

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

FACULTAD DE BIOQUIMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIDÁCTICA EN CIENCIAS EXPERIMENTALES



**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES EN EL
PROCESO DE ENSEÑANZA DE QUÍMICA ORGÁNICA EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

TESIS presentada por:

Griselda Haidée Vazquez

**Dirigida por:
Dr. Rafael Althaus**

Santa Fe, 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES
EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE QUÍMICA
ORGÁNICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA**

Griselda Haidée Vazquez

**Director de tesis:
Rafael Lisandro Althaus**

**Co-director de tesis:
Miriam Medina Mesa**

Santa Fe, 2003

RAFAEL LISANDRO ALTAHUS Dr en Ciencias Químicas y Profesor del Dpto de Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNL Certifica que

*el presente trabajo con el título **“Estudio de la Influencia de Algunos Factores en el Proceso de Enseñanza de Química Orgánica en la Carrera de Ingeniería Agronómica”** ha sido realizada por Griselda Haideé Vázquez bajo mi dirección y constituye la tesis para optar por el grado de Magister en Didáctica de la Ciencias Experimentales en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral*

*MIRIAM MEDINA MESA Ms en Ciencias Químicas Catedrática del
Dpto de Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la
Universidad de Matanzas (Cuba)*

Certifico que el presente trabajo con el título “Estudio de la Influencia de Algunos Factores en el Proceso de Enseñanza de Química Orgánica en la Carrera de Ingeniería Agronómica” ha sido realizada por Griselda Haidée Vázquez bajo mi codirección y constituye la tesis para optar por el grado de Magister en Didáctica de la Ciencias Experimentales

Agradecimientos:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

A los alumnos y alumnas cuyas valoraciones han sido de una orientación inestimable.

A los profesores y ayudantes que han colaborado y participado en los diseños e impartido las clases.

Y muy especialmente al Dr. Rafael Altahus y Ms. Cs. Miriam Medina Mesa, sin cuya dedicación y entusiasmo esta investigación no hubiera sido posible. En un trabajo que ha durado tanto tiempo siempre han tenido hacia mí el aliento, la dedicación, la comprensión y el ánimo necesario.

Gracias a todos

PRESENTACIÓN E ÍNDICE GENERAL

A mediados del siglo XX la enseñanza de las ciencias estaba centrada principalmente en la transmisión verbal de contenidos ya elaborados y con una ausencia de trabajos experimentales de campo, laboratorio y de investigación bibliográfica. En Estados Unidos la insatisfacción con este modelo hizo surgir un movimiento de renovación en el que se destacan nombres tales como Dewey, Bruner, etc. que se propusieron promocionar los métodos de la ciencia frente a los propios contenidos de las materias científicas.

Bajo la influencia de este modelo se elaboraron a partir de los años sesenta grandes proyectos de enseñanza como los CHEM en química y los BSCS en Biología que fueron desarrollados y experimentados principalmente en los países anglosajones.

Dentro de este marco, los trabajos experimentales y las metodologías alternativas pasaron a ocupar un lugar preferente en la enseñanza de la química y otras disciplinas, no sólo por el indudable poder motivador que a priori se les concede sino también por la gran capacidad que se le atribuye para familiarizar a los alumnos con la metodología científica.

Sin embargo los resultados de esta reorientación en la enseñanza de la ciencia allí donde se llevó a cabo no se muestran tan positivos como inicialmente se había previsto. En palabras de Ausubel (1978):

Como los términos "laboratorio y método científico se volvieron sacrosantos en los preparatorios y universidades norteamericanas, los estudiantes fueron obligados a remedar los aspectos exteriormente conspicuos pero inherentemente triviales del método científico. En realidad con este procedimiento aprendieron poco de la materia y menos aún del método científico

Una conclusión así parece poner en cuestión la validez de un modelo de enseñanza que recoja las características de la metodología científica. Sin embargo, en mi opinión los resultados obtenidos pueden atribuirse a una incorrecta comprensión de la naturaleza del trabajo científico, afectados de profundos rasgos empiristas.

Ha sido necesario proceder a una revisión de las características esenciales del trabajo científico y de lo que a la luz del pensamiento actual en filosofía y sociología de la ciencia cabe interpretar como actitud científica (Rachelson 1977). Es necesario analizar sus implicaciones en la enseñanza de la ciencia que pretenda ser verdaderamente coherente con dichas características.

El presente trabajo se centra, dentro del campo de la Química en torno a dos hipótesis fundamentales que se exponen a continuación:

Las metodologías actuales de enseñanza no contribuyen a que los alumnos se familiaricen con la metodología científica.

Para transformar las metodologías habituales de forma que posean las características de un trabajo de investigación y conduzcan a los alumnos a una efectiva familiarización con los aspectos esenciales de la metodología científica, superando la simple transmisión-recepción de conocimientos ya elaborados, es necesario conocer los saberes previos y la influencia de algunos factores en el proceso de enseñanza

La importancia de este estudio es fundamental, ya que nos ayudará a buscar las formas más adecuadas de motivar a los alumnos hacia el aprendizaje de la Química Orgánica y sus relaciones interdisciplinarias y a familiarizarse con la metodología científica.

