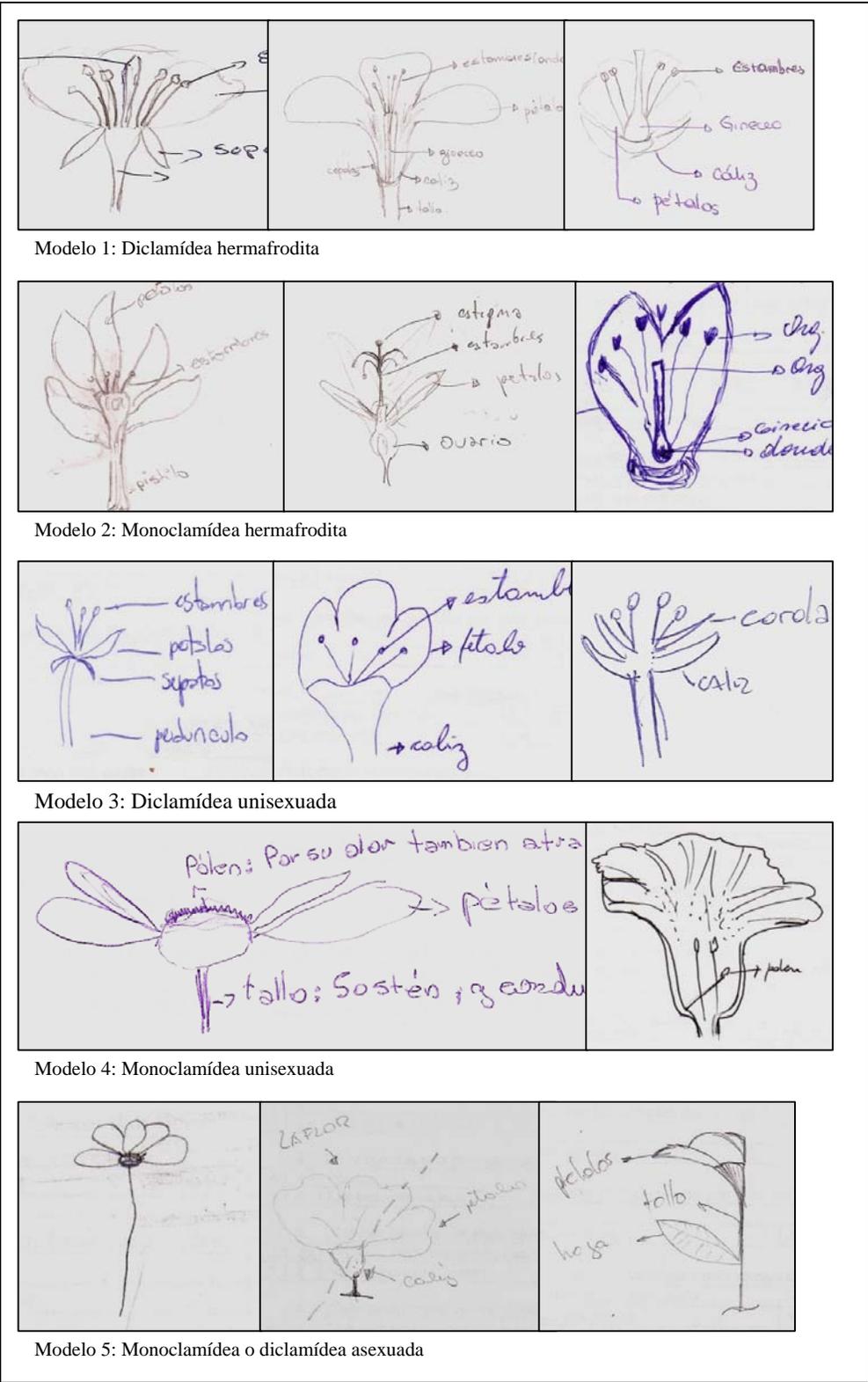


Figura 6.8. Modelos de flor

VI.8. Las fuentes de información utilizadas en la respuesta al test

Durante las entrevistas los estudiantes reconocen diferentes fuentes a las que recurrieron para responder el test:

- **El conocimiento cotidiano**

E: Y esto lo hiciste pensando ¿en qué?

Aa 7: En una flor común. Me acordé más o menos... la pelotita amarilla que había ahí el polen...

E: No de un libro, sino de haberlas visto.

Aa 7: No, no, no. Todo lo que yo sabía.

- **La escuela primaria y secundaria**

Aa 6: Una flor. Bueno, sí... la flor también la he visto en la primaria, la secundaria... He visto la estructura pero hasta eso, nada más. Los carpelos, el gineceo, los estambres y... nada más.

- **Los libros del secundario**

E: ¿Y tu flor? ¿Cómo la dibujaste?

Aa 2: Ay, mi flor estaba re-fea. /Risas/ Si porque... yo la saqué de un libro, pero era un libro de botánica de primer año. Y la describían así... simplemente. En clase habían explicado lo que contenía... el cáliz. Pero yo en ese momento no me podía acordar... yo quería ponerle lo que el cáliz tenía adentro. Pero como no me acordé, bueno, la dejé ahí no más.

- **Los libros de la universidad**

E 1: Me habías dicho que estos perales los dibujaste acordándote de los de tu casa... ¿y esta flor?

Aa 1: la vi en un libro, estuve leyendo para hacer el trabajo de botánica. Pero no está todo porque no me acordaba todo.

[.....]

Aa 1: Pero bueno, no es igual en todas las flores... yo lo veía, pensé que era igual. Pero según nos dijo la profesora el otro día no son iguales aunque en muchos libros salen así...

- **La concurrencia de distintas fuentes para construir conocimiento nuevo**

E 1: De dónde te viene la información para hacer los dibujos?

Aa 3: Mezclé...

E 1: Claro.

Ao: Eh... pasa que el primer parcialito nos habíamos confundido nosotros y estudiamos... en vez de estudiar el tema de tallo y raíz, estudiamos plantas superiores, o sea que estudié el cuadrito de monocotiledóneas y dicotiledóneas. De ahí saqué una parte, eh... después otra de ver a las flores, en sí. Y otra, más o menos, de lo que me imaginaba. Como esta parte en la que puse pecíolo porque pensaba que en la flor debía ser igual que en la hoja...

CAPÍTULO VII

REPRESENTACIONES DE FRUTO

VII.1. Presentación

La producción frutícola posee una importancia capital en la zona de influencia de la Facultad. Los estudiantes, como se ha visto, provienen en gran medida de familias vinculadas con la producción agropecuaria. En la región del Alto Valle del Río Negro y Neuquén, esta se concentra en más de un 82,2 % en la producción de manzanas y peras (Preiss *et al*, 2005). Además, un alto porcentaje de los egresados se desarrolla luego en esta actividad.

Por esta razón, es presumible que los estudiantes posean una serie de conocimientos previos sobre la formación del fruto que es preciso determinar a fin de orientar la enseñanza en un tema que será clave en su formación.

Para estudiar las representaciones acerca de la secuencia de cambios que dan origen a la formación del fruto, se planteó en el Test de concepciones alternativas la siguiente consigna:

- Dibujar y explicar la secuencia de cambios que ocurren durante la formación del fruto, desde su inicio hasta su maduración.

A diferencia de la información presentada en el capítulo anterior, esta consigna permite analizar la descripción de procesos que transcurren en el tiempo e indagar aspectos que van más allá de la morfología e incursionan en las representaciones del ámbito de la fisiología vegetal.

Se analizó cada respuesta a fin de determinar cuáles eran los procesos de formación del fruto considerados. Se agruparon según similitud para dar cuenta de la

presencia de posibles modelos. Cuando fue necesario y con el fin de efectuar una mejor interpretación, se recurrió a todas las preguntas del test, incluyendo los ítems anteriores (definición de flor y fruto, dibujo de la flor).

La actividad fue completada por 93 estudiantes, 75,6% del total de encuestados, constituyéndose en el ítem con más bajo nivel de respuestas del test, por lo que se presupone que un cuarto de los estudiantes no quiso exponer sus ideas al no sentirse seguro de ellas.

VII.2. Etapas en la formación de un fruto

En términos generales, se puede caracterizar la vida de un fruto por una serie de eventos encadenados: *floración*, *crecimiento* y *desarrollo*, *senescencia*. Los procesos considerados en las producciones de los estudiantes, ya sea mediante dibujo o explicación, se detallan en el gráfico 7.1.

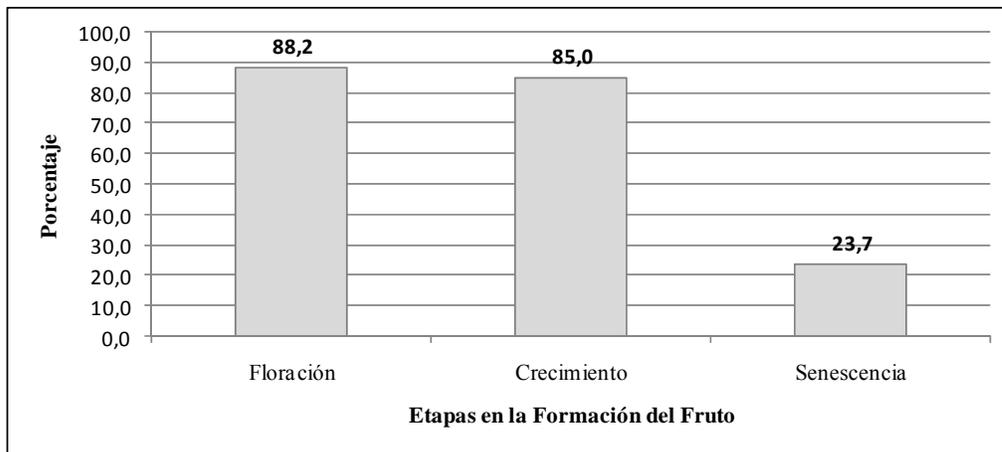


Gráfico 7.1. Etapas en la formación del fruto

Mayoritariamente los estudiantes hacen proceder al fruto de una flor y reconocen procesos de crecimiento. La *senescencia* resulta poco representada (en muchos casos los frutos considerados son comestibles por lo que esta etapa no llega a cumplirse).

VII.2.a.- Floración

Los procesos de la floración se inician con la apertura de las yemas de flor. Siguiendo a Podestá (2007) y a Sozzi (2007), se describen los momentos subsiguientes: se observa un posible alargamiento del pedúnculo floral; apertura de la corola seguida de aparición de los estambres y de los pistilos; dehiscencia de las anteras y dispersión del polen; receptividad de los pistilos con frecuente aparición de líquido estigmático

Durante el período de la floración, ocurren procesos de trascendencia en la producción frutal: polinización, fecundación, formación de las semillas y crecimiento inicial de los frutos.

- Polinización: es el proceso de transporte de los granos de polen desde la antera de una flor al estigma de esa misma flor o de otra. Este proceso es la condición previa a la fecundación. Una vez que el grano de polen alcanza el estigma, es hidratado por el líquido estigmático, comienza a germinar y desarrolla el tubo polínico, que penetra a través del estilo y llega al óvulo. Cada grano de polen posee tres núcleos haploides que se mueven dentro del tubo polínico. Uno de ellos es responsable de guiar el crecimiento del tubo a través del estilo. Los otros dos núcleos son responsables del proceso de fertilización (núcleos generativos).

- Fecundación: en el ovario del gineceo se forman los óvulos y en cada óvulo se desarrolla un saco embrionario con 8 núcleos haploides, dos de los cuales se fusionan en el centro del saco (núcleo fusión). Cuando un tubo polínico alcanza al óvulo, descarga en él dos núcleos generativos: uno se fusiona con un núcleo haploide y forma un cigoto o embrión, el otro se fusiona con el núcleo fusión y origina el endosperma (triploide). Este proceso se llama doble fecundación y ambas uniones deben ocurrir para la formación de la semilla. Los óvulos fecundados dan origen a las semillas del fruto.

En las producciones de los estudiantes, la floración aparece representada por procesos como: apertura de yema floral (Figura 7.1), aparición de la flor, polinización (Figura 7.2), fecundación (Figura 7.3), caída de pétalos (Figura 7.4). En ninguna de las respuestas a los Test aparece referencia a la doble fecundación.

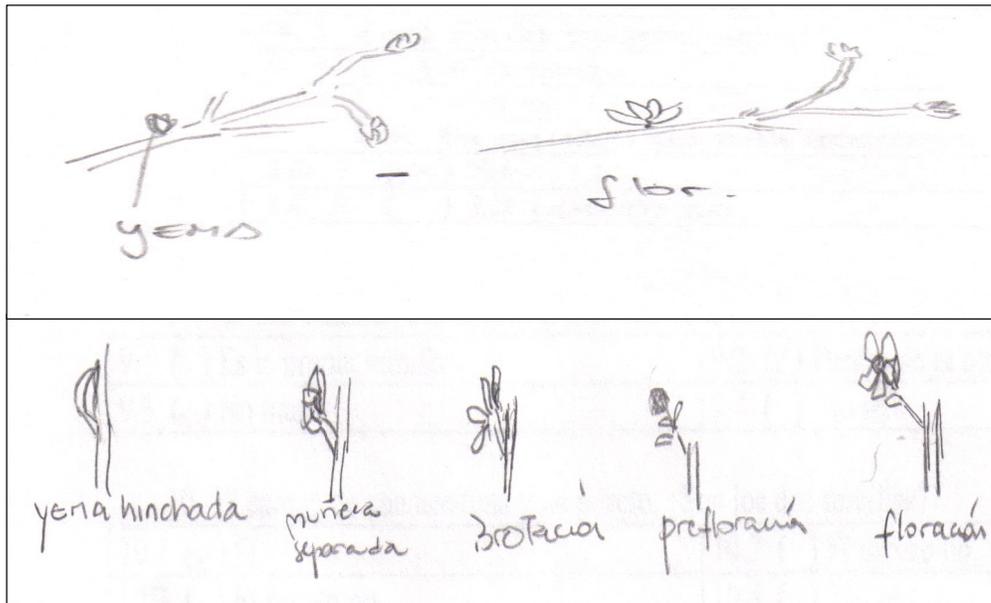


Figura 7.1. Presencia de yemas.

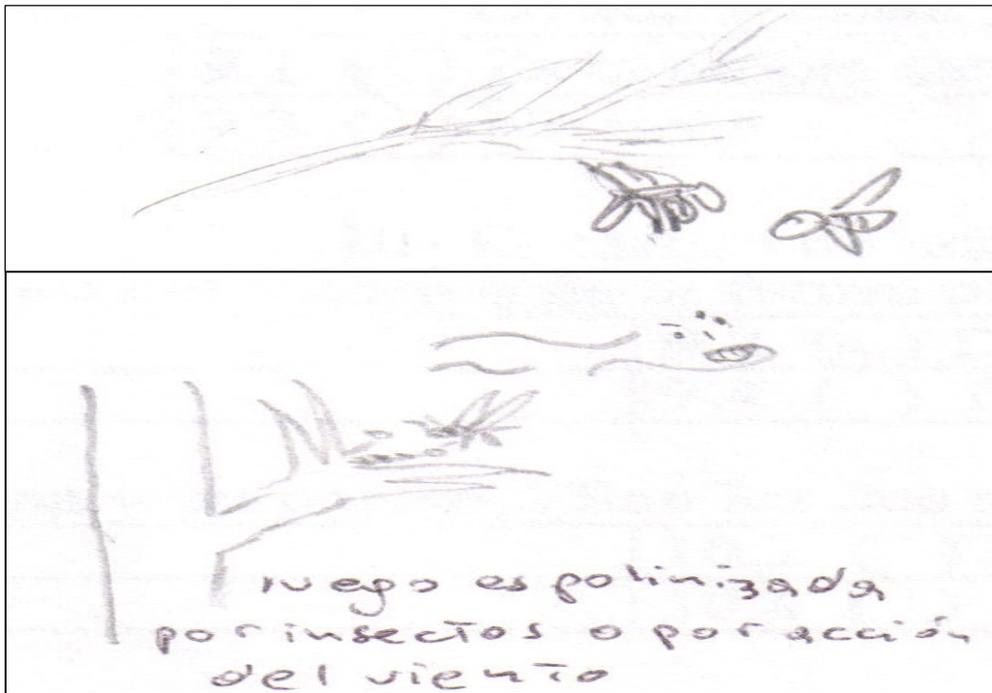


Figura 7.2. Polinización

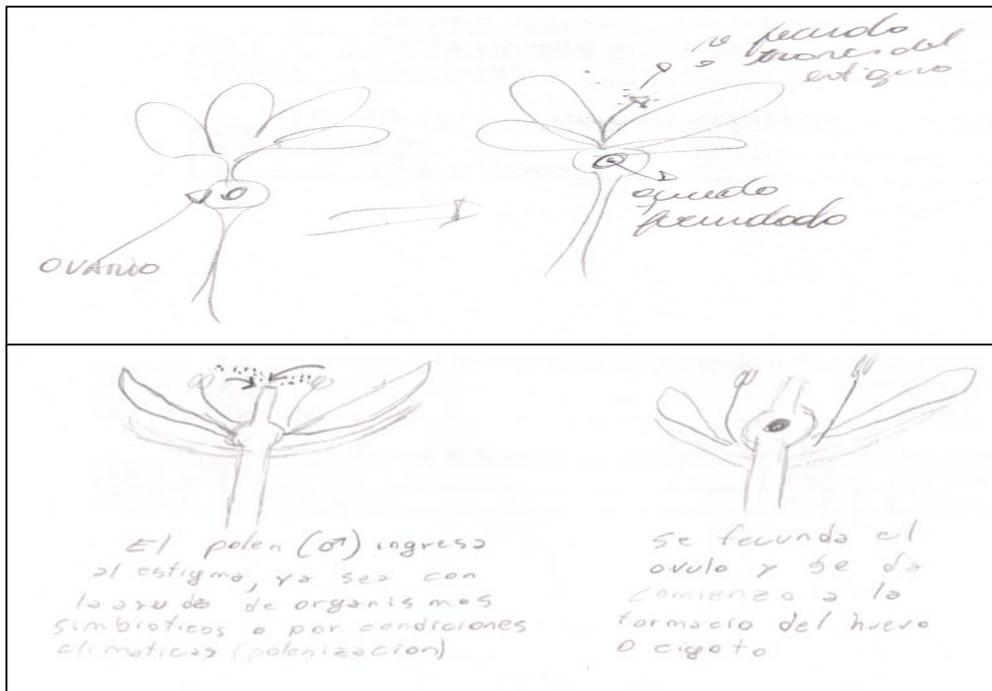


Figura 7.3. Fecundación



Figura 7.4. Caída de pétalos

VII.2..b. Desarrollo y crecimiento del fruto

En la etapa inicial, los óvulos fecundados forman la semilla y ésta estimula el desarrollo posterior del fruto. El tejido nuclear que rodea el saco embrionario antes de la fecundación y el endosperma, luego de ella, es una rica fuente de hormonas o reguladores de crecimiento, necesarios para evitar la abscisión y estimular el desarrollo del fruto. El proceso que marca la transición del ovario de la flor a fruto en desarrollo se denomina cuaje. Aún se desconoce la forma en que se coordina el desarrollo de los frutos, embriones y semillas. Tampoco se conocen en detalle los mecanismos moleculares, celulares y fisiológicos que controlan el desarrollo y crecimiento de los frutos (Sozzi, 2007). El desarrollo posterior del ovario es consecuencia de una activa división celular del pericarpio. En términos macroscópicos se pueden describir

diferentes patrones de crecimiento, que suelen ajustarse a dos modelos principales: el modelo de crecimiento sigmoideo en manzanas, peras y cítricos y el sigmoideo doble en frutas de carozo, uvas, arándanos y otros. En cada uno de ellos se describen distintas fases bien definidas, que van del desarrollo temprano a la madurez fisiológica, cuando el fruto adquirió sus propiedades organolépticas características.

Los estudiantes refieren a esta etapa con los procesos de: cuaje (Figura 7.5), aumento de tamaño (Figura 7.6), crecimiento, desarrollo, maduración (Figura 7.7). En algunos casos indican condiciones ambientales necesarias para que se lleven a cabo estos procesos como necesidad de nutrientes, agua y sol (Figura 7.8).

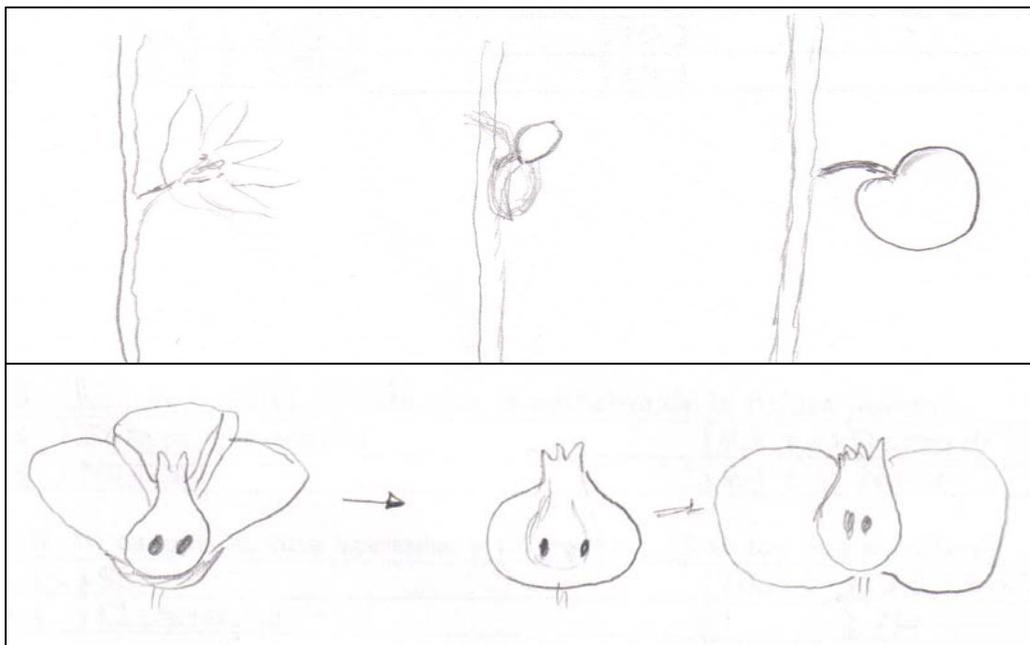


Figura 7.5. Transformación del ovario o cuaje

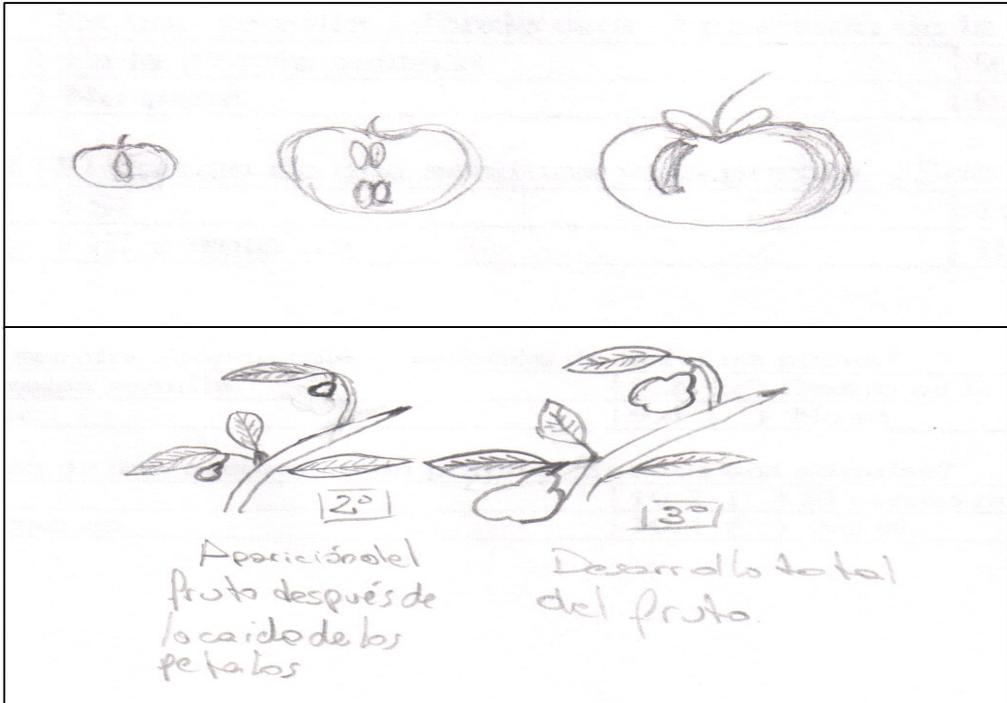


Figura 7.6. Aumento del tamaño del fruto

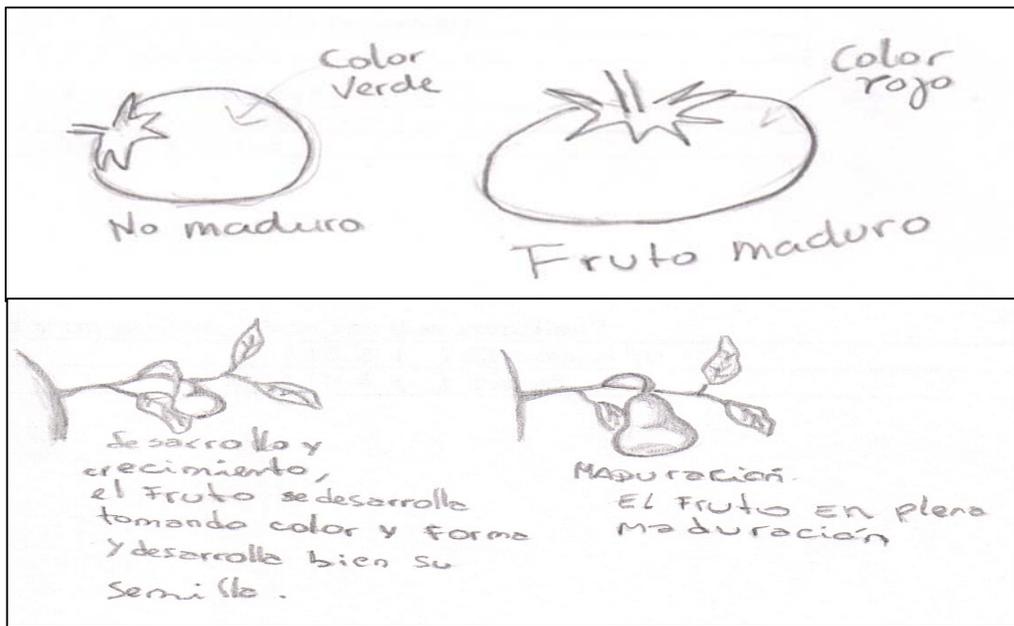


Figura 7.7. Maduración

VII.2.c. Senescencia y Dehiscencia

En los textos de fruticultura, la descripción acerca del desarrollo del fruto finaliza con la fase de maduración que da lugar a la cosecha. Sin embargo, desde el punto de vista biológico se puede considerar una etapa final en la vida del fruto. Los frutos carnosos sufren decaimiento, senescencia y abscisión. En muchos frutos secos se produce la dehiscencia o apertura del fruto que permite la caída de las semillas y su dispersión. En esta categoría los estudiantes reconocen: caída de frutos (Figura 7.9), decaimiento y senescencia (Figura 7.10), dehiscencia y dispersión (Figura 7.11).

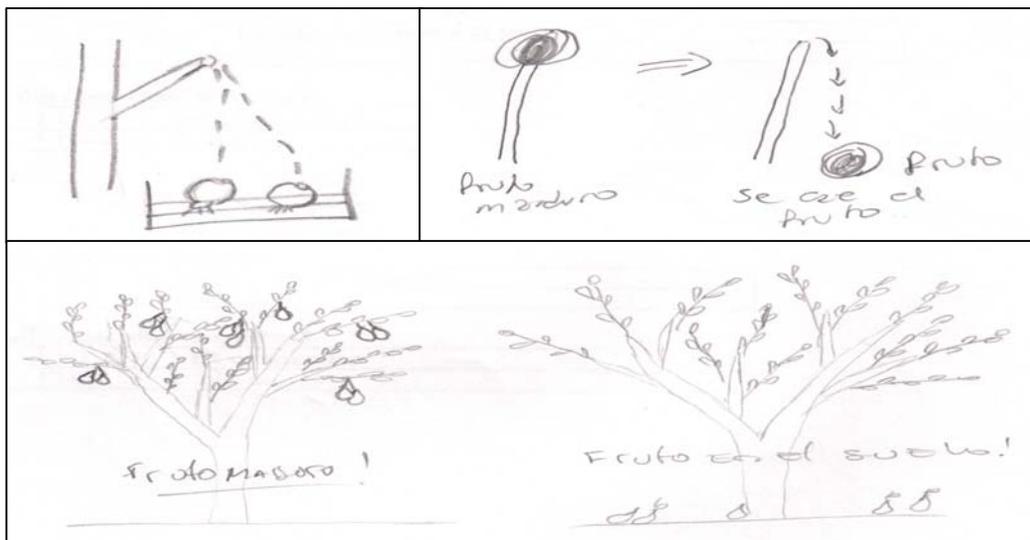


Figura 7.9. Caída de frutos (en la primera imagen se representa la cosecha mediante un cajón de manzanas en la que caen los frutos.)

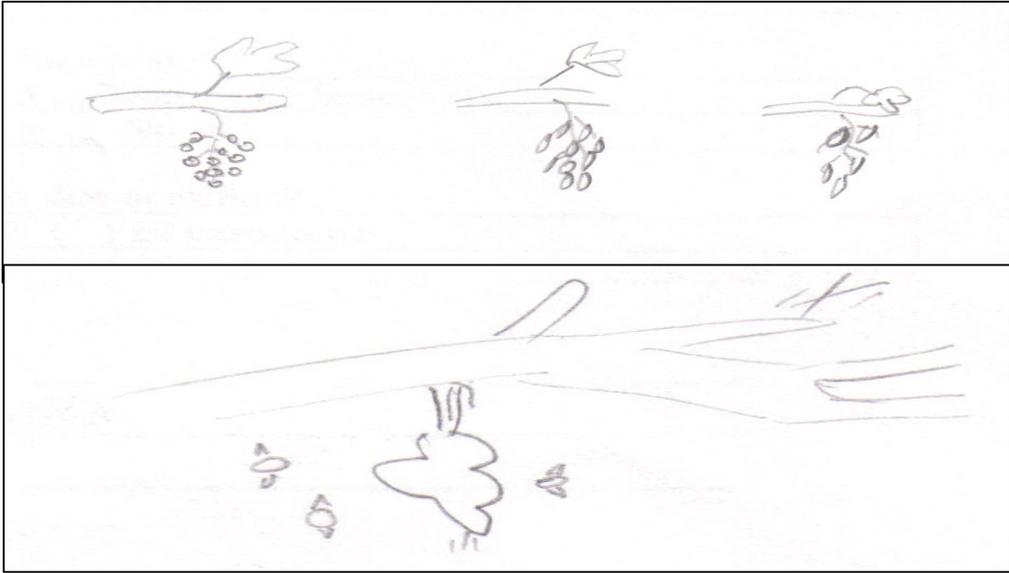


Figura 7.10. Decaimiento-senescencia (en la segunda imagen se observan procesos de putrefacción con la atracción de moscas.)

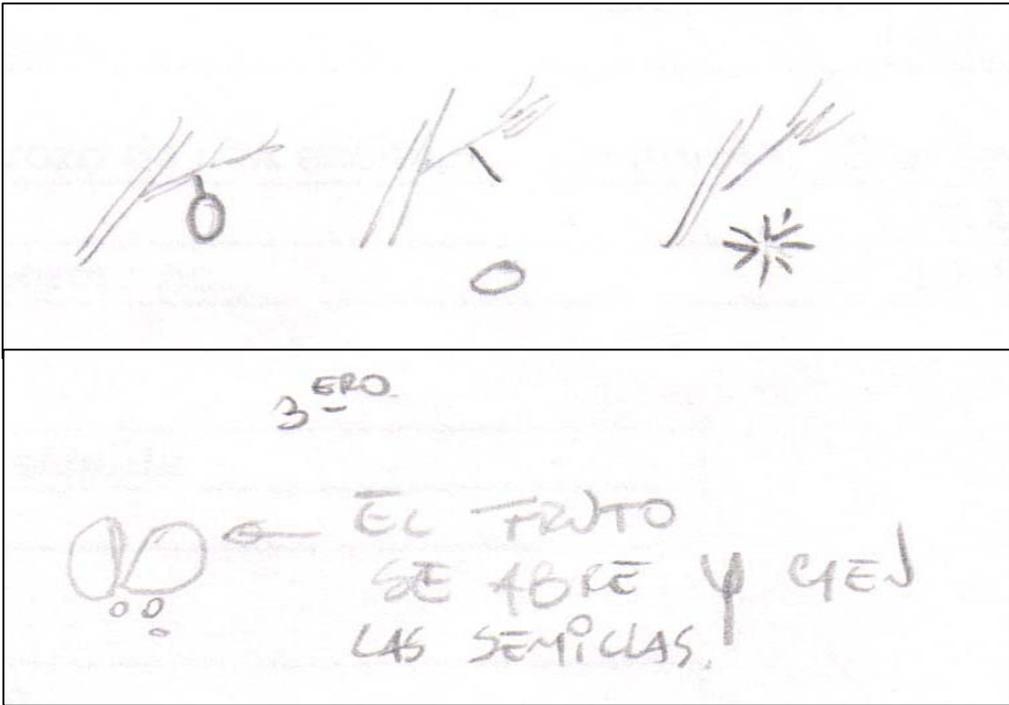


Figura 7.11. Dehiscencia y dispersión de semillas

VII.3. Modelos de formación del fruto

Se pueden determinar tres modelos mentales sobre la formación del fruto.

VII.3.a. Modelo con fecundación: el fruto es producto de la fecundación.

Es el modelo más completo. Incluye procesos que corresponden a las etapas de *floración y de crecimiento, y desarrollo del fruto*. En algunos casos también se observan procesos de la etapa de senescencia. Lo distintivo es que explican la formación del fruto, mencionando la fecundación o al menos la intervención de agentes polinizadores.

VII.3.b. Modelo discontinuo: de una flor aparece un fruto.

Incluyen etapas de floración y crecimiento, y desarrollo pero no se describe la fecundación. En algunos casos se pueden observar procesos de transformación de la flor como caída de pétalos o cuaje del fruto pero no se menciona la fecundación como causa de ellos. En otros casos el fruto sólo *aparece* en el sitio donde antes había una flor. No hay una secuencia gradual de cambios, hay discontinuidad.

VII.3.c. Modelo espontaneísta: el fruto “nace” como fruto.

El fruto surge de un tallo como un órgano más, como una hoja o una flor. Nace como fruto, sin vinculación con las flores. No se menciona la floración. En el Gráfico 7.2 se observa la distribución de estos modelos.

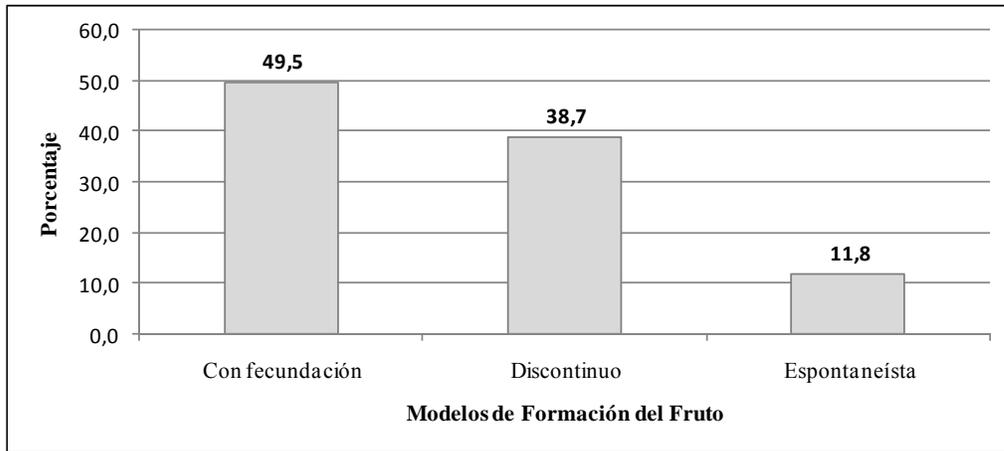


Grafico 7.2. Modelos de formación del fruto

Si bien el modelo 1 es el más completo, al no haber referencias a la doble fecundación o a procesos de nivel microscópico no se puede considerar equivalente al modelo científico. Las figuras 7.12; 7.13 y 7.14 ilustran los respectivos modelos.