El desarrollo del trabajo se ajusta a estas dos hipótesis fundamentales quedando dividido en tres bloques:

En una primera parte se realiza una introducción y se fundamenta teóricamente la hipótesis de partida.

En el este bloque se hace ver que, si se atribuye el fracaso en la comprensión de la naturaleza del trabajo científico a una orientación incorrecta de la enseñanza de la ciencia y en particular de la química, hace ver la necesidad de conocer los diversos factores extracurriculares que influyen en el proceso de enseñanza para transformar las metodologías proporcionando una imagen más correcta para justificar un modelo de enseñanza de la ciencia coherente con una orientación constructivista,

analizando cuales deberían ser las características de las nuevas metodologías dentro de dicho modelo.

En el segundo bloque se presentan los materiales y métodos, el análisis de los resultados obtenidos en la contrastación experimental,

Las conclusiones a las que se arribó y la bibliografía utilizada para el desarrollo de la investigación.

Todo lo anterior se complementa con una serie de anexos, que se incluyen al final para no introducir meandros en lo que es el núcleo de la tesis.

El anexo 1 está formado por la justificación de la asignatura en la carrera de Ingeniería Agronómica

El anexo 2 está formado por los métodos de obtención y preparación del sistema muestral; por los modelos de encuestas y algunos ejemplos de exámenes realizados a los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica.

El anexo 3 está formado por los materiales para el desarrollo de las clases alternativas. Se detallan algunos ejemplos a manera de ilustración.

En el anexo 4 se incluyen las matrices de datos confeccionadas para el desarrollo de los resultados de la experiencia , mientras que en el anexo 5 se incluye una selección bibliográfica comentada sobre las investigaciones realizadas en torno a metodologías alternativas en trabajos de Física y Química.

De acuerdo con lo expuesto hasta aquí el índice general de esta tesis es el siguiente.

INDICE GENERAL
CAPITULO 1

1. Introducción	1
1.1. Nuevos desafíos de la educación en el mundo tecnológico actual.....	1
1.2. El desarrollo del conocimiento científico.....	3
1.3. La enseñanza de la Química en las Ciencias Agrarias.....	5
1.4. Necesidad de la Química en la carrera de Ingeniería Agronómica.....	6
1.5. Fundamentación de la función pedagógica en la evaluación.....	7

CAPITULO 2

2. Marco teórico que se aborda.....	10
2.1. Planteamiento didáctico del problema.....	10
2.2. Aportaciones de la didáctica de las ciencias a la detección del fracaso en el aprendizaje de conocimientos significativos.....	15
2.3. Aportaciones de la psicología de la educación a la concreción del currículo.....	18
2.4. Calidad Educativa.....	21
2.5. Constructivismo.....	22
2.5.1. Planteamiento didáctico del problema.....	23
2.5.2. Modelos constructivistas.....	24
2.5.3. Preconceptos del modelo constructivista.....	25
2.5.4. Componentes de la enseñanza científica.....	28
2.5.5. Estrategias en el proceso enseñanza aprendizaje.....	29
2.5.6. Lectura de textos científicos.....	30
2.5.7. Resolución de problemas.....	31
2.5.8. Estrategia inductiva y estrategia deductiva.....	35
2.6. Metodología grupal.....	35
2.6.1. Importancia de la metodología grupal.....	35
2.6.2. Dinámica de grupo.....	36
2.6.3. Aprendizaje experimental en grupo.....	37
2.6.4. El desarrollo de teorías de los grupos en América latina: Aportes de Pichón Riviere.....	39
2.7. La evaluación de los aprendizajes.....	41
2.7.1. Fundamentación de la función pedagógica.....	41
2.8. Consideraciones sobre las ideas previas que poseen los estudiantes.....	46
2.9. Recursos en el proceso enseñanza aprendizaje.....	47
2.9.1. Generalidades.....	47
2.9.2. Selección de técnicas de enseñanza.....	48
2.9.3. Selección y organización de los recursos auxiliares.....	49
2.9.4. Las nuevas tecnologías en la educación.....	50
2.10. Durabilidad de los aprendizajes.....	50

2.10.1. Importancia.....	50
2.10.2. Conocimiento frágil; y pensamiento pobre.....	51

CAPÍTULO 3

3. Objetivos.....	53
3.1. Problemas detectados que ayudaron a la formulación de objetivos.....	53
3.2. Objetivos específicos.....	57
3.3. Hipótesis de trabajo.....	57