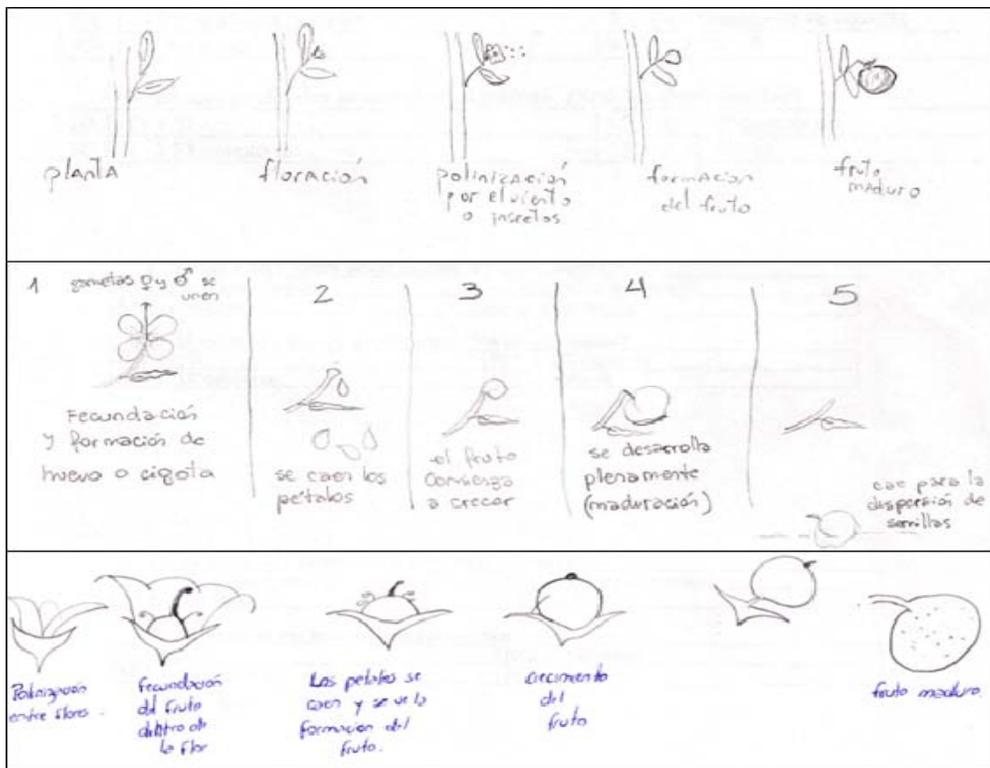


Figura 7.12. Modelo con fecundación

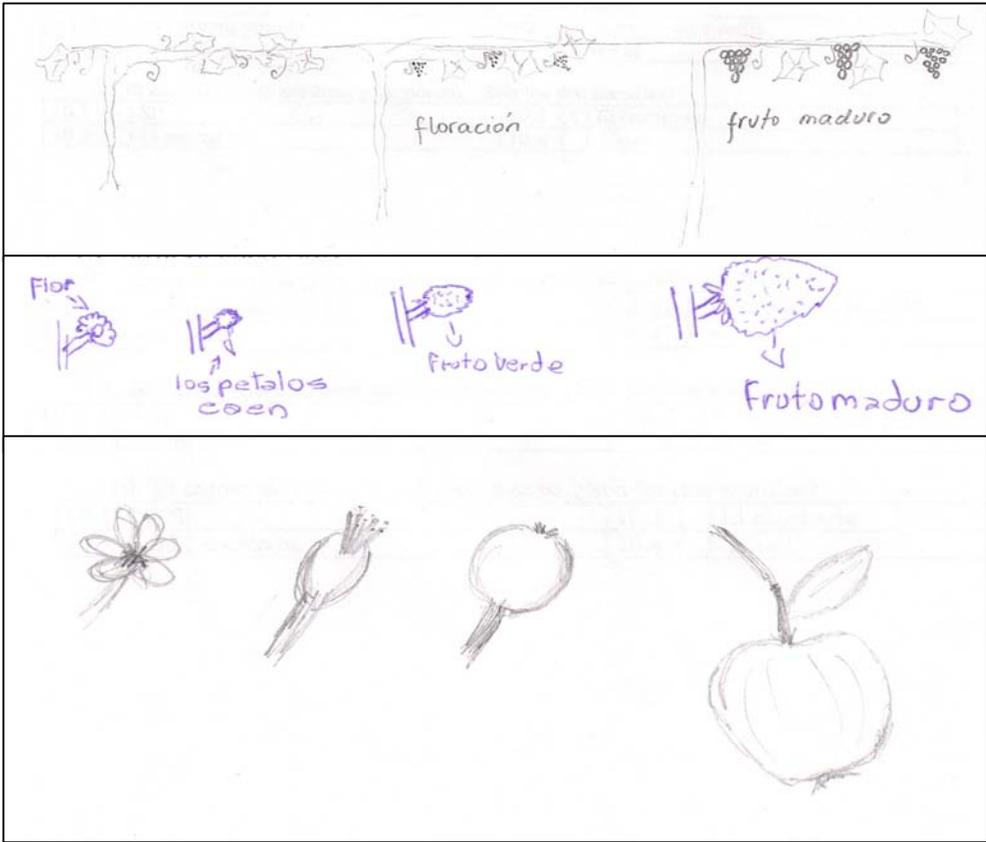


Figura 7.13. Modelo discontinuo

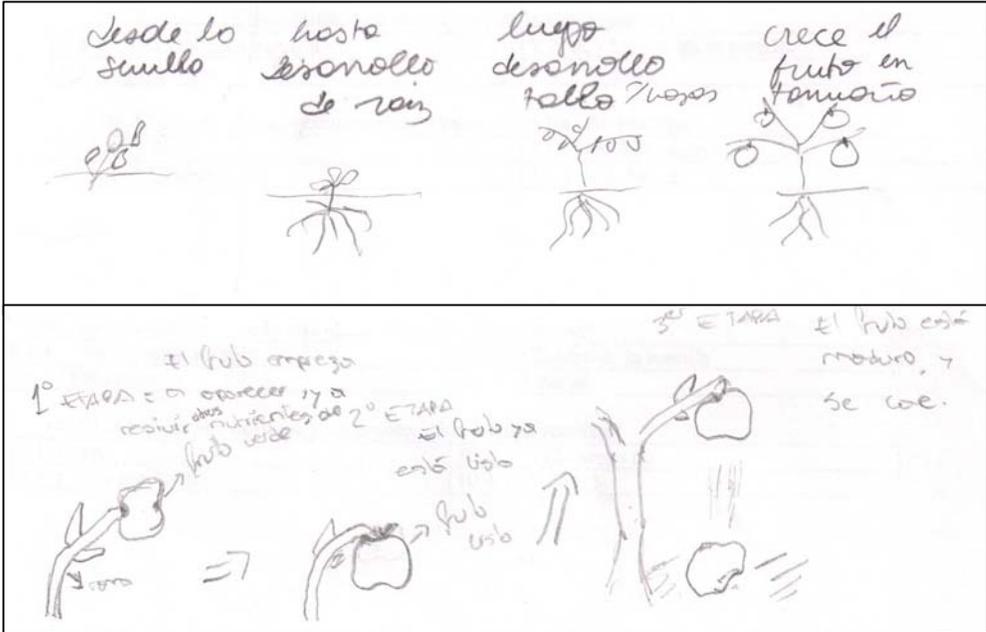


Figura 7.14. Modelo espontaneísta

VII.3.d. Modelos raros

Existen algunas respuestas que resulta interesante analizar ya que contienen ideas alternativas acerca de los procesos que llevan a la formación del fruto. No son omisiones del tipo de las que caracterizan al modelo discontinuo sino errores conceptuales. Se describen a continuación.

Modelo de la analogía celular

En la primera imagen de la Figura 7.15, se observa el dibujo de un fruto que contiene un *núcleo* y dentro de él dos semillas. Del dibujo se interpreta una analogía entre el fruto y una célula, en cuyo núcleo se encuentran las semillas. Se entiende al fruto como óvulo fecundado, en otra expresión de la teoría implícita antropocéntrica.

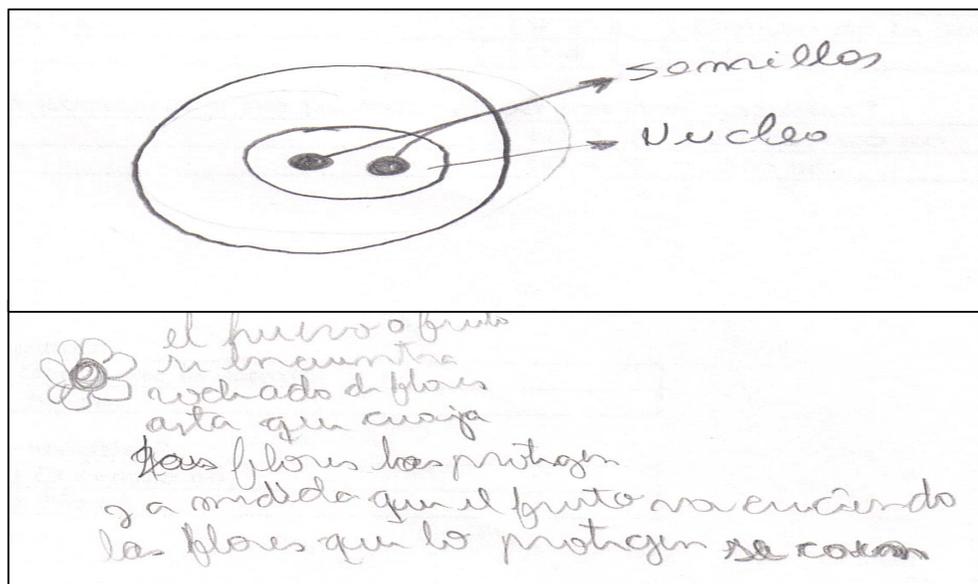


Figura 7.15. Modelo de la analogía celular

En el segundo caso de la Figura 7.15, se muestra una respuesta que refiere al fruto como sinónimo de huevo. Se lee: “Se junta el polen con el ovario y se forma el huevo o cigota. El huevo o fruto se encuentra rodeado de flores hasta que cuaja. Las flores lo protegen y a medida que el fruto va creciendo las flores que lo protegen se caen”. Aquí se confunden los términos de pétalos y flores.

Modelo Semilla-Flor-Fruto

En este modelo se ha alterado el orden y aparece primero la semilla, brotando del tallo o de una yema del tallo, y posteriormente se forman la flor y el fruto (Figura 7.16).

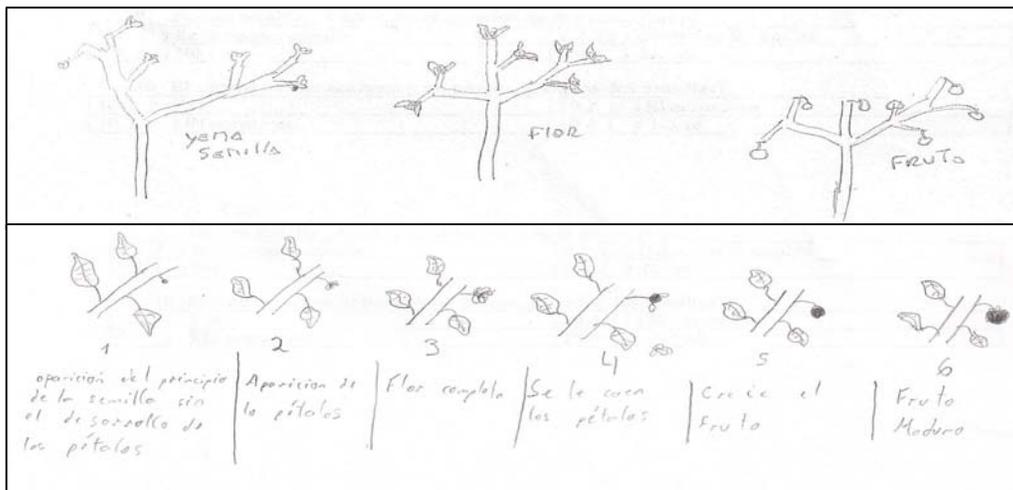


Figura 7.16. Modelo semilla-flor-fruto

Modelo Semilla-Fruto-Semilla

En la Figura 7.17, se observan dos casos que corresponden a este modelo. En el primero se forma un *huevo o cigota* como resultado de la fecundación. Esta estructura,

una vez desarrollada, se convierte en una semilla que origina al fruto. Y el fruto maduro va formando en su interior *más semillas*. Según este modelo habría dos generaciones de semillas, las que se forman de la flor y las que se forman del fruto.

En el segundo caso, otro estudiante que presenta este mismo modelo expresa: “la unión del óvulo y el polen dan origen a la semilla, luego gracias a las acumulaciones de nutrientes que posee la planta ... se desarrolla el fruto”. En su dibujo se observa que luego el fruto maduro vuelve a presentar varias semillas.

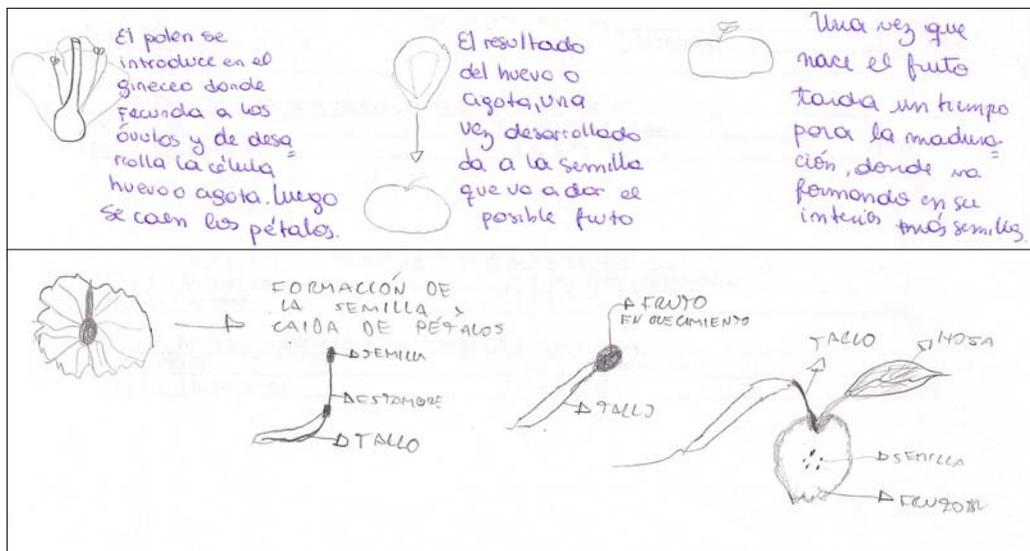


Figura 7.17. Modelo semilla-fruto-semilla

Modelo de cierre de las flores

Un alumno expresa “El fruto es la unión de dos tipos de polen que luego al cerrarse la flor fecundada forma una cápsula que será el fruto” En la Figura 7.18 se observa el dibujo que acompaña esta explicación.

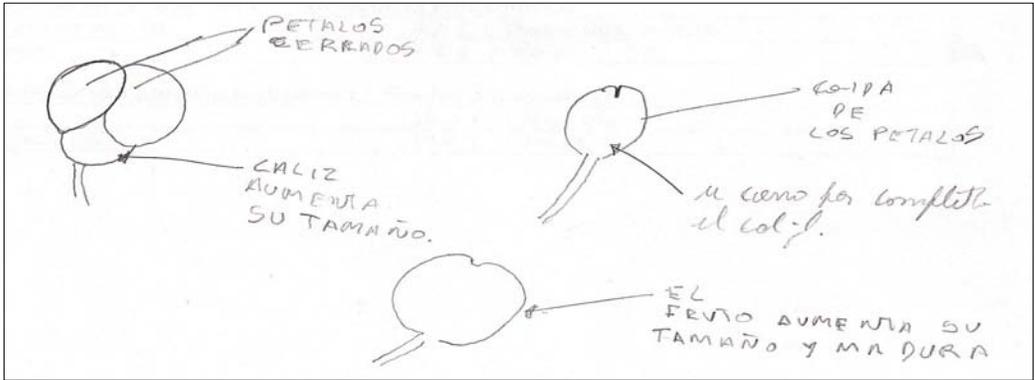


Figura 7.18. Modelo de cierre de la flor

CAPÍTULO VIII

REPRESENTACIONES DE CÉLULA Y TEJIDOS VEGETALES

VIII.1. Presentación

Los conceptos de célula y tejido son fundamentales para aquel que se inicia en el estudio de la Botánica porque constituyen la base para la comprensión de la anatomía de los órganos vegetales y de su fisiología.

La estructura celular de los seres vivos es uno de los principios unificadores de la Biología. Caballer y Giménez (1992) señalan que este concepto es difícil de entender ya que no se deriva de la evidencia o la observación cotidiana. Consideran que no se produce aprendizaje significativo del concepto de célula como unidad de vida a lo largo de la escolaridad obligatoria ya que no se comprenden los procesos fisiológicos que involucra. Una idea que opera como obstáculo es la concepción de que las células son piezas (ladrillos) del edificio físico de los seres vivos pero no unidades implicadas en los procesos biológicos.

La organización tisular en los organismos pluricelulares es otro concepto nodal ya que implica comprender el salto cualitativo que existe al pasar de un nivel de organización a otro, distinguir las propiedades emergentes que surgen cuando un conjunto de estructuras (células) iguales o diferentes pero generalmente con un origen común, se disponen juntas, se comunican y desempeñan funciones en forma conjunta.

La experiencia de trabajo con ingresantes indica que existe gran heterogeneidad en los conocimientos que expresan respecto a estos temas, presumiblemente debido a la diversidad de estudios secundarios que han cursado y a la orientación de su título que podría relacionarse con haber realizado o no prácticas de laboratorio.

En este capítulo se presenta un relevamiento de los conocimientos sobre célula y tejidos, se caracterizan modelos y se analiza su relación con los estudios del nivel medio y con el rendimiento académico que presentan luego de cursar la materia.

Para estudiar la imagen mental de célula y tejidos y describir posibles modelos se propuso a los ingresantes dibujar una célula, indicar todas sus estructuras y enumerar las características de una célula vegetal. Se solicitó, además, representar gráficamente lo que esperarían ver al microscopio si observaran epidermis de hojas con diferentes aumentos (Anexo 8). El test, análogo al diseñado por Díaz de Bustamante (1999), ha sido probado como método para conseguir una buena aproximación de las imágenes mentales visuales en el tema. Se aplicó a los alumnos asistentes a la clase teórica previa al inicio de la presentación de los temas de anatomía, aproximadamente en la mitad del cursado de la materia (N= 67).

En el análisis de los datos se caracterizaron diferentes modelos de célula, dependiendo del número de componentes celulares mencionados. Se analizó la pertinencia del lenguaje utilizado. También se categorizaron los modelos de tejidos, considerando el aspecto general del dibujo (tisular o células aisladas) y la morfología de las células representadas (marañas, muro, redondas, hexagonales), siguiendo el estudio de Díaz de Bustamante (1999).

VIII.2. Tipo de célula dibujada

El primer análisis que surge de los dibujos es identificar representaciones de tipos celulares diferentes (Figura 8.1).

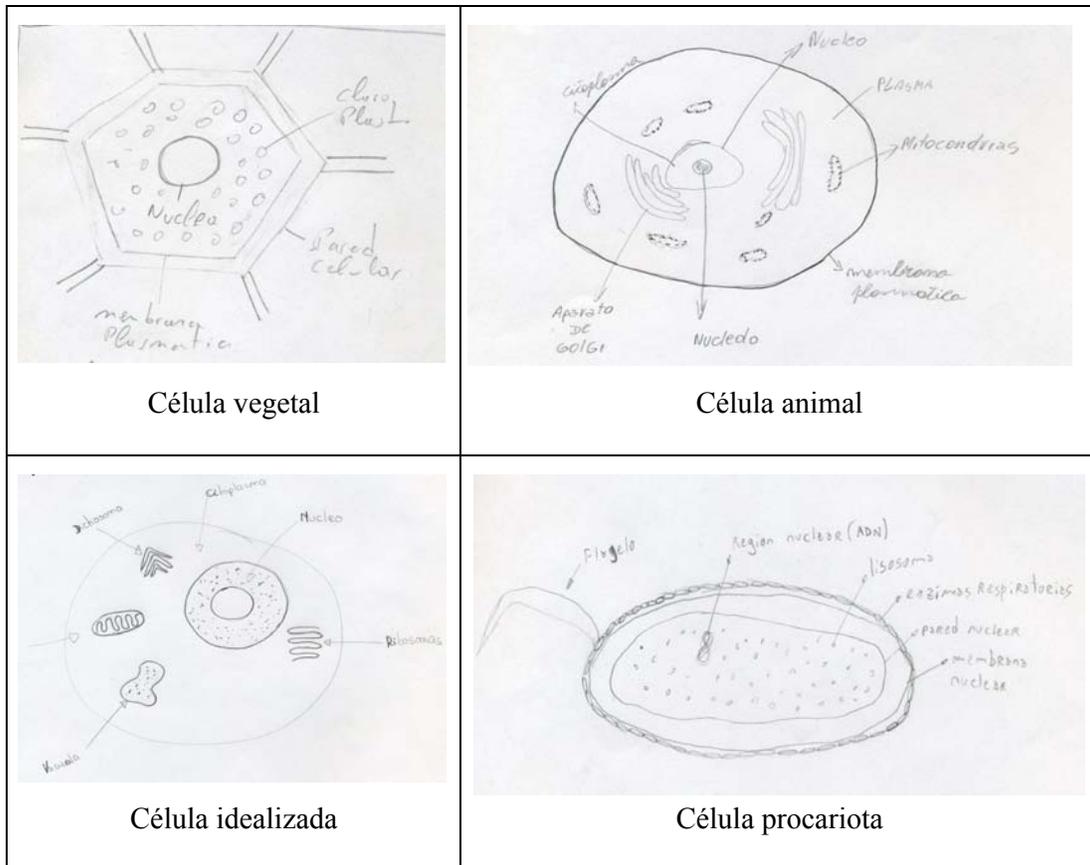


Figura 8. 1. Tipo celular

El tipo más común representado correspondió a la célula vegetal (41%) caracterizada por su forma poliédrica, por poseer pared celular rígida o por incluir cloroplastos. El siguiente tipo corresponde a la célula idealizada (37%) en la que se encuentran características tanto de células animales como vegetales o que se representa una sola organela de cada tipo, como habitualmente se observa también en dibujos de libro de texto de enseñanza media. Las células animales constituyeron un bajo porcentaje de dibujos (19%) y se reconocen por su forma irregular, ausencia de pared y cloroplastos. Las células procariotas fueron escasamente representadas (3%), y se distinguen por la ausencia de núcleo y organelas de membrana y la existencia de estructuras como flagelos, ADN circular y desnudo o enzimas respiratorias adosadas a la membrana.

VIII.3. Forma general de la célula dibujada

Todos los estudiantes realizaron un dibujo en dos dimensiones (2D), sin representar la célula en volumen. Díaz de Bustamente (1999) señala que la gran mayoría de los estudiantes dibuja lo que puede describirse como una proyección polar o una sección transversal de una célula y que son escasos los estudiantes que optan por representaciones tridimensionales (3D) aunque éstas son las más frecuentes en los libros de texto actualizados.

Si se clasifican según la forma general que presentan los dibujos (Figura 8.2) se obtiene que la más frecuente es la célula circular (52%), que correspondería a una célula animal o bien a una imagen de célula idealizada. Los dibujos de células pentagonales (22%), rectangulares (9%) y cuadradas (9%) se aproximarían más a la imagen de célula vegetal, de paredes celulares rígidas. Un 5% corresponde a células de forma oval.

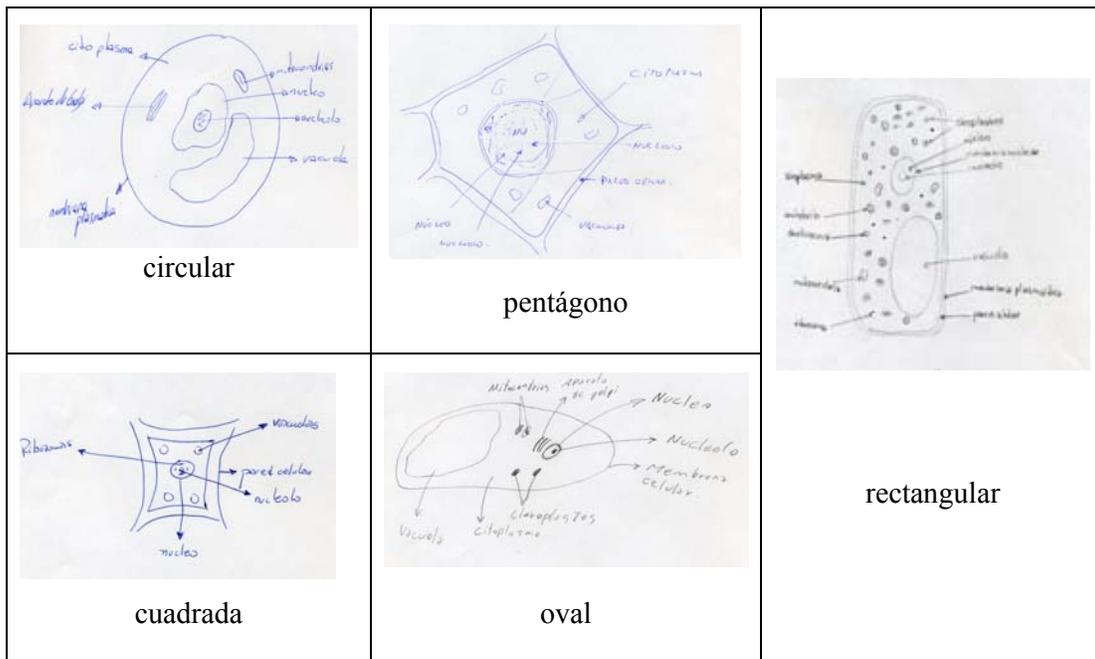


Figura 8. 2. Forma de las células

VIII.4. Componentes celulares

El estudio de los componentes celulares dibujados y designados por los estudiantes se analizó siguiendo dos criterios:

- Riqueza: La cantidad total de organelas y estructuras representadas y rotuladas
- Disposición: Pertenencia de los componentes a una de tres regiones fundamentales de la célula (Pared celular/Membrana – Contenido celular citoplasmático – Región nuclear)

La riqueza media registrada es de 5,2 elementos con una desviación típica de 2,5 (mín:1; máx:11). En cuanto a la disposición de los componentes mencionados resulta que 88% de los alumnos designa al menos un elemento correspondiente a la Pared celular/Membrana, 85% al menos un elemento intracitoplasmático y 92% al menos un elemento de la región nuclear.

Estos resultados indicarían que los estudiantes no distinguen muchos componentes celulares y que no están pensando en la diversidad de estructuras que sería necesaria para lograr que la célula cumpla con sus funciones metabólicas mínimas. Sin embargo, hay un alto grado de conocimiento acerca de las tres regiones estructurales básicas que la componen. Puede decirse que el conocimiento es superficial: se distinguen las regiones pero no la ultraestructura que permite el funcionamiento de la célula.

VIII.5. Modelos de célula

Tomando en cuenta la presencia/ausencia de componentes celulares de las tres regiones expuestas en el punto anterior, se clasificaron las producciones de los estudiantes de la siguiente manera:

- Modelo completo de célula: incluye al menos un componente de cada una de las tres regiones en su dibujo,
- Modelo incompleto: nombra al menos un componente de una o dos regiones.

El 78 % de los estudiantes expresa un modelo completo. El 22 % un modelo incompleto, siendo el más frecuente el constituido por núcleo y contenido intracitoplasmático.

Se analizó la posible relación entre el título secundario: bachiller – comercial – técnico y el modelo de célula representado: completo – incompleto, mediante un test χ^2 . La hipótesis de independencia entre las variables consideradas es aceptada (χ^2 observado= 1,2712, g.l.= 2, p = 0,53) por lo que no existe relación estadísticamente significativa entre ellas. Lo mismo se concluye para la variable orientación del título: bio-agro – no bio-agro (χ^2 observado = 0,0551, g.l.= 1, p = 0,81).

VIII.6. Tipos de lenguaje

Se consideró el léxico utilizado al designar los componentes celulares de cada una de las tres regiones. Para ello se clasificaron los términos en: vocabulario disciplinar

(correspondiente a la citología), vocabulario científico pero que no corresponde al concepto que se quiere nombrar y vocabulario no disciplinar o vulgar (Tabla 8.1).

En total se registraron 334 términos. Más de la mitad corresponden a la región del citoplasma y organelas (52%) y siguen en orden de menciones la región nuclear (28%) y la región de delimitación con el medio externo (20%).

Tabla 8. 1. Tipos de lenguaje

Lenguaje utilizado	Pared/membrana (n = 66)	Citoplasma/organelas (n=174)	Región nuclear (n= 94)
Lenguaje disciplinar	90,9%	95,9%	97,8%
Lenguaje científico pero no correspondiente al concepto	9,1%	4,1%	1,1%
Lenguaje no disciplinar	0%	0%	1,1%

Las palabras más utilizadas para designar la delimitación de la célula con el medio exterior fueron: Pared celular (56%) y Membrana plasmática/celular (35%). Los términos más frecuentes de la región citoplasma/organelas resultaron: Citoplasma (46%); Vacuola; (49%); Mitocondrias (43%); Aparato de Golgi (43%); Ribosomas (23%); Retículo endoplasmático (20%); Plastidios o plastos (12%); Protoplasma (6%); Organelas (6%); Dictiosoma (5%); Lisosoma (3%). Y el léxico para designar la Región Nuclear fue: Núcleo/región nuclear (89%); Nucleolo (34%); ADN/Ácido nucleico (14%); Membrana nuclear (5%).

En general se observa un correcto dominio del vocabulario científico utilizado en citología lo que indicaría buenos conocimientos básicos adquiridos en la escuela. El uso apropiado del lenguaje contrasta con los bajos índices de riqueza del léxico y de los dibujos. Los alumnos han adquirido algunos rótulos que pueden mencionar al evocar el

concepto de la célula pero aún no han integrado la imagen de célula como sistema complejo compuesto de múltiples estructuras interrelacionadas.

VIII.7. Características de la célula vegetal

De los 67 estudiantes que realizaron este test; 55 respondieron la cuestión planteada acerca de las características distintivas de la célula vegetal (82%). La mayoría nombró más de una característica. Por ejemplo: fotosíntesis y pared celular.

Las características que determinan que una célula pueda considerarse célula vegetal para el grupo de estudiantes fueron categorizadas de la siguiente manera:

- *Fotosíntesis*: incluye la presencia de los términos cloroplastos, clorofila, pigmentos de color, capacidad fotosintética (63% de los estudiantes)
- *Pared celular* (53%)
- *Organelas no relacionadas a la fotosíntesis*: vacuola, distintos orgánulos, ausencia de centriolo (25%)
- *Respuestas no específicas/generalidades*: función, estructuras, forma, complejidad, división celular (44%)
- *Estructuras no correspondientes al nivel de organización celular*: tejidos vasculares, savia (7%)

En general, las respuestas se referían a estructuras concretas aunque en algunos casos se expresaban con términos muy generales. Son llamativas las que incluyen estructuras que no corresponden al nivel de organización celular, ya que refieren componentes macroscópicos propios de las plantas pero que no se distinguen a nivel de célula.

VIII.8. Aspecto general de los tejidos

Se estudió si existe en los estudiantes una representación o imagen mental de la organización tisular, es decir si está presente la idea de tejido como conjunto de células que pueden ser iguales o diferentes pero que se encuentran contiguas y cumpliendo con una serie de funciones específicas. Se consideró que los tejidos dibujados mantienen un aspecto tisular cuando se observa continuidad en el dibujo, paredes celulares adyacentes; en cambio no mantienen ese aspecto los dibujos que corresponden a células aisladas (ver Figura 8.3). Se observa que el 92% de los dibujos tiene aspecto tisular, mientras que un 8% son células aisladas (N = 48, alumnos que dibujaron 1 o 2 tejidos). Estas respuestas indicarían que hay reconocimiento de la diferencia entre células y tejidos.

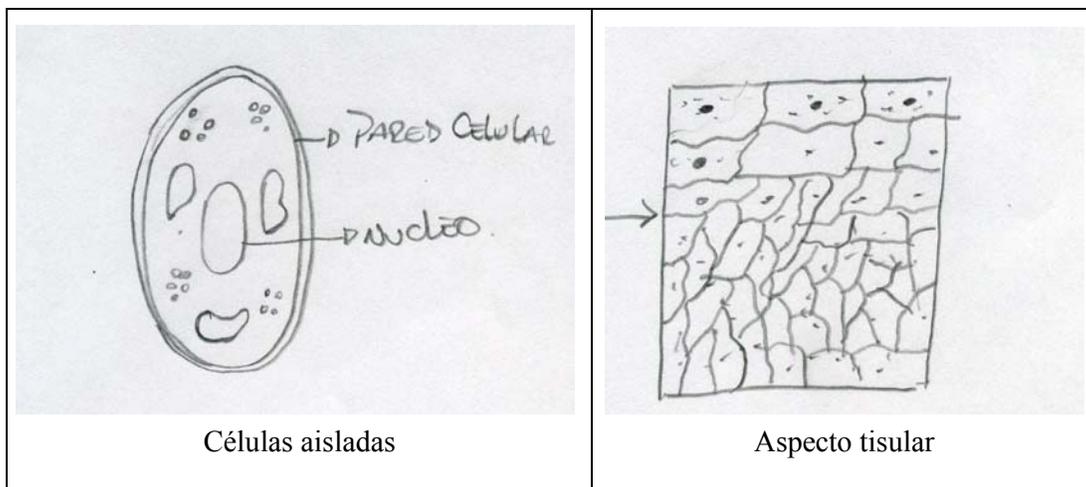


Figura 8. 3. Aspecto general del tejido

Se analizó, mediante un test χ^2 , la posible relación entre el tipo de título secundario: bachiller – comercial – técnico y el aspecto general de los tejidos representados: tisular – células aisladas (χ^2 observado = 0,1565, g.l.= 1, p = 0,69) . Se

estudió también la variable orientación del título: bio-agro – no bio-agro (χ^2 observado = 2,7610, g.l.= 2, p = 0,25). La hipótesis de independencia entre las variables consideradas es aceptada en ambos casos, por lo que no existe relación estadísticamente significativa.

VIII.9. Modelos de tejido

Los dibujos de los estudiantes se analizaron siguiendo las categorías de Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre (1996) y Díaz de Bustamante (1999). Estos autores describen cuatro modelos de tejido epidérmico de cebolla en las anticipaciones que hacen los estudiantes sobre lo que esperan ver en la práctica de microscopía:

- *Marañas*: conjuntos indescifrables de rayas y puntos o representaciones macroscópicas, por ejemplo de los “aros” de cebolla.
- *Muro*: retículo muy regular de rectángulos o cuadrados que le confiere el aspecto de pared de ladrillos.
- *Redondeadas*: conjunto de células de formas curvas, circulares o elípticas.
- *Hexagonales*: células hexagonales alargadas o mezcladas con otros poliedros cuyas formas no son ni rectangulares ni cuadradas.

Estos modelos se observan en la Figura 8.4.

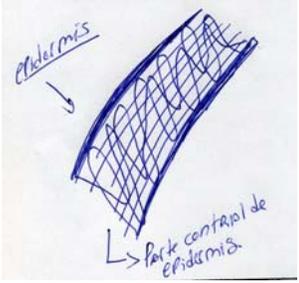
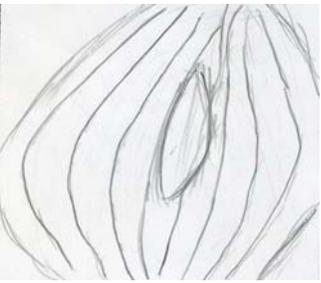
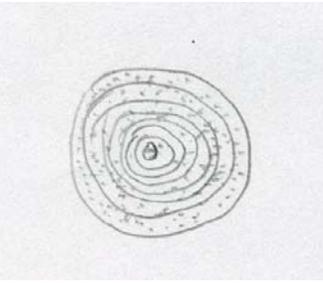
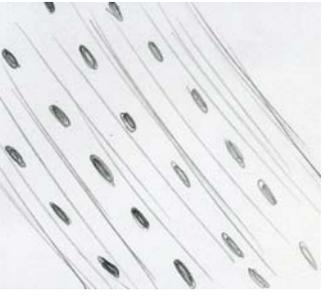
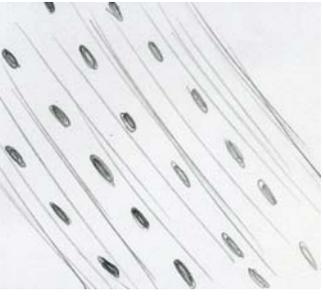
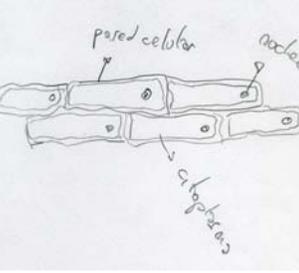
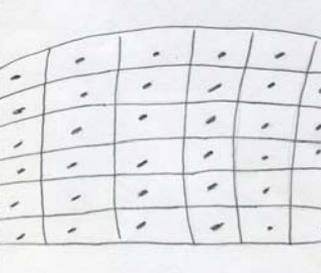
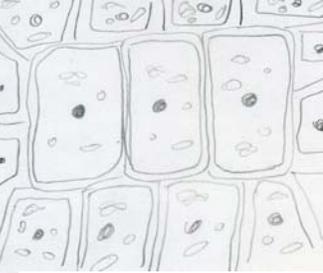
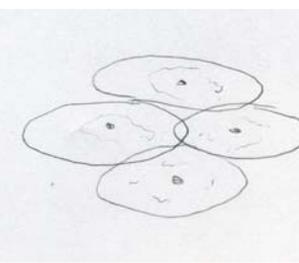
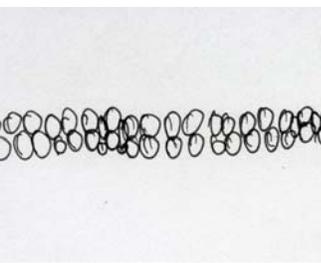
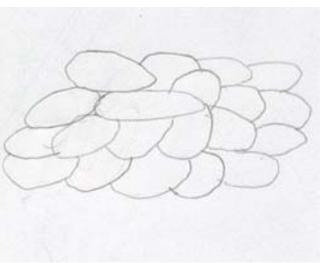
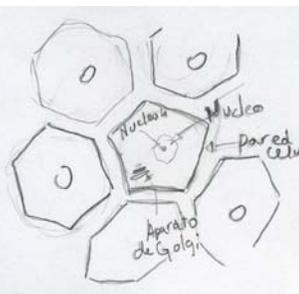
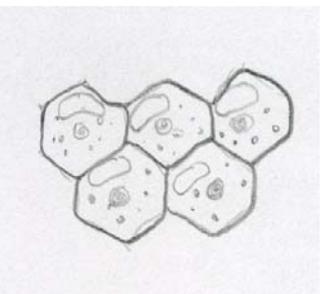
<p>Marañas cebolla</p>			
<p>Marañas hoja</p>			
<p>Muro</p>			
<p>Redondeadas</p>			
<p>Hexagonales</p>			

Figura 8. 4. Modelos de tejidos

Las representaciones más frecuentes para ambos tejidos (cebolla y hoja) corresponden al modelo de muro, con más del 40% de los dibujos, seguidas por las de células redondeadas. El modelo de marañas está escasamente representado (5%). Estos resultados contrastan con los de los autores españoles que registran tanto en alumnos de escuela secundaria como de universidad un 40% de representaciones tipo maraña. Esto indicaría que los conocimientos acerca de la constitución de un tejido en nuestro medio son más sólidos ya que de las cuatro categorías establecidas sólo podríamos considerar que es incorrecta la representación constituida por marañas.

En el Gráfico 8.1 se observan las frecuencias de representación de estos tejidos.