CAPÍTULO 4

4. Metodología.....	59
4.1. Materiales y métodos.....	59
4.1.1. Diseño experimental para la contrastación de las hipótesis.....	59
4.1.1.1. Visión general del diseño.....	59
4.1.2. Diseño de la muestra.....	60
4.1.3. Primer experimento.....	60
4.1.3.1. Evaluación de diversos factores en alumnos ingresantes 1998 y 1997.....	60
4.1.4. Segundo experimento.....	62
4.1.4.1. Encuesta para el análisis de los hábitos de estudio de los alumnos	64
4.1.4.2. Análisis de durabilidad de los aprendizajes.....	64
4.1.5. Tercer experimento.....	65
4.2. Inventario.....	65
4.2.1. Inventario de las dimensiones para evaluar las actividades de la enseñanza clásica.....	65
4.2.1.1. Clases teóricas.....	65
4.2.1.2. Clases de coloquios.....	66
4.2.1.3. Clases de trabajos prácticos.....	66
4.3.1. Inventario de las dimensiones para evaluar las actividades de las clases alternativas.....	67
4.3.1.1. Clases teóricas prácticas.....	67
4.3.1.2. Clases de taller.....	68
4.3.1.3. Clases de trabajos prácticos.....	68
4.4. Descripción de las experiencias realizadas en las clases alternativas.....	70
4.5. Elaboración de evaluaciones.....	71
4.6. Determinación del historial del alumno.....	72
4.7. Construcción de recursos.....	73
4.7.1. Educación y nuevas tecnologías.....	73
4.7.1.1. Enseñanza clásica.....	73
4.7.1.2. Enseñanza alternativa.....	73
4.7.2. Educación y nuevas tecnologías.....	74
4.7.2.1. Cultura impresa frente a cultura audiovisual.....	74
4.7.2.2. Propuestas alternativas frente a las nuevas tecnologías	

4.7.2.3. Concepto de multimedia.....	77
4.7.2.4. Aprendizaje interactivo.....	78
4.7.2.5. Características de los medios utilizados.....	81
4.8. Métodos de análisis estadísticos.....	81
4.8.1. Concepto de matriz de datos.....	82
4.8.2. Representación de los datos experimentales.....	83
4.8.3. Tratamiento estadístico de los datos.....	83
4.8.3.1. Análisis de varianza.....	83
4.8.3.2. Análisis factorial.....	86
4.8.3.3. Análisis factorial por componentes principales.....	87
4.8.3.4. Supuestos básicos del análisis factorial.....	88
4.8.3.5. Criterios para el cálculo de factores.....	89
4.8.3.6. Interpretación de los componentes principales.....	90
4.8.3.7. Análisis cluster.....	91
4.8.3.8. Modelo de regresión logística.....	93
4.8.3.9. Prueba de independencia.....	98

CAPÍTULO 5

5. Resultados y discusión.....	99
5.1. Resultados de la evaluación diagnóstica aplicada al inicio del cursado de Química Orgánica.....	99
5.2. Resultados de la evaluación diagnóstica aplicada al finalizar el cursado de Química Orgánica.....	103
5.3. Resultados observados en el incremento de las calificaciones de la evaluación diagnóstica antes y después al cursado.....	107
5.4. Resultados del primer parcial de la asignatura Química Orgánica.....	110
5.5. Resultados del segundo parcial de la asignatura Química Orgánica.....	114
5.6. Resultado del examen integrador.....	117
5.7. Análisis por componentes principales de la relación existente entre las calificaciones obtenidas por los alumnos.....	121
5.8. Análisis cluster para los distintos tipos de exámenes realizados por los alumnos.....	125
5.9. Predicción del rendimiento de los alumnos en la asignatura mediante el modelo de regresión logística.....	126
5.10. Relación entre la modalidad de cursado elegida por los alumnos y sus hábitos de estudio.....	130
5.11. Estudio de la durabilidad de los aprendizajes alcanzados en Química Orgánica.....	133

CAPÍTULO 6

Conclusiones.....	137
-------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas.....	141
---------------------------------	-----

ANEXOS

Anexo 1.....	152
Fundamentación de la disciplina.....	152
Objetivos generales educativos de la disciplina.....	153
Sistema de conocimiento de la química orgánica.....	153
Orientaciones metodológicas en la química orgánica y su relación con la bioquímica.....	154
Anexo 2	156
Obtención y preparación del sistema muestral.....	156
Modelos de evaluaciones diagnósticas, parciales, finales y durabilidad.....	162
Anexo 3.....	185
Materiales para el desarrollo de las clases alternativas.....	185
Anexo 4.....	187
Matrices de datos.....	187
Anexo 5.....	188
Selección bibliográfica comentada.....	188

1. INTRODUCCIÓN

1.1. NUEVOS DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN EN EL MUNDO TECNOLÓGICO ACTUAL

El avance y la complejidad del desarrollo científico, técnico y social impone a las ciencias nuevos retos en la búsqueda de métodos que permitan abordar la realidad desde una perspectiva de cambio y transformación.

Inspirados en esta perspectiva, en la pedagogía y las ciencias de la educación, surgen corrientes y tendencias que, desde enfoques teóricos diferentes, han tratado de superar las limitaciones e insuficiencias de la pedagogía tradicional.

Es un elemento común en los diferentes modelos propuestos centrar la atención en el proceso de aprendizaje del estudiante, concebido como un protagonista activo y gestor de su propia formación.

Los objetivos de la enseñanza de las ciencias por lo general proponen una adquisición de conocimientos organizados sobre las diferentes disciplinas de las ciencias, la adquisición de procedimientos de resolución de problemas, para ramas específicas en cada ciencia, y el desarrollo de procedimientos generales de razonamiento.

"Se debe tener en cuenta que las personas difieren en la organización del conocimiento científico en función de la edad y tipo de enseñanza que reciben" (Tezano, 1998)

Además debe considerarse que la capacidad de resolución de problemas específicos de un área está relacionada con la posesión del conocimiento previo necesario, la organización del conocimiento declarativo pertinente y la calidad de los procesos de resolución de problemas. La enseñanza que fomenta la organización facilita el aprendizaje de las ciencias.

En una sociedad cada vez mas tecnológica, resulta necesario que sus miembros comprendan no solamente los procesos tecnológicos sino también sus posibles consecuencias. Sin tal comprensión, las personas no pueden tomar las decisiones necesarias sobre temas tales como:

producción de alimentos, desarrollo agroindustrial, contaminación ambiental, etc.

Es importante recordar que el conocimiento declarativo de las personas sobre los conceptos científicos cambia con el tiempo, algunas veces sin una enseñanza formal y en otras como resultado directo de la enseñanza.

Existen numerosas razones por las que es importante poseer un conocimiento científico preciso y bien organizado. Por una parte, a las personas que poseen un conocimiento de este tipo les resultará más fácil mantenerse al día con los adelantos de las ciencias, al poseer un conocimiento previo mayor mejor pueden asociar el conocimiento nuevo. La estructura del conocimiento influye en la resolución de problemas de la vida profesional, también, es útil para los profesionales la especificidad sobre la naturaleza del cambio en el conocimiento.

En cuanto a los docentes, ayuda a averiguar cuál es el conocimiento que los estudiantes poseen y cuales carecen, siendo necesario reforzarlos.

Se puede decir que los expertos no solo poseen más conocimientos que los principiantes, sino que tienen un conocimiento mejor organizado. La estructura de memoria del experto contiene más principios fundamentales que la del principiante, además de poseer conocimientos procedimentales.

"Por estos motivos los principiantes y los expertos difieren en el contenido y en la organización del conocimiento declarativo, ya que solamente los expertos exhiben conocimientos procedimentales" (Gagné, 1993).

Por lo expuesto hasta el momento, deben considerarse estrategias de enseñanza aprendizaje diferentes para los alumnos ingresantes a la Universidad.

Una suposición básica de la teoría actual del procesamiento de la información es que la representación del conocimiento y las estrategias del procesamiento presentan un alto grado de interacción. El conocimiento activado por la persona crea las condiciones para que se pueda aplicar una estrategia particular y el resultado de aplicar este procedimiento es un cambio de estado del conocimiento, el que a su vez establece las condiciones para la aplicación a otro procedimiento, y así sucesivamente.

De esta forma, dentro del marco teórico del procesamiento de la información, la pregunta no se centra en la influencia del conocimiento sobre la resolución del problema, sino cómo se ejerce tal influencia.

Tal comprensión del proceso de enseñanza exige el establecimiento de una metodología que, respondiendo a los requerimientos generales del proceso, posibilite el logro de los objetivos. En este sentido, se privilegia la metodología grupal de aprendizaje, por sus valiosos aportes a la activación de la enseñanza.

Los estudiantes universitarios deben formarse desde los primeros años en la solución de problemas reales o simulados de la problemática profesional, deben desarrollar habilidades prácticas y estimular la lógica del pensamiento de la teoría científica para resolver dichos problemas.

La motivación de los estudiantes por las asignaturas básicas y la comprensión de éstas se determina por la medida en que se logre demostrar a través de la práctica pedagógica, que el contenido que se ofrece será parte de su trabajo profesional.

Hasta ahora se han establecido algunos vínculos con la profesión pero no se presentaron de una manera integrada, sin tener en cuenta la importancia de una asignatura básica en el desarrollo de habilidades, conocimiento y actitudes acordes con el modo de actuación del profesional que se forma.

Entre las debilidades detectadas en el proceso de formación del Ingeniero Agrónomo se vio que los estudiantes de cursos superiores presentan dificultades en la aplicación de los conocimientos de la asignatura Química en la solución de problemas específicos y en el ejercicio de la profesión, así como una escasa motivación por la asignatura.

La actual enseñanza de la ciencia es insatisfactoria. El elemento importante del proceso educativo no es la ciencia que se trata de impartir, sino la relación entre el alumno y la disciplina científica. Por ello, se busca además brindarle al alumno una herramienta que le permita dominar su medio natural y social. El saber científico puede servir al estudiante en la medida que se pueda transferirlo a situaciones vitales.