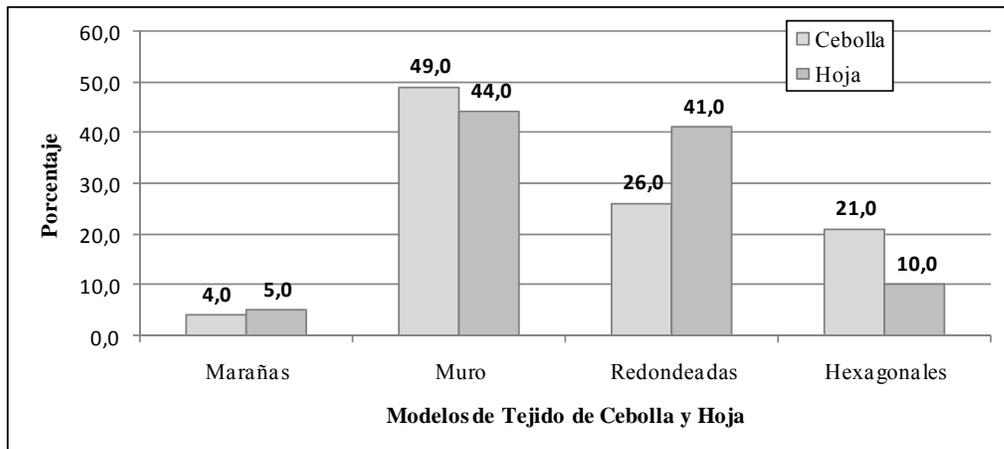


Gráfico 8. 1. Distribución de frecuencias de los modelos de tejidos

Si bien hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos distribuciones de frecuencias (cebolla y hoja), se observa la tendencia a representar ambas epidermis con el mismo tipo de modelo.

El 32 % de los estudiantes establece diferencias entre ambos tejidos epidérmicos en aspectos como la forma y tamaño de las células o la presencia de estomas, de cloroplastos y de otros componentes intracitoplasmáticos (Gráfico 8.2).

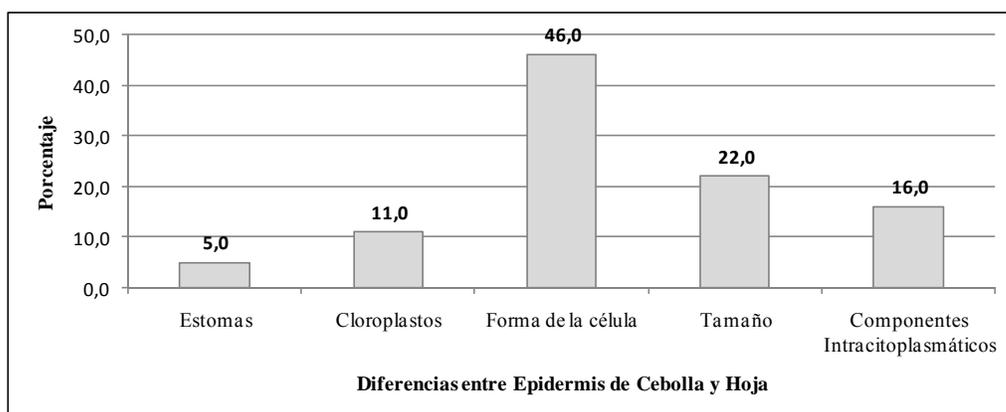


Gráfico 8. 2. Diferencias entre epidermis de cebolla y hoja

Se observa que las diferencias en forma y tamaño son las que predominan y es llamativa la baja representación que tienen los estomas. Su presencia es notada solamente por dos alumnos. Algunos estudiantes señalan más de una diferencia, por ejemplo forma y tamaño o forma, tamaño, cloroplastos y componentes intracitoplasmáticos.

En general, se percibe desconocimiento acerca de que el tejido epidérmico de la hoja presenta mayor complejidad por la presencia de estomas, pelos, aguijones y otras estructuras. La diferencia entre ambas epidermis radica en el mayor número de tipos celulares que puede observarse y también en la posibilidad de observación de cloroplastos en las células oclusivas del aparato estomático. Pero estas diferencias no han sido representadas por la mayoría de los estudiantes.

Se analizó, mediante un test χ^2 , la posible relación entre el tipo de título secundario: bachiller – comercial – técnico y el modelo de los tejidos representados, no encontrándose relación estadísticamente significativa (χ^2 observado = 4,8241, g.l.= 6, p = 0,56) . Tampoco se encontró relación con la variable orientación del título: bio-agro – no bio-agro (χ^2 observado = 0,9496, g.l.= 3, p = 0,81)

VIII.10. Diferencias entre aumentos

La característica diferencial reconocida por casi todos los estudiantes cuando representan los tejidos a diferentes aumentos (40X y 400X), se relaciona con el tamaño. El 88% espera ver las células más grandes cuando observa con el aumento mayor. La mitad de los estudiantes también espera observar estructuras con mayor nivel de detalle. Llama la atención que algunos estudiantes representan un cambio en la forma de las células del tejido.

VIII.11. Las prácticas de laboratorio de microscopía en la escuela media

La experiencia de trabajos prácticos con uso del microscopio de estos estudiantes resultó baja (27%). Este hecho tiene importancia al momento de planificar las clases prácticas en la Universidad que demandan el uso de lupas y microscopios, instrumental con el que la mayoría de los alumnos no se encuentra familiarizado.

Se aplicó χ^2 para estudiar la posible relación entre la orientación del título secundario: bio-agro - no bio-agro y la experiencia de haber realizado prácticas de observaciones al microscopio durante la escuela media. Se observa que existe relación estadísticamente significativa (χ^2 observado = 11.98, g.l. = 1, p = 0,00054) entre las variables. Es decir, que la realización de estas prácticas de laboratorio está más difundida en las escuelas con la orientación. En cambio, no se encuentra relación con el tipo de título secundario: bachiller – comercial – técnico (χ^2 observado = 2,8296, g.l.= 2, p = 0,55) .

VIII.12. El rendimiento académico y los modelos expresados

Finalmente interesa analizar posibles relaciones entre las distintas variables de respuesta a este test (Tabla 8.2) y el rendimiento académico que presentaron los estudiantes durante la cursada (aprobada, desaprobada o libre). Se llevó a cabo un estudio de correspondencias múltiples (Gráfico 8.3).

Tabla 8.2. Variables y categorías para análisis de correspondencia múltiple

Variables	Categorías
Modelo de célula	1: Completo 2: Incompleto
Tipo de célula	1: Vegetal 2: Idealizada 3: Animal 4: Procariota
Características de célula vegetal	1: Fotosíntesis, pared celular 2: Generalidades, N/R
Aspecto general del tejido	1: Tisular 2: Células aisladas
Modelo de tejido	1: Muro 2: Células redondeadas 3: Células hexagonales 4: Marañas
Resultados académicos obtenidos en el cursado de cebolla	1: Aprobó 2: Desaprobó 3: Abandonó /alumno libre.

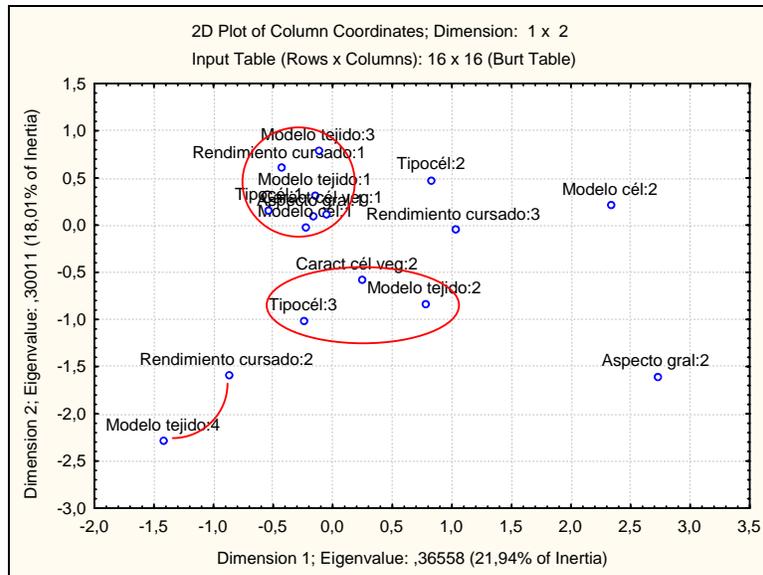


Gráfico 8. 3. Relación entre modelos de célula y tejidos vegetales y el rendimiento académico

Se observa un grupo marcado con un círculo que agrupa las categorías de: alumnos aprobados, modelo de célula completo, aspecto del tejido: tisular, modelos de tejido: células hexagonales y muro, tipo de célula representada: vegetal, características de la célula vegetal: fotosíntesis y pared celular. De esta agrupación se infiere que los estudiantes que tienen los modelos más completos y más acordes al conocimiento científico al ingresar, presentan un rendimiento académico alto, aprueban la cursada y están en condiciones de rendir el final. Por otra parte el óvalo del gráfico reúne a los estudiantes que representan célula animal, modelo de tejido de células redondeadas y características de la célula vegetales generales o sin respuesta. Es coherente que aquellos que dibujan una célula animal, dibujen tejidos de células redondeadas y no reconozcan con claridad las características que distinguen a la célula vegetal. También se observa que la categoría modelo de tejido maraña se encuentra muy alejada de todo el resto pero más relacionada a la categoría de cursado desaprobado que a las demás.

Resultados

Parte III:

**LAS HABILIDADES COGNITIVO-
LINGÜÍSTICAS**

CAPÍTULO IX

LAS DEFINICIONES

IX.1. Presentación

La *Definición* es una de las Habilidades Cognitivo Lingüísticas (Jorba *et al.*, 2000) más requeridas en la evaluación de conocimientos de las ciencias básicas. La definición se solicita al estudiante mediante preguntas del tipo: *¿Qué es?*; *¿Qué significa?*; *¿A qué se denomina?* y busca la producción de un texto breve y preciso que indique las características esenciales que delimitan un concepto.

Esta habilidad consiste en construir frases en función de explicar términos desconocidos con la ayuda de otros conocidos, expresando las características necesarias y suficientes para que el concepto no se pueda confundir con otro (Jorba *et al.*, 2000).

Raviolo (2008a) indica que la definición es una explicación del significado de un término con el fin de eliminar la vaguedad y la ambigüedad de las palabras. En el discurso científico se usa para hacer una caracterización teóricamente adecuada de un término. Las definiciones pueden ser: de categorización (relaciona el término teórico con un concepto, por ej. “átomo es una partícula...”), descriptiva (da las características del objeto definido) y funcional (indica la función del objeto). En los tres casos la primera información que tiene que aparecer en la definición es la referida a la clase en que se incluye el término definido (Caldart y Crovato, 2007).

En las ciencias naturales se utiliza habitualmente la *definición nominal* que, según la tradición aristotélica, es la fórmula que da a conocer lo que es un objeto, su

esencia o su quiddidad y se compone del *género próximo* y de la *diferencia específica* (Moreau, 1993).

Las definiciones surgen, entonces, de un proceso de clasificación en el que existe un orden jerárquico y de un concepto de mayor generalidad se derivan otros más específicos. La clase de un concepto (o su género, según la metáfora biológica) se deriva de su concepto de orden superior.

Para Aristóteles las definiciones son propias de cada dominio de investigación, no preexisten en todo sujeto conocedor, sino que tienen que ser enseñadas a quien desee aprender una ciencia determinada (Moreau, 1993).

Las clasificaciones y las definiciones forman parte esencial del discurso científico y se esperaría coherencia entre las definiciones que aparecen en libros de texto, en el discurso del docente en el aula y en las producciones escritas de los estudiantes.

Los libros de texto deberían presentar con claridad el modelo de definición a seguir para contribuir al desarrollo de la habilidad en el estudiante. Sin embargo, investigaciones actuales en nuestro medio indican, por ejemplo, que los textos disponibles para la educación secundaria, e incluso para el nivel universitario, en el área de la química, tienen graves falencias en la presentación de las definiciones de términos científicos. Algunos conceptos básicos no se encuentran definidos y la diversidad de afirmaciones que se encuentra, en el conjunto de textos, es alarmante. Es difícil hallar definiciones iguales, o semejanzas en los aspectos que se tienen en cuenta del objeto definido. No hay coincidencias en las clases en que se incluyen los términos definidos, es decir en las primeras partes de las definiciones. Se observa una excesiva cantidad de diferentes clases donde se incluyen los términos definidos (Raviolo, 2008b).

El objetivo de este capítulo es poner en evidencia los modos de definir más utilizados en las clases de botánica. Se analizan las definiciones que aparecen en los apuntes de cátedra y en algunos de los textos más consultados en la materia y se comparan con las definiciones que ofrecen los estudiantes. Se estudia si estas últimas constituyen definiciones de tipo nominal. Para ello se eligieron dos términos botánicos: *flor* y *fruto* y se estudian las respuestas escritas elaboradas por los estudiantes a partir de las siguientes preguntas que se les presentaron:

- ¿Cómo explicarías qué es una flor?
- ¿Cómo explicarías qué es un fruto?

El test se realizó con los alumnos asistentes a la clase teórica previa al inicio de la presentación de los temas sobre los que se cuestiona (N=123). Finalmente se realizó un análisis de similitud entre las definiciones de flor y las de fruto, y se evaluó la posible relación entre la elaboración de una definición de tipo nominal para flor y para fruto, mediante un test χ^2 .

IX.2. Orígenes de los conceptos de flor y fruto

Para comprender las definiciones de flor y fruto que circulan en las clases de Botánica (las que aparecen en libros y las que producen los estudiantes) nos remitimos brevemente al origen de los conceptos ya que la definición científica de estos términos aparece en la Grecia Clásica con el surgimiento de la Botánica como disciplina. Los más destacados filósofos interesados por el mundo vegetal fueron Aristóteles (384-322

a.C.) y su discípulo Teofrasto de Eresos (370-285 a.C), a quienes se adjudican las primeras descripciones y clasificaciones efectuadas de manera sistemática.

Aristóteles fundó en Atenas un jardín botánico y recopiló información valiosa sobre especímenes vegetales de la mayor parte del mundo conocido y clasificó a las plantas en dos grupos: plantas con flores y plantas sin flores. Incluyó en el segundo grupo a los helechos, los musgos, las hepáticas, los hongos y las algas observadas hasta entonces.

Teofrasto heredó el jardín botánico de Aristóteles, describió la morfología de cientos de plantas y considerando las características de unos 500 tipos diferentes formuló los conceptos básicos de la Morfología Vegetal que permanecieron vigentes con muy escasas modificaciones durante 19 siglos hasta el desarrollo de la microscopía. Linneo se refería a Teofrasto como “el padre de la Botánica”, se lo considera el fundador de la Botánica como disciplina científica.

Según Stearn (1993) entre los aportes más relevantes de Teofrasto se encuentra la definición científica de *flor* que perduró hasta el siglo XVII. La flor era la unión de órganos, esencialmente similares a hojas en el almendro, manzano, peral o ciruelo; pero también con aspecto de pelos en la uva, la mora y la hiedra, que rodean al órgano (al gineceo de la botánica moderna) que posteriormente llega a ser el fruto o semilla. El reconocimiento de que estos órganos eran comparables a pesar de su apariencia tan diferente, le otorga al término flor una definición científica. Desde entonces el término abarca todo lo que esté íntima, aunque transitoriamente, conectado con el germen de un fruto, así sea coloreado y laminar o verde y filamentosos. Esta es la primera proposición escrita que se registra sobre la morfología de la flor y constituye una importante contribución a la botánica científica.

Con respecto a la terminología asociada al concepto de fruto, Stearn (1993) señala que también fue introducida por Teofrasto. En sus libros *De Causis Plantarum* y *De Historia Plantarum* se utiliza el término *pericarpio* para designar la cubierta protectora que rodea a las semillas, independientemente de la diversidad de formas y de texturas que pueda presentar. Este término habría sido acuñado por él mismo o por Aristóteles.

IX.3. Las definiciones de flor y fruto en libros y apuntes

¿Cómo aparece definido el término *flor* en la bibliografía más consultada por los estudiantes?

El apunte de cátedra señala:

Una flor es una rama corta y especializada con hojas modificadas. Algunas de estas hojas producen estructuras reproductoras sexuales, las cuales conducen en último término a la formación de semillas (.....) por lo tanto podemos decir que la flor es un braquiblasto que lleva antófilos. El extremo distal del braquiblasto, donde se insertan los antófilos se llama receptáculo y es por lo tanto el órgano fundamental de la flor. (Bustamante Leiva, 2003)

Y el libro de texto más consultado dice:

Aunque resulta difícil dar una definición que tenga en cuenta todas las múltiples variantes que puede presentar una flor, se puede considerar que se trata de un eje caulinar con apéndices laterales y, por lo tanto, decir que la flor es un braquiblasto que lleva antófilos.

La flor puede definirse como el extremo de un tallo de crecimiento definido –al que se llama receptáculo- sobre el cual se insertan hojas modificadas: los antófilos (gr.: anthos: flor). (Valla, 1986)

Se observa que en los dos casos se señala que la flor es un tipo particular de rama con hojas modificadas es decir que se hace referencia a la homología que existe entre ambas. En la primera se hace referencia también a los procesos biológicos que se

llevan a cabo en el órgano: reproducción sexual, formación de semillas. Estos aspectos se enfatizan más en las siguientes definiciones de otros libros de texto:

La flor es un vástago o porción del mismo de entrenudos muy reducidos o cortos que lleva los esporófilos, es decir los estambres y las hojas carpelares. Es el aparato de las Angiospermas donde se forman los gametofitos, se produce la fecundación y por lo común se inicia la formación de la nueva planta hija. (Dimitri y Orfila, 1985)

La flor es un brote de crecimiento limitado portador de esporófilos. El nombre “angiosperma” procede de las palabras griegas angeion, que significa vasija, y sperma, que significa semilla. Probablemente la estructura más distintiva de la flor es el carpelo –la vasija–. El carpelo contiene los óvulos, que después de la fecundación se transforman en semillas. (Raven *et al.*, 1992)

Mención aparte merece la definición del diccionario especializado en el tema que se refiere al término en su acepción vulgar y presenta una definición que, en caso de ser reproducida por un estudiante, se consideraría errónea.

Flor: (del lat. Flos, floris), f. En su acepción usual, conjunto de antófilos periánticos más o menos vistosos, o de hipsofilos colorados, de las plantas superiores, tanto si van acompañados de estambres y pistilos como si no (.....) (Font Quer, 2009)

En síntesis, y como lo indica uno de los autores, no resulta sencillo definir a la flor. Tal vez por ello los textos enfatizan diferentes aspectos. Las definiciones que priorizan el aspecto morfológico ubican a la flor como un tipo particular de rama, o tallo con hojas. Es decir que la clase o categoría de orden superior en la que se incluye el concepto es el tallo, aunque con profundas modificaciones que merecen una terminología muy variada.

Las relaciones conceptuales que aparecen en las definiciones morfológicas pueden expresarse en un esquema jerárquico, que ayuda a visualizar las clasificaciones. Este esquema sería útil para enseñar a definir el concepto. (Figura 9. 1.)

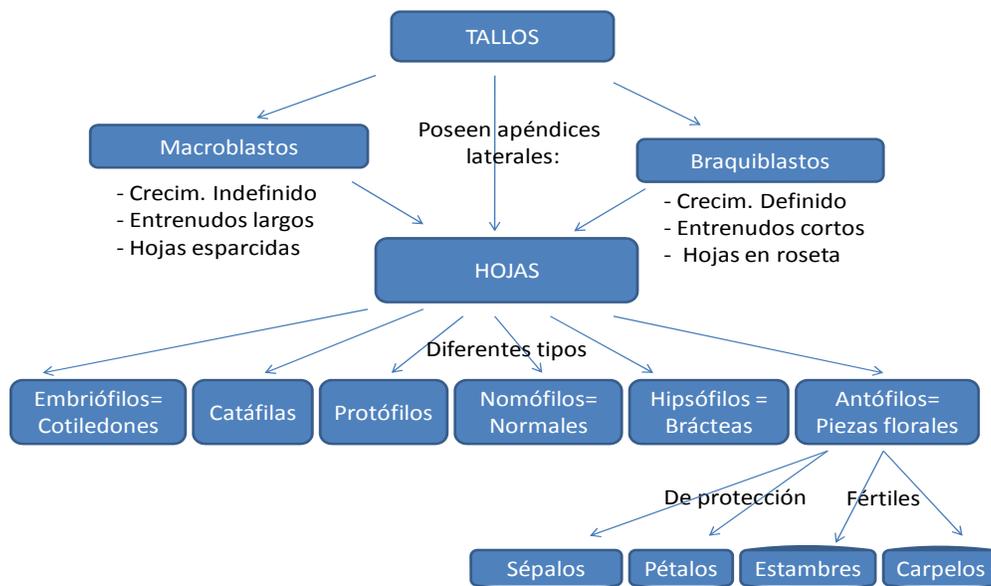


Figura 9. 1. Esquema conceptual para una definición morfológica de flor

Las definiciones que priorizan aspectos de la fisiología del órgano, describen los procesos biológicos que tienen lugar en la flor (fecundación, reproducción) o las estructuras que se originan (semillas, gametofito).

Una definición que integre aspectos funcionales con el esquema conceptual de relaciones morfológicas presentado podrá ser:

La flor es un órgano de la planta homólogo a un tallo con hojas. Es un brote con crecimiento definido y entrenudos cortos que presenta hojas muy modificadas (denominadas antófilos). Estas hojas tienen diferentes funciones: los carpelos y estambres son portadores de estructuras sexuales femeninas y masculinas que permitirán la fecundación y reproducción sexual de la planta. Pétalos y sépalos son antófilos de protección y pueden estar presentes, o no.

Este tipo de definición es completo porque incorpora relaciones entre estructura y función. Como dificultad, desde el punto de vista didáctico, podría decirse que contiene gran cantidad de terminología botánica cuyo significado es preciso conocer previamente.

¿Cómo se define al fruto en la bibliografía?

Los apuntes de cátedra indican:

Fruto es el ovario desarrollado y maduro, con o sin semillas. El pericarpio o pared del fruto es la pared del ovario u hoja carpelar que ha sufrido profundas transformaciones. (Bustamante Leiva, 2003)

Y los libros más consultados dicen:

En sentido estricto el fruto es el ovario maduro conteniendo las semillas. Dicho de otro modo, el fruto es la hoja carpelar desarrollada después de la fecundación de los óvulos y formación de las semillas. La enorme variedad de frutos conocidos hace muy difícil dar una definición sencilla que los abarque a todos. (Valla, 1986)

El fruto es el ovario desarrollado luego de la fecundación de los óvulos que se transforman en semillas. (Dimitri y Orfila, 1985)

El fruto consiste en un ovario maduro, que puede llegar a incorporar o no, en su formación, otras piezas florales (Raven *et al.*, 1992)

Fruto: (del lat. fructus), m. Fruto, según la definición clásica, es el ovario transformado y con las semillas ya hechas (.....) (Font Quer, 2009)

Las definiciones de fruto difieren poco entre sí. Todas mencionan el término *ovario* y en algunos casos se menciona el proceso de *fecundación* mientras en otros se da por implícito y se refiere directamente a los cambios que sufre como: *transformado, maduro, desarrollado*.

En el caso del fruto parece que elaborar una definición basada estrictamente en conceptos de la Morfología Vegetal resulta muy difícil debido a la gran variedad de aspectos, formas y tipos que hay. Los frutos se clasifican según su consistencia en secos y carnosos, según el número de flores de las que provienen en monotálamicos o politalámicos, según el grado de concrecencia de los carpelos en simples o agregados; según la posición del ovario en frutos con hipanto o sin él; según si hay estructuras extraflorales que lo acompañan en frutos con induvias o sin ellas; según su número de semillas; según su dehiscencia; etc. Tal variedad impide una definición simple y lleva a tener que remitirse al origen como denominador común. Cualquiera sea su aspecto, todos provienen del ovario de una flor que ha sido fecundada.

La Figura 9.2 resume las relaciones conceptuales de los términos que aparecen en las definiciones de fruto. Cobra mucha relevancia la secuencia temporal ya que toda la terminología relativa al fruto (fruto, pericarpio, semilla) se define por las transformaciones que sufren los órganos correspondientes de la flor preexistente (ovario, carpelos, óvulos).



Figura 9. 2. Esquema conceptual para una definición de fruto

A partir de este análisis resulta que las definiciones con mayor potencialidad didáctica son las que incorporan tanto aspectos morfológicos como funcionales, ya que ambos son indisociables para comprender el fenómeno de la formación de un fruto. Por ejemplo, una definición sugerida podría ser:

Un fruto es el ovario de una flor que ha sido fecundada y en el que se han producido profundos cambios y transformaciones morfológicas, dirigidos por señales hormonales. La pared del fruto (o pericarpio) se origina a partir de las hojas carpelares que constituían el ovario y las semillas que contiene se forman a partir de la doble fecundación que tuvo lugar en los óvulos.

IX.4. Las definiciones de los estudiantes

IX.4.a. La flor

De los 123 estudiantes encuestados, 121 respondieron la primera pregunta (98,4%). Las respuestas son definiciones del concepto de flor.

Para su análisis, se descompuso cada respuesta en las proposiciones que la constituyen, se contabilizó el número de proposiciones en cada caso y se buscó agruparlas formando categorías. De la categorización efectuada con las 226 proposiciones que forman las 121 respuestas surgieron 6 tipos diferentes de definición que a continuación se detallan:

- **Definición por inclusión:** en este tipo de definición, la flor es considerada parte de otra estructura u otra estructura modificada. Hay otro concepto botánico más amplio (planta, tallo, rama, Angiospermas, Espermatófitas) dentro del cual se individualiza la flor como parte constitutiva, a veces “transformada”, “modificada” o “desarrollada especialmente”. Por ejemplo: “Una flor es un

órgano de la planta”; “Es un conjunto de hojas transformadas”, “Es una rama corta (braquiblasto) modificada”. Es el tipo de definición nominal, que considera la clase de orden superior en la que se incluye el término definido.

- Definición por su composición: en este tipo de definición, la flor es considerada como el conjunto de sus componentes o partes. En la estructura de este tipo de definición encontramos un verbo o frase verbal (“tiene”, “contiene” o “está compuesta”, “está formada”) seguido de una enumeración de componentes o partes. Por ejemplo: “Una flor está formada por pétalos, sépalos, cáliz, estambres, óvulos”.
- Definición por el origen: en este tipo de definición se menciona la estructura o los procesos que dan origen a la flor. Por ejemplo: “Una flor nace de una yema”, “Se forma a partir de las axilas”, “Aparece cuando el estado fenológico es la floración”. Estas definiciones describen los procesos biológicos que dan origen a la flor incorporando un componente de secuencia temporal.
- Definición por la función: en este tipo de definición, la flor es considerada en relación a la estructura que originará o a los procesos que desarrollará. Por ejemplo: “Da origen al fruto una vez polinizada”, “Órgano en el cual se produce la semilla”, “Donde se produce la fecundación”. En esta definición también se explican procesos, pero son aquellos que se espera ocurran en el futuro, una vez que la flor sea polinizada y fecundada.
- Definiciones que incluyen una clasificación, enumerando subcategorías. Por ejemplo: “Hay distintas clases de flores y algunas son anuales o bienales”, “Se encuentran dos tipos de flores: florescencia e inflorescencia”; “Algunas flores contienen los dos sexos o por separado”.

- Definiciones que describen otras características o propiedades como la forma, el color o el tamaño. Por ejemplo: “Por lo general tiene colores vivos”, “Se da generalmente en primavera”, “Atrae a los insectos para polinizarla”.

Si bien no consideramos que las últimas dos categorías sean válidas como definiciones por sí mismas, tienen sentido cuando acompañan otros tipos de proposiciones que otorgan mayor precisión.

Tal como lo muestra la tabla 9.1., las definiciones por inclusión y por función fueron las más utilizadas.

Tabla 9.1. Clasificación de las proposiciones que constituyen las definiciones de flor.

Categoría	Frecuencia (N=226)	Porcentaje sobre total de estudiantes
Inclusión	80	65,0
Función	66	53,7
Composición	36	29,3
Clasificación	25	20,3
Otras características	10	8,1
Origen	9	7,3

IX.4.b. Riqueza en las definiciones de flor

El gráfico 9.1 muestra la cantidad de proposiciones correspondientes a diferentes categorías que utilizaron los estudiantes para armar la definición. Más de la mitad necesitó dos tipos de proposiciones diferentes y un porcentaje relativamente bajo (17%) recurrió a definiciones más completas que incluyeron tres o cuatro categorías.

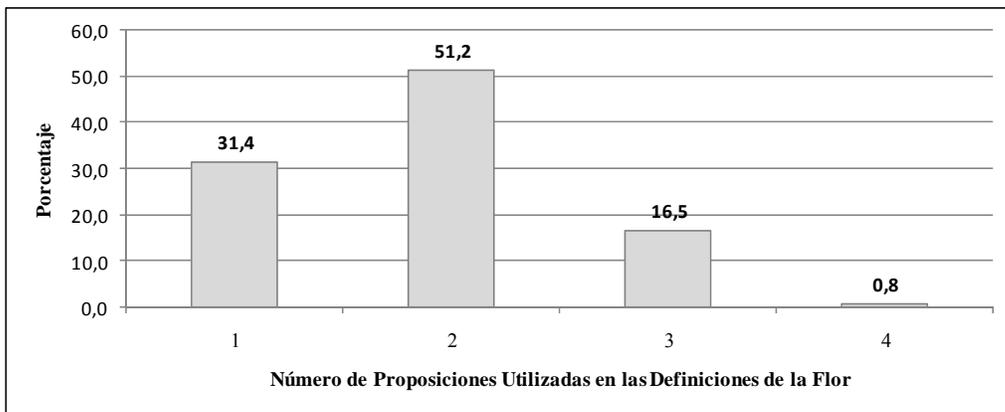


Gráfico 9.1. Número de proposiciones utilizadas en las definiciones de flor

Podemos afirmar que el modo de definir más común consiste en frases de una o dos proposiciones correspondientes a las categorías de *Inclusión*, *Función* y *Composición* (65% de los casos), sin embargo existe también una gran variedad de otras combinaciones que son adoptadas por muy pocos estudiantes cada una de ellas. Si se consideran todas las combinaciones de proposiciones posibles, resulta que existe un número limitado de ellas que acumula una frecuencia de uso mayor al 5% (Tabla 9.2).

Tabla 9.2. Combinaciones de categorías que acumulan 5% de los casos o más

Categoría o combinación de categorías	Frecuencia	Porcentaje sobre total de estudiantes
Inclusión + función	26	21,7
Sólo Inclusión	22	18,3
Sólo Función	11	9,2
Inclusión + Composición	9	7,5
Inclusión + Clasificación	7	5,8
Composición + Función	6	5
Composición + Inclusión + Función	6	5

IX.4.c. Definición nominal de flor

Como se indicó, las definiciones nominales utilizan un término genérico próximo al concepto que lo caracteriza globalmente y después se ponen en evidencia las diferencias que le son propias. Por ejemplo: “La flor es el órgano de la planta, formado por pétalos, sépalos, estambres y carpelos que da lugar a las semillas”. Por ello cada definición puede constar al menos de dos proposiciones que en conjunto distinguen al concepto, conteniendo la primera un término más abarcativo que el que se quiere definir (órgano) y las otras, términos de orden inferior al concepto (sépalos, pétalos, semillas).

Se consideraron como nominales las definiciones constituidas por una proposición de la categoría *inclusión* y una o más proposiciones de cualquier otra categoría. El 48% de los alumnos respondieron generando definiciones de tipo nominal.

IX.4.d El fruto

De los 123 estudiantes encuestados, 110 respondieron la consigna referida a la explicación del concepto de fruto (89,4%).

Para su análisis se procedió de la misma manera que se hizo con las definiciones de flor: se descompuso cada respuesta en las proposiciones que la constituían, se contabilizó el número de proposiciones y se buscó agruparlas formando categorías. De la categorización efectuada con las 266 proposiciones que forman las 110 respuestas surgieron 8 tipos diferentes que a continuación se detallan:

- **Definición por inclusión:** en este tipo de definición, el fruto es considerado parte de otra estructura mayor o una estructura modificada. Por ejemplo: “El fruto es un órgano de la planta”, “El fruto es el ovario de la flor”, “El fruto es la flor más desarrollada”. Constituye la primera proposición de la definición nominal.
- **Definición por su composición:** en este tipo de definición, se nombran componentes del fruto, utilizando los verbos o frases “contiene”, “tiene”, “llevan en su interior”, “se encuentran”, “en su interior están”, “dentro de él están”. Por ejemplo: “En el fruto se encuentran las semillas”. En otras proposiciones se describe la consistencia del fruto (carnoso, seco). Por ejemplo: “El fruto es una masa pulposa...”, “Su estructura generalmente es carnosa”.
- **Definición por el origen:** en este tipo de definición, se menciona la estructura o los procesos que dan origen al fruto. Por ejemplo: “Es el resultado de la fecundación del óvulo”, “El fruto es una estructura que proviene del ovario”, “Se origina a partir de una flor”, “El fruto es el desarrollo de una yema frutal”.

- Definición por la función (cubre, recubre, protege, alberga, porta, contiene, la semilla), por la estructura que originará o los procesos que desarrollará. Por ejemplo, “es el órgano que protege a la semilla”, “Es el órgano en el cual se origina la semilla”, “Será el responsable de albergar a la semilla para la perpetuidad de la especie”.
- Definiciones que incluyen una clasificación, enumerando subcategorías. Por ejemplo: “Puede tener semilla o no”, “Puede ser de carozo o de semilla”, “Este puede tener diversos tamaños y formas, pueden ser carnosos o secos”.
- Definiciones que incluye la utilidad del fruto para el hombre. Por ejemplo: “En algunos casos es comestible”, “Es el producto de una planta”.
- Definiciones que incorporan categorías de la taxonomía vegetal. Por ejemplo: “Es característico de las Angiospermas”, “Es el resultado final de un ciclo que cumple una planta Superior”.
- Definiciones que describen otras características o propiedades. Por ejemplo, mencionan la maduración y caída del fruto o hablan de un ciclo: “...va creciendo y madurando en la planta hasta cumplir su ciclo y luego caer.” “...es cuando la planta ya ha producido su ciclo”. O se refiere a la nutrición: “...las acumulaciones de nutrientes que posee la planta se destinan en gran parte al desarrollo del fruto”. Y otros casos: “aparece en cierta época del año”, “Se encuentran de varios colores”.

Como muestra la tabla 9.3, las categorías *origen*, *composición* y *función* fueron las más utilizadas.

Tabla 3. Clasificación de las proposiciones que constituyen las definiciones de fruto.

Categoría	Frecuencia (N=266)	Porcentaje sobre el total de estudiantes
Origen	60	54,5
Composición	53	48,2
Función	52	47,3
Inclusión	43	39,1
Otras características	18	16,4
Taxonomía vegetal	16	14,5
Utilidad	15	13,6
Clasificación	9	8,2

IX.4.e. Riqueza en las definiciones de fruto

El gráfico 9.2 muestra la cantidad de proposiciones correspondientes a diferentes categorías que utilizaron los estudiantes para armar la definición. Las definiciones que incluyeron dos categorías fueron las más abundantes (38%), seguidas de aquellas con tres categorías (32%).

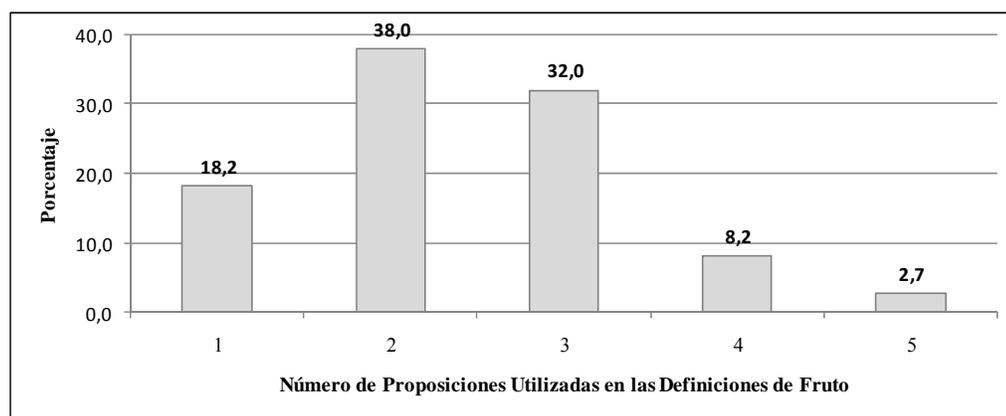


Gráfico 9.2. Número de proposiciones utilizadas en las definiciones de fruto

Se puede afirmar que el modo de definir más común consiste en frases de dos o tres proposiciones correspondientes a las categorías de Origen, Composición, Función e Inclusión (42,7% de los casos) sin embargo existe también una gran variedad de otras combinaciones que son adoptadas por muy pocos estudiantes cada una de ellas. Si se consideran todas las combinaciones de proposiciones posibles, resulta que existe un número limitado de ellas que acumula una frecuencia de uso mayor al 5% (Tabla 9.4).

Tabla 9.4. Combinaciones de categorías que acumulan 5% de los casos o más

Categoría o combinación de categorías	Frecuencia absoluta	Porcentaje sobre el total de estudiantes
Origen	15	13,6
Composición+Origen+Función	11	10
Inclusión+Función	6	5,4
Composición+Origen	5	4,5
Inclusión+Origen	5	4,5

IX.4.f. Definición nominal de fruto

De los 110 estudiantes que definieron el fruto, 42 (38%) redactaron una definición nominal. Se consideraron como nominales las definiciones constituidas por una proposición de la categoría *inclusión* y una o más proposiciones de cualquier otra categoría. Por ejemplo: “Un fruto es una flor transformada, fecundada, es el ovario desarrollado, donde se producen las semillas”, “El fruto es el órgano que protege a la semilla durante su proceso de maduración”.

IX.5. Comparación entre definiciones de flor y de fruto

Si se compara la cantidad de proposiciones utilizadas por los estudiantes en las definiciones de flor y de fruto, se observa que es mayor en las definiciones de fruto (266 vs. 223). El 17,4% de los estudiantes utilizan 3 o más proposiciones para definir flor, mientras que el 46,4% utiliza esa cantidad en las definiciones de fruto. La mayor riqueza en las definiciones de fruto puede estar en relación con una mayor dificultad.

Algunas categorías se encuentran presentes tanto en las definiciones de flor como en las de fruto (Inclusión, Composición, Origen, Función, Clasificación). En cambio, otras son propias de fruto (Utilidad, Taxonomía vegetal). La frecuencia difiere siendo máxima la categoría Inclusión en definiciones de flor y Origen en las definiciones de fruto. Esto indicaría que existe mayor facilidad para elaborar definiciones nominales del concepto de flor que del de fruto en el que es necesario recurrir a la descripción del proceso biológico que lo origina.

Las definiciones de tipo nominal fueron mas frecuentes para flor (48%) que para fruto (38%). Esto se debe en parte a que la categoría inclusión está presente en menor porcentaje en las definiciones de fruto. Mientras que es habitual definir a la flor como un órgano de la planta no es tan frecuente interpretar al fruto de la misma manera.