1.2. EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

El hombre a lo largo de miles de años se ha enfrentado al reto teórico y práctico a la vez, del conocimiento y de la transformación de la realidad circundante. Sin embargo, no todas las formas de enfrentarse a este reto pueden ser calificadas como ciencias, lo que se conoce como método científico es el final de un largo recorrido que inauguró una nueva etapa en el proceso de indagación sobre la naturaleza.

Es necesario destacar que "ciencia" no es cualquier tipo de saber, sino determinadas formas específicas de conocimiento, que proporcionan determinadas informaciones mediante la utilización de una metodología que cumple con requisitos concretos.

"La ciencia no debe ser considerada como un sistema de enunciados seguros y bien asentados, tampoco debe avanzar firmemente hacia un estado final, ya que nunca persigue la ilusoria meta de que las respuestas sean definitivas; su avance se encamina hacia la finalidad de descubrir incesantemente problemas nuevos, mas profundos y mas generales, sujetando nuestras respuestas a contestaciones renovadas y cada vez mas rigurosas" (Popper, 1980)

La verdadera superioridad de la ciencia sobre otras formas de conocimientos estriba en determinados enfoques metodológicos y capacidades perfectivas que permiten corregir errores, al tiempo que hacen posible un constante y progresivo desarrollo del conocimiento.

"La ciencia es mas verdadera que cualquier modelo no científico del mundo, capaz de probar, sometiéndola a la contrastación empírica, esa pretensión de verdad, capaz de descubrir sus propias deficiencias, capaz de corregir sus propias deficiencias" (Bunge, 1969)

Una de las primeras condiciones para que se pudiera desarrollar un tipo de conocimiento científico, con pretensiones de generalidad, racionalidad y predictibilidad, es la convicción en la existencia de un orden racional en la naturaleza, esta convicción implica partir de la creencia de que los hechos naturales se producen de acuerdo con ciertas leyes regulares, susceptibles de indagación y de estudio.

"La ciencia se orienta hacia la búsqueda de un orden de las regularidades existentes en la naturaleza y esta búsqueda juega un papel fundamental en la orientación vital de los hombres, es decir la ciencia ha contribuido a ubicar al hombre en un orden de referencia seguro" (Whitehead, 1996)

El afianzamiento del pensamiento racional y el desarrollo de las matemáticas, entendidas como el lenguaje en que está escrito el libro de la naturaleza, según Galileo, estuvieron directamente ligados a un fenómeno

más global de transformación social y de cambio de la mentalidad en las formas de pensar y actuar.

Según Tezanos (1998), el desarrollo de la ciencia se produjo en el contexto de un determinado orden de aspiraciones prácticas y cuantitativas, a partir de dos presupuestos básicos:

- 1- La convicción de la existencia de un orden de la realidad, en el sentido de que los fenómenos se encuentran relacionados causalmente entre si, de acuerdo con ciertas reglas y patrones regulares, de forma que conociendo la estructura de las relaciones causales entre los fenómenos es posible llegar a predecir y prever como se desarrollarán acontecimientos que aun no se han producido.
- 2- La convicción en que este orden de relaciones de causalidad, puede ser conocida, y de hecho es conocida, por medio de métodos desarrollados por la ciencia y de instrumentos de medición adecuados a tales fines.

1.3. LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LAS CIENCIAS AGRARIAS

El perfeccionamiento de los planes de estudio es un proceso continuo en la Educación Superior, la experiencia ha demostrado que se hace necesario una revisión profunda de lo acontecido, así como de las nuevas acciones en el campo de la Ciencia y la Tecnología, para realizar una proyección de las necesidades futuras y elaborar nuevos Planes de Estudios integrados.

Uno de los propósitos fundamentales de la Educación Superior lo constituye la mejora de la calidad en la formación de los profesionales de modo que puedan estar preparados para dar respuestas a las necesidades presentes y futuras del desarrollo económico y social de su país.

Los estudiantes universitarios deben formarse desde los primeros años en la resolución de problemas reales o simulados dentro de su área profesional, en el desarrollo de habilidades prácticas y la estimulación en la ciencia y la teoría científica para resolver dichos problemas.

Estas cuestiones no se han trabajado lo suficiente en los últimos años en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, de forma tal que se ha impartido la Ciencia Básica siguiendo un

modelo clásico y conductista, que no siempre ha contribuido a la formación básica esencial del futuro egresado, negándole la importancia necesaria que deben tener éstas en la formación del conocimiento y habilidades propias del modo de actuar del profesional.

Desde hace un tiempo, se está trabajando para mejorar las asignaturas correspondientes a las áreas básicas, entre ellas Química Orgánica, si bien no se ha concretado aún, se ha tomado conciencia de la importante contribución de la misma al modelo profesional.

La Química Orgánica se imparte en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica y forma parte de las áreas básicas no agronómicas.

Existen una serie de dificultades y limitaciones que no permiten a los futuros egresados dar siempre una respuesta eficiente a las exigencias de la sociedad actual.

Docentes de la casa de Estudios así como profesores de Química Orgánica de otras unidades académicas han manifestado su preocupación e interés en relación con las limitaciones advertidas en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura.