Se aplicó un test χ^2 para evaluar la posible relación entre la elaboración de una definición de tipo nominal para flor y para fruto (es decir, si el alumno que define de manera nominal la flor también define de manera nominal el fruto). La prueba arrojó como resultado que es posible que las variables sean independientes, es decir no existe relación estadísticamente significativa (χ^2 observado = 0,034, 1 g.l., $\alpha = 0,05$).

Como reflexión didáctica se puede afirmar que casi la mitad de los estudiantes producen definiciones nominales, considerando la clase de orden jerárquico superior en

la que se incluye el concepto a definir. Este porcentaje no es alto si consideramos que se trata del tipo de definiciones requeridas por las ciencias y, por lo tanto, esperadas por los docentes en las evaluaciones. Además el uso de estas definiciones no es sistemático, si no que se aplican con más frecuencia en algunos conceptos. No parece que exista un proceso metacognitivo cuando se elabora la definición que lleve a tratar de buscar las relaciones conceptuales del término definido ubicándolo en una trama jerárquica de otros conceptos.

CAPÍTULO X

LOS TEXTOS EXPLICATIVOS

X.1. Presentación

La Habilidad Cognitivo Lingüística de *explicar* constituye otro de los desafíos a los que se enfrenta el ingresante. Son habituales las consignas de evaluación que se inician con preguntas del tipo *¿Por qué?* o *¿Cómo?* y, en ambos casos, se espera la producción de un texto explicativo que encadena diferentes hechos o elementos conforme a una lógica de razonamiento que pretende modificar el estado de conocimiento sobre un fenómeno. Se deben producir varios argumentos, poner en relación causas y efectos o poner en relación hechos o acontecimientos con un sistema de ideas o un modelo explicativo ya conocido (Jorba *et al.*, 2000).

Las explicaciones en las ciencias, al igual que otras tipologías textuales, tienen particularidades, tales como tener en cuenta el marco teórico de referencia y su destinatario. Es fundamental identificar y seleccionar qué ideas, conceptos y ejemplos de la teoría se deben incluir en la explicación de un fenómeno. Por ello para elaborar una explicación el alumno debe conocer y dominar cómo se construye un texto explicativo y conocer la teoría. Las explicaciones son un tipo textual bastante más complejo que las definiciones porque hay que establecer relaciones que requieren el uso de conectores, palabras que unen las oraciones e indican la relación que hay entre ellas (Revel Chion, 2010). Habitualmente, los docentes no consideran que la habilidad de explicar, así como las de definir, argumentar, justificar, describir, etc., deban ser objeto de enseñanza. Se presupone que han sido adquiridas en niveles previos de la escolaridad en forma general y que pueden ser utilizadas cuando son requeridas con los contenidos

disciplinares específicos. Sin embargo, la experiencia de trabajo en primer año universitario indica que una de las principales causas por las que los estudiantes fracasan en sus primeras evaluaciones está relacionada con la dificultad para producir textos académicos con el lenguaje y los formatos adecuados.

Fenómenos observables y conocidos como el ascenso del agua en las plantas, el almacenamiento de sustancias de reserva, la formación de la madera, la resistencia del cuerpo vegetal ante el viento, etc. pueden ser explicados en diferentes niveles: desde el sentido común y utilizando vocabulario cotidiano o desde un punto de vista científico incorporando diferentes conceptos y teorías del campo de la fisiología vegetal. Para poder explicar la ciencia construye modelos que constituyen representaciones de porciones del mundo en estudio y que se estructuran en teorías. El término “explicación” se reserva en ciencias naturales para dar cuenta del funcionamiento interno, más profundo, muchas veces microscópico o submicroscópico de los fenómenos, en consonancia con la producción científica de la que se dispone (Espinoza *et al.*, 2009). Es decir que las explicaciones pueden ser muy sencillas o muy complejas, dependiendo del caudal de conocimientos que se pueda activar y poner en relación.

Interesa evaluar las explicaciones de los estudiantes para conocer tanto el grado de adquisición de la habilidad de explicar como la capacidad para utilizar los conceptos de anatomía vegetal recientemente aprendidos en Botánica Agrícola General. Para ello, se diseñó el TCA 4: test *Principales problemas que afronta una planta terrestre* (Anexo 4) que se inicia con un planteo teórico (Cutler, 1987) y solicita explicaciones utilizando conocimientos adquiridos en el cursado. Se realizó al concluir las clases teóricas y prácticas de la materia (N=83).

X.2. Análisis de las explicaciones

Para analizar las producciones de los estudiantes se tuvieron en cuenta las pautas propuestas por Jorba *et al.* (2000) que evalúan la capacidad de explicar:

1. Pertinencia: las razones o los argumentos, globalmente, tienen coherencia y se refieren al objeto de explicación. Se expresa con claridad, de manera que es fácil descubrir tanto el tema como las intenciones del autor. El registro de lengua se adecua a la función y a los destinatarios del texto.
2. Compleción: hay razones argumentadas para modificar el estado de conocimiento. Son aceptables, suficientes y contienen relaciones de tipo causal.
3. Precisión: el vocabulario utilizado pertenece al área de conocimiento. Hay un uso adecuado de los vocablos que tienen diferente significado en lenguaje coloquial y científico.
4. Volumen de conocimientos: el volumen de conocimientos es adecuado en relación con el nivel en que se hace la explicación.
5. Organización del texto: el texto se ha ordenado de acuerdo con el modelo explicativo, en el cual se encadenan los hechos de acuerdo con la lógica de la explicación. Aparecen conectores causales o temporales.

A estos criterios se agregaron dos más, tendientes a evaluar el contenido disciplinar específico trabajado en la asignatura:

6. Inclusión de conceptos del contenido disciplinar: ¿Incluye conceptos de morfología y anatomía vegetal en las explicaciones?
7. Empleo correcto de los conceptos de la temática: ¿Emplea los conceptos de morfología y anatomía en forma correcta, desde el punto de vista disciplinar?

Para ejemplificar la evaluación realizada sobre los textos se transcriben algunas respuestas representativas en la Tabla 10.1

Preguntas y respuestas:	Criterios que cumple:
<p>¿Cómo imaginás que se forma la madera que constituye el “tronco” de un árbol? Explicar el proceso.</p> <p>“La madera de un tronco se genera a partir de su crecimiento secundario. Este es un proceso que se genera únicamente en plantas de más de un año de vida. Se inicia con la aparición de los meristemas laterales (cambium y felógeno). El primero genera xilema y floema secundario y parénquima axial y radial. El segundo, un tejido dérmico presente en plantas con crecimiento secundario, la peridermis. Este crecimiento permite el aumento en grosor.”</p>	<p>1,2,3,4,5,6,7 (todos)</p>
<p>“La madera se forma por deposición de capas muertas”</p> <p>“Se forma a partir de divisiones celulares”</p>	<p>1,5 Estas dos respuestas son sólo pertinentes y organizadas, pero incorrectas.</p>
<p>“La madera de un tronco de un árbol; no tengo bien claro el proceso de formación”</p>	<p>No cumple ninguno de los criterios</p>
<p>¿Cómo pensás que asciende el agua desde el suelo hasta las hojas? Explicá qué procesos y qué estructuras creés que intervienen.</p> <p>“El proceso de ascenso del agua en las plantas comienza en la raíz, el agua es absorbida por los pelos absorbentes, ingresa en los tejidos vasculares, a través de la rizodermis, atravesando las células dérmicas y llegando al xilema, tejido conductor de agua y sales minerales, que está presente en todo el cuerpo de la planta, y así el agua es conducida, a través del tallo y hasta llegar a las hojas”</p>	<p>1,2,3,5,6,7 No cumple con criterio de volumen ya que resulta incompleta al no explicar procesos de conducción en el xilema.</p>
<p>¿Por qué creés que plantas herbáceas (Por ejemplo: las gramíneas) se mantienen erguidas aún cuando hay viento? ¿Qué estructuras les permitirán esto?</p> <p>“Las plantas herbáceas se mantienen erguidas, aún cuando hay viento, debido a las estructuras de sostén”.</p>	<p>1,3,5y 6. Es pertinente, organizada, precisa e incluye un concepto disciplinar (estructuras de sostén). Pero no alcanza lo requerido para este nivel de explicación según los criterios 2, 4 y 7 de completión, volumen y empleo de conceptos de anatomía.</p>

Tabla 10.1. Ejemplificación de la evaluación de textos explicativos

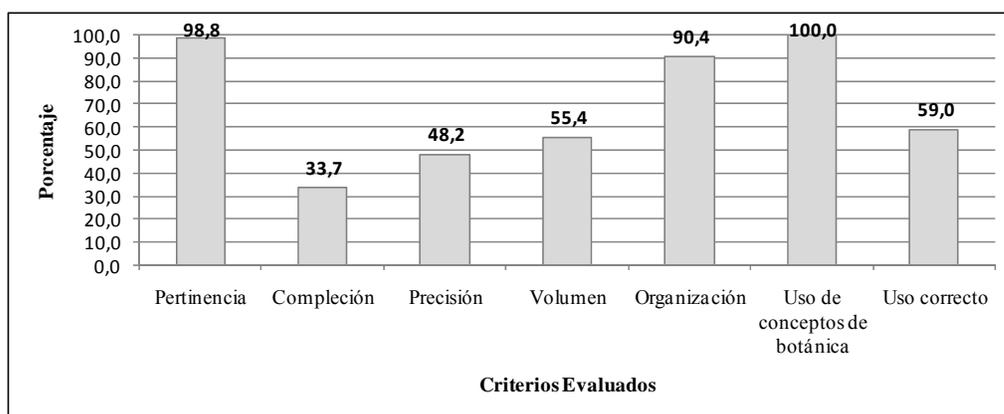


Gráfico 10.1. Criterios de evaluación de los textos explicativos

El Gráfico 10.1 muestra el porcentaje de estudiantes que cumple con cada uno de los criterios evaluados. Se observa que casi la totalidad de los estudiantes elaboró textos pertinentes (criterio 1) e incluyó conceptos de morfología y anatomía vegetal en las explicaciones (criterio 6). También se observa en general que los textos están bien organizados (criterio 5), constituidos por distintas oraciones bien encadenadas mediante conectores en forma correcta. Todo esto indica que hay conocimiento de la estructura del texto requerido y también ajuste a la situación comunicativa y al reconocimiento del destinatario (docente).

Un alto porcentaje de estudiantes no cumple los criterios relacionados con los aspectos conceptuales de las explicaciones (criterio 7). Aunque todos incorporan conceptos adquiridos en la materia, 41% lo hace en forma incorrecta. De igual modo, aproximadamente la mitad de los estudiantes no cumple con los criterios de precisión y volumen de conocimiento (criterios 3 y 4). Y sólo un tercio elabora respuestas que pueden evaluarse como explicaciones completas (criterio 2).

Para analizar posibles relaciones entre la respuesta a este test, el rendimiento académico que presentaron los estudiantes y la titulación de la escuela media se llevó a cabo un estudio de correspondencia múltiple.

Considerando los siete criterios de evaluación del test expuestos, se categorizaron las respuestas de los estudiantes en tres grupos: Grupo 1: Buenas (cumplen con el criterio 7, es decir que son conceptualmente correctas); Grupo 2: Regulares (no cumplen con el criterio 7 pero sí cumplen con 4 a 6 de los otros) y Grupo 3: Insuficientes (cumplen con menos de 4 criterios). Se relacionó esta variable con los resultados del rendimiento académico de los estudiantes (Cursado 1: Aprobado; Cursado 2: Desaprobado y Cursado 3: Libre), con el título secundario obtenido (1: Bachiller; 2: Perito Mercantil y 3: Técnico) y con la orientación del título (Orientación 1: biológica o agropecuaria y Orientación 2: otras no afines a la carrera.).

En el gráfico se observa la cercanía del grupo de estudiantes que producen textos explicativos buenos (correctos) con los valores de cursado aprobado y la titulación de bachiller (esta agrupación se marca con una llamada a la derecha). También se observa la cercanía del grupo de estudiantes que producen respuestas insuficientes con los que desaprueban el cursado (se marca con una llamada a la izquierda).

De esta forma podemos decir que el test resulta, en parte, predictivo de los resultados académicos si bien las relaciones entre las variables estudiadas no resultan estadísticamente significativas evaluadas mediante pruebas χ^2 .

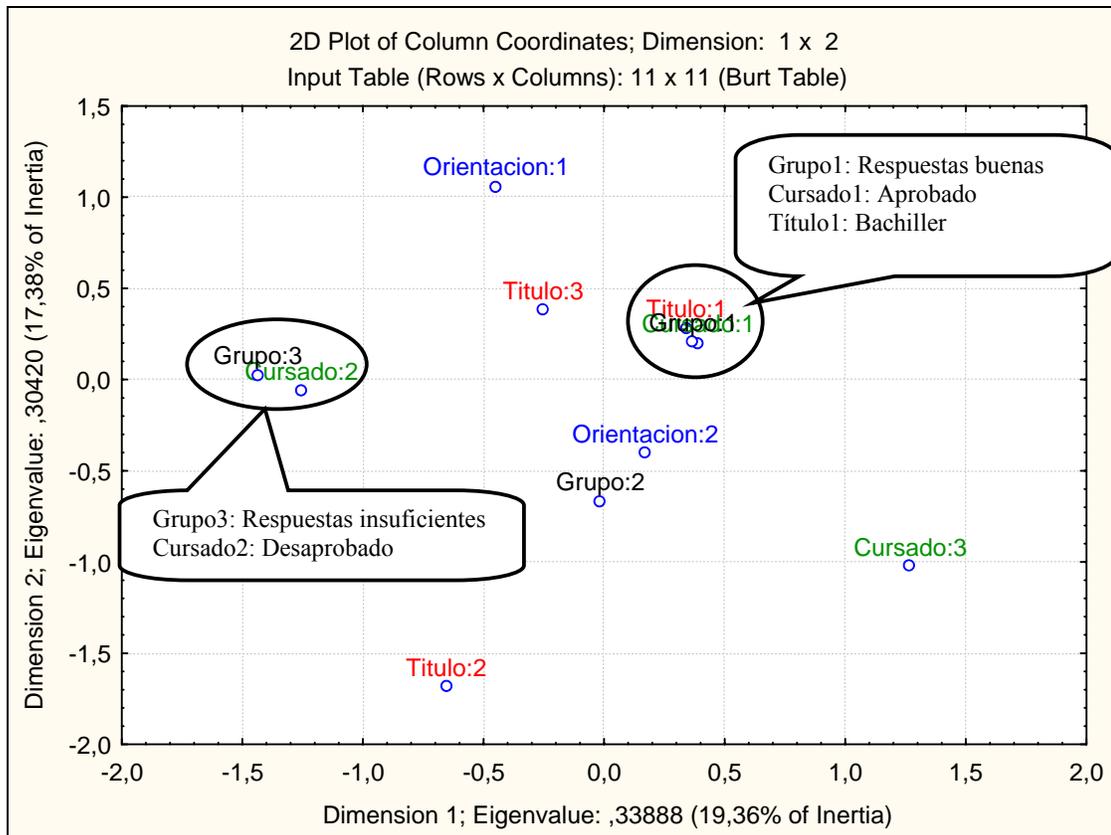


Gráfico 10.2 Relaciones entre la calidad de las explicaciones, el rendimiento académico y la titulación

X.3. Descripción de modelos mentales

Se analizaron las respuestas incorrectas para describir los errores conceptuales más frecuentes y/o más llamativos. Este análisis puede ser un insumo para planificar la enseñanza incluyendo la discusión de ideas alternativas.

Se pudieron definir modelos mentales a partir de las ideas expresadas. Los modelos permiten explicar el fenómeno, describirlo y predecir, en ocasiones poseen una imagen asociada.

En algunos casos se puede inferir que estos modelos descriptos se sostienen desde teorías implícitas ya que se observa que corresponden a representaciones que por su uso reiterado en distintos contextos tienen un carácter estructural o esquemático, constituyéndose en representaciones más estables que se almacenan en la memoria a largo plazo (Raviolo, 2005). Los modelos mentales que podemos definir surgen de la integración de parte de la teoría implícita sostenida por el estudiante y de la demanda específica de la tarea.

X.3.a. Ideas acerca del ascenso del agua en la planta

Gran cantidad de respuestas están constituidas por una serie de conceptos desarticulados. Las respuestas incluyen uno o dos procesos o estructuras que tienen lugar en la raíz, el tallo o las hojas pero no constituyen una explicación completa. Ejemplos de respuestas que incluyen procesos son: “por presión osmótica”; “por diferencia de presión”; “por imbibición”; “por capilaridad”. Y respuestas que mencionan estructuras involucradas son: “a través de los pelos absorbentes”; “con intervención de los tejidos de conducción”; “por los elementos conductores del xilema: vasos y traqueidas”; “el paso del agua se realiza a través de los radios”. En todos los casos las respuestas son incompletas y los conceptos botánicos sólo están nombrados, no explicados. La referencia a estos conceptos puede considerarse como ejemplos de *sobresimplificación o simplificaciones excesivas*, una de las categorías que plantea Hershey (2004) al clasificar los errores conceptuales en la enseñanza de la Botánica.

Otras respuestas pueden ser consideradas como modelos mentales que podemos describir:

- **Modelo fuente-sumidero:** Estas respuestas aluden, sin nombrarla, a una analogía que se aplica en la explicación de gran cantidad de fenómenos físicos en los que hay involucrado algún tipo de flujo. El modelo se aplica a la explicación del flujo en un campo eléctrico, a modelos de red en problemas de transporte y de maximización de los flujos con múltiples aplicaciones como el flujo vial de una ciudad, una red cloacal, una red informática, etc. También se extendió su uso a las ciencias de la tierra y de la vida siendo un modelo para explicar la generación de placas tectónicas y la dinámica de las poblaciones animales. Incluso en el campo de la Botánica se utiliza para explicar el movimiento de los fotoasimilables en el floema (Raven *et al.*, 1992). Se trata de una imagen con gran poder explicativo que se aplica aquí en forma incorrecta al transporte xilemático. El suelo sería la fuente de agua y la hoja el sumidero. Ejemplos de respuestas representativas de este modelo son: “al llegar a las hojas el agua es utilizada, por lo que se genera un espacio vacío que es llenado por más agua que viene desde la raíz”; “el agua asciende por una succión desde el suelo y que se distribuye por todo el cuerpo de la planta”. Las respuestas que expresan este modelo se sostienen desde teorías implícitas mecanicistas. En la clasificación de Hershey (2004) se trataría de un caso de *sobregeneralización o generalización excesiva*, que en este caso no se aplicaría a una condición como la de considerar que todas las plantas son fotosintéticas, o que todas son terrestres, como ejemplifica el autor, sino que lo que se generaliza es un modelo explicativo que no corresponde aplicar a este fenómeno en particular.
- **Modelo de los movimientos peristálticos:** “El agua asciende por el xilema que está formado por muchas células, las cuales podrían producir movimientos

peristálticos, como los que realiza el intestino de los animales”. Esta llamativa respuesta expresa un modelo que se sostiene a partir de la teoría implícita del *antropomorfismo*, mediante la cual se explican fenómenos de la fisiología vegetal por analogía con la anatomía y fisiología humana. El antropomorfismo en las explicaciones botánicas (ya señalado en el Cap. 6 para el caso de la reproducción) no consiste en atribuir razonamientos humanos, deseos, propósitos o preferencias a otros seres vivos como proponen Tamir y Zohan (1991). En los casos descritos por nosotros se trata simplemente de explicar un fenómeno poco conocido mediante nociones de un campo conceptual más divulgado e incluido en el currículo escolar desde la educación inicial (como el funcionamiento de los sistemas del cuerpo humano).

- **Modelo de absorción generalizada:** “Se absorbe agua por la raíz principalmente y por todo el cuerpo de la planta, por medio de la humedad del ambiente que la rodea”. Este modelo no puede considerarse incorrecto ya que, musgos y ciertas algas absorben el vapor de agua del aire. También las bromeliáceas pueden aprovechar el agua contenida entre sus hojas. Sin embargo se considera un modelo alternativo porque la captación de agua en las plantas superiores se realiza mayoritariamente por el sistema radicular que es quien presenta la máxima superficie de absorción. Es probable que la idea de que la planta absorbe agua en todo su cuerpo corresponda a una explicación por analogía con la captación de los gases para respiración y fotosíntesis. Otra *sobregeneralización* de una explicación que en este caso resulta incorrecta.
- **Modelo del movimiento intracelular:** “El transporte se da en las células de la planta por medio de sus vacuolas y otros orgánulos de la célula”. Esta respuesta

se encuadra en el tipo que rotulamos *confusión en los niveles de organización*. En este caso, un fenómeno que puede describirse en forma macroscópica se confunde con fenómenos de nivel subcelular, involucrando en la explicación estructuras como orgánulos o vacuolas que no intervienen en el ascenso del agua que se realiza en el xilema cuyos vasos están formados por células muertas que han perdido su contenido.

X.3.b. Ideas acerca de la traslocación de los productos de la fotosíntesis

Un factor común a las respuestas que presentan errores conceptuales en este tema lo constituye la falta de identificación del floema como el tejido involucrado en el proceso de transporte y almacenamiento de los fotoasimilados. Hershey (2004) advierte que con frecuencia los tejidos involucrados en el almacenamiento de una raíz como la de zanahoria no son identificados. La raíz almacenadora carece de la epidermis y la corteza que puede encontrarse en raíces jóvenes y la mayor parte del almacenamiento se produce en el floema secundario (Hershey, 2004). Por lo tanto existe un error conceptual que es clasificado por Hershey, en el trabajo citado, como una *identificación errónea (misidentification)*. Aparte de esto existen tres modelos alternativos para explicar el tema:

- **Modelo de la fuerza de gravedad:** “Los azúcares producidos por fotosíntesis se desplazan por gravedad hasta los tallos almacenadores”. “El producto líquido tiende a caer de arriba hacia abajo por estas vías capilares”. Esta explicación también se inscribe en el conjunto de ideas que se despliegan desde teorías implícitas mecanicistas ya que se recurre a una ley física conocida y que es de

aplicación universal para explicar un fenómeno más complejo en el que está implicado el transporte celular y el gasto de energía.

- **Modelo de succión:** “Los azúcares llegan hasta las raíces por la succión de reacciones químicas que hacen que las sustancias avancen”. Esta es una visión teleológica de la difusión de partículas y del cambio químico porque se presume que los reactivos van hacia un lugar determinado con el objetivo de participar en una reacción química. Pone de manifiesto un desconocimiento del modelo de difusión de partículas (átomos, moléculas, iones) en el marco de la teoría cinético molecular. En este modelo, la dirección de desplazamiento de dichas partículas es producto de choques al azar y el cambio químico se produce por el choque efectivo entre las partículas presentes.
- **Modelos con transportadores:** Puede existir una sustancia transportadora: “los azúcares se desplazan por el tallo a través de la clorofila”; o involucrar además a la energía: “los azúcares llegan ya sea a la raíz o al tallo por medio del transporte del agua y de la energía solar (Sol) que hacen que los azúcares se trasladen desde la lámina de la hoja hasta la raíz”. Incluso se puede atribuir el transporte a células que se desplazan: “Los azúcares van distribuyéndose por todas las partes de la planta. Lo hacen por medio de células, que se trasladan de un lado al otro”. En los tres casos presentados las respuestas son incorrectas y se sostienen en la idea de que existen factores (sustancias, energía, células) que actúan como agentes transportadores de los azúcares.

X.3.c. Ideas acerca del sostén en el medio terrestre

El sostén de las plantas herbáceas en el medio terrestre se debe a la presencia y distribución de los tejidos de sostén: colénquima y/o esclerénquima según los grupos vegetales. Cuando existe desarrollo secundario aparece el leño (xilema secundario) que también cumple, entre otras, función de sostén. Las ideas alternativas que registramos son aquellas que no mencionan a ninguno de estos tejidos y se pueden agrupar en tres modelos alternativos: modelo de sostén por la epidermis; modelo de sostén por las nervaduras y modelo de sostén por turgencia.

- **Modelo de sostén por la epidermis:** “Las estructuras que le permitirán eso son las sustancias que tienen en la epidermis del tallo”. “Se mantienen erguidas debido a que constan de una epidermis fuerte, formada por células cuyas paredes celulares son gruesas”. “Se mantienen erguidas debido a la presencia de la epidermis que le da rigidez a la planta” “Se mantienen erguidas por la elasticidad de sus estructuras”. “Las estructuras que les permiten mantenerse erguidas son unas células de la epidermis que se denominan células buliformes”. Estas respuestas atribuyen distintas características a la epidermis que le permitirían ejercer función de sostén (fuerte, rígida, elástica, con células especializadas). Se podría establecer una analogía entre la epidermis y un exoesqueleto, lo que resulta muy llamativo porque se ha enseñado en las primeras clases de anatomía que el tejido epidérmico está compuesto por una sola capa de células de paredes primarias.

- **Modelo de sostén por nervaduras:** “Se mantienen erguidas por las nervaduras que están formadas por parénquima, los haces vasculares y un tejido fundamental”. “Por su nerviación paralelinervada”. Aquí se atribuye el sostén a la composición y/o disposición de las nervaduras, podría pensarse a la manera de un endoesqueleto.
- **Modelo de sostén por turgencia:** “Las plantas se mantienen erguidas porque están provistas de suficiente agua, nutrientes y minerales”. En este modelo el sostén se produce por la presión que ejercen el agua y distintas sustancias contenidas dentro de la planta.

X.3.d. Ideas acerca del crecimiento secundario

El crecimiento secundario se produce en algunos grupos vegetales (gimnospermas y angiospermas dicotiledóneas) a partir de la aparición de los meristemas laterales (cambium y felógeno) y genera crecimiento en grosor de las plantas. El cambium produce floema y xilema secundarios. Este último tejido se acumula año a año y forma lo que denominamos madera o leño. Las explicaciones acerca de la formación de la madera que no incluyen mención al tejido meristemático que la origina fueron consideradas ideas alternativas y se agruparon en dos modelos: modelo de maduración de tejidos existentes y modelo de origen en el tejido epidérmico.

- **Modelo de maduración de los tejidos existentes:** “El tallo va madurando y cada etapa se marca en él como anillos de crecimiento”; “La madera se forma por la maduración del tejido como el xilema y floema”; “A medida que la planta

crece el xilema va envejeciendo y se transforma en madera”. Estas respuestas si bien son incompletas porque no utilizan los conceptos aprendidos en la materia no podrían considerarse del todo erróneas. Son respuestas superficiales con escaso contenido disciplinar que no incorporan niveles de organización microscópicos en la explicación.

- **Modelo de origen en el tejido epidérmico:** “La madera se forma por la lignificación de las células de la epidermis a medida que avanza el crecimiento secundario”. “El crecimiento secundario consiste en el engrosamiento de las paredes de las células que constituyen la epidermis”. En estos casos la madera se forma por transformación de las células de la epidermis. Otras respuestas también mencionan acumulación de células epidérmicas muertas: “La madera se forma por las capas de epidermis muerta”. “La madera son células de la epidermis muerta que se acumulan”. Este modelo, sumado al de sostén por la epidermis descrito en el apartado anterior puede considerarse una *generalización excesiva* (Hershey, 2004) de las funciones de este tejido.

X.3.e. Otros errores conceptuales evidenciados por el test

- **Confusión de procesos de fotosíntesis y respiración:** “La función del agua que asciende es la de oxigenar la planta. Para que esto suceda está la ayuda de la luz solar; que fija los cloroplastos que permiten dar color a la planta”. En esta sola respuesta se evidencian varias de las concepciones alternativas que ya han sido bien documentadas en este campo y que han sido compendiadas por Charrier

Melillán *et al.* (2006) en un trabajo que revisa 58 publicaciones sobre el tema aparecidas en distintos idiomas desde los años 80:

- Confunden fotosíntesis con respiración.
 - Confunden el papel del dióxido de carbono y el oxígeno
 - Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas.
 - Por lo general no mencionan la clorofila o desconocen su función. Los que la nombran le atribuyen gran variedad de funciones, entre ellas la de dar color a las hojas.
-
- **Confusión de nombres y funciones de los tejidos vegetales fundamentales y de conducción:** Los tejidos que se denominan fundamentales son tres: parénquima, colénquima y esclerénquima. De éstos, sólo los dos últimos desempeñan funciones de sostén. Los tejidos de conducción son dos: xilema y floema. En las siguientes respuestas se observa que a menudo los estudiantes intercambian los nombres y las funciones que atribuyen a los tejidos: “Las plantas se mantienen erguidas por el floema, tejido de sostén”; “Los azúcares se pueden desplazar por medio de células que contienen esclerénquima, es decir, por medio de los tejidos fundamentales de la planta”; “Colénquima y parénquima son los encargados del sostén”; “Por la intervención de los tejidos fundamentales (xilema y floema)”. En la clasificación de Hershey (2004) se trataría de un caso de *identificaciones erróneas*. Estos errores pueden interpretarse como confusiones terminológicas atribuibles a una muy reciente adquisición de vocabulario nuevo que no se ha podido afianzar y que lleva a cambiar las “etiquetas” de cada concepto. Otra interpretación podría ser que existe un

problema mayor, que es la falta de comprensión de las diferencias en composición, estructura y función de cada uno de los tejidos.

- **Confusiones terminológicas (Uso de parónimos):** El uso de palabras que tienen sonido parecido y significado muy diferente alerta sobre la falta de hábito de los estudiantes para analizar la etimología de las palabras. Como ejemplos podemos citar el uso de las palabras “vernación” por “nerviación” o “ramificada” por “retinervada” o “filotaxis espaciada” por “filotaxis esparcida”.

CAPÍTULO XI

LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

XI. 1. Presentación

Para los estudiantes ingresantes la argumentación científica es posiblemente la Habilidad Cognitivo Lingüística más compleja de las que se requieren en Botánica. En los exámenes parciales prácticos se solicita que se justifique la identificación de preparados histológicos que se observan a través de microscopio óptico. Para ello los estudiantes deben enfocar dos preparados, observarlos, realizar un esquema del órgano observado utilizando los signos convencionales de Metcalfe y Chalk, rotular las estructuras que reconocen y finalmente producir un texto escrito en el que se especifica: plano de corte, órgano, grupo vegetal y tipo de crecimiento que presenta el material observado. Finalmente deben justificar las identificaciones (por ej: por qué se dice que es un tallo, por qué es de dicotiledónea y por qué presenta crecimiento primario). Este ejercicio de parcial no se realiza previamente durante los trabajos prácticos en los que sólo se solicita la identificación del material y esquematización, sin justificaciones explícitas. Para justificar, el estudiante necesita relacionar las observaciones con la teoría. Se justifica desde los conocimientos teóricos adquiridos y el ejercicio en su conjunto evalúa el grado de integración de la teoría y la práctica a la que arribó el estudiante. Es un ejercicio de síntesis, cualitativamente más complejo que las actividades propuestas en los trabajos prácticos o que la repetición de temas teóricos. Se pone en tensión la teoría ante un problema-incógnita concreto.

Los docentes no parecen considerar que sea función de la Universidad enseñar la estructura de este tipo de discurso argumentativo. Por eso no le otorgan lugar a su

enseñanza. Existe el presupuesto que estas habilidades o se aprendieron en la escuela secundaria o se aprenden de la simple lectura de textos que posean estructura semejante. Carlino (2005) examina estos supuestos que han sido cuestionados por múltiples investigaciones y propone un punto de vista diferente: los docentes deben ocuparse de la *alfabetización académica* en su campo de especialización porque la lectura y la escritura (y nosotros agregamos la expresión oral) son los principales instrumentos de aprendizaje y porque no son habilidades generales que puedan ser transferidas a cualquier contexto sino que tienen especificidades en cada rama del conocimiento.

La argumentación científica requerida difiere de otros tipos de argumentación, como por ejemplo de la argumentación para vender un bien, de la argumentación ética de un grupo ambientalista o de la argumentación jurídica que expresa un abogado. En este caso particular se trata de poner en evidencia las relaciones de datos empíricos (las observaciones al microscopio) con teorías conocidas y producir conclusiones acerca de lo que se observa en los términos de la teoría.

Se define la argumentación sobre cuestiones científicas como la evaluación de enunciados de conocimiento a la luz de las pruebas disponibles, lo que requiere la coordinación entre datos y conclusiones (Bravo *et al.*, 2009). Se utiliza el término prueba como: observación, hecho, experimento, señal, muestra o razón con la que se pretende mostrar que un enunciado es cierto o que es falso. En el contexto de la argumentación, las pruebas son entendidas como datos de naturaleza empírica o teórica que sirven para apoyar una conclusión. Entender cómo se generan y validan las pruebas científicas lleva a desarrollar una perspectiva adecuada sobre la naturaleza de la ciencia (Bravo *et al.*, 2009).

Ravel Chion (2010) señala que las argumentaciones, en el ámbito de la ciencia escolar, pueden ser usadas como sinónimo de las justificaciones ya que en ambos tipos

de textos se espera que los alumnos construyan un texto basado en el marco teórico presentado en las clases. Este marco teórico para la argumentación es conocido y aceptado por los estudiantes, de la misma forma que la comunidad científica acepta los razonamientos en función de su adecuación a la teoría aceptada en el momento histórico en que se presenta la argumentación-justificación.

En el ámbito científico existe una comunidad discursiva que comparte códigos estrictos sobre los modos de producir y comunicar el conocimiento. Los ingresantes universitarios, en cambio, no comparten códigos con los profesores ni con los autores de los textos a los que acceden. Paula Carlino, al discutir los obstáculos a los que se enfrentan los universitarios para la lectura comprensiva, distingue entre los textos académicos y los textos científicos. Los textos académicos (materiales de cátedra, libros, manuales) son aquellos que se utilizan para enseñar y aprender en la universidad, para transmitir un saber. Estos textos tienen por fuente trabajos científicos. Una característica de los textos académicos es la asimetría que existe entre los conocimientos del autor respecto de los lectores. En cambio los textos científicos son elaborados por investigadores para hacer circular conocimiento en una comunidad de pares (artículos de revistas científicas, tesis, ponencias presentadas a congresos). En los textos científicos autores y lectores comparten, por su formación, gran parte del conocimiento que en estos textos se da por sabido, comparten modos de pensamiento, es decir, formas de argumentar y exponer, métodos para justificar el saber. En cambio la falta de códigos compartidos que existe entre autor y lector en el caso de los textos académicos que leen los estudiantes, da origen a los problemas de comprensión (Carlino, 2005).

Por lo expuesto, el interés se centra en comprender cómo los estudiantes que ingresan a la universidad se incorporan a una nueva cultura, que es la de las ciencias, en forma progresiva y apropiándose de sus modos de hablar. Porque *hablar ciencia*, como

expresa Lemke (1997), “siempre combina un patrón temático de relaciones semánticas con un patrón estructural de organización de cómo las expresamos (o las construimos)”. Es decir, combina el marco teórico con las formas de expresión académica.

Un instrumento que se revela potente para estudiar la argumentación en la clase de ciencias, ya sea en las producciones orales de los estudiantes como en sus trabajos escritos, es el modelo de argumentación de Toulmin (1958) que será expuesto en el siguiente apartado. Se elige este enfoque teórico para indagar cómo se despliega la argumentación oral en las clases prácticas de la asignatura, donde los estudiantes pueden poner en tensión los datos empíricos que obtienen realizando actividades de observación de preparados histológicos con la teoría que están estudiando.

El laboratorio de microscopía es un ámbito de trabajo que permite obtener producciones orales, no mediadas por la presión de la evaluación. Consideramos que las producciones orales espontáneas son el primer formato que tiene la construcción de argumentos científicos por los estudiantes. Esta es la materia prima sobre la que pueden trabajar, reorganizar, complejizar cuando elaboran argumentos en forma escrita.

Para el estudio de la argumentación oral se llevaron a cabo siete estudios de caso. El instrumento utilizado para la recolección de datos consistió en una entrevista semiestructurada que incluyó el planteo de tareas prácticas de identificación y descripción de preparados histológicos de anatomía vegetal para resolver con el uso del microscopio. Los preparados disponibles eran de tejidos, como epidermis de hoja de gramínea y xilema secundario de dicotiledónea, y de cortes transversales de distintos órganos: tallo, hoja, raíz. Se trata del material que se usa habitualmente durante los trabajos prácticos de la cátedra Botánica Agrícola General. En el Anexo 7 se presentan los preparados utilizados para este test. También se analizó la argumentación escrita en los exámenes parciales, en los que se solicita mismo tipo de tarea.

Una versión preliminar de este capítulo se presentó en un Congreso de Enseñanza de la Biología (Siracusa y Raviolo, 2004).

XI. 2. La argumentación científica según el modelo de Toulmin

El estudio de la argumentación es una modalidad de análisis del discurso que permite estudiar la lógica con la que los sujetos razonan, justifican e infieren. Stephen Toulmin (1958) propuso un modelo que permite analizar la argumentación científica, entendida como las explicaciones o cuerpo de ideas colectivas, generadas por una cultura determinada y generalmente aceptadas, que proveen una descripción e interpretación relativamente amplia y precisa de los fenómenos de la naturaleza. A su vez, esas ideas y concepciones son expresadas articuladamente y abiertas a la crítica pública, lo cual les confiere su atributo “científico”.

Este modelo desplaza el campo de atención de la lógica a la lógica práctica, no formal, una lógica operativa o aplicada. Entiende la lógica como una metodología de análisis de la secuencia racional, rompiendo con la lógica que plantea al modelo matemático como paradigma de su funcionamiento (Marafioti, 2003). Para Toulmin la lógica tiene que ver con lo que los sujetos piensan, argumentan e infieren.

En el capítulo central de su obra *The uses of argument*, Toulmin propone un “modelo orgánico” del procedimiento argumentativo. Analiza la técnica por la cual un locutor brinda una justificación a una aserción que había sostenido y que es puesta en duda por su interlocutor. Identifica y clasifica los componentes de los argumentos de la siguiente manera:

- Conclusión: la aseveración, opinión o tesis que se sostiene como respuesta a un problema.

- Datos: los hechos, argumentos o pruebas de los que el sujeto se vale para justificar un enunciado general.
- Garantías o Leyes de pasaje: la regla o principio general que avala la relación entre los dos elementos anteriores. Justificación específica para la argumentación. Permite o autoriza el pasaje de los datos a las conclusiones.
- Soportes: justificativos que dan soporte a la Ley (conocimiento básico general, teorías y observaciones aceptadas por una comunidad científica).
- Modalizadores: calificadores de modo que pueden aumentar o disminuir la firmeza con la que se presenta la Conclusión.
- Restricciones: refutación potencial de la conclusión.

Estos componentes se relacionan como se muestra en el Gráfico 11.1.