1.4. NECESIDAD DE LA QUÍMICA ORGÁNICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Es importante que los alumnos asuman la necesidad de aprender Química Orgánica en la Carrera de Ingeniería Agronómica, ya que para conocer el funcionamiento de los seres vivos, es necesario comenzar por el nivel molecular, o sea los componentes más pequeños que los constituyen y las interacciones que entre dichos componentes se producen.

Resulta válido comprender e interpretar que el nivel molecular está directamente relacionado con la química y las moléculas que constituyen al ser vivo, para luego pasar al nivel celular y poder llegar finalmente al nivel fisiológico.

La vida es como una nueva propiedad de la materia y solamente aparece cuando ciertas moléculas se disponen según un orden rigurosamente determinado. La Química es una ciencia muy amplia, es el complemento indispensable de la Biología, puesto que pese a la aparente disparidad de los organismos vivos, los elementos químicos que componen

a los seres vivos so similares aunque están organizados de distintas maneras.

Para comprender la agrupación molecular, que es exclusiva de los seres vivos, es necesario tener como eje a las moléculas que los constituyen, su compartimentalización, y las reacciones químicas en las que intervienen, como generadores de los distintos procesos biológicos.

Por lo tanto, el estudiante de Ingeniería Agronómica debe comprender que la " Química del Carbono " implica el estudio de los compuestos de este elemento y su relación con el Nitrógeno, Oxígeno, Azufre, Hidrógeno y Fósforo, entre otros, dando origen a las moléculas orgánicas, constituyentes básicos de todos los seres vivos.

También el alumno debe valorar los conocimientos de la Química Orgánica, ya que le ayudarán a interpretar los fenómenos de la vida y su relación con el medio ambiente, para su conservación y presentación. Así mismo deben vislumbrar que la integración de los conocimientos de química orgánica con otras disciplinas resulta requerida para el estudio de las ciencias agropecuarias.

Es necesario entender e interpretar que el nivel molecular está directamente relacionado con la Química y las moléculas que constituyen a los seres vivos. En la medida que se alcancen conocimientos significativos en esta asignatura, se logrará comprender posteriormente los niveles celulares y fisiológicos de los seres vivos.

Resumiendo, el estudiante y posterior egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, de acuerdo a su perfil, debe ser un profesional depositario del óptimo aprovechamiento de la capacidad productiva del ecosistema agropecuario, su conservación y mejoramiento, así como el cuidado del medio ambiente. Para el logro de estos objetivos resulta evidente la necesidad de disponer de conocimientos científicos de los procesos bioquímicos, los cuales comprenderá cuando haya reflexionado críticamente sobre los fenómenos químicos. Para ello, se recomienda realizar un estudio integral del sistema químico y de la reacción química, desde el punto de vista estructural, termodinámico y cinético para cada uno de los procesos estudiados.

1.5. FUNDAMENTACION DE LA FUNCION PEDAGOGICA EN LA EVALUACION

" Química Orgánica " debe ser capaz de transmitir a los estudiantes el conocimiento de la existencia de una uniformidad a nivel celular dada por la semejante composición química y vías metabólicas comunes a todos los

organismos, a pesar de las diferencias entre las diferentes especies en la biología.

Deben utilizarse ejemplos de plantas y animales, haciendo énfasis en los primeros de manera que sirva como motivador para el entendimiento de materias posteriores que no pueden ser comprendidas cabalmente sin una correcta fundamentación de los principios químicos y bioquímicos.

A manera de ejemplo se dirá que el tema metabolismo es de gran importancia para la carrera de Agronomía, pero si no se tienen en claro conceptos básicos de química, no se podrá comprender este tema y quedarán " poco claros " los conceptos del metabolismo del almidón, y la fotosíntesis, como ejemplo.

En la Figura 1.1 se observa la ubicación de la asignatura " Química Orgánica " dentro del plan de estudios de la Carrera Ingeniería Agronómica y su relación interdisciplinaria.

Se puede apreciar de la necesidad de disponer de herramientas de la Matemática y Química general y su posterior vinculación con disciplinas directamente relacionadas con la Carrera de Ingeniería Agronómica, tales como Fisiología General, Genética, Química Analítica y Aplicada, Microbiología, Forrajes, Fisiología de la Productividad, Fitopatología.

Además son de suma utilidad los conceptos relacionados con análisis de alimentos tales como lípidos, hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, que luego se requieren para Química Analítica. Dentro de la Genética los profesores responsables de esta asignatura manifiestan la necesidad de que los alumnos conozcan las estructuras y propiedades de los ácidos nucleicos, sobre todo lo que se refiere a bases púricas y pirimidínicas así como las estructuras cíclicas de la ribosa y otros monosacáridos.