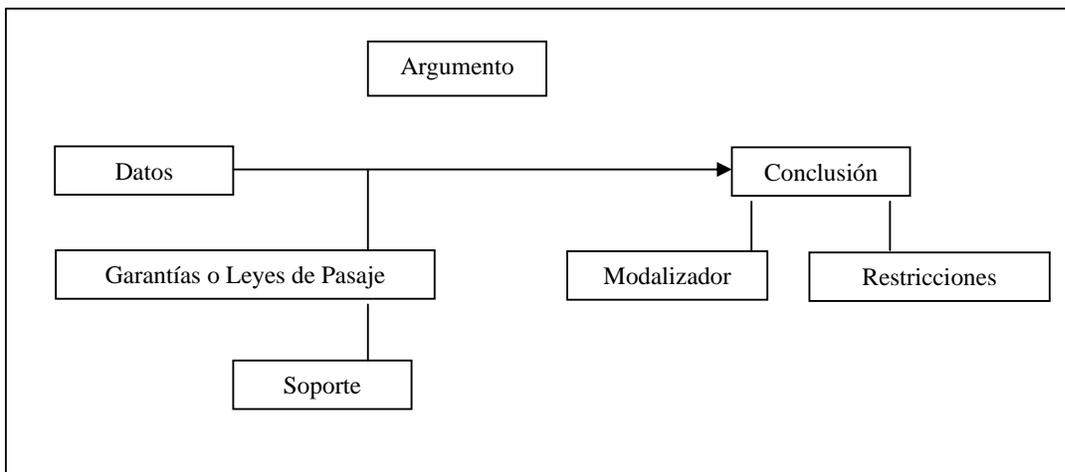


Gráfico 11. 1. Componentes de la argumentación científica según el modelo de Toulmin

XI. 3. La aplicación del modelo de Toulmin para analizar la argumentación

El interés por estudiar las formas de argumentar en el aula de ciencias es creciente. Dentro de esta temática Díaz de Bustamante (1999) ha aplicado el modelo de Toulmin al razonamiento argumentativo que producen los estudiantes cuando observan e interpretan preparados histológicos a través del microscopio óptico en el laboratorio de ciencias. En su tesis doctoral analiza diálogos producidos por los estudiantes mientras resuelven una tarea diseñada a tal efecto. Esta investigación se destaca por la originalidad en el estudio de argumentos verbalizados durante la interacción del trabajo grupal. Este autor forma parte del grupo de investigadores del proyecto RODA (Razonamiento, Discurso e Argumentación), que se desarrolla en la Universidad de Santiago de Compostela desde 1994 y estudia diferentes dimensiones del discurso de aula, constituyendo una importante contribución al conocimiento de los procesos de aprendizaje de las ciencias (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003). Más recientemente, el proyecto RODA integra el grupo Mind the Gap Internacional, que estudia las *competencias* científicas y genera materiales didácticos diversos para trabajar la argumentación y el uso de pruebas en el aula. Este proyecto involucra investigadores de Alemania, Dinamarca, Francia, España, Hungría, Noruega y Reino Unido, lo que demuestra el extendido interés que está cobrando esta línea de investigación en la didáctica de las ciencias.

Otro indicador de la difusión que va alcanzando esta línea lo constituye la aparición de un número monográfico de la revista española *Alambique*, dedicado exclusivamente a la Argumentación. En esa publicación se presentan también investigaciones realizadas en Argentina, entre ellas la de García y Valeiras (2010) que analizan el significado que los ingresantes a la universidad atribuyen a la lectura y a la escritura. Las investigadoras concluyeron que los estudiantes “no reconocen el potencial epistémico y el valor argumentativo de la escritura, cuestiones que perjudican la

posibilidad de que puedan «oír» la voz activamente interpretativa de los científicos”. A partir de las consideraciones reseñadas, afirman que un análisis de los escritos a partir de los elementos del modelo de Toulmin puede brindar un aporte significativo para la solución a los problemas vinculados con la escritura argumentativa, ya que permite a docentes y alumnos evaluar la credibilidad de la información puesta en papel, establecer su coherencia y descartar argumentos iniciales superfluos. Por eso proponen utilizar el modelo formulado por Toulmin (1958) como una manera de poner en evidencia la lectura y escritura argumentativa (García y Valeiras, 2010).

En síntesis, este modelo está siendo usado en didáctica de las ciencias tanto para evaluar producciones escritas y orales como para proponer actividades concretas en las que los estudiantes, mediante el análisis de los elementos del modelo, puedan aprender a producir discurso argumentativo.

XI. 3.a. Análisis de la argumentación oral

Para el estudio del discurso argumentativo, como sugiere Díaz de Bustamante (1999) se seleccionaron los argumentos considerados como *sustantivos*, que requieren conocimiento del contenido, ya que no todos los argumentos emitidos resultan pertinentes.

Del análisis efectuado a partir del registro desgrabado de entrevistas se observa que los estudiantes utilizan un promedio de cinco argumentos para describir el preparado-problema. Una vez finalizadas las tareas técnicas que permiten enfocar el preparado, los alumnos inician la identificación de la muestra enunciando una Conclusión del tipo “Es una hoja de monocotiledónea”. En general, las Conclusiones consisten en el reconocimiento de tejidos simples (parénquima, colénquima), tejidos

complejos (xilema, floema), tipos de crecimiento (primario o secundario), nombre del órgano (tallo, hoja, raíz) y grupo vegetal (monocotiledónea, dicotiledónea).

A partir de la Conclusión, y ante el pedido explícito de justificación por parte de la entrevistadora, enuncian los Datos o hechos en los que se basan, por ejemplo “porque tiene muchos haces paralelos” y “porque el parénquima del mesófilo es homogéneo”. Esto demanda la *construcción* del Dato, ya que para “ver” los haces paralelos hay que poder aislar de un campo de numerosos distractores, la estructura que se está buscando. Además, esta justificación requiere conocer tantas Garantías o Leyes de pasaje como Conclusiones se saquen, ya que son las que permiten justificar la interpretación.

En la Figura 11.1 se ejemplifican tres argumentos que se infieren a partir de un fragmento de entrevista:

Fragmento de entrevista a la Alumna 5. (Preparado seleccionado: corte transversal de tallo de *Cucurbita* sp)

Entrevistadora: Contame qué ves.

Alumna: Bueno... una parte donde hay haces vasculares. Que se distingue el xilema, o sea la parte del metaxilema y del protoxilema. También floema... ¿Puede ser que sea un haz bicolateral? Que tiene dos...

E: ¿Sí? ¿Por qué te das cuenta de eso?

A: Y... porque tiene floema en la parte de arriba y abajo... del xilema.

E: ¿Y cómo hacés para distinguir cuál es el floema ahí?

A: Y, porque son células diferentes. Son un grupo de células como más... más chiquitas

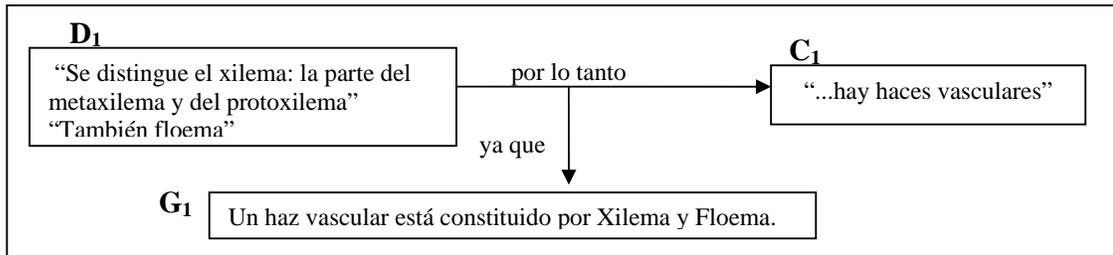
E: Ajá.

A: y con... tienen una... una pared más sombreada...

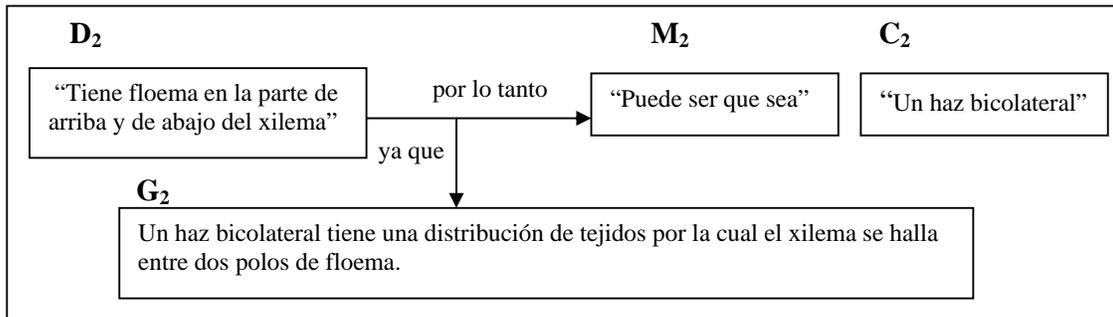
E: Puede ser que estén teñidas diferente, sí.

A: Teñidas diferente.

Argumento N° 1.



Argumento N° 2



Argumento N° 3

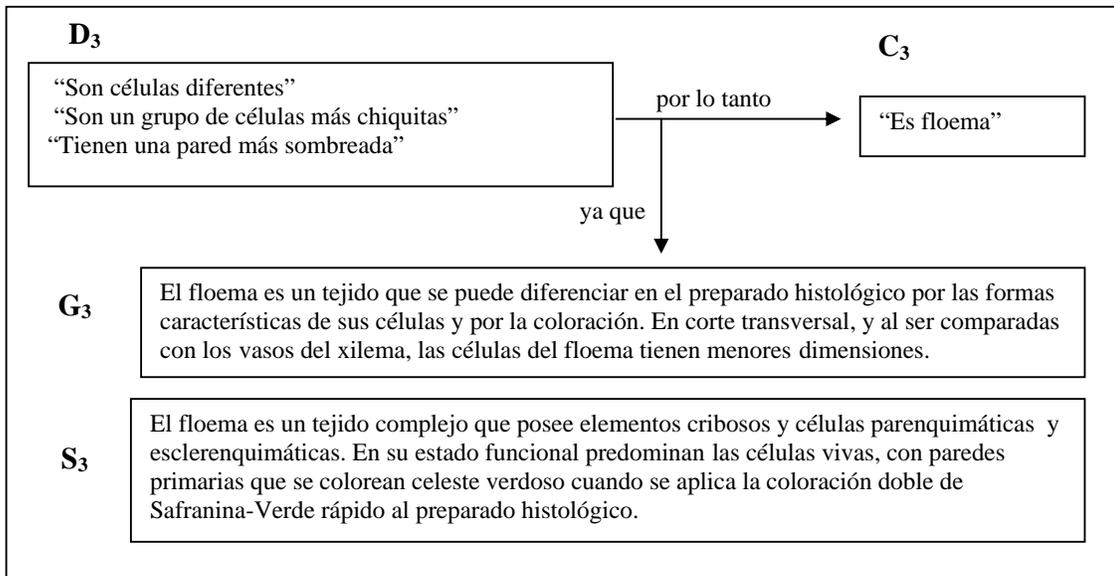


Figura 11. 1. Análisis de la argumentación según modelo de Toulmin. Tres argumentos inferidos a partir de una entrevista. (D: datos, C: conclusiones, M: modalizador, G: garantía, S: soporte)

En el ejemplo vemos que la actividad de justificación que efectúa la alumna se limita a ofrecer Datos y Conclusiones. Las Garantías y los Soportes pueden ser inferidos por el docente-investigador pero no son explícitos. Coincidimos con García y Valeiras (2010) en que las respuestas expresan solamente una Conclusión o una relación entre Datos y Conclusiones; y que es difícil encontrar producciones que presenten Garantías, Soportes, Modalizadores y Restricciones.

Los procesos que llevan a la construcción de los Datos para un Argumento se vinculan con la selección de la información relevante durante las observaciones. La elaboración de la Conclusión de un Argumento demanda coordinación con los Soportes teóricos para producir una interpretación. Las Garantías pueden provenir de las representaciones y los modelos mentales que los alumnos han podido construir sobre el tema, deben estar presentes como conocimiento previo y ser activadas al momento de formular una justificación. Esto es evidente en los casos en que conociendo una Ley de pasaje, los alumnos hipotetizan una Conclusión pero no parten de los Datos empíricos. Una alumna que observa un preparado dice:

“Lo que no distingo bien todavía es el cambium, dónde se ubica ... creo, o sea, está entre xilema y floema. Sé que está ahí en el medio... pero no sé bien.”

En este caso hay Garantías pero se reconoce la falta del Dato empírico para poder derivar la Conclusión. Se puede pensar que existe un tipo de actividad metacognitiva que analiza el razonamiento, que monitorea si están presentes sus distintos componentes para dar validez al argumento. Esta revisión o monitoreo no es muy frecuente por lo que podría convertirse en una actividad propuesta por el docente para mejorar la competencia argumentativa.

Los Soportes de la argumentación son escasamente explicitados pero suponemos que los proporciona el conocimiento académico enunciado en los libros de texto, clases teóricas o cuadernillo confeccionado por la cátedra.

Los Modalizadores adquieren la forma de proposiciones condicionales “tendría que ser”, “podría ser” y tienen como finalidad relativizar o restar firmeza a la aseveración presentada como Conclusión o como Dato. De esta forma dejan “abierto” el argumento para que sea confirmado o desconfirmado por la entrevistadora.

La forma que adquieren Soportes y Modalizadores en estas entrevistas puede estar influida por las características de la misma. Como la entrevistadora es una docente, el estudiante presupone que los Soportes son conocimientos compartidos entre ambos por lo cual no es necesario hacerlos explícitos. Además, los modalizadores o el enunciado de conclusiones con entonación de pregunta podría deberse a que asocian a la entrevistadora con la evaluación o certificación del conocimiento válido.

El elemento menos empleado, de los señalados por Toulmin, es la Restricción, que aparece en muy pocos casos. Esto daría cuenta de una modalidad de argumentación basada en leyes de pasaje rígidas, que han sido aprendidas como verdades sin excepciones.

En algunos casos se observa la argumentación subsecuente: la Conclusión de un argumento opera como Dato en la argumentación siguiente. Esto puede dar lugar a redes argumentativas en las que argumentaciones secundarias se acoplan a la argumentación principal, fortaleciéndola (Marafioti, 2003).

XI. 3.b. Análisis de la argumentación escrita

La argumentación en exámenes escritos es similar a la ya descrita. Se explicita una Conclusión y los Datos de los que se deriva. La Garantía, en cambio, permanece implícita. En el análisis de argumentos que resultan erróneos se pueden encontrar distintas situaciones, por ejemplo que se emita una Conclusión correcta pero la construcción del Dato sea errónea lo que indica que el estudiante reconoce “a simple vista” el preparado pero no puede emitir una justificación válida. También es frecuente que la Conclusión sea correcta y los Datos escogidos para justificar no provengan de la observación al microscopio sino de aspectos teóricos. En otros casos una conclusión se sostiene enunciando más de un dato, siendo éstos contradictorios entre sí.

Se presentan los siguientes argumentos para ejemplificar las dificultades halladas en el discurso argumentativo escrito. Se subraya Conclusión y Datos:

- La estructura del discurso argumentativo es correcta. El argumento completo resulta correcto. Conclusión y Datos se corresponden.

“Es un tallo de monocotiledónea porque los haces vasculares se distribuyen formando una atactostela”

“Tiene crecimiento secundario por la disposición de xilema y floema formando un cilindro continuo”

“Corte transversal porque podemos observar porosidad”

- La estructura del discurso argumentativo es correcta. La Conclusión es correcta pero el argumento resulta falso porque el Dato construido es erróneo.

“El preparado es de una hoja de gramínea. Me doy cuenta de eso porque el xilema envuelve al haz”

“Determiné que es una raíz por la disposición de los haces vasculares”

- La estructura es correcta, la Conclusión es correcta, los dos Datos expuestos se contradicen, resulta el primero incorrecto y el segundo verdadero, lo que invalida la veracidad del argumento completo.

“Es un tallo de dicotiledónea porque los grupos de protoxilema están agrupados triaricamente y en forma de eustela”

- La estructura es correcta, el argumento es correcto. El Dato es teórico, no está construido a partir de las observaciones con el microscopio.

“Es dicotiledónea ya que un tallo de monocotiledónea sería hueco”

“Es monocotiledónea porque las gramíneas lo son”

“Tiene crecimiento secundario por tratarse de una gimnosperma leñosa”

- La argumentación resulta endeble ya que el Dato construido es poco relevante, no corresponde a la característica distintiva que derivaría en la Conclusión. Es un Dato complementario y, a veces, no exclusivo.

“Tipo de crecimiento secundario donde hay presencia de puntuaciones areoladas”

“Es un tallo porque la corteza es más reducida que la raíz, y su médula es grande”

- En la construcción de Datos se describen estructuras por analogía, utilizando lenguaje no disciplinar.

“Observamos los vasos que son los agujeros grandes”

“Los radios se ven como ladrillos y las fibras se ven como tubos largos que corren en el mismo sentido que los vasos”

Finalmente, podemos decir que coincidimos con García y Valeiras (2010) en la necesidad de que los docentes de ciencias destinen tiempos y espacios en sus aulas para trabajar específicamente la discusión y problematización de la lectura y escritura

científicas. De esta forma contribuirían a desarrollar la competencia argumentativa que aproxima al estudiante al conocimiento de la estructura del discurso científico. Por ello, en el siguiente capítulo, se relatará una experiencia de Talleres llevados a cabo en la cátedra de Botánica en los que se tuvo en cuenta la relevancia de la argumentación científica como contenido a desarrollar.

Resultados

Parte IV:

LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS

CAPÍTULO XII

EXPERIENCIA DE TALLERES COLABORATIVOS

XII.1. Presentación

La investigación llevada a cabo en la cátedra de Botánica Agrícola General con motivo de esta tesis deja en evidencia que los estudiantes poseen concepciones alternativas de muchos de los conceptos y fenómenos de interés en la asignatura. En muchos casos se han podido definir modelos mentales que se relacionan con teorías implícitas. Y quedan en evidencia dos grandes ausentes en la propuesta tradicional de enseñanza:

- El análisis de los formatos que se requieren para expresar las ideas científicas: descripción, definición, explicación, justificación.
- La multiplicidad de lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes, acciones.

Reconocer estas falencias derivó en la necesidad de introducir innovaciones en el dictado de la asignatura generando propuestas didácticas que contemplen estos aspectos y complementen la enseñanza tradicional.

Se considera que las formas de producir el conocimiento son propias de cada disciplina y que el aprendizaje también adquiere formas propias en función del contenido del que se trata. Por ello la enseñanza de estrategias cognitivas y lingüísticas

útiles para apropiarse de un campo disciplinar y pensar en sus propios términos, es indisoluble de la transmisión de información “teórica”.

La tradición universitaria no sólo ha separado “teóricos” de “prácticos” sino que ha invisibilizado los contenidos referidos a los modos de aprender disciplinares. No resulta fácil para el docente identificar y hacer explícitos cuáles son aquellos procedimientos que deberían desarrollar los estudiantes para adquirir pericia en el campo de la disciplina en la que se los desea introducir. Menos aún cuando subyacen representaciones acerca de lo que los alumnos deberían “venir sabiendo” y “sabiendo hacer”.

Para revertir estas cuestiones que no conducen más que al fracaso de los estudiantes y a la desazón docente, resultan útiles los intentos de promover y evaluar pequeños cambios en las cátedras que involucren a todos sus actores y que se centren en los modos de aprender que se quiere desarrollar en los estudiantes.

En conjunto con la Lic. Gabriela Barral se elabora una propuesta de talleres colaborativos que intenta ser un aporte para incluir a los ingresantes en una cultura académica que es nueva para muchos de ellos. Los talleres se desarrollan enmarcados en las acciones del Programa de Retención y Mejoramiento de la Calidad Educativa de la Universidad Nacional del Comahue, desde el año 2004 hasta la fecha.

Como ejemplo de las intervenciones realizadas se resume a continuación la propuesta de talleres diseñados y coordinados por los ayudantes de cátedra, correspondiente al ciclo lectivo 2004, publicada en Barral y Siracusa (2006), por considerarla representativa del tipo de trabajo realizado.

XII.2. Propósito y contenidos

El propósito de los talleres es ampliar las capacidades de los estudiantes de primer año de la Universidad, mostrando y haciendo explícitas las formas de comunicación y de organización de la información disciplinar que hacen a la cultura académica. Especialmente interesa para aquellos alumnos que por su historia escolar previa y/o el capital socio-cultural con el que ingresan no están familiarizados con los formatos en los que se produce, circula, se difunde y se estudia la ciencia.

El conocimiento de la materia requiere reconocer material vegetal así como justificar cada identificación mediante argumentos expresados en forma escrita. Entre las dificultades de esta tarea se observa a menudo falta de criterios de orden, jerarquía y niveles de organización de los sistemas biológicos. En los argumentos utilizados para justificar, no se priorizan las características exclusivas que permiten la correcta identificación de una estructura. En cambio aparecen frecuentemente características poco relevantes que no son suficientes. Además las producciones escritas presentan problemas de coherencia y orden textual.

Por otra parte, el conocimiento botánico se expresa en una serie de lenguajes diferentes que es necesario conocer e interpretar: sistemas de palabras, imágenes, símbolos y acciones.

Estas habilidades no se enseñan durante los trabajos prácticos debido en parte al escaso tiempo del que se dispone. Muchas veces los alumnos deben enfrentarse por primera vez al problema de dibujar, concluir y justificar sus observaciones en el examen parcial.

Entre los contenidos abordados en los talleres se incluye:

- La descripción, la definición y la argumentación vinculadas al campo disciplinar específico, considerando el desarrollo de la función epistémica de la escritura (Carlino, 2002).
- Análisis de las formas de la argumentación científica (Toulmin, 1958; Siracusa y Raviolo, 2004).
- Formas de justificar la veracidad de un enunciado.
- Técnicas generales de organización de la información biológica como los cuadros comparativos de doble entrada y los “ciclos de vida”.
- Técnicas de representación icónica específicas utilizadas en la disciplina como la esquematización y rótulo de estructuras biológicas, el desarrollo de “diagramas y fórmulas florales” y la representación de preparados histológicos utilizando los “signos de Metcalfe y Chalk”.
- Integración de las imágenes de microscopía en modelos tridimensionales.

XII.3. Desarrollo de los talleres

Los encuentros se desarrollaron una vez por semana con una duración de 2 horas. Fueron de carácter no obligatorio y no acreditable.

Las tareas fueron grupales y coordinadas por ayudantes de docencia. El trabajo fue de tipo colaborativo y estuvo orientado a que los estudiantes adquirieran progresiva pericia, habilidad y autonomía en sus producciones. Las producciones eran sometidas a la co-evaluación de pares con el asesoramiento de las docentes.

Se utilizaron diferentes recursos como libros de texto y diccionarios de Botánica, apuntes de cátedra y apuntes tomados por los alumnos, material vegetal fresco, fotografías de preparados histológicos y modelos concretos tridimensionales.

A continuación se detalla, para cada encuentro:

- El tema botánico abordado,
- Las actividades propuestas y
- Las estrategias que se pretendía desarrollar.

Taller 1: Morfología general de Angiospermas y Gimnospermas. Sistemas radicales.

Actividad: Resolución de sentencias de Verdadero o Falso similares a las que aparecen en los cuestionarios de trabajos prácticos. Discusión grupal. Puesta en común, análisis de las justificaciones, teniendo en cuenta relaciones de inclusión y orden jerárquico y cuáles son las características exclusivas que definen a una categoría.

Se buscó que los alumnos puedan ver que en morfología vegetal la justificación a una proposición verdadera se logra enunciando una definición preestablecida y que para las proposiciones falsas, la cita de un contraejemplo basta para invalidarla.

Taller 2: Morfología del tallo y la hoja.

Actividad: Lectura de texto explicativo acerca de la confección de los cuadros de doble entrada. Revisión en grupos de los cuadros realizados en los trabajos prácticos anteriores. Realización de nuevos cuadros sobre distintos tipos de tallos o distintos tipos de hojas a partir del material fresco proporcionado por los docentes. Puesta en común.

La intención era que los alumnos determinaran las categorías y sus variables que resultaran relevantes para mostrar semejanzas y diferencias en vez de limitarse a completar las celdas en un cuadro ya confeccionado.

Taller 3: La flor: representación mediante fórmula y diagrama floral de los distintos tipos de flores.

Actividad: Lectura de texto explicativo sobre el tema. Dadas cinco fórmulas florales, realizar en grupo y por escrito la descripción de la flor correspondiente a una de ellas. Puesta en común: un alumno transcribía en el pizarrón lo que había elaborado su grupo y se revisaba la escritura del texto, a fin de poder reescribirlo de manera completa y correcta, como resultado del intercambio y aporte de los pares.

El propósito fue conocer e interpretar un nuevo lenguaje, que al modo de las fórmulas químicas, y valiéndose de letras, números dispuestos como subíndices o superíndices, corchetes, paréntesis y otros símbolos, se utiliza para resumir información sobre los elementos que componen una flor, su número y cómo se disponen en el espacio.

Se hizo hincapié en los criterios que resultan relevantes para describir una flor a partir de la “traducción” del lenguaje de las fórmulas, teniendo en cuenta el orden en que se debe enunciar la información para obtener una producción completa y ordenada, comprensible para el lector.

Taller 4: Morfología y clasificación de frutos.

Actividad: Lectura de un texto que explica las características de las tareas de: observar, identificar, clasificar, definir, describir.

En grupos, realizar un listado de los caracteres a tener en cuenta para identificar un fruto. Puesta en común y discusión del orden de jerarquía que facilita una clasificación adecuada. Resaltar cuáles son las características exclusivas que permiten diferenciar los distintos grupos de frutos y que una definición no está completa si no las incluye. Discutir, entre todos, la clasificación de los frutos monotalámicos simples carnosos, como ejemplo.

Ejercicio de discusión de definiciones a las cuales les falta alguna característica distintiva. Completarlas para que no resulten ambiguas o se refieran a otros tipos de frutos distintos al que se busca caracterizar.

Taller 5: Revisión de temas de morfología vegetal, previo al examen parcial.

Actividad: Esquematizar y describir material vegetal fresco indicando a qué grupo vegetal pertenece. Con esta tarea se buscó integrar los conocimientos. Además se discutió la forma de presentar las descripciones y las conclusiones acerca de lo observado.

Lectura de descripciones de flores extraídas de textos de botánica. Escribir la fórmula floral correspondiente y esquematizar el diagrama floral que la representa. Esta actividad complementa las realizadas en el Taller 3.

Realizar un cuadro comparativo entre frutos secos indehiscentes. Se aplica una forma de organizar la información ya trabajada en el Taller 2 a un tema que suele resultar particularmente complejo.

Completar y/o corregir diversas proposiciones sobre los temas dados, extraídas de respuestas a cuestionarios redactadas por el mismo grupo de alumnos. Con esta actividad se busca que el alumno pueda analizar una argumentación efectuada por otro, evaluarla a la luz de sus propios conocimientos para poder revisarla y reescribirla.

Taller 6: La célula y los tejidos vegetales.

Presentación de un cuestionario para resolver grupalmente utilizando para ello los libros disponibles en la biblioteca de la Facultad.

Esta actividad pretendió incorporar conceptos de la Biología General tales como niveles de organización, compartimentalización celular, especialización, diferenciación, división celular, crecimiento, etc., aplicados a las funciones de la célula vegetal. Este tipo de conceptos son comunes a las distintas disciplinas biológicas, pero no son abordados en las materias introductorias de la carrera, aunque se alude a ellos frecuentemente. Se alentó a redactar reelaborando conocimiento extraído de distintas fuentes, ya que la respuesta a las preguntas formuladas no se encontraría en forma explícita en los textos.

Taller 7: Estructura de la madera.

Actividad: realización de un modelo concreto tridimensional con cartones, papeles y fibras de la estructura del leño de Angiospermas Dicotiledóneas, mostrando la diferencia entre vistas transversal y longitudinales tangencial y radial (Figura 13.1).

La actividad se realizó para integrar las observaciones microscópicas realizadas en trabajo práctico de cortes de madera en tres tipos de vista, los cuales constituyen en la realidad una sola estructura. Se había detectado la complejidad para imaginar como esos tres planos se integran en un solo cuerpo.



Figura 12.1. Modelo concreto de leño de Angiosperma (confeccionó: Gabriela Barral)

Taller 8: Xilema secundario. Anatomía de Raíz y Tallo.

Actividad: Se propusieron dos preguntas generales para los temas abordados. En forma grupal, los alumnos debían pensar en criterios para la identificación correcta de estructuras observadas al microscopio óptico.

El objetivo de la propuesta se centró en que los alumnos intentaran, luego de haber interpretado imágenes microscópicas de algunos tejidos vegetales, integrar esos conocimientos en un nivel de organización superior, el de los órganos. A partir de la

presencia y distribución de los tejidos en el corte de un órgano no identificado puede decirse a qué órgano y grupo vegetal pertenece el corte histológico observado, si previamente se internaliza un modelo de los mismos. Para ello, deben discernir qué características son exclusivas de un tejido u órgano particular. El taller tendía a que los alumnos puedan elaborar explícitamente esa lista de pautas a tener en cuenta como estrategia para saber qué mirar toda vez que se enfrenten a material microscópico.

Taller 9: Xilema secundario: revisión.

Actividad: Se entregaron fotocopias con una serie de láminas de microfotografías de distintas maderas, extraídas de una publicación científica periódica, para que los alumnos puedan identificar los diferentes planos de corte y describirlos en forma escrita. Para favorecer la interpretación se adjuntaron esquemas que representaban las posibles distribuciones en el espacio de los elementos constituyentes de la madera.

El trabajo tuvo por finalidad desarrollar la capacidad de la comunicación escrita, releer y reelaborar los textos luego de la revisión con el docente

Taller 10: Anatomía de los órganos vegetales: revisión.

Actividad: Se entregaron microfotografías de cortes transversales de hojas, tallos y raíces. En grupos, los estudiantes debían realizar esquemas que representan la distribución de los tejidos en los diferentes órganos vegetales haciendo uso de los signos convencionales de Metcalfe y Chalk. Con todas las láminas se elaboró un cuadro comparativo general (Figuras 13.2). Posteriormente debían rotular y describir los

esquemas presentados. Puesta en común en el pizarrón y reescritura entre los compañeros para mejorar lo elaborado.

Esta actividad fue la última propuesta, ya finalizados los trabajos prácticos y previo al segundo examen parcial. El objetivo fue integrar lo aprendido en la segunda mitad del cuatrimestre, focalizando la atención en los requerimientos necesarios para la aprobación de la evaluación práctica.



Figura 12.2. Elaboración de cuadros comparativos de anatomía de raíz, tallo y hoja

XII.4. Evaluación de la experiencia

Concurrieron a los talleres la cuarta parte de los estudiantes de la asignatura, superando la expectativa docente inicial, ya que la asistencia a los mismos no era obligatoria.

Se observó interés en la realización de tareas propuestas, buen aprovechamiento del tiempo y muy escasa dispersión durante los encuentros. La participación oral de los estudiantes fue superior cuando se trató de pequeños grupos y de consultas con el docente, disminuyendo cuando se solicitaba exponer la producción al grupo general.

Las tareas que se relacionaban con contenidos que se desarrollarían en el trabajo práctico de la semana generaron más entusiasmo.

Las intervenciones docentes fueron activas y estuvieron relacionadas tanto con aclaraciones de contenidos conceptuales de la materia como con recomendaciones sobre las formas de organizar la información y responder a consignas demandadas por la cátedra. Se hizo frecuente referencia a los formatos de la evaluación.

La planificación inicial de los encuentros debió ser revisada y se optó por organizar encuentros semanales, programándolos en base a los obstáculos que se detectaban en los grupos de alumnos durante los trabajos prácticos o a los que se podían prever en función de la complejidad de los temas y de experiencias docentes previas.

Los alumnos evaluaron los talleres como muy positivos, destacaron la ayuda que les brindaron para organizarse, entender consignas, identificar los temas más importantes, preparar exámenes, relacionar teoría y práctica, etc.

XII.4.a. Encuesta a estudiantes

Al finalizar la cursada se entregó una encuesta a los alumnos que habían asistido a los talleres, con el fin de recabar información acerca de esta modalidad, incluyendo propuestas y opiniones.

En general hubo una buena opinión acerca del desarrollo de los talleres, ya que “ayudaron a entender mejor los temas” y a “trabajar mejor con cuadros comparativos y descripciones”, “aclarar conceptos, evacuar dudas y familiarizarme con el tipo de consignas que se exigen en la materia”, “me sirvieron para prepararme en los exámenes”, “muy útil para diferenciar lo más importante a evaluar”, “sirvió para orientarme en los temas, hacer relaciones entre las clases teóricas y las prácticas”, “los talleres me parecieron interesantes”, “me sirvieron para organizarme en la forma de estudiar”, “me ayudaron al entendimiento de los temas por la dinámica del taller”, “me ayudó a sacarme bastantes dudas”.

Varios alumnos destacaron como positiva la elección de los temas propuestos: “... fueron adecuados ya que eran todos temas difíciles de entender que en el taller se aclaraban”, “me ayudó a enfatizar en los temas más importantes de la materia y también en la modalidad de estudio”.

La principal dificultad manifestada fue el horario destinado, “dejé de ir porque eran un poco tarde y como estaba todo el día en la Facultad, llegaba esa hora y quería irme”, “se hacía muy largo quedarse hasta el taller”, “el horario no era malo pero terminábamos muy cansados”, “terminaba muy cansado y no tenía ganas de quedarme”. A ello atribuyeron la participación limitada de estudiantes, aunque reconocieron que la

carga horaria de primer año es considerable y no hay otros horarios posibles para desarrollar este tipo de propuestas.

Algunos indican que a veces se quedaban con dudas porque “no terminamos de formular todas las preguntas”.

Realizaron algunas sugerencias sobre temas puntuales: “relacionados con la actividad frutícola”, “más práctica sobre los preparados histológicos”, “otros temas a tratar podrían ser los que se piden en los coloquios, por ej, anatomía de la flor”; aunque algunos manifestaron “no creo que hagan falta más temas, ya que lo que se da en los talleres abarca casi todo”. Si bien reconocieron muy útil el aprendizaje de destrezas para redactar textos, también hubieran querido lo equivalente para mejorar su expresión oral. Algunos alumnos sugieren mayor frecuencia ya que les “resultaban de utilidad para los parciales”.

Con respecto a la progresiva adquisición de autonomía del estudiante universitario que se trató de propiciar, se registraron los siguientes comentarios: “sólo asistí a los talleres que daban los temas que debía consolidar”, “yo sugeriría que para que haya mayor asistencia a los talleres se debería recalcar a los alumnos que tienen un resultado regular que no falten, pero es factor importante a tener en cuenta también que en el nivel terciario cada alumno debe hacerse cargo de las responsabilidades que la Universidad implica”.

CAPÍTULO XIII

ALGUNOS APORTES PARA PENSAR LA EVALUACIÓN

XIII.1. Presentación

Las demandas que plantean las evaluaciones que formulan los profesores tienen un papel relevante en la calidad del aprendizaje resultante ya que de algún modo regulan qué se aprende y cómo se aprende. Estas demandas son diferentes según las concepciones de aprendizaje y de enseñanza que tienen quienes las formulan. Muchas veces el proceso de elaborar la evaluación se lleva a cabo en forma acrítica y al corregir y ver malos resultados se descubre que las consignas no eran acordes con los objetivos que explícitamente se propusieron o con el tipo de actividades de enseñanza que se llevaron a cabo. ¿Se evalúa lo que se enseña? ¿Qué habilidades demanda la evaluación y cuáles fueron las que efectivamente se requirieron durante las clases?.

En la asignatura Botánica Agrícola General existen múltiples instancias de evaluación. Hay evaluación de resultados mediante dos exámenes escritos parciales y un examen final oral. Y hay evaluación del proceso mediante cuestionarios previos a los trabajos prácticos y mediante la corrección de los informes al finalizar los mismos. Se suma otra instancia que es la evaluación de la confección de un herbario que se entrega al finalizar la materia.

Se analizan las consignas de cada una de estas evaluaciones teniendo en cuenta la tipología de las preguntas y la demanda cognitiva que implican, siguiendo la propuesta de Pérez Cabaní *et al.* (2000), con la finalidad de analizar cómo aparecen en ellas las Habilidades Cognitivo Lingüísticas. Se proponen algunas innovaciones al

sistema de evaluación de la asignatura a la luz de los resultados presentados en capítulos anteriores.

XIII. 2. Análisis de las instancias de evaluación

XIII. 2. a. Cuestionarios o “parcialitos”

Se suministran tres preguntas antes de cada trabajo práctico para responder en forma escrita. Se pretende evaluar si el alumno ha estudiado el tema del día y tiene los conocimientos necesarios para desarrollar las actividades interpretando correctamente lo que observe.

Preguntas típicas de estos cuestionarios serían:

- Nombre tres tipos diferentes de filotaxis
- ¿A qué se le llama filotaxis verticilada?
- Defina: estípulas
- Compare una hoja compuesta y una hoja simple. Esquematícelas.

En cuanto a la tipología de la pregunta se observa que se trata de preguntas de respuesta breve, que inician con palabras como: nombre, compare, defina, esquematice. Las habilidades requeridas son fundamentalmente la memorización de contenidos conceptuales puntuales.

XIII. 2. b. Informes de trabajos prácticos

Se solicita su entrega al finalizar la clase con la producción del día. Los informes incluyen actividades como:

- A partir de una vara de Gladiolo y utilizando lupa binocular: Observar y clasificar la inflorescencia. Corte longitudinal y esquema de la flor. Corte transversal y placentación. Fórmula floral.
- Utilizando el microscopio óptico y a partir de preparados histológicos permanentes suministrados: Esquematizar utilizando los signos de Metcalfe y Chalk: tallo de dicotiledónea con crecimiento primario, tallo de monocotiledónea, tallo de dicotiledónea con crecimiento secundario.

Se observa que las actividades de los trabajos prácticos apuntan a reconocer estructuras, identificarlas, representarlas gráficamente mediante un dibujo o esquema (siempre con el modelo presente), rotular los dibujos y en escasas ocasiones describir o anotar algunas características importantes.

Las habilidades que se ponen en juego incluyen algunas de tipo práctico - técnico como destrezas en el manejo del microscopio o realización de algunos preparados y habilidades cognitivas como clasificar, reconocer, identificar, seleccionar la información relevante. La producción solicitada rara vez incluye las habilidades lingüísticas de describir en forma ordenada, realizar una diagnosis, justificar y argumentar las razones por las cuales se identificaron determinadas estructuras.

XIII. 2. c. Exámenes parciales (Parte teórica)

Los exámenes parciales tienen dos partes: una teórica y otra práctica. Se corrigen por separado y deben aprobarse las dos. A veces se suministran también en días

separados, coincidiendo con los horarios de las clases teóricas y prácticas respectivamente. En los parciales teóricos encontramos:

- *Preguntas de respuesta breve:* aquellas que se responden con una palabra, frase, número o esquema o en las que se debe completar una proposición. En esta categoría se incluyen consignas como:

“Complete el siguiente cuadro con las diferencias entre monocotiledóneas y dicotiledóneas”. Y se entrega al estudiante el cuadro de doble entrada con las categorías a comparar, (por ej: Morfología externa de la hoja, estructura del mesófilo, tallo: tipo de estela, sistema radical, etc.).

- *Preguntas de opción múltiple:* incluye las preguntas con un enunciado seguido de diversas alternativas de respuesta de las cuales sólo una es correcta.

“Relacione la columna de la derecha con la de la izquierda y escriba la letra correspondiente”. A continuación, se le presentan al estudiante una columna con un listado de conceptos con vocabulario específico (Ej: flor trímera, perigonio, heteroclamídea, actinomorfa, etc.) y otra columna con un listado de definiciones (Ej: flor que posee un solo ciclo de protección, flor que posee cáliz y corola diferenciados, flor con simetría radiada, etc.).

- *Preguntas de representación gráfica:* se solicita un esquema o dibujo de una estructura dada en ausencia del objeto. El ejercicio planteado propone:

“Esquematice y señale sus partes: a) hoja pinnaticompuesta con folíolos de bordes festoneados, b) racimo, c) cima corimbiforme”.

En general, podemos decir que en los exámenes teóricos las habilidades requeridas son: memorización, reconocer-diferenciar, comparar, representar gráficamente y describir.

XIII. 2. d. Exámenes parciales (Parte práctica)

Consisten en preguntas de ensayo restringido que para Pérez Cabaní *et al.* (2000) son aquellas que se formulan de manera que limitan la forma de la respuesta que debe dar el estudiante. Los límites pueden ser de contenido (ajustarse estrictamente a lo que se pide) o de forma (limitaciones de espacio o de tiempo).

La característica particular de este tipo de pregunta en los exámenes es que la producción debe ser un esquema rotulado de una estructura vegetal (macroscópica o microscópica) que se suministra, seguida de la redacción de un texto argumentativo en el que se justifica la identificación del material realizada.

Al analizar la demanda que involucran las preguntas observamos que las habilidades cognitivo-lingüísticas más requeridas son: identificar, reconocer, representar gráficamente, justificar-argumentar. Éstas últimas aparecen en forma exclusiva en esta actividad (el examen parcial práctico) ya que no son requeridas en otras instancias evaluativas ni en las actividades que se proponen en clases (Figura 13.1).

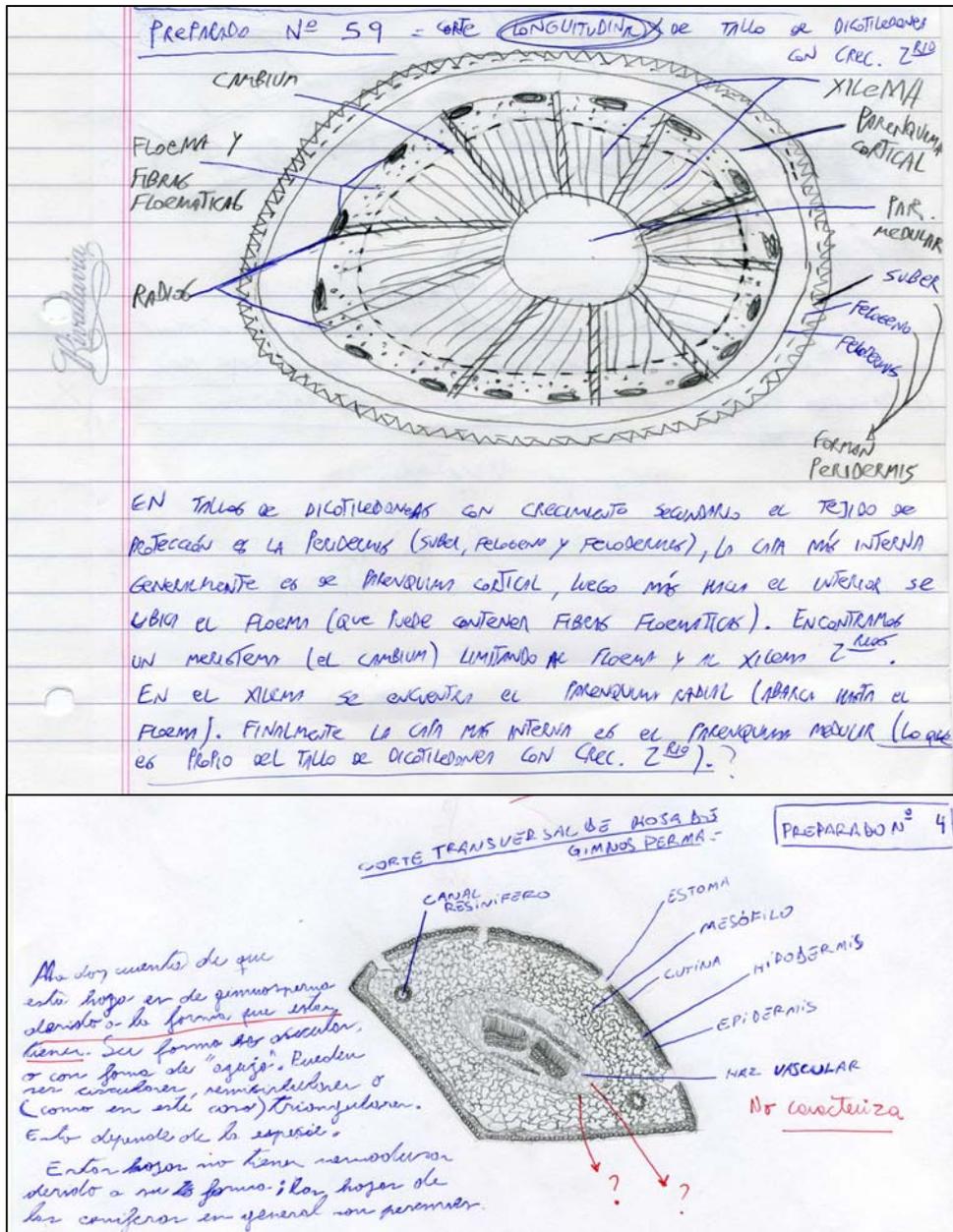


Figura 13. 1. Fragmentos de exámenes parciales prácticos

XIII.2.e. Examen final

Los exámenes finales tienen diferentes características dependiendo de su carácter: regular, libre o por promoción.

El examen regular es un examen oral tradicional con un sistema de sorteo de bolillas en el que por azar se presenta al alumno el listado de temas que debe desarrollar. Inicia con una exposición del estudiante y continúa con preguntas y respuestas de temas afines con el tribunal. Requiere mucha memorización y establecer relaciones entre los distintos temas vistos en la materia.

El examen libre es semejante al anterior excepto porque incluye una instancia más. Esa instancia escrita consiste en ejercicios del tipo de los descritos en el examen parcial práctico. Es decir que este examen involucra también las habilidades de representar, describir, justificar y argumentar las identificaciones del material suministrado.

El examen por coloquio (al que acceden pocos alumnos calificados en las instancias previas con más de 80 puntos) implica seleccionar un artículo de una revista científica de Botánica, leerlo, relatarlo y relacionar su contenido con los temas desarrollados en la materia. El énfasis de las habilidades requeridas está en las relaciones que el alumno encuentra entre lo aprendido y el nuevo material, la posibilidad de resignificar la lectura a partir de los conocimientos adquiridos. En la práctica, no todos los estudiantes que llegan a la instancia tienen desarrolladas las habilidades que se les requieren y en algunos casos exponen el trabajo en forma poco clara, desorganizada.

XIII.2.f. El herbario

La instancia de entrega de un herbario es obligatoria para todos los estudiantes. En él se presentan ejemplares de plantas enteras, ramas, hojas, flores, frutos y semillas recolectados por el estudiante y tratados con técnicas sencillas de secado y montaje.

Cada espécimen debe ir acompañado de su caracterización morfológica, es decir cómo se nombran cada una de las formas que adquieren las distintas estructuras.

Las habilidades en juego son de tipo técnico (las técnicas de herborización) y de tipo cognitivo: reconocimiento, identificación, aplicación del conocimiento a ejemplos concretos.

La Tabla 13.1 resume las instancias de evaluación que se han enumerado.

Tabla 13.1. Análisis de evaluaciones de Botánica Agrícola General

Instancia	Tipología de consignas	Habilidad que demanda
Cuestionarios	Respuesta breve	Memorizar, definir
Informes de TP	Esquematizar	Identificar, representar gráficamente
Parcial teórico	Respuesta breve Opción múltiple Esquematizar	Memorizar, reconocer, representar gráficamente, describir
Parcial práctico	Ensayo restringido	Todas las anteriores + justificar, argumentar
Final regular	Ensayo restringido oral	Memorizar, relacionar temas
Coloquio (solo alumnos que promocionan)	Seleccionar un artículo, relatar	Resumir, resignificar a partir de conocimientos adquiridos
Herbario	Texto instructivo	Identificar, transferir técnicas

XIII. 3. Propuestas para la innovación

Para promover el desarrollo de Habilidades Cognitivo Lingüísticas se deben ofrecer a los estudiantes múltiples instancias. Consideramos que la evaluación, en sus distintas formas, es uno de los momentos privilegiados ya que el estudiante sabe que tendrá interlocutores atentos que pueden ser su profesor o sus propios pares. Sin embargo, es necesario que haya habido oportunidades anteriores, durante las clases teóricas y prácticas, de poner en juego estas habilidades para sentir confianza con la tarea.

Las mejores herramientas de evaluación son las que promueven la autorregulación del aprendizaje y la revisión del propio trabajo producido. “Sólo puede corregir un error quien lo ha cometido, y sólo puede hacerlo si entiende por qué lo ha cometido” (Jorba *et al.*, 2000). Los profesores pueden detectar errores en una evaluación, señalarlos, explicitar la respuesta que hubiera sido correcta o que ellos esperaban, pero son los estudiantes los que verdaderamente pueden llegar a “corregir” el error, revisarlo, modificar lo que piensan.

Algunas propuestas para modificar las instancias de evaluación, convirtiéndolas en instancias de aprendizaje, consistirían en:

- Reemplazar el cuestionario previo a los trabajos prácticos por una instancia al finalizar los mismos. El profesor plantea a los pequeños grupos: “Preparar una exposición oral de tres minutos como máximo para describir el material observado, siguiendo un orden claro. Identificar el material y exponer los argumentos teóricos que validan dicha diagnosis.” Luego de la exposición y comentarios del profesor solicitar que se entregue por escrito, ahora en forma individual, la exposición presentada.

- Reemplazar la corrección por parte del docente de los informes de trabajo práctico por sesiones grupales de autocorrección. En éstas un docente coordina la actividad solicitando a un alumno que exponga sus dibujos o esquemas al resto o que los reproduzca en el pizarrón. Se procede a la co-evaluación junto a los pares y al profesor y luego cada estudiante revisa su propia producción.
- Reemplazar el examen parcial teórico de opción múltiple o respuesta breve por otro de ensayo amplio en el cual se soliciten descripciones, justificaciones y argumentación.
- Generalizar la instancia de presentación oral de un trabajo extraído de una revista científica que actualmente se implementa sólo para los estudiantes de mejor rendimiento como coloquio final. Instituirlo como actividad obligatoria previa al examen. Ofrecer instancias para preparar la exposición junto a docentes y compañeros, con metodología de taller. Las actividades de este taller podrían incluir: ¿cómo seleccionar el artículo? ¿qué criterios utilizar? ¿cómo resumirlo y vincularlo con los temas de la materia? ¿cómo exponerlo? ¿cómo enfrentar al auditorio y al tribunal? ¿cómo preparar el material auxiliar: láminas, presentación en power point, etc.?

El ingreso a la Universidad se torna en parte el ingreso a una nueva cultura, a una comunidad discursiva (la de las ciencias) que es diferente y a veces contrapuesta en sus modos de justificar y argumentar a la cultura familiar y escolar que los estudiantes han vivido. Si profesores y alumnos fueran parte de una misma cultura, compartieran el mismo lenguaje y las mismas estrategias intelectuales tal vez no fuera tan urgente y necesario volver la mirada de la enseñanza hacia el alumno.

La acreditación, como culminación del buen desenvolvimiento en las múltiples instancias evaluativas, constituye una certificación: el estudiante puede continuar con estudios agronómicos. Botánica Agrícola General es la materia más relacionada con el contenido específico de la carrera en el primer cuatrimestre del primer año. Cuando aprueba Botánica el estudiante ya habla un mismo idioma con sus compañeros y profesores, razona con los mismos formatos, juzga desde los mismos valores. Recién cuando se comparte el lenguaje, las formas de razonar y de valorar puede considerarse que culmina el proceso de ingreso a la Universidad.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En esta tesis se han abordado problemas relacionados con el aprendizaje de Botánica General en la Universidad. Se indagaron las concepciones alternativas en morfología y anatomía vegetal y se describieron modelos mentales de varios conceptos a partir de lo que los estudiantes expresaron oral o gráficamente como respuesta a diferentes test. Se estudiaron también las principales habilidades cognitivo-lingüísticas requeridas para la materia: definir, explicar y argumentar.

Se observó que la propuesta de enseñanza en general responde a modelos tradicionales y descuida el tratamiento tanto de las concepciones personales como de las habilidades mencionadas y, en este sentido, no favorece los aprendizajes significativos. En función de ello, se presentan las siguientes conclusiones que se espera contribuyan a la formulación de nuevas propuestas didácticas:

Respecto de la metodología de investigación empleada:

- El uso de test en los que se combinan dibujos y rótulos ha resultado ser una herramienta válida para describir diferentes representaciones y modelos entre los ingresantes.
- Esta metodología, utilizada para recabar las ideas de los estudiantes antes de iniciar el tratamiento de cada tema, puede ser útil para diseñar una enseñanza situada, es decir que atienda a los obstáculos conceptuales detectados en los grupos concretos.
- Las entrevistas personales permiten que los estudiantes cuestionen sus propias producciones. En algunos casos llegan a cambiar sus

representaciones y en otros, al menos, las ponen en duda y toman conciencia de la falta de comprensión en un tema.

Respecto de las representaciones de los estudiantes en los conceptos botánicos estudiados:

- Los ingresantes a Agronomía expresan variados conocimientos acerca de la morfología externa e interna de la Semilla, pudiéndose inferir distintos modelos mentales.
- Es generalizada la distinción de un núcleo, punto generador o embrión. Existe la idea de que la semilla contiene un germen con potencialidad de desarrollarse luego en una planta.
- No existe diferenciación clara entre los procesos de germinación y de desarrollo de las plantas en cuanto a los requerimientos de ambos procesos. Por ejemplo, sostienen la concepción alternativa de que factores como la luz o el suelo son limitantes para el proceso de germinación.
- Los modelos de germinación y crecimiento de las plántulas que se describen coinciden con los descritos en la bibliografía. El modelo espontaneísta es el que predomina entre los estudiantes.
- Los estudiantes que manifiestan un mayor nivel de conocimientos disciplinares en el tema *semilla*, también poseen representaciones más completas del proceso de germinación. Estos estudiantes presentan una clara ventaja inicial en la materia ya que no sólo poseen información sobre la morfología de las estructuras biológicas (semilla) sino que pueden generar teorías explicativas para describir procesos (germinación).

- Al describir el ciclo de vida de una planta, la mayoría de los estudiantes reconocen los procesos de germinación, crecimiento y decaimiento o muerte. En cambio, los procesos ligados a la reproducción sexual, como la floración, fecundación, fructificación y dispersión de semillas, se encuentran significativamente menos representados.
- Algunos estudiantes confunden las estructuras de reproducción agámicas con semillas o con flores.
- Un porcentaje significativo de estudiantes indica la necesidad de intervención humana en los procesos de germinación y de desarrollo, por medio de labores culturales y/o diferentes acciones hacia la planta. La mención de factores antrópicos se relaciona con una visión agronómica más que biológica, en correspondencia con la profesión elegida.
- Se describen diferentes modelos de flor según la aparición de los ciclos de protección y fértiles.
- Los estudiantes caracterizan la formación del fruto mediante eventos que corresponden a la floración y al cuaje, crecimiento y desarrollo. Se describen tres modelos: con fecundación, discontinuo y espontaneísta, pero ninguno de ellos contempla la doble fecundación por lo que no se corresponden con el modelo científico.
- En el tema fruto existen modelos alternativos que, aunque son poco frecuentes, se destacan por su variedad.
- La mayoría de los estudiantes tiene una imagen de célula que se corresponde con la célula vegetal de paredes rígidas o con un modelo idealizado probablemente elaborado a partir de una síntesis de conocimientos

procedentes de informaciones de textos que tienen como referencia la microscopía electrónica.

- Todos los dibujos corresponden a células planas en 2D, en lugar de 3D.
- La riqueza de componentes celulares es escasa, sin embargo es generalizado el conocimiento de las tres regiones básicas de núcleo, citoplasma y membrana-pared. En función de la presencia de ellas, se puede decir que la mayoría de los estudiantes expresa un modelo de célula completo.
- Al representar el tejido epidérmico, casi todos lo hacen con aspecto tisular, en lugar de células aisladas, lo que indica que conocen el concepto de tejido. El modelo de tejido más frecuente, siguiendo la clasificación de Díaz de Bustamante (1999), corresponde al de “muro”, es decir células rectangulares de disposición reticular como en una pared de ladrillos.
- En las representaciones de tejido epidérmico, los estudiantes no incorporan distintos tipos celulares como células oclusivas, anexas o tricomas, por lo que no se reconoce al tejido como complejo.
- En todos los temas de fisiología incluidos en el test acerca de los problemas que afronta una planta terrestre, se relevaron concepciones alternativas que en algunos casos constituyen errores conceptuales y pueden ser obstáculo para la comprensión. La planificación de las clases debe tomar en cuenta estos pre-conceptos que están arraigados y perduran más allá de la enseñanza de los temas de Botánica General, ya que es previsible que constituyan una dificultad inicial en el cursado de la correlativa Fisiología Vegetal.
- A partir de las ideas expresadas por escrito en un test de ensayo restringido se pudieron definir modelos mentales que, en algunos casos, se apoyan en teorías implícitas de uso reiterado en distintos contextos y más estables. Para

explicar el ascenso de agua en las plantas se utilizan los modelos alternativos de absorción generalizada, movimiento intracelular, movimientos peristálticos y fuente-sumidero. Los últimos dos apoyados en teorías implícitas antropomórfica y mecanicista respectivamente. En las explicaciones sobre la traslocación de los productos de la fotosíntesis se describen los modelos de la fuerza de gravedad y de succión, ambos de base mecanicista y el modelo por transportadores. Acerca del sostén en el medio terrestre aparecen los modelos de sostén por la epidermis (analogía del exoesqueleto) y de sostén por las nervaduras (analogía del endoesqueleto). Respecto del crecimiento secundario surgen los modelos de maduración de los tejidos existentes y de origen en el tejido epidérmico. Los modelos mentales descritos en la investigación resultan alternativos a los modelos científicos y son sostenidos por números variables de estudiantes.

- Se ha encontrado evidencia y nuevos ejemplos para tres de las categorías de ideas previas en botánica que fueran descritas por Hershey (2004): sobresimplificación, sobregeneralización, e identificaciones erróneas.
- También se vuelven a documentar varias de las ideas alternativas en aspectos de la fotosíntesis y la respiración compendiadas por Charrier Melillán *et al.* (2006) y la confusión entre ambos procesos que persiste hasta el nivel de ingreso universitario.
- Las confusiones terminológicas y, particularmente, el uso de parónimos alerta sobre la falta de hábito de los estudiantes de analizar la etimología de las palabras como estrategia para aprender nuevo vocabulario científico.

En relación al reconocimiento de los niveles de organización de la materia viva:

- Una dificultad que se manifiesta reiteradamente y en diferentes campos es la confusión entre niveles de organización. Esto se observa, por ejemplo, cuando representan estructuras macroscópicas poco conocidas, como el embrión, mediante análogos microscópicos más trabajados en la escuela: núcleo, molécula de ADN. También se manifiesta cuando quieren expresar algunas características propias de una célula vegetal y se refieren a tejidos o sustancias y cuando dibujan estructuras macroscópicas como una hoja retinervada o los “aros” del bulbo de cebolla cuando se les solicita que representen el tejido epidérmico. Es decir, muchas veces la dificultad radica en no distinguir a qué nivel corresponde describir el proceso por el que se les pregunta.

En cuanto a los modelos mentales:

- A partir de las respuestas de los estudiantes se han inferido, definido y descrito modelos mentales. Se utiliza este concepto porque estas representaciones internas le permiten al sujeto afrontar las situaciones a las que está expuesto y moverse con cierto éxito en ese contexto. Tienen un carácter analógico porque están asociadas a imágenes, generalmente a imágenes de fenómenos o hechos conocidos, y preservan la estructura de lo que se supone que representan. Cumplen las tres funciones principales de los modelos: describir, explicar y predecir.
- El uso de modelos analógicos, es frecuente cuando se desconoce la explicación científica de un proceso o la constitución de una estructura

vegetal. Los estudiantes recurren a análogos conocidos que pueden resultarles útiles y que describen sólo en parte el fenómeno.

- En esta tesis, se rotulan distintos modelos mentales, por ejemplo: un modelo de semilla como célula eucariota, un modelo de reproducción de las plantas como la reproducción humana, y modelo del fruto en formación como célula-huevo fecundada. En ellos se ponen al descubierto procesos de asociación analógica.
- Detrás de muchos de estos modelos mentales y concepciones alternativas subyacen algunas concepciones implícitas de tipo epistemológico. Como la teoría antropocéntrica, desde la cual los sujetos explican distintos fenómenos naturales. Estas teorías implícitas han resultado útiles por ejemplo en la comunicación con los pares y en los contextos cotidianos. Las expresiones antropocéntricas son frecuentes en las explicaciones y se emplean como “atajos” para hacerse comprender desde algo conocido.

Respecto del uso del lenguaje disciplinar:

- En los temas de morfología, se utiliza abundante lenguaje científico, pero no siempre este lenguaje es adecuado. En algunos estudiantes existe un conocimiento memorístico, con la consecuente presencia de lenguaje disciplinar específico pero con significado erróneo o confuso.
- En el campo de la anatomía, el lenguaje utilizado para nombrar los componentes celulares es disciplinar, correspondiente al concepto que se nombra, es decir que hay buena adquisición de vocabulario de la citología.

- El lenguaje cotidiano opera a veces como obstáculo en la comprensión y la acción de resignificar el vocabulario puede producirse en el momento de la entrevista.

En relación con los aprendizajes logrados en la escuela media:

- Los conceptos de flor y célula son los que evidencian mejor vocabulario específico adquirido en la escuela media. En cambio, los temas relacionados a la estructura de la semilla y a la reproducción sexual de las plantas son los que denotan el menor grado de desarrollo escolar.
- Los alumnos, en las entrevistas, reconocen diferentes fuentes de información como: el conocimiento cotidiano, la escuela primaria y secundaria, los libros de texto del secundario y de la universidad.
- Un tercio de los estudiantes ha realizado prácticas de microscopía en la escuela media. En general, se trata de estudiantes con título de orientación biológica o agronómica y resulta independiente de que se trate de bachilleres, peritos o técnicos.
- Díaz y Jiménez Aleixandre (1996) señalan que no se comprende la enseñanza y el aprendizaje de la biología de hoy sin recurrir a representaciones icónicas, fotografías, esquemas, secciones e idealizaciones de los seres vivos, de sus estructuras o de sus componentes y sin la realización de actividades prácticas que incluyen la observación directa o microscópica de muestras. En nuestro medio, podemos concluir que ambos tipos de actividades son escasos en la escuela media ya que los ingresantes expresan manifiestas dificultades para anticipar las observaciones con el microscopio.

Respecto de las relaciones con el rendimiento académico:

- A menudo los conocimientos iniciales de los estudiantes no se corresponden con los disciplinares. En general, los estudiantes que al momento del ingreso manifiestan menor nivel de conocimientos disciplinares desaprueban o desertan la materia.
- El manejo del lenguaje disciplinar desde el ingreso está relacionado con el éxito académico posterior.
- Los alumnos más exitosos (que aprueban cursada y final) poseen título de Bachiller, expedido en Río Negro y presentan un vínculo alto con las actividades agropecuarias.
- Los estudiantes que expresan los modelos más próximos al conocimiento científico respecto de todos los temas encuestados muestran relación con obtener buen éxito académico y aprobar el cursado de la materia (según muestra el análisis de correspondencias múltiples). Es decir, que los conocimientos adquiridos en la escuela media tienen relevancia para obtener éxito en la universidad.
- Los bachilleres ingresan en mejores condiciones que el resto de los estudiantes para desempeñarse en las evaluaciones escritas donde se demanda redacción de explicaciones.
- El test que demanda explicaciones de fenómenos es predictivo de los resultados académicos del cursado. Los estudiantes que utilizar conceptos aprendidos en la materia en forma correcta aprueban el cursado. Esto permite proponer su uso como herramienta alternativa de evaluación dentro de la cátedra.

Con respecto a las habilidades cognitivo-lingüísticas podemos concluir que:

- Las Definiciones: para definir un concepto botánico los estudiantes utilizan un conjunto de una a cinco proposiciones. Sólo la mitad conoce y utiliza el tipo de definición nominal que es requerida. Las definiciones de fruto presentaron mayor riqueza que las de flor, sin embargo fue menor el porcentaje de definiciones nominales.

La habilidad de definir debe ser objeto de enseñanza en las materias de ciencias y no presuponer que esta se adquiere en forma intuitiva. Esta habilidad es de las más complejas ya que no sólo requiere la adquisición de lenguaje preciso sino también un conocimiento exhaustivo de las clasificaciones que se realizan sobre el objeto de conocimiento, es decir, las categorías y sub-categorías con las que se lo estudia, así como los niveles de organización en los que éstas se articulan.

Se debe incluir la enseñanza acerca de la conformación de definiciones nominales, ya que son habitualmente requeridas en las evaluaciones. Este tipo de contenido metacognitivo debe formar parte de la curricula de las asignaturas básicas de la carrera.

El uso de esquemas jerárquicos que presenten las relaciones conceptuales, es un buen recurso de enseñanza, ya que ayuda a visualizar las clasificaciones y a hacer explícita, desde el mismo esquema, la definición nominal. Se puede enseñar a los alumnos a definir a partir de estos esquemas.

- La Explicación: el test diseñado resultó ser una herramienta apropiada para evaluar la capacidad de explicar de los estudiantes, a la vez que permitió

establecer el grado de adquisición de los contenidos conceptuales de la materia, su comprensión e integración.

El planteo del test en función de situaciones problemáticas sobre las que se invita a hipotetizar dispara la producción de explicaciones genuinas mediante respuestas de ensayo restringido y disminuye la tendencia a la repetición memorística que suele ser un recurso habitual de los estudiantes noveles en las evaluaciones tradicionales.

Los estudiantes demostraron conocer la estructura de los textos explicativos, generando respuestas bien organizadas. Sin embargo estas explicaciones no alcanzan precisión y no son completas evidenciando gran dificultad para interpretar los fenómenos cotidianos a partir de los conocimientos de morfología y anatomía vegetal adquiridos.

- La Argumentación Científica: el análisis de la argumentación del alumno, al reconocer y describir las estructuras observadas con el microscopio, ha permitido poner en evidencia cuáles son los procesos lógicos que se ponen en juego en los razonamientos y caracterizar el tipo de Datos y Conclusiones que se construyen en el transcurso de la actividad.

La formulación de argumentaciones debe ser considerada como un contenido procedimental relevante en la enseñanza. Las estrategias didácticas vinculadas a “interpretar y justificar” deberían complementar a las tradicionales de “observar, dibujar y rotular”. Para que esto sea posible, el lenguaje oral debe recuperar un papel central en el laboratorio. Los razonamientos se formulan, se examinan y se revisan cuando se manifiestan a través del habla, para ser comunicados y sometidos a la opinión y juicio de los otros (compañeros y profesores).

Recomendaciones finales

Ha quedado en evidencia que al diseñar la enseñanza deben contemplarse los distintos niveles iniciales de conocimiento disciplinar de los estudiantes y que es necesario incluir actividades de desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas.

Además, se necesita hacer más explícita la utilidad del conocimiento adquirido para dar cuenta de la fisiología de las plantas. Aunque la fisiología vegetal no es objeto de estudio de la asignatura resulta importante incluir tópicos que relacionen la descripción morfológica y anatómica de las plantas con la funcionalidad de las estructuras. Esto permitiría que los aprendizajes no fueran tan memorísticos, aumentaría la motivación y ampliaría las habilidades de los estudiantes para relacionar e integrar temas y para desarrollar el pensamiento hipotético deductivo.

Para lograr una mejor articulación del nivel medio con esta carrera universitaria se precisa al menos: que la escuela secundaria brinde mayores oportunidades para la realización de actividades prácticas de observación, dibujo, interpretación de estructuras con material vegetal fresco y con preparados histológicos, que entrene en las habilidades técnicas básicas de microscopía, que haga hincapié en el concepto de niveles de organización y en el de complejidad de los seres vivos. También que se explicita la relación estructura-función como uno de los pilares de la biología.

Y también se precisa que la Universidad, al menos en el primer año, atienda a la diversidad de bagaje cultural con el que ingresan los estudiantes, brinde oportunidades para avanzar desde los prácticos que exigen sólo observar, dibujar y rotular a los que demandan interpretar, comparar con un modelo, sacar conclusiones. Por otra parte, se precisa que el docente muestre modelos sobre cómo extraer información de una imagen

(del texto o del microscopio) acerca de la relación morfología-fisiología y que explicita los modos de razonar, justificar y argumentar propios de las ciencias naturales.

Si profesores y alumnos fueran parte de una misma cultura, compartieran el mismo lenguaje y las mismas estrategias intelectuales, tal vez no sería tan urgente y necesario volver la mirada de la enseñanza hacia el alumno. Pero la realidad nos indica que el ingreso a la universidad se torna en parte el ingreso a una nueva cultura, a una comunidad discursiva (la de las ciencias) que es diferente y a veces contrapuesta en sus modos de justificar y argumentar a la cultura familiar y escolar que los estudiantes han vivido.

La responsabilidad docente no es otra que la de abrir las puertas a esa nueva cultura, que implica nuevos conocimientos pero también nuevas formas de proceder y de valorar.

ANEXOS

5. Pensá en alguna planta que conozcas. Dibuja en estas figuras (si necesitás más, agregalas atrás) diferentes etapas en el crecimiento y desarrollo de esa planta y los cambios que sufre a lo largo de su vida hasta que se muere.

Nombre de la planta:.....

6. ¿Cuánto tiempo creés que transcurre en cada recuadro? ¿Y desde que nace hasta que muere?

Figura	Tiempo
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Total	

7. Anotar todas las preguntas o dudas que te hayan surgido al hacer este trabajo

ANEXO 2

Nombre y apellido:

Test de concepciones personales

El siguiente cuestionario no es una evaluación, sólo sirve como diagnóstico para conocer cuáles son las ideas del grupo con respecto a algunos temas de la materia. El trabajo es individual y se realiza en 20 minutos. Contestá de la forma más completa que puedas. ¡GRACIAS!

1. ¿Qué es una “flor”?
2. ¿Qué es un “fruto”?
3. Dibujar lo que esperarías ver al realizar un corte longitudinal de una flor. Colocar nombres y explicar las funciones que cumple cada parte.
4. Dibujar y explicar la secuencia de cambios que ocurren cuando una flor se convierte en fruto.

Células a pocos aumentos (X40)

Células a muchos aumentos (X400)

--	--

5. ¿Cuál es el aspecto de las células de epidermis de una hoja?

Dibujá el aspecto que creés que tendrá la muestra con pocos aumentos (X40) y con muchos aumentos (X400), procurando que resulte claro y comprensible.

Células a pocos aumentos (X40)

Células a muchos aumentos (X400)

--	--

ANEXO 4

Nombre y apellido:

Principales problemas que afronta una planta terrestre

El siguiente texto está adaptado del libro “Anatomía vegetal aplicada” de D. F. Cutler. Léelo atentamente.

“Los principales problemas que tiene que afrontar una planta terrestre son:

a. El problema mecánico, quiere decir cómo sostenerse de una manera u otra, para poder exponer una superficie adecuada con células que contienen cloroplastos a la luz solar con el fin de captar y fijar la energía solar.

b. El movimiento del agua y de los minerales desde el suelo, por la vía de las raíces, a las regiones donde podrán combinarse con otros materiales para formar el cuerpo de la planta.

c. El movimiento de los azúcares sintetizados, desde el sitio de síntesis a los lugares de crecimiento o almacenamiento y desde esos depósitos hasta las células en crecimiento, en el momento oportuno.

d. El crecimiento secundario, en grosor.

e. Reproducción: ubicación de los órganos reproductivos en los sitios donde se pueda efectuar la fecundación y luego de producidas las semillas, asegurar su dispersión.”

Ahora nos interesa conocer cómo imaginás que resuelven las plantas estos problemas, cómo pensás que “funciona” una planta, cómo es su anatomía y su fisiología. Para ello formulamos una serie de preguntas. Te solicitamos que las respondas en forma individual, de la forma más completa que puedas. ¡MUCHAS GRACIAS!

1. ¿Cómo pensás que asciende el agua desde el suelo hasta las hojas? Explicá que procesos y qué estructuras creés que intervienen.
2. ¿Cómo te imaginás que se desplazan los azúcares producidos en las hojas (por fotosíntesis) hasta un tallo subterráneo almacenador (Por ejemplo: el tubérculo de la Papa) o hasta una raíz almacenadora (Como la de Zanahoria).
3. ¿Por qué creés que plantas herbáceas (Por ejemplo: las gramíneas) se mantienen erguidas aún cuando hay viento? ¿Qué estructuras les permitirán ésto?
4. ¿Cómo imaginás que se forma la madera que constituye el “tronco” de un árbol? Explicar el proceso.

ANEXO 5

Guión de Entrevista 1

Acerca de TCA 1, 2

Este es un trabajo que hiciste durante las actividades del ingreso (TCA 1)
¿Cambió en algo tu idea de semilla con las actividades de ingreso?

¿Cómo imaginabas que era una semilla por dentro cuando hiciste este dibujo?
¿Cómo pensás ahora?

En tu grupo hicieron germinar semillas de (poroto/zapallo/cebada) ¿Me podés dibujar cómo es esa semilla? ¿Qué partes tiene? ¿Qué cosas dirías que aprendiste sobre las estructuras y función de la semilla?

¿Crees que hay alguna parte con vida dentro de la semilla? ¿Por qué? Si la respuesta es afirmativa: ¿Qué parte/ Dónde hay vida?

¿En la semilla hay células? ¿Hay una o varias? ¿Dónde creés que están?

Explicá cómo germina la semilla. ¿Qué le pasa por dentro? ¿Podés dibujar una secuencia de pasos que muestre cómo germina? ¿Lo harías diferente que en el test? ¿Qué cambiarías?

Y del Ciclo de vida... ¿cambiarías algo, ahora?

¿De dónde creés que obtuviste la información para dibujar el Ciclo? ¿En qué plantas pensaste cuando lo hiciste? ¿Recordabas alguna conocida?

Y acá están los esquemas que hiciste para representar una flor y la transformación de la flor en fruto (TCA 2) ¿Qué cosas cambiarías? ¿Agregarías algo? ¿Modificarías algo?

Motivos de elección de la carrera

Ahora contame... ¿Por qué elegiste esta carrera?

¿Qué te trajo a estudiar acá?

¿Te parece que fue una buena elección? ¿Te gusta, hasta ahora?

ANEXO 6

Guión de Entrevista 2

Representaciones acerca del rendimiento académico y de las dificultades en la comprensión que le ha planteado la materia

- ¿Cómo te ha ido en la materia hasta ahora?
- ¿Qué dificultades en la comprensión notaste que has tenido?
- ¿Qué cuestiones no comprendiste en un primer momento y cómo las fuiste aclarando?
- ¿Qué obstáculos se te presentaron? ¿Cómo los resolviste?

Ahora hablemos en general, sobre tus compañeros, especialmente aquellos que ya han perdido la regularidad en la materia. ¿Qué dificultades notás que han tenido ellos? ¿Por qué te parece que no les ha ido bien?

Estrategias de estudio y de autorregulación del aprendizaje

- ¿Cómo te estás organizando para estudiar esta materia?
- ¿Cómo estudiás? ¿Qué cosas hacés cuando estudiás?
- ¿Estudiás sólo o en grupo? ¿Qué hacen cuando estudian en grupo?
- ¿Cuándo estudiás?
- ¿Qué materiales consultás? ¿Cuadernillo, libros? ¿Sacás material de biblioteca?
- ¿Leíste los apuntes complementarios de la cátedra? ¿Los entendés bien?
- ¿Interpretás los dibujos? ¿Interpretás los gráficos que representan cortes transversales o longitudinales? (Ejemplificar con alguno) ¿Usas los signos de Metcalfe y Chalk en tus esquemas? ¿Te resultan útiles?
- ¿Venís a las clases tóricas? ¿Tomás apuntes?
- ¿Cómo te prepararás para el próximo parcial?

Acerca del TCA 3

- Acá están los dibujos que hiciste de células y tejidos.
- ¿Qué dibujaste?
- ¿Ahora, cambiarías algo?
- En el tejido epidérmico... ¿dibujaste los estomas? ¿cuáles son? ¿cuántos tipos diferentes de células encontrás?

ANEXO 7

Guión para Tarea de microscopía

Hablemos de los prácticos de microscopía sobre células, tejidos y anatomía de los órganos vegetales. ¿Cómo te fue en esos prácticos? ¿Qué dificultades se te presentaron? ¿Encontrás bien la muestra en los preparados o tenés problemas para enfocar?

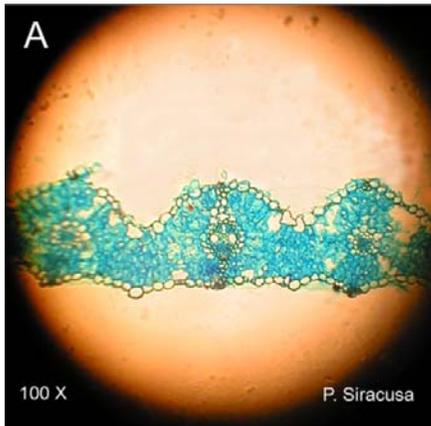
Acá tenemos dos preparados. Tenés que colocarlos en el microscopio, enfocar y reconocer lo que se ve. Mientras, en voz alta, me vas contando qué hacés, el proceso de la actividad y si se te plantea algún problema o duda.