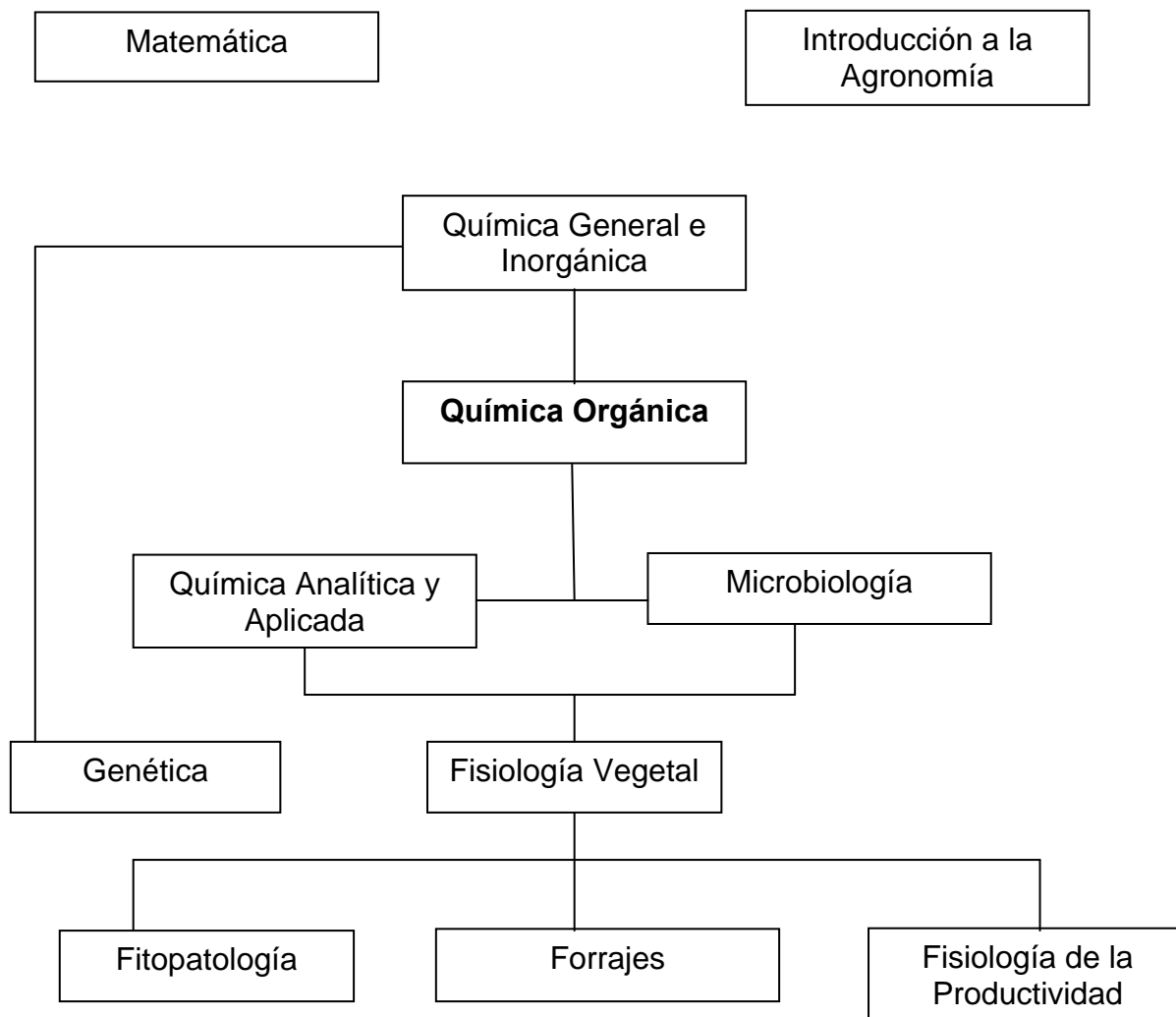


Figura 1. 1. Ubicación de Química Orgánica dentro del plan de la carrera de Ingeniería Agronómica y su relación interdisciplinaria. (año 2000)

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO DEL PROBLEMA QUE SE ABORDA

2.1. PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO DEL PROBLEMA

El análisis de los acontecimientos surgidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos permite detectar síntomas suficientes para confirmar la existencia de un problema relacionado con la falta de aprendizaje significativo de las asignaturas no agronómicas o básicas de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Se puede destacar que conceptos básicos tales como: mezcla, sustancia, energía, se presentan en casi todos ellos como si fuesen estudiados por primera vez.

La facilidad con que los alumnos han olvidado total o parcialmente los contenidos conceptuales que debían haber aprendido en niveles anteriores, así como el fracaso en la resolución de problemas de lápiz y papel en química, son síntomas conocidos por los docentes que imparten las asignaturas básicas. Sin embargo, muchos atribuyen estos síntomas a causas debidas al propio alumno (escaso interés y falta de capacidad), factores sociológicos (situación económica) , estructurales (falta de recursos áulicos, excesivo número de alumnos) y deficiente nivel con el acceden a la universidad.

Los inconvenientes mencionados se ven reflejados en el elevado número de alumnos suspendidos y en el porcentaje, también elevado de alumnos, que no finalizan los estudios que iniciaron.

Con estos datos preocupantes, resulta aún mas alarmante comprobar el poco uso que se hace de los conocimientos académicos adquiridos, y que se supone habían sido aprendidos. El análisis cuidadoso de esta situación ha conducido a concluir que el aprendizaje de química en las aulas no es significativo.

De hecho, y sin negar la posible influencia de los factores antes señalados como causantes del fracaso de los estudiantes se considera que

no son los mas importantes sino que, por el contrario, la influencia del modelo de enseñanza elegido posee un peso importante, tal como se recoge en un informe realizado por los inspectores británicos Jenings y Ingle (1982):

"Más que cualquier otra cosa, los métodos de enseñanza afectan a las respuestas de los alumnos y alumnas y determinan si están interesados, motivados o implicados en la lección, de tal manera que se sientan atraídos por un buen aprendizaje en el que comprenden y desarrollan su destrezas".

Por lo tanto, se hace necesario una revisión de los fundamentos teóricos del paradigma de enseñanza-aprendizaje que se viene utilizando hasta ahora, dejándose de considerar a la mente del alumno como una tabla rasa en la que es posible inscribir los conocimientos mediante el envío de información organizada. En consecuencia, se puede admitir que la situación de la falta de aprendizaje significativo es responsabilidad fundamental de "cómo se enseña", por lo que se hace necesario un análisis más en profundidad de los supuestos teóricos en los que se basa el proceso de enseñanza-aprendizaje usualmente utilizado.

El problema que se aborda en este trabajo tiene una doble propuesta, por una parte intenta mostrar la ineficacia del modelo de enseñanza utilizado hasta el momento, para lograr aprendizajes significativos en un dominio acotado como la Química Orgánica y su aplicación biológica, y por otra parte, se trata de validar como alternativa el modelo de enseñanza por investigación con nuevas tecnologías los que deben ser empleados teniendo en cuenta algunos factores extracurriculares que afectan a los estudiantes, viendo cuales son sus resultados tanto cognitivos como afectivos. La primera hipótesis está referida sobre todo a la poca significatividad del aprendizaje que sobre los temas principales de la Química Orgánica consiguen los alumnos que cursan el primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Los inconvenientes detectados se pueden deber sucede sobre todo por el modelo didáctico utilizado por los profesores, basado en la metodología conocida como de transmisión de conocimientos previamente elaborados.

En este ítem se trata de fundamentar teóricamente por qué no se reúnen las condiciones que pueden favorecer el aprendizaje significativo de los conocimientos científicos, transmisión de conocimientos previamente elaborados.

Se trata entonces de fundamentar teóricamente porque no se reúnen las condiciones que pueden favorecer el aprendizaje significativo de los conocimientos científicos.

Se realiza esta fundamentación apoyados en las investigaciones didácticas que han permitido detectar el pobre aprendizaje significativo de estos conocimientos y en las aportaciones que desde el campo de la psicología se han realizado en los últimos años al proceso de la enseñanza – aprendizaje, y que, en cierta forma permiten justificar los resultados encontrados.

El currículo de la asignatura tiene como principal finalidad desarrollar en los estudiantes capacidades, destrezas y actitudes necesarias para que puedan desenvolverse como futuros profesionales en la sociedad.

Cumplir con esta finalidad supone dotar al currículo de una considerable riqueza de contenidos no sólo conceptuales, sino también procedimentales y actitudinales, situación que actualmente no siempre se puede brindar en las aulas.

Huir de este reduccionismo supone, entre otras cosas, cambiar los criterios de selección de contenidos. Se ha comprobado en las investigaciones de los últimos años (Pérez 1997) que uno de los criterios que se pueden tener presentes es considerar contenidos que interesen a los estudiantes. Esto supone relacionarlos con su posible desempeño profesional. Por lo que no sólo la importancia científica debe ser el criterio sino también, considerar aquellos que resultan relevantes para el alumno.

Algunos especialistas consideran que el éxito de las ciencias depende, en parte, de hacer vivir en clase su principal finalidad puesto que a nadie le gusta ser obligado a hacer algo que no sabe a que conduce, o que cree que es inútil. (Bizzo, 1993, Izquierdo, 1994).

Otro criterio a tener en cuenta para seleccionar contenidos y proponer actividades motivadoras que ayudan a la formación de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, es considerar la historia como fuente de problemas cuya resolución dio lugar a las diversas teorías de la ciencia. Ello permite a los profesores conocer cuales fueron los conocimientos que estaban presentes en los momentos en los que se producen cambios importantes en una teoría y sus análisis puede permitir determinar cual de estos procedimientos, conceptos o actitudes han favorecido la construcción del conocimiento (Pedrinaci, 1994).

Considerando la historia, también se puede conocer cuáles han sido los obstáculos presentados en el desarrollo de la ciencia. Esto puede, en algún momento, arrojar luz sobre problemas del aprendizaje individual (Izquierdo, 1996).

Malthews, (1994) señala:

"El conocimiento de la historia, entre otras cosas, motiva e interesa al alumno, permite humanizar los contenidos científicos tratados