(Se entregan 2 preparados. Uno de epidermis de hoja y otro de un corte transversal de un órgano: tallo u hoja. El entrevistado escoge el primero libremente)

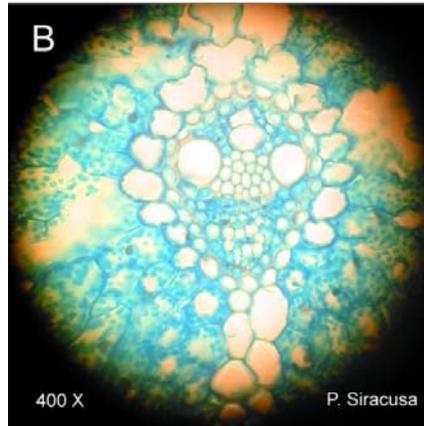
Una vez enfocado correctamente (con o sin ayuda del entrevistador): Describí lo que reconocés.

- ¿De qué es este preparado? ¿Cómo te das cuenta?
- ¿Qué tipos de células reconocés? (células parenquimáticas, esclereidas, fibras, etc.)
- ¿Qué tipos de tejidos? (clorénquima, colénquima, esclerénquima, tejido vascular)
- ¿Cuál es la función de cada uno de esos tejidos?
- ¿Reconocés alguna estructura subcelular? (cloroplastos, núcleo, drusas, rafidios, características de la pared celular y puntuaciones, dependiendo de los preparados.)

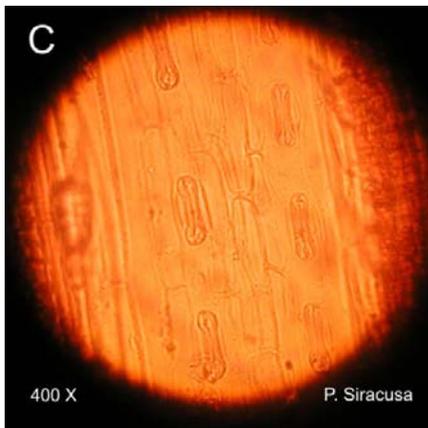
Ejemplos de preparados histológicos disponibles para entrevista de microscopía



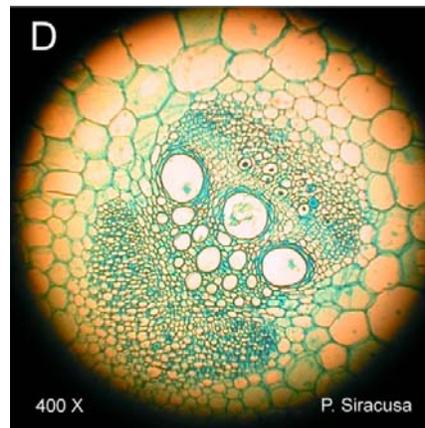
Hoja de Gramínea. Corte transversal.



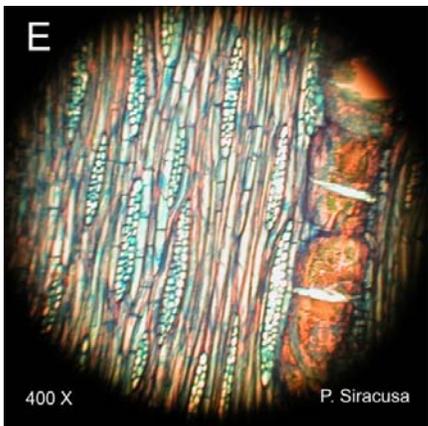
Haz vascular de hoja de Gramínea.



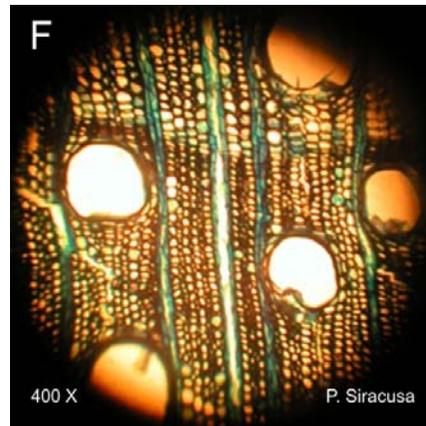
Epidermis de hoja de Gramínea.



Haz vascular de tallo de *Cucurbita sp.*



Xilema secundario de Angiosperma dicotiledónea. Corte longitudinal tangencial.



Xilema secundario de Angiosperma dicotiledónea. Corte transversal.

ANEXO 8

Observación de clase teórica

Materia: Botánica Agrícola General

Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Comahue

Fecha: 7-04-2003

Horario: 13 a 17 hs.

Códigos:

P: profesora

Al: Alumno

Ao: Alumno

Aa: Alumna

[.....] texto que no se registró. Incompleto.

Texto entre paréntesis: aclaraciones de la observadora.

(El aula donde se desarrolla el teórico es rectangular de 8x15 m. aproximadamente. En el frente hay un pizarrón verde y una pizarra blanca. Se observa una mesa, un retroproyector y un equipo de sonido. Junto a la mesa hay un micrófono de pie para uso del docente y una banqueta alta. Distribuidos en toda la superficie del aula se observan unos 130 bancos de tipo pupitre.

A las 13 hs. el aula está ocupada en un 50% por alumnos, mientras otro grupo importante de ellos se encuentra en el pasillo, aunque ha dejado efectos personales como camperas, mochilas o carpetas sobre los bancos para reservar el asiento.)

(La profesora ingresa al aula y con ella la mayor parte de los estudiantes que aguardaba afuera. Mientras todos se acomodan, la profesora se dirige al pizarrón y escribe con tiza y en letras muy grandes y subrayadas el título “La flor”.)

(Rápidamente se prueba el equipo de sonido y la profesora comienza a hablar por el micrófono mientras los alumnos siguen acomodándose. Durante toda la clase la profesora se dirigirá a los alumnos de pie o apoyada en la banqueta, desde este micrófono fijo. Se desplaza en los momentos de escribir o dibujar en el pizarrón.)

P: Buenas tardes, les hemos puesto un cartelito, no sé si todos lo han visto [.....] los que tengan trabajo práctico los días martes, mañana, no van a tener porque el gremio docente, que agrupa a los docentes de la Universidad Nacional del Comahue ha decidido apoyar las medidas [.....] de apoyo a los obreros de Zanón y habrá cortes de puentes... Y los que lo hacen el día miércoles tendrán el viernes en parte del horario del teórico... Bueno eso está todo escrito en los cartelitos, vayan a mirarlos.

Bueno, vamos a seguir con el programa (la profesora tiene en la mano una hojas blancas que mira mientras habla, posiblemente sean el programa o un temario o guión de clase) vamos a continuar con flor.

Al: [.....] (inaudible)

(Muchos alumnos conversan y hacen comentarios entre sí)

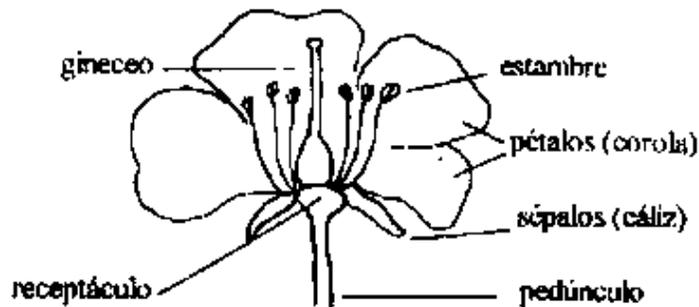
P: Bueno, eso es otra cuestión, el paro de CONADUH. Todavía no sabemos si vamos a acatarlo o no, no tenemos mucha información todavía.

[.....]

P: ¿Cómo podemos definir qué es una flor? Podemos decir que es un tallo corto que posee hojas modificadas, que tiene crecimiento definido. Cuando hablamos de tallo [.....] hablamos de braquiblasto. Y cuando hablamos de sucesión foliar [.....] Un

braquiblasto que lleva antófilos. Este tallo corto recibe el nombre de receptáculo, el extremo distal, también se designa con el nombre de tálamo.

(La profesora proyecta una filmina con el siguiente esquema:)



P: No sé si alcanzan a ver en el esquema...

Aos: No... No... (varios a la vez, especialmente en el fondo)

P: Bueno, lo voy a dibujar en el pizarrón grande.

(La profesora se acerca al pizarrón y dibuja con tiza un esquema similar. Los alumnos comentan entre ellos, hay murmullo)

P: Este esquema ustedes lo tienen en la guía de trabajos prácticos. El extremo distal que sostiene a las [...] se llama tálamo. Ya mencionamos el otro día que reciben el nombre de antófilos. Los primeros son los sépalos que en conjunto constituyen el cáliz de la flor, más arriba los pétalos [...] corola. [...] estambres [...] hacia el interior y hacia arriba los carpelos que en conjunto constituyen el gineceo de la flor. Todos estos antófilos pueden ubicarse siguiendo la espiral fundamental, igual que [...] ¿Conocen la magnolia? Si ustedes se fijan bien [...] las piezas [...] siguiendo una espiral.

Y se da, no en demasiadas especies, se da en espermatófitas poco evolucionadas. Este tipo de disposición también se da en gimnospermas.

Se ubican en un ciclo, ciclo o verticilo. De la misma manera que hablamos en la disposición de las hojas. [...]

En general las hojas son verticiladas y en la flor completa tenemos un ciclo de sépalos, un ciclo de pétalos, dos ciclos de estambres y un ciclo de carpelos. Esta flor se llama completa y también se llama pentacíclica.

Aa: ¿Puede repetir?

P: Repito, porque acá me piden que repita (la profesora repite la constitución de una flor completa). En muchas plantas que son más evolucionadas suele ocurrir que un ciclo de estambres, falte. Entonces es tetracíclica. Tiene un ciclo de sépalos, uno de pétalos, uno de estambres y uno de carpelos.

También puede ocurrir que falte algún otro ciclo y ya vamos a ir viendo la terminología que recibe [...]

Antes de seguir vamos a repetir cuántos ciclos tiene cada grupo: monocotiledóneas y dicotiledóneas. Vi que no lo tenían muy claro al corregir algunos de los informes de ustedes sobre el trabajo práctico de recorrida por la chacra.

En monocotiledóneas [...] En dicotiledóneas tenemos cuatro o cinco piezas por ciclo o sus múltiplos. Se los repito porque las palabras son importantes.

Algunos pusieron submúltiplos (enfatisa con la entonación la palabra). Y no es lo mismo hablar de submúltiplos que de sus múltiplos ¿no? En dicotiledóneas son múltiplos de cuatro o cinco, ¿podrían ser submúltiplos de cinco? No, ¿no? No tiene submúltiplos.

En monocotiledóneas son tres o múltiplos de 3. Seis, nueve, generalmente seis.

Cuando florezcan los lirios, que están allí (señala por la ventana) tienen unas flores [.....] cuenten y se van a dar cuenta que tienen tres [.....]

No sé si ustedes van siguiendo el programa o no (comenta leyendo de sus papeles). Nos vamos a saltar algunas partes y después volvemos [.....]

El conjunto de cáliz y corola se denomina perianto.

Als: ¿Cómo? ¿cómo? (preguntan varios alumnos)

(La profesora borra el pizarrón y escribe luego con letras grandes:)

PERIANTO: Cáliz + corola

(La profesora vuelve hacia donde está el micrófono)

P: Cuando yo estoy en el pizarrón no les contesto porque no escuchan.

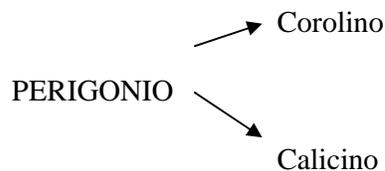
P: Las piezas del cáliz por lo general son verdes y las de la corola de colores. Por ejemplo las de las rosas, clavel. ¿Vieron las de la arvejilla en la recorrida? Tienen el cáliz verde y la corola de qué color? [.....]

P: En general por tener cáliz y corola diferenciados se dice que es heteroclamídea. Hay casos como en el lirio. Tienen seis piezas todas parecidas de un color violáceo, medio celeste. No tienen cáliz y corola diferenciados. En ese caso se dice que la flor tiene perigonio.

(La profesora completa en el pizarrón:)

PERIANTO: Cáliz + corola

HETEROCLAMÍDEA



P: Cada pieza se denomina tépalo. Ya no tiene ni sépalos, ni pétalos y esta flor se denomina homoclamídea. Ustedes habrán utilizado palabras con los prefijos hetero, homo, [.....] y clamídea viene de [.....], significa [.....].

[.....]

P: Este tipo de [.....] se llaman diclamídeas. Puede ocurrir que uno de los ciclos de protección, el cáliz o la corola, falte. La flor va a tener un solo ciclo de protección que por lo general es el cáliz y la flor ¿cómo se llamará?

Als: Monoclamídea

P: Son monoclamídeas o haploclamídeas [.....]. Hay flores que no tienen cáliz ni corola, son flores desnudas, o aclamídeas.

Volviendo al caso del perigonio, puede ocurrir que [.....] Ese perigonio se denomina perigonio corolino. Por el contrario si los tépalos son verdes, será calicino, con aspecto de cáliz.

Aa: Acá está (posiblemente consultando en sus apuntes) calicino de cáliz.

P: Hay formas de clasificar al cáliz por la forma y cómo se disponen las piezas entre sí.

En algunos casos se encuentran soldados por lo que se dice que son concrecentes, es decir que están soldados, formando una sola pieza, un solo tubo o pueden ser libres. Cuando son concrecentes se dice que el cáliz es gamosépalo.

(La profesora escribe en el pizarrón:)

Concrecentes → Cáliz gamosépalo

Libres → Cáliz dialisépalo

P: Hay otras formas de clasificar el cáliz, por su duración puede ser caedizo [.....] o persistente [.....] Algunas veces el cáliz [.....] y se denomina cáliz acrescente.

Aa: Como en el tomate

P: No, en el tomate el cáliz es persistente. Cáliz acrescente lo encuentran por ejemplo en el Tamandú, que es una maleza de la chacra [.....]

Aa: [.....]

P: No en el caso de las rosas es persistente. Suele persistir en la parte superior del fruto.

Ustedes tienen en la guía, porque yo no tengo acá esa transparencia... tienen cáliz espolonado como en el Taco de Reina. Tienen el cáliz transformado en papus o vilano.

(Algunos alumnos van mirando los dibujos en sus guías fotocopiadas, otros toman apuntes, algunos murmuran con el compañero en voz baja)

P: Es común en la familia de las Compuestas [.....] (La profesora describe las formas de distintos tipos de cáliz que se observan en la figura que tienen los alumnos)

[.....]

P: En el caso de la corola, también podemos clasificar la corola según la concrecencia en gamopétalas y dialipétalas. Gamopétala ¿cómo cuál? ¿cuál vieron en la recorrida?

P: La Correhuela, ¿se acuerdan? También se le da el nombre de Campanilla. También esa que le llaman Clarín de Guerra, que está cerca del invernáculo viejo, el Conejito también es flor gamopétala. ¿Y dialipétalas? ¿Cuáles conocen? El clavel, la rosa...

Aa: La margarita

P: No, la margarita es una inflorescencia. Cada uno de [.....] es la lígula de [.....]

Aa: La Dalia

P: No, la dalia tampoco

Aa: La [.....]

P: La Cala no, es una bractea [.....] No sé si dijeron la cala, yo escuché.

P: Lo que consideramos para clasificar [.....] porque es la parte más vistosa. Ustedes tienen en la guía diferentes tipos de corola [.....] gamopétala regular, irregular, dialipétala regular, irregular. Esa clasificación corresponde a la simetría. ¿Cuándo se dice que una cosa tiene simetría?

Aos: [.....]

P: Entonces, cuando al trazar un plano que divida a ese objeto en dos imágenes que sean imágenes especulares de la otra. Se dice que una flor posee simetría cuando

posee al menos un plano de simetría. Y hay diferentes tipos de simetría. Tenemos aquellas flores que admiten un solo plano de simetría, se llaman zigomorfas, con z, zigo quiere decir pareja. Hay un solo plano y se dice que la simetría es dorsiventral. Simetría dorsiventral y la flor es zigomorfa. Cuando la flor tiene más de un plano de simetría se dice que es ...

Aa ubicada en el fondo del aula: Actinomorfa (en voz baja)

P: Actinomorfa.

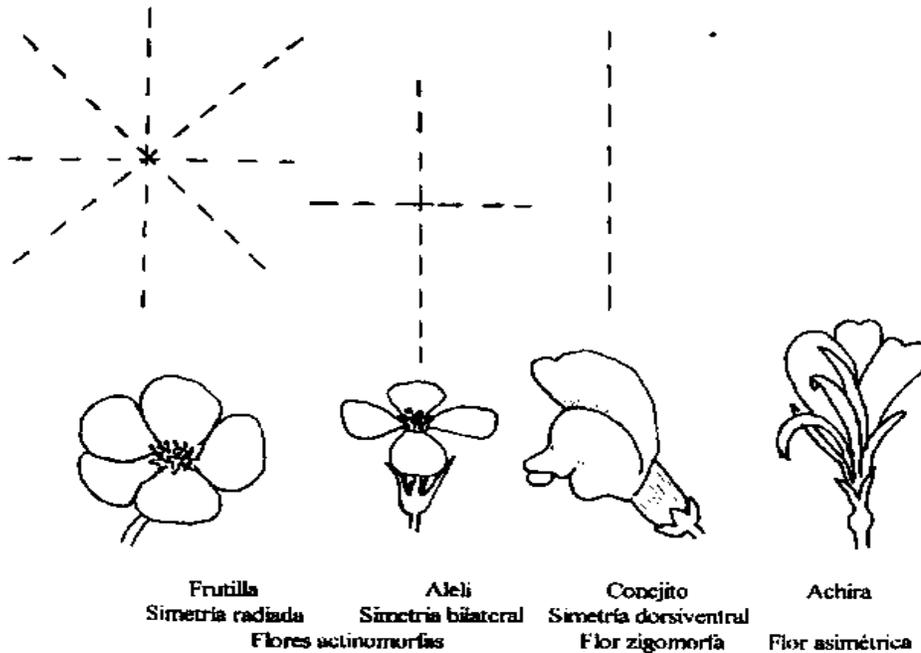
[.....]

P: Dos planos de simetría, la flor tiene simetría bilateral. Pero otras flores como la del manzano o del peral aceptan muchos planos de simetría y la simetría es radiada
¿Está claro? A ver, yo les anoto si quieren en el pizarrón.

(La profesora se dirige al pizarrón y escribe:)

Flor zigomorfa → Simetría dorsiventral
Flor actinomorfa → Simetría radiada

(La profesora coloca en el retroproyector una transparencia:)



[.....]

(Varios alumnos se retiran del aula, en general son alumnos que estaban sentados en el fondo del aula y cerca de la puerta.)

(Cuando la profesora regresa hacia el micrófono se corta el audio y debe agacharse a reconectar los cables)

(La profesora, mirando las hojas del cuadernillo de una alumna sentada en los primeros bancos va describiendo la forma de las corolas dialipétalas de tipo: rosácea, crucífera,

cariofilácea, papaverácea, papilionada o amariposada y da ejemplos en cada caso. No son muchos los alumnos que siguen la explicación mirando los dibujos. En general, de la mitad del aula hacia atrás, se observan pocos cuadernillos abiertos en la página donde se encuentran estos esquemas)

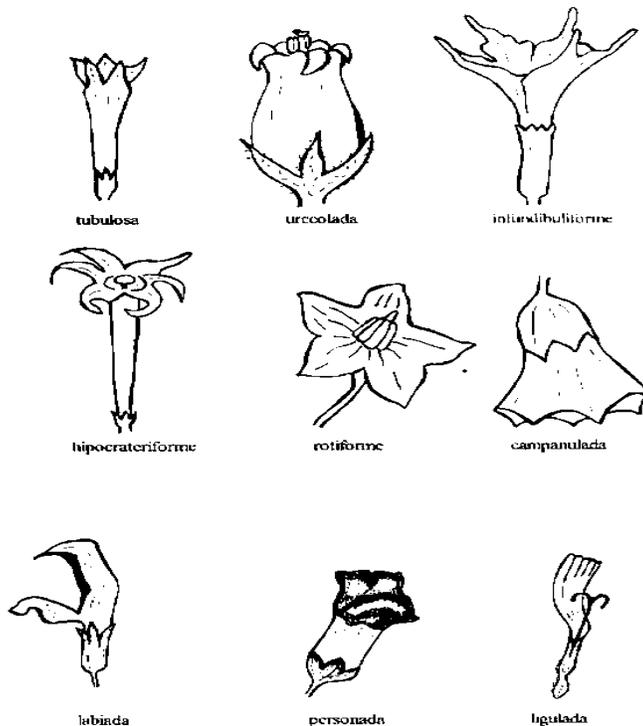
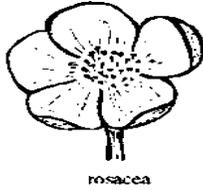


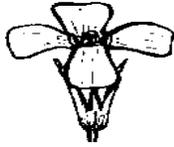
Fig. 5. Corolas gamopétalas

[.....]

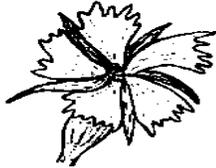
P: Luego vienen las corolas gamopétalas. (La profesora continúa describiendo los esquemas que los alumnos tienen fotocopiados). Tienen dibujadas una corola tubulosa ¿Cómo podemos decir que es? Los pétalos forman un tubo que es estrecho, puede ser que se abra en la parte superior o no, puede terminar en dientes. Luego tienen la urceolada. Tiene forma de olla. Luego tienen la corola infundibuliforme, porque tiene forma de embudo. Es la forma de las campanillas. Tienen una flor con un tubo más o menos largo y arriba se abre abruptamente. Se llama hipocrateriforme. Luego la rotácea que es característica de las solanáceas [.....] También se la llama estrellada. Tiene en la base un tubo que luego se invierte y se abre con cinco puntas. La otra tiene forma de campana. Todas son corolas gamopétalas regulares porque aceptan más de un plano de simetría. Luego tienen la corola labiada.[.....] y los pétalos inferiores forman una especie de labio. Luego tienen la personada que es la típica del conejito y no se confundan con la de la arvejilla que no es gamopétala. Tiene un tubo y cuando llega a la parte superior se abolla y forma dos labios, uno inferior y otro superior.



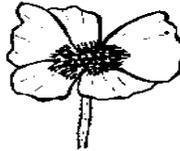
rosacea



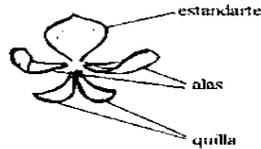
crucifera



cariofiácea



papaverácea



papilionácea

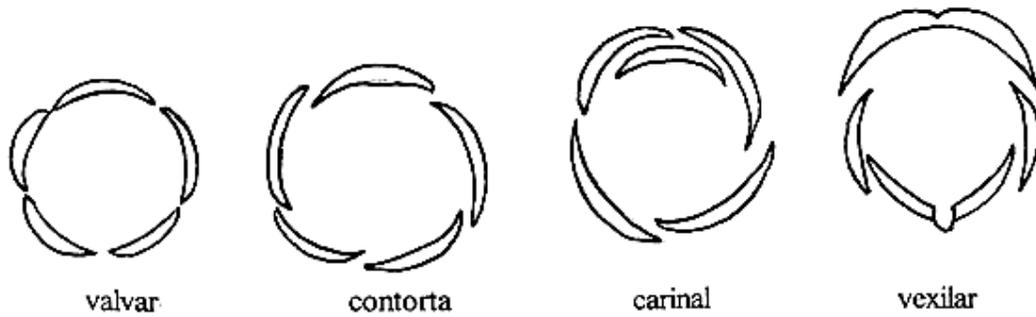
(La profesora consulta sus papeles)

P: Bueno, antes de seguir con formas de androceo, vamos a ver a qué se le llama prefloración, que estaba en el programa un poquito antes.

P: Ustedes en la guía tienen algunos tipos de prefloración y me parece que los tienen invertidos, nos olvidamos de corregirlo. En la página 44, los últimos dos nombres están invertidos.

P: Acá les traje otra transparencia. Cuando hablamos de prefloración. [...] cómo se disponen las piezas del cáliz y la corola dentro del capullo floral, nos representamos a las piezas florales en un corte transversal, como si fuera a la mitad, antes que la flor se abra. Entonces tenemos el tipo valvar, todas se disponen a la misma altura, apenas se tocan. El que sigue es contorta, también se llama torcida. Cada pieza tiene un margen interno y un margen externo. Luego tienen dos tipos carinal y vexilar. Los dos tipos de prefloración particulares que se dan en dos grupos de las leguminosas y son tipos particulares de prefloración imbricada.

(La profesora señala sobre la filmina proyectada)



P: Para que haya prefloración imbricada tiene que haber al menos una que sea totalmente externa, al menos una con los dos márgenes internos, y al menos una que tenga uno interno y otro externo.

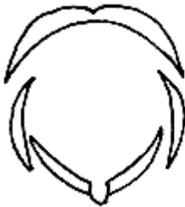
P: También hay una que se considera quincuncial (La profesora explica este tipo). Ahora fíjense las que tienen en la guía. La última tiene una hoja grande totalmente externa...

Ao: [.....]

P: La tienen en la guía, ¿no tienen la guía de los prácticos?

Ao : No.

P: Bueno, la dibujamos en el pizarrón.



P: Ahí tienen la vexilar ¿a qué les recuerda lo que vieron recién? La amariposada. Tiene un vexilo grande, las alas y dos pétalos más chiquitos, uno es totalmente interno. La carina también se llama quilla.

P: En el programa habla de sexualidad

(Algunos Aos. murmuran risueños, se escuchan silbidos)

P: En las flores podemos tener presentes los dos sexos y se dice que las flores son ¿cómo?. Hermafroditas.

(La profesora escribe en el pizarrón)

HERMAFRODITAS

P: Entonces una flor hermafrodita es la flor que posee estambres y carpelos. Si la flor solamente posee estambres ¿cómo se denominará? Flor masculina. Y si posee solamente carpelos: flor femenina. También esta denominación se puede hacer con respecto a las plantas pero ya se habla de plantas monoicas, cuando en la misma planta se encuentran flor femenina y masculina. Por ejemplo ¿Qué ejemplo vieron

en la chacra? El Maíz. Es una planta que se dice que es monoica porque los dos sexos están en el mismo pie. Si las flores masculinas y femeninas se encuentran respectivamente sobre diferentes pies, las plantas son dioicas.

P: Bueno, vinieron las otras profesoras por si tienen consultas para hacer sobre los prácticos [.....] las comisiones. Vamos a hacer un recreo y pueden hacer las consultas.

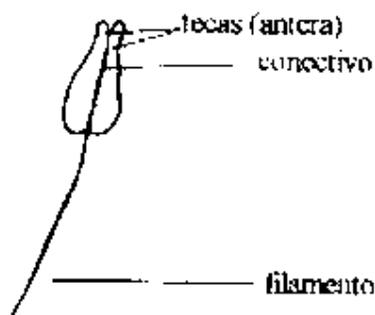
(Los alumnos se levantan, gran parte sale del aula, otros permanecen y hacen consultas con las asistentes de docencia y ayudantes que se encuentran en el fondo del aula. Las consultas giran en torno del cambio de horario del práctico de la semana, consultas sobre cómo realizar el herbario que se les ha solicitado, consultas sobre informes de trabajos prácticos que deben entregar)

(Se destinan unos quince minutos al descanso y luego la profesora retorna al aula. También ingresan unas tres cuartas partes de los alumnos que había al comenzar la clase).

(Personal no-docente retira el retroproyector del aula porque se necesitaba para otra clase. Por lo cual no se puede utilizar en la segunda parte de la clase)

(La profesora dibuja en el pizarrón)

ANDROCEO



P: El androceo está constituido por los estambres, formados por el filamento y la antera. [.....]

P: Una de las formas de clasificar es por el número de estambres: según sea mayor, igual o menor que el número de los otros verticilos. Una flor se dice que es meyostémona, se los escribo en el pizarrón (Se dirige al pizarrón y lo escribe). Es meyostémona cuando el número de estambres es menor que el número de piezas del otro verticilo. Puede haber dos estambres y el cáliz y la corola tener cinco. Se dice que es isostémona cuando el número de estambres es igual al número de sépalos y de pétalos. Es diplostémona cuando el número de estambres es del doble. Es polistémona [.....].

P: Otra forma de clasificar el androceo es considerar si hay alguna concrecencia en el androceo o si éstos están libres. Pueden estar unidos por los filamentos y las anteras estar sueltas, se dice que es monadelfo. Como el Farolito Chino. Lo ubican ¿no?

Ao: [.....]

P: Bueno, la Rosa China.

P. Es diadelfo cuando se encuentra una parte de los estambres soldados por los filamentos y [.....] El caso de las papilionáceas que tienen 9 estambres soldados y uno libre. O sea, tienen dos grupos de estambres. En el caso de los sinandros, la

soldadura se produce tanto en los filamentos como en las anteras. Es el caso del zapallo, la flor masculina del zapallo. Otro ejemplo es la flor del Palo Borracho. ¿No sé si la han visto? En los sinánteros [.....] como en la Margarita. El prefijo “sin” significa unión. A veces se[.....] estaminodios.

(La profesora toma la guía de trabajos prácticos de una alumna que está sentada en el frente y busca la lámina correspondiente al tema que se reproduce a continuación:)

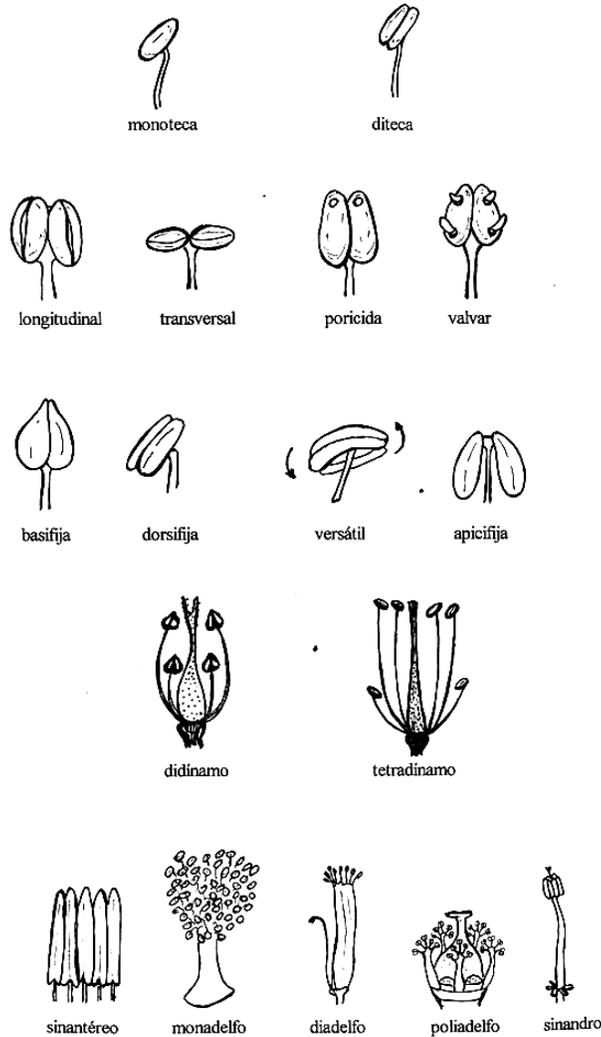


Fig. 7. Tipos de anteras y androceos

P: Tienen ustedes en la guía, también dentro de las formas de androceo, la forma en la que la antera se une al filamento. Puede ocurrir que la antera se una por el ápice y es apicifija. [.....] es basifija, si se une por [.....] dorsifija y versátil, la antera puede moverse libremente, puede oscilar. Lo que tienen también en la guía dibujado es la clasificación según la posición relativa que tienen los estambres. Puede ocurrir que [.....] a este tipo de androceo se lo denomina tetradinamo. Cuando tenemos dos estambres más largos y dos más cortos el androceo es didínamo. Otra cosa que tienen dibujado es el tipo de dehiscencia. La dehiscencia es una palabra que se utiliza tanto para [.....] como para la apertura del los frutos. Se los escribo en el pizarrón.

(La profesora escribe)

DEHISCENCIA

P: Esta es una característica que suele ser particular de cada grupo. Puede ser transversal [.....] que se [.....] y que se abra por la parte apical.

P: A veces se producen pequeños poros por los que sale el polen y la dehiscencia es poricida y otras veces se abren como ventanitas y la dehiscencia es valvar.

P: Acá el programa dice formas de gineceo.

(La profesora borra el pizarrón y escribe:)

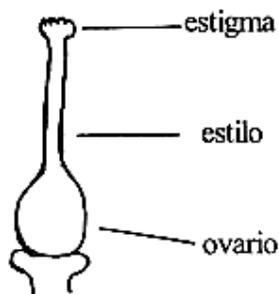
UNICARPELAR

PLURICARPELAR { Gamocarpelar
Dialicarpelar

UNI, BI, TRI Y PLURICARPELAR

P: Cuando hay más de un carpelo puede ocurrir que [.....] se dice que el gineceo es dialicarpelar, es decir, carpelos libres. Si están soldados entre sí formando una sola estructura se dice que es gamocarpelar.

(La profesora dibuja en el pizarrón:)



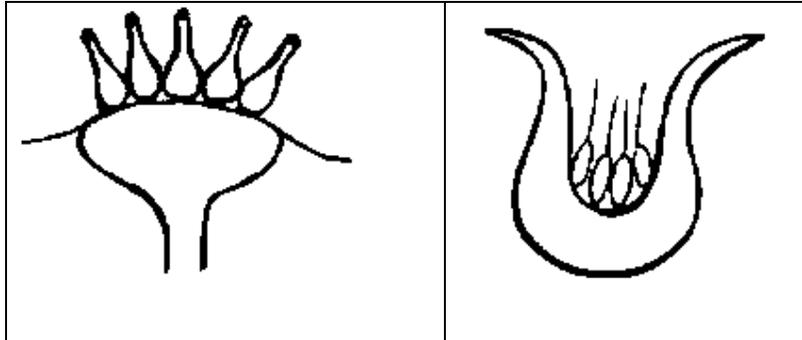
P: Podemos distinguir tres partes, la del ovario, parte fértil, ese lugar donde se van a formar los óvulos o rudimentos seminales o primordios seminales. Luego el estilo que lleva al estigma, donde se van a apoyar los granos de polen que [.....]. El proceso de fecundación lo vamos a ver hacia el final de la materia. El estilo [.....]

P: En el ovario hay una o varias cavidades según el gineceo esté constituido por uno o más carpelos. Es una hoja modificada que está cerrada y que tiene una cavidad. En el interior habrá uno, dos o varios óvulos, según sea la característica de la especie.

P: Si decimos que ese gineceo está formado por varios carpelos es pluricarpelar y gamocarpelar si hay más de un carpelo [.....] Si quiero esquematizar un gineceo dialicarpelar tendré que tener varios ovarios, varios estilos, varios estigmas [.....] En el caso de la Frutilla. Lo que comen es el receptáculo. Lo que comúnmente llamamos semilla, es [.....] Ese tipo de gineceo es como el de la frutilla. La frambuesa también tiene ese tipo. En la Rosa es parecido, lo único que cambia es la

forma del receptáculo. El anterior tiene forma convexa ¿no es cierto? y en este caso es cóncavo.

(La profesora dibuja en el pizarrón).

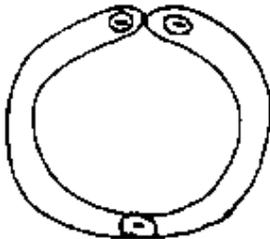


P: Es parecido al anterior, nada más que el receptáculo está acopado, tiene forma de copa, es cóncavo y en el interior están los diferentes carpelos, donde cada uno constituye ovario, estilo, etc.

P: Puede ocurrir que falte [.....] . Eso pasa, por ejemplo, en la amapola. [.....].

P: Nosotros podemos representar en un corte transversal al gineceo y lo hacemos a la altura del ovario, porque es la parte más importante, donde se van a formar las semillas. Podemos observar cómo está constituido el carpelo y cuántas cavidades constituyen al ovario. Nosotros en una hoja carpelar podemos distinguir los haces vasculares. Un haz vascular, o nervio, central y otros que son marginales y también reciben el nombre de nervios placentarios porque es en esa zona donde se van a formar los óvulos.

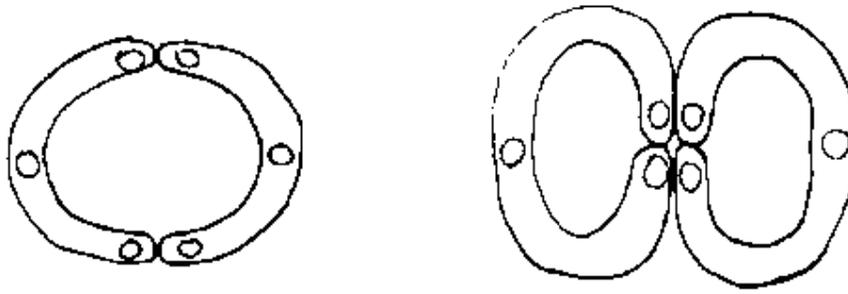
(La profesora dibuja en el pizarrón).



P: Bueno, ahí está en corte transversal una hoja carpelar. Sería el corte de un ovario formado por un solo carpelo. Y podemos observar dos nervios placentarios o ventrales, la zona donde se forman las placentas y de ellas los óvulos y más adelante las semillas. [.....]

Tenemos diferentes posibilidades de formación del ovario. Si tenemos dos carpelos hay dos posibilidades.

(La profesora dibuja en el pizarrón).



P: Dos gineceos bicarpelares. Uno forma una sola cavidad y el otro forma dos cavidades. A esas cavidades que se encuentran dentro del ovario se denominan lóculos.

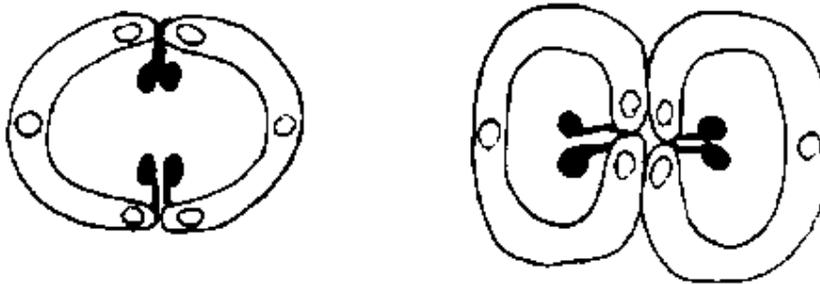
Los dos primeros son uniloculares y el segundo bilocular.

Al: ¿Cómo era el primero?

P: El primero es un gineceo unicarpelar, unilocular. No hay otra posibilidad. El segundo es bicarpelar, unilocular. El tercero es bicarpelar y también bilocular.

P: Esa parte son los lóculos, es vacía, es una cavidad. Los nervios placentarios a veces pueden estar fusionados y en lugar de haber dos puede haber uno sólo. Pueden estar los [...] y los óvulos. Vamos a dibujar cómo se encontrarían los óvulos en el interior del ovario.

(La profesora completa el dibujo anterior).



P: Entonces, ya podemos hablar de la placentación que es la ubicación que tienen las placentas en el interior del ovario. En el primer caso se dice que la placentación es marginal. No tiene otra posibilidad porque necesita un haz vascular para que llegue a los óvulos. [...] En el segundo caso es parietal. Acá no se nota tanto porque hay solamente dos carpelos. Pero ustedes tienen dibujados con más carpelos [...]

Cuando se unen dos o más carpelos en el centro, los óvulos [...] eje central. Entonces se dice que la placentación es axial. Algunos lo llaman axilar pero no sería muy correcto porque no es la axila de una hoja. [...]

Ustedes tienen ahí dibujados tres carpelos unidos que tienen tres lóculos y [...]

Si nosotros nos imaginamos que eso tiene volumen, eso [...]

(La profesora ejemplifica explicando la placentación en el fruto Legumbre y luego explica otros tipos de placentación: basal y apical.)

(La observadora se retira del aula. Se interrumpe la observación de la clase durante diez minutos.)

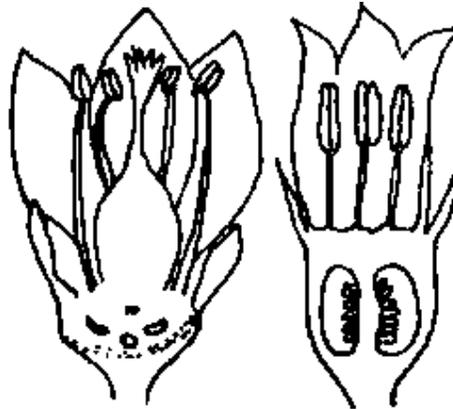
P: [.....] Posición del ovario. Para poder observar la posición relativa del ovario, en relación con las demás piezas florales, tenemos que hacer un corte ¿qué les parece?

Ao: Longitudinal.

P: Longitudinal. Y tengo varias posibilidades como las que dibujamos. Un ovario sobre el receptáculo, un ovario súpero.

(La profesora dibuja en el pizarrón)

POSICIÓN DEL OVARIO



OVARIO SÚPERO

OVARIO ÍNFERO

FLOR HIPÓGINA

FLOR EPÍGINA

P: Hay casos intermedios donde se puede decir que la flor es [.....]



P: Otro caso en el que el receptáculo se acopa, el ovario queda bien hundido en el receptáculo pero no se suelda a él.



P: Este sería un ovario súpero y la flor se denomina perígina

Aa: No está dibujado.

P: Está dibujado, lo que pasa es que tienen que observar bien e interpretar porque acá está esquemático [.....] Cuando hablan de óvulo están hablando de una estructura que es pluricelular. Entre que no tengo retroproyector y que [.....] [.....]

P: Vamos a empezar a desarrollar el tema de Fórmula y diagrama floral. Yo les anoto las fórmulas florales.

(La profesora escribe con letras grandes en el pizarrón)

$$1) \text{ F.F.} = \Theta, X, \text{♀} [Pc_{(3+3)}, A_3] \overline{G}(3)_{\infty, a}^3$$

$$2) \text{ F.F.} = \Theta, \%, \text{♀} K_{(5)}, C_5, A_{(9)+1}, \underline{G1}_{\infty, m}^1$$

$$3) \text{ F.F.} = \Theta, +, \text{♀} K_{2+2}, C_4, A_{2+4}, \underline{G2}_{\infty, p}^2$$

P: Tienen tres ejemplos. La primera corresponde a la flor del Lirio. El círculo con el puntito significa que la flor es cíclica, son ciclos o verticilos, la equis es por la simetría radiada, la flor es actinomorfa, hermafrodita, tiene estambres y carpelos. Luego aparece un corchete. Significa que hay soldadura entre piezas de diferente signo. En este caso la P de perigonio, las piezas son tépalos. No son ni pétalos ni sépalos. Puse “P sub c” es un perigonio corolino, no es verde, es de otro color. Luego los paréntesis: que las piezas están soldadas tres más tres; tres por afuera y tres más adentro. Luego tenemos tres estambres, la A es androceo. Los estambres están libres y el corchete que cierra significa que ¿quiénes están soldados entre sí...? Als: [.....]

P: El gineceo es de ovario ínfero, está bien abajo y todas las piezas forman un tubo floral. [.....] tres carpelos. El tres que está como una potencia son los lóculos. Se forman tres lóculos. En el interior de cada lóculo se pueden observar los óvulos. El signo “infinito” quiere decir que son más de veinte, no infinitos. Y la placentación es axilar.

(A las 16:00 muchos alumnos comienzan a retirarse del aula. La profesora ejemplifica rápidamente con las restantes fórmulas florales e indica que se corresponden con la arvejilla, una leguminosa y con el alelí, una crucífera.)

ANEXO 9

Reconstrucción de observación de clase práctica

Materia: Botánica Agrícola General

Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Comahue

Fecha: 29-04-2003

Horario: 13 a 17 hs.

Códigos:

P: profesora

Ay: Ayudante

Al: Alumno

Ao: Alumno

Aa: Alumna

[.....] texto que no se registró. Incompleto.

Texto entre paréntesis: aclaraciones de la observadora.

La clase práctica se desarrolla en un laboratorio bien iluminado que tiene seis mesadas largas con bancos altos. La sala tiene capacidad para 25 alumnos.

En el frente hay un pizarrón, una mesa y banco para el profesor y una mesada con pileta. Además se observa un armario de madera que contiene cajas con 8 microscopios ópticos y 8 estereoscópicos (lupas). Sobre dos paredes (una lateral y la del frente) se ubican dos televisores con posibilidad de proyectar imágenes de preparados microscópicos a través de una video cámara que se conecta a la lente ocular de un microscopio.

En esta clase hay 35 alumnos por lo cual varios de ellos están sentados en pupitres de aula, con apoya brazo y mesita rebatible, ubicados cerca de la puerta y en el pasillo que dejan las mesadas.

La clase está a cargo de una Jefa de Trabajos Prácticos con la colaboración de una Ayudante. Cuando inicia la clase la Ayudante toma asistencia y anota en una carpeta que tiene fichas con los nombres de todos los estudiantes.

Las docentes reparten papeles a los alumnos con las consignas del Cuestionario. Éste consiste en una evaluación de tres preguntas sobre los contenidos que se desarrollarán en el práctico del día. Existen distintos temas con preguntas diferentes.

Transcripción de algunos Temas del Cuestionario:

TEMA 1

T.P. N° 5. FRUTO

1. Defina qué es un fruto. ¿Qué grupo/s vegetal posee frutos?
2. ¿Qué significa que un fruto sea "simple complejo"? Nombre frutos simples complejos.
3. Marcar con una X los frutos secos indehiscentes:
-legumbre -pomo -silicua -diplotegia -cápsula -cipsela -sámara -cariopse

TEMA 2

T.P. N° 5. FRUTO

1. ¿Cuáles son los criterios que se adoptan para clasificar a los frutos?
2. ¿Cuándo un fruto es simple? ¿Cuándo un fruto es agregado?
3. Marcar con una X los frutos monotalámicos secos:
-folículo -silicua -baya -sorosio -diplotegia -nuez -drupa -pepónide

TEMA 3

T.P. N° 5. FRUTO

1. ¿Qué es el pericarpio de un fruto y cómo está constituido?
2. ¿Qué significa que un fruto sea “dehiscente”? Nombre frutos dehiscentes.
3. Marcar con una X los frutos simples complejos:
-drupa -hesperidio -pepónide -pomo -folículo -aquenio -nuez -legumbre

Los alumnos resuelven las consignas en silencio. Las docentes controlan que la tarea se realice en forma individual. Los estudiantes que terminan, entregan sus producciones y se retiran hacia el pasillo. Transcurridos quince minutos la profesora solicita que entreguen todos e invita a los que salieron a volver a ingresar al laboratorio para continuar el práctico. La ayudante reparte los cuestionarios ya corregidos que corresponden al trabajo práctico de la semana anterior. Los alumnos miran sus resultados y comentan entre ellos, algunos consultan a la profesora y la ayudante. La profesora pide silencio y anuncia que comenzará la explicación acerca del trabajo práctico a realizar en el día.

P: El práctico de hoy es sobre morfología del fruto. A ver chicos... ¿qué es un fruto?

Al: [.....]

P: Muy bien... el fruto es el ovario desarrollado y maduro, que puede tener o no tener semillas. El pericarpio es la pared del fruto y proviene de la pared del ovario, de la hoja carpelar que sufrió transformaciones. En el pericarpio se pueden distinguir tres capas de tejidos: el epicarpio, el mesocarpio y el endocarpio [.....]

(La profesora continúa la explicación acerca de las posibles características que pueden tener estas partes del fruto. Luego señala en el pizarrón la lista con las actividades que deberán realizar los alumnos.)

P: Van a observar estos frutos carnosos y estos frutos secos y van a describirlos teniendo en cuenta estas características:

Nombre botánico

Nro. de flores que intervienen en su formación

Posición del ovario

Nro. de carpelos

Nro. de lóculos

Nro. de semillas

Tipo de dehiscencia

Consistencia del pericarpio

P: La dehiscencia es la apertura del fruto para permitir la salida de las semillas. ¿Sí? Entonces esos son todos los pasos que nosotros tenemos que ir siguiendo para clasificar los frutos.

Bueno vamos a mostrar un fruto carnosos que es el Pomo, cuando nombro el nombre botánico... el nombre botánico es Pomo, Drupa, Hesperidio... no se confundan con el nombre de la planta. Muchas veces, cuando tomamos exámenes, en nombre botánico ponen Manzana. No. Ese no es el nombre botánico ¿eh? El nombre botánico es Pomo ¿Sí? Entonces vamos a analizar un Pomo. Se acuerdan que la clase pasada vimos la flor de la manzana ¿Sí? Vimos un corte longitudinal de la flor y ¿Qué posición tenía el ovario?

Als: Ínfero.

P: Ínfero. ¿No es cierto? Entonces si vamos a esta clasificación vamos a decir: ¿Número de flores que intervienen en su formación?

Als: [.....]

P: Monotalámico. Es un fruto monotalámico. ¿Número de carpelos? ¿Cuántos eran, se acuerdan?

Al: Cinco

P: Cinco, cinco carpelos. ¿Posición del ovario?

Ao: Ínfero.

P: Es ínfero. Esos carpelos... ¿están libres o soldados en la manzana?

Ao: Soldados.

P: Soldados, entonces ¿es un fruto simple o agregado?

Aa: Simple

P: Simple. Muy bien. Si el ovario es ínfero, ¿cómo se llama?

Ao: Simple complejo.

P: Simple complejo. ¿Les queda claro a todos? ¿Sí o no?

Aa: No entendí muy bien...

P: Estamos analizando el pomo. Te acordás la flor que vimos la clase pasada que la posición del ovario era ínfero. Entonces como proviene de un gineceo pentacarpelar, cinco carpelos, soldados, decimos que el fruto es simple. Pero como proviene de un gineceo de ovario ínfero decimos que es complejo. Si el ovario fuera súpero diríamos que es simple propiamente dicho ¿Sí? Bueno y número de semillas, bueno esto no importa tanto... Es un fruto ¿dehiscente o indehiscente?

Ao: Indehiscente

P: Indehiscente y bueno... acá no está... con respecto a la consistencia ¿cómo es?

Ao: Carnoso.

P: Carnoso. Bueno, entonces acá tenemos un corte transversal de la manzana. (Muestra una manzana partida y la acerca a las mesadas) Fíjense... ¿Pueden ver estos puntitos? ¿Los alcanzan a ver?

Als: Sí, sí

P: Entonces, más o menos por allí, por donde están esos puntitos... ésas son las nervaduras centrales de las hojas carpelares. Entonces más o menos por acá comenzaría el pericarpio. Epicarpio, mesocarpio... que no los podemos distinguir bien porque los dos tienen la misma consistencia... carnosa. Y sí podemos distinguir bien el endocarpio que es esta parte más cartilaginosa que está acá adentro, el “corazón” de la manzana, donde están las semillas ¿eh? Entonces el pericarpio es esto y ¿esto que está acá afuera... qué será?

Als: Hipanto.

P: El hipanto. Entonces esto nos confirma que este fruto es originado por una flor de ovario ínfero ¿eh? Está el hipanto o receptáculo y más o menos el pericarpio comienza a partir de acá. ¿Sí? ¿Lo ven todos? Bueno, entonces si nosotros tenemos que definir el Pomo, decimos que es un fruto carnoso, de epicarpio carnoso, de mesocarpio carnoso y de endocarpio eh... papiráceo, coriáceo... con consistencia gruesa... eh? Les queda claro?

Aa: ¿Cómo es el epicarpio y el endocarpio?

P: ¿El epicarpio? Carnoso. El epicarpio carnoso, que es éste... en realidad la consistencia del hipanto, el epicarpio y el mesocarpio es la misma, es toda la parte comestible del fruto. Hay un libro que es... “Morfología de las plantas superiores” de Dimitri y Orfila, de tapa verde, que tiene un error en esto del Pomo, que menciona que éste es el epicarpio. Esta es la cáscara del fruto, no es el epicarpio, ¿sí?, el epicarpio es éste. [...].

P: Bueno, un fruto parecido es la Baya, que como ejemplo tenemos el tomate. La Baya entonces es un fruto monotalámico porque proviene de una sola flor, es un fruto simple porque proviene de un gineceo gamocarpelar, pero es simple propiamente dicho, porque proviene de una flor de ovario súpero, ¿eh? Entonces en este caso la cáscara del tomate... de la Baya... (muestra un fruto de tomate cortado transversalmente a los alumnos) es el epicarpio. En este caso el pericarpio coincide con el fruto, todo lo que tenemos acá es pericarpio. Entonces la cáscara del fruto es epicarpio... el mesocarpio y el endocarpio están acá. No los podemos diferenciar porque son... tienen la misma consistencia. Es un fruto que proviene de una flor de ovario de varios carpelos, fíjense que éstos son los carpelos, y de placentación axial. ¿Sí? ¿Lo interpretan?

Aa: ¿Varios carpelos, profesora?

P: Esto es un carpelo, acá hay otro, otro... (señala en el fruto) ¿Lo alcanzan a ver?

Aa: Sí.

P: Bueno. Otro fruto que vamos a analizar el Pepónide. El pepónide se podría definir como una Baya de ovario ínfero. Es muy parecida a la Baya que vimos recién, pero es de ovario ínfero. ¿Eh? Lo que ocurre es que en este caso no vamos a distinguir las regiones como lo pudimos hacer en el Pomo. Acá nosotros sabemos que hacia fuera está el hipanto porque proviene de una flor de ovario ínfero. El epicarpio, el mesocarpio y el endocarpio no sabemos muy bien dónde comienza y dónde termina cada uno porque todas las partes tienen la misma consistencia. Esa es la característica del Pepónide. Y fíjense que está formado por... esto sería un carpelo, ¿a ver si lo alcanzan a ver? (pasa entre las mesadas mostrando un fruto de zapallito de tronco cortado transversalmente). Un carpelo, otro y otro, puede tener entre tres, cuatro, cinco carpelos... ¿eh? Fíjense... este es el carpelo... la placentación de este fruto es axial. [...] La placentación es axial, lo que ocurre es que las placentas están muy desarrolladas... ¿lo ven? No sé si lo alcanzan a ver ahí. Fíjense cómo son las placentas... Parecería que fuera marginal, que las semillas estuvieran ubicadas en los márgenes de la hoja carpelar... pero es axial con las placentas muy desarrolladas. ¿Lo ven? ¿Sí? Entonces si nosotros tenemos que hacer la descripción del Pepónide decimos que es un fruto monotalámico, simple, complejo, carnoso. Y la característica que lo diferencia de la Baya es que... bueno, aparte de ser de ovario ínfero..., es que el clamidocarpio, o sea la parte más externa del fruto, es leñoso. Esto se ve sobre todo en el zapallo ese más grande, el que tienen en las verdulerías sobre el mostrador, la calabaza vieron que es leñoso. Esa es la característica que define al Pepónide. ¿Sí? ¿Me van siguiendo? Porque los veo este...medio...

Als: Sí, sí.

P: ¿Sí? Bueno cualquier cosa me dicen... Otro ejemplo de fruto carnoso que vamos a ver es el Hesperidio. Como ejemplo de Hesperidio tenemos los cítricos. ¿Mm?. Este también es un tipo particular de Baya. Lo clasificamos separado del Pomo y de la Baya típica, que es el tomate, porque en este caso sí podemos distinguir todas las partes del pericarpio. ¿Eh?. Es un fruto monotalámico, simple propiamente dicho. Proviene de una flor de ovario súpero. Entonces todo lo que nosotros vemos acá es el ovario modificado. Acá no hay receptáculo, no hay hipanto, que acompaña el fruto. Entonces en este caso, igual que en la Baya, la cáscara del fruto, corresponde al epicarpio. Entonces decimos que el epicarpio es glanduloso, porque tiene glándulas que contienen aceites esenciales. El mesocarpio es esponjoso. Y el endocarpio que es lo que constituye los gajos, que es la parte comestible es membranoso y contiene pelos jugosos. ¿Mm? ¿Van viendo las diferencias entre un fruto y otro... por qué les damos diferente nombre? Tienen algunas similitudes pero tienen otras diferencias. Por eso es que reciben distintos nombres.

Ao: [...]]

P: Bueno, y otro de los ejemplos que vamos a ver es la Drupa.

(La ayudante corta una aceituna y una ciruela y las alcanza a la profesora).

P: Fíjense, chicos... la Drupa también es parecida a una Baya. Es un fruto monotalámico, simple, propiamente dicho, eso quiere decir que proviene de una sola flor, de gineceo gamocarpelar, de ovario súpero, ¿eh?. Pero la característica que tiene es que el endocarpio es leñoso. Es el carozo de la ciruela, de la aceituna, del durazno, del damasco. Entonces éste es el endocarpio, el mesocarpio es carnoso, es la parte comestible y el epicarpio es la cáscara del fruto. Que depende del fruto... en este caso la ciruela es liso y ceroso, en el durazno es piloso, en el pelón también es liso... bueno... ¿Les queda claro? ¿Sí? Bueno. Con los frutos carnosos van a trabajar si pueden ahora en clase un poquito y si no lo que no puedan lo van a completar en sus casas... Más o menos lo que tendrían que hacer son los cortes longitudinales, hacer el esquema, y sobre todo hacer la clasificación... ahora de todas maneras lo vemos si tienen alguna duda... Si lo podemos hacer acá mejor, lo vamos a hacer acá pero no sabemos cómo vamos a andar de tiempo, todo depende de cómo vayan avanzando ustedes. Si no pueden trabajar ahora con los frutos que trajeron, con ésta explicación trabajen en la casa de ustedes.

Ay: Los dejamos para el final de la clase, si no...

P: Bueno, los carnosos, por ahí una propuesta que tiene Paula es trabajar con los frutos carnosos al final de la clase, puede ser que ahora empecemos a trabajar con los frutos secos y después retomamos los carnosos. Puede ser. Bueno, con los frutos

secos que tenemos que trabajar son los que están escritos acá en el pizarrón. ¿Todos ven, los chicos que están atrás? ¿No les tapa esto?

P: Bueno, nosotros tratamos de organizarlos de una manera en la que ustedes puedan este... revisar estos frutos y estudiarlos comparándolos. Eso es lo ideal. Entonces partimos del Aquenio. El Aquenio es un fruto seco indehiscente... Vamos siguiendo esta clasificación (la profesora señala lo que está escrito en el pizarrón) Nombre botánico entonces... Aquenio. Número de flores que intervienen en su formación es una. Es un fruto monotalámico, eh...

(La profesora continúa ejemplificando cómo proceder en la descripción de algunos frutos secos: aquenio, legumbre, cariopse, cipsela, sámara, diplotegia, nuez, cápsulas con distintos tipos de dehiscencia: loculicida, septicida, septifraga, poricida.)

(Una vez finalizada la introducción teórica los alumnos en grupos de cuatro o cinco comienzan a retirar los frutos secos que se encontraban en cajas sobre la mesa del frente del aula.)

(Cada alumno dibuja con lápiz negro, en hojas blancas los diferentes frutos y escribe sus características. La profesora y ayudantes pasan por las mesadas respondiendo consultas, aclarando consignas y corrigiendo el trabajo de los alumnos. La mayoría de los alumnos realizan las actividades propuestas en la forma en que se les requirió. Algunos trabajan en hojas de cuaderno y al ser indagados responden que su intención es hacer un borrador en la clase para después pasarlo en su casa).

(En varias mesas se observan materiales con dibujos de frutos: trabajos prácticos de años anteriores, libros con dibujos y los cuadernillos con las guías para los trabajos prácticos. Estos materiales son consultados para orientarse sobre cómo realizar los dibujos. Los grupos trabajan a diferentes ritmos y las docentes acercan nuevo material a los que van más atrasados).

(Aproximadamente a la hora de finalización del trabajo práctico los estudiantes comienzan a guardar sus elementos de trabajo y se van retirando por grupos del aula).

REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCÁ, M. 2002. *¿Cómo funciona la interacción profesor/alumno y la interacción entre iguales en el aula de ciencias?*. En: BENLLOCH, M. (Comp.) *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Ed. Paidós, Barcelona. Cap. 26: 69-89.

ASTOLFI, J. P. 1994. El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2): 206-216.

AUSUBEL, D. P. 1968. *Educational psychology, a cognitive view*. Rinehart and Winston, Nueva York.

BARRAL, G.; SIRACUSA, P. y TARANDA, N. 2008. Orientaciones para alumnos ingresantes en sus primeras evaluaciones. *II Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias*. Paraná. Presentado como Poster. Publicado Libro de Resúmenes ISBN: 978 950 698 213 3, n° 33.

BARRAL, G. y SIRACUSA, P. 2008. Cinco años de estrategias innovadoras con ingresantes: ¿cómo seguimos?. *VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Mar del Plata. Trabajo presentado como póster. Publicado CD Memorias ISBN 978 987 21701 5 8, pág.194- 195.

BIDDLE, B. y ANDERSON, D. 1989. *Teoría, métodos, conocimiento e investigación sobre la enseñanza*. En: WITTRICK, M. C. *La investigación de la enseñanza I : enfoques, métodos y teorías*. Ed. Paidós, Barcelona. Cap. 2: 93-148.

BRAVO, B.; PUIG, B. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. 2009. Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química N° Aniversario*: 137-142.

BRUNER, J. 1997. *La educación, puerta de la cultura*. Ed. Visor, Madrid, 216 pp.

BUSTAMANTE LEIVA, A. 2003. *Botánica Agrícola General: Programa 2003*. Documento de Cátedra. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue.

CABALLER, M. J. y GIMÉNEZ, I. 1992. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias* 10 (2): 172-180.

CALDART, G. y CROVATO, V. 2007. *La producción escrita*. Instituto Dante Alighieri. Bariloche.

CAMPBELL, D. T. y STANLEY, J. C. 1973. *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Ed. Amorrortu, Buenos Aires. (Copia mimeografiada).

CAÑAL, P. 1991. Las concepciones de los alumnos y alumnas sobre la nutrición de las plantas verdes. *Investigación en la escuela* 13: 97-116

CARLINO, P. 2002. Enseñar a planificar y a revisar los textos académicos: haciendo lugar en el curriculum a la función epistémica de la escritura. Comunicación libre en las *IX Jornadas de Investigación Facultad de Psicología*. Universidad Nacional de Buenos Aires.

CARLINO, P. 2005. *Escribir, leer y aprender en la Universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de cultura económica, Buenos Aires, 200 pp.

CORAGGIO, J. L. y VISPO, A. 2001. *Contribución al estudio del sistema universitario argentino*. Ed. Miño y Dávila – Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), Buenos Aires, 263 pp.

CUTLER, D. F. 1987. *Anatomía vegetal aplicada*. Ed. Librería Agropecuaria, Buenos Aires, 220 pp.

CHARRIER MELILLÁN, M.; CAÑAL, P.; RODRIGO VEGA, M. 2006. Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje sobre la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias* 24 (3): 401-409.

CHEVALLARD, Y. 1997. *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique Grupo Editor, Buenos Aires, 169 pp.

CHROBAK, R. 1998. *Metodologías para lograr aprendizaje significativo*. Educo, Neuquén.

De POSADA, J. M. 2000. *El estudio didáctico de las ideas previas*. En: PERALES PALACIOS, F. J. y CAÑAL de LEÓN, P. (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Ed. Marfil, Alcoy. Cap. 16: 363-388.

DÍAZ DE BUSTAMENTE, J. 1999. *Problemas de aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas con el microscopio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Santiago de Compostela, 524 pp.

DÍAZ DE BUSTAMENTE, J. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. 1996. ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias* 14 (2): 183-194.

DIMITRI, M. J. y ORFILA, E. N. 1985. *Tratado de morfología y sistemática vegetal*. Ed. ACME, Buenos Aires, 489 pp.

ERICKSON, F. 1989. *Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza*. En: WITTRICK, M. C. *La investigación de la enseñanza II: métodos cualitativos y de observación*. Ed. Paidós, Barcelona. Cap. 4: 195-301.

ESPINOZA, A.; CASAMAJOR, A. y PITTON, E. 2009. *Enseñar a leer textos de ciencias*. Paidós, Buenos Aires, 211pp.

FACA, UNCo. 1993. *Plan de estudios*. Publicación interna de la Universidad Nacional del Comahue.

FACA, UNCo. 2004. *Encuesta realizada por la cátedra de Botánica Agrícola General en el marco del Programa para el mejoramiento de la calidad educativa y la retención estudiantil de UNCo*. Documento Interno, UNCo.

FACA, UNCo. 2005. *Informe Encuesta Diagnóstico Estudiantil 2do cuatrimestre 2005*. Documento interno, UNCo.

FERRAGUT J. J. 2010. *Objetivos logrados y en ejecución por la gestión 2006-2010*. Documento interno, FACA, UNCo.

FILMUS, D. 2003. Discurso de apertura al Seminario taller: Problemática universitaria. Área metropolitana. (<http://me.gov.ar>, 29/10/2003)

FONT QUER, P. 2009. (4ta. Ed.) *Diccionario de Botánica*. Ed. Península. Barcelona.

GARCÍA, L. y VALEIRAS, N. 2010. Lectura y escritura en el aula de ciencias: una propuesta para reflexionar sobre la argumentación. *Alambique* 63: 57-64.

GIBAJA, R. E. 1987. La “descripción densa”, una alternativa en la investigación educacional. *Cuadernos de la Facultad*. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. (Copia mimeografiada).

GILBERT, J. y BOULTER, C. (eds.). 2000. *Developing models in science education*. Dordrecht, Kluwer.

GIORDAN, A. 1995. Los nuevos modelos de aprendizaje: ¿mas allá del constructivismo? *Perspectivas* 25 (1):107-124. (<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001047/104709so.pdf>). Último acceso 27/7/11.

GIORDAN, A. y De VECCHI, G. 1988. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Ed. Díada. Sevilla, 261 pp.

HARRISON, A. y TREAGUST, D. 1996. Secondary Students' Mental Models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80 (5): 509-534.

HERSHEY, D. 2004. Avoid Misconceptions When Teaching About Plants. (<http://www.actionbioscience.org/education/hershey.html>) Último acceso 28/3/11.

HILL, T. y LEWICKI, P. 2007. *Statistics. Methods and applications*. StatSoft, Tulsa, 820 pp.

JEWELL, N. 2002. Examining children's models of seed. *Journal of Biological Education* 36 (3): 116-122.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. 2003. *La enseñanza y el aprendizaje de la biología*. En: JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Coord). *Enseñar ciencias*. Ed. Graó, Barcelona. Cap. 6: 121- 146.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. 2002. Comunidades de producción de conocimientos en clase de biología. *Memorias de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*. Adbia. Misiones.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. 2010. *Diez ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó, Barcelona, 200 pp.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ DE BUSTAMENTE, J. 2003. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3): 359-370.

JIMÉNEZ GÓMEZ, E.; SOLANO MARTÍNEZ, I. y MARÍN MARTÍNEZ, N. 1994. Problemas de terminología en estudios realizados acerca de "lo que el alumno sabe" sobre ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2): 235-245.

JORBA, J.; GÓMEZ, I. y PRAT, À. (Eds.) 2000. *Hablar y escribir para aprender*. Ed. Síntesis, Madrid, 301 pp.

KAPLAN, D. R. 2001. The science of plant morphology: definition, history, and role in modern biology. *American Journal of Botany*, 88 (10): 1711-1741.

KAUFMAN, M. 1999. *La huerta en la escuela. Un recorrido didáctico para docentes y alumnos*. Ed. Novedades educativas, Buenos Aires, 92 pp.

LEMKE, J. 1997. *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Ed. Paidós, Barcelona, 273 pp.

LEMKE, J. 2002. *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones*. En: BENLLOCH, M. (Comp.) *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Ed. Paidós, Barcelona. Cap. 6: 159-185.

LIMÓN, M. y CARRETERO, M. 1996. *Las ideas previas de los alumnos ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?* En: CARRETERO, M. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Aique Grupo Editor, Buenos Aires. Cap 1: 19-45.

MARAFIOTI, R. 2003. *Los patrones de la argumentación. La argumentación en los clásicos y en el siglo XX*. Ed. Biblos, Buenos Aires, 218 pp.

MARÍN MARTÍNEZ, N. 2003. Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra: 43-55.

MATEOS JIMÉNEZ, A. 1993. Ideas previas en la botánica. *Enseñanza de las Ciencias* 11 (2): 130-136.

MAYR, E. 1998. *Así es la biología*. Ed. Debate, Madrid.

MENGASCINI, A. 2005. La enseñanza y el aprendizaje de los tejidos vegetales en el ámbito universitario. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias* 4 (2) (http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N2.pdf). Último acceso: 27/7/11.

- MENIN, O. 2002. *Pedagogía y Universidad. Currículum, didáctica y evaluación*, Ed. Homo Sapiens, Rosario, 179 pp.
- MOREAU, J. 1993. *Aristóteles y su escuela*, EUDEBA, Buenos Aires, 310 pp.
- MOREIRA, M. A. 1996. Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências* 1 (3), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>). Último acceso 15/6/11.
- NEWTON, P., DRIVER, R. y OSBORNE, J. 1999. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education* 21 (5): 553-576.
- NOVAK, J. D. y GOWIN, D. B. 1984. *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca, Barcelona, 228 pp.
- OCDE. 2006. Informe PISA Competencias científicas para el mundo del mañana. (<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/free/9807014E.PDF>). Último acceso 2/7/11.
- PÉREZ CABANÍ, M. L.; REYES CARRETERO, M.; PALMA, M. y RAFEL, E. 2000. La evaluación de la calidad del aprendizaje en la Universidad. *Infancia y Aprendizaje* 91: 5-30.
- PIAGET, J. 1933. *La representación del mundo en el niño*. 6ta. Ed. 1978. Ed. Morata, Madrid.
- PODESTÁ, L. 2007. *Floración, fructificación y cuaje*. En: SOZZI (Ed.). 2007. *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Ed. Facultad de Agronomía. UBA, Bs. As. Cap. 8: 285-305.
- POZO, J. I. 1999. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias* 17 (3): 513-520.

POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Ed. Morata, Madrid, 331 pp.

PREISS, O.; AVELLÁ, B. y VIÑUELA, M. 2005. *Análisis de los resultados del Censo Provincial de Agricultura bajo riego. Región Alto Valle*. Secretaría de Fruticultura. Ministerio de Producción Gobierno de Río Negro. 25 pp.

PUNTIERI, J. y GROSFELD, J. 2003. *Arquitectura y modelización de las plantas vasculares: nociones y aplicaciones*. Apuntes de curso de posgrado, CRUB, UNCo.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F. y EICHHORN, S. E. 1992. *Biología de las Plantas*. Editorial Reverté. Barcelona.

RAVIOLO, A. 2002. *El uso de modelos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Proyecto de Investigación B106, CRUB, UNCo.

RAVIOLO, A. 2005. *Enseñanza y aprendizaje de modelos sobre el equilibrio químico. Una propuesta didáctica con alumnos universitarios españoles y argentinos*. Tesis doctoral. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.

RAVIOLO, A. 2008a. Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. I. Química, sustancia, mezcla y reacción química. *Educación en la química*, 14 (1), 3-16.

RAVIOLO, A. 2008b. Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315-322.

RAVIOLO, A. y RAMÍREZ, P. 2003. Las representaciones de los alumnos de un sistema en equilibrio químico: la consideración de modelos mentales. *VI Jornadas Nacionales y III Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. La Plata.

RAVIOLO, A.; SIRACUSA, P.; DUTRUS, S.; RAMÍREZ, P., CHRESTIA, M. ; HERBEL, M.; SCHNERSCH, A.; MOSCATO, G. y CASADO, G. 2007. El uso de

modelos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: reseña de un proyecto de investigación (Primera parte y Segunda parte). *IV Congreso Nacional y II Internacional de Investigación Educativa*. Cipolletti. Trabajos publicados en libro de resúmenes ISBN 978 987 604 039 6 y en Internet: ISBN 978-987-604-050.

REVEL CHION, A. 2010. *Hablar y escribir ciencias*. En: Meinardi, E. *Educación en ciencias*. Paidós. Buenos Aires. 280 pp.

RINAUDO, M. C. 1996. *Investigación educativa en la Universidad*. En: RINAUDO, M. C.; LAFOURCADE, P. y PRIETO CASTILLO, D. 1996. *La pedagogía universitaria. Módulo 4 de la Especialización en Docencia Universitaria*. Ediunc, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.

RODRIGUEZ PALMERO, M. L. 1997. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências* 2(2), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>) Último acceso 15/6/11.

RODRIGUEZ PALMERO, M. L. 2000. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências* 5 (3), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>) Último acceso 15/6/11.

RODRIGUEZ PALMERO, M. L.; MARRERO ACOSTA, J. y MOREIRA, M. A. 2001. La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências* 6 (3), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>) Último acceso 15/6/11.

RODRÍGUEZ PALMERO, M. L y MOREIRA, M. A. 1999. Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. *Investigações em Ensino de Ciências* 4(2), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>) Último acceso 15/6/11.

RODRIGUEZ PALMERO, M. L. y MOREIRA, M. A. 2002. Modelos mentales vs. esquemas de célula. *Investigações em Ensino de Ciências* 7 (1), Porto Alegre (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>) Último acceso 15/6/11.

SIRACUSA, P. y BARRAL, G. 2006. Desarrollo de estrategias cognitivo-lingüísticas en la materia Botánica Agrícola General. *VII Jornadas Nacionales y 2º Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Neuquén. Publicado en CD de Memorias ISBN 978-987-21701-6-5.

SIRACUSA, P. y BARRAL, G. 2007. Habilidades cognitivo lingüísticas en el currículo, la evaluación y la enseñanza. *II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria. Enseñar y aprender en la Universidad*. San Martín, Prov. de Buenos Aires. Comunicación oral. Resumen en: Actas de las Segundas Jornadas de Pedagogía Universitaria. ISBN 978-987-1435-01-2, pág 64.

SIRACUSA, P.; BELLORA, M. y RAVIOLO, A. 2008. Evaluación de los textos explicativos producidos por alumnos de botánica. *II Congreso Nacional y I Congreso Internacional Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias*. Paraná. Presentado como póster. Publicado Libro de Resúmenes ISBN: 978 950 698 213 3, n° 145.

SIRACUSA, P. y RAVIOLO, A. 2004. Argumentación en el laboratorio de microscopía. *I Congreso Internacional de enseñanza de la Biología y VI Jornadas Nacionales de enseñanza de la Biología*. Buenos Aires. Memorias, pág. 478.

SIRACUSA, P.; RAVIOLO, A. y BELLORA, M. 2008. Definiciones de flor. Memorias *VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Mar del Plata. Trabajo presentado como póster y Publicado CD ISBN 978 987 21701 5 8, pág. 439- 440.

SIRACUSA, P.; RAVIOLO, A.; BELLORA, M.; CARZOGLIO, N. 2007. Representaciones de célula y tejidos vegetales en los ingresantes de Agronomía. *II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria. Enseñar y aprender en la Universidad*. San Martín, Prov. de Buenos Aires, Comunicación oral.

Resumen en: Actas de las Segundas Jornadas de pedagogía Universitaria. ISBN 978-987-1435-01-2, pág. 217-218.

SIRACUSA, P. RAVIOLO, A. y CARZOGLIO, N. 2006. Modelos de semilla y germinación en alumnos universitarios. *VII Jornadas Nacionales y II Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Neuquén. Comunicación oral. Publicado en CD de Memorias ISBN 978-987-21701-6-5.

SOZZI, G. 2007. *Fisiología del crecimiento de los frutos*. En: SOZZI, G. (Ed.) *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Ed. Facultad de Agronomía, UBA, Bs. As. Cap. 9: 308-350.

STEARNS, W. T. 1993. (4ta. Ed.). *Botanical latin. History, grammar, syntax, terminology and vocabulary*. Ed. David & Charles Publishers. Devon, UK. 546 págs.

TAMIR, P. y ZOHAN, A. 1991. Antropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science education*, 75: 57-67.

TOULMIN, S. E. 1958. *The uses of argument*. Cambridge University Press. Nueva York, 247 pp.

TUNNICLIFFE, S.D. y REISS, M.J. 2000. Building a model of the environment: how do children see plants? *Journal of Biological Education*, 34: 172-177.

VALLA, J. J. 1986. *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 332 pp.

Von GLASERFELD. 1996. *Aspectos del constructivismo radical*. En: Pakman, M. (ed.), *Construcciones de la experiencia humana* : 23-49. Gedisa Editorial, Barcelona.

VOSNIADOU, S. 1994. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4: 45-69.

VYGOTSKI, L. S. 1979. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica. Barcelona.

WERTSCH, J. 1993. *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Visor, Madrid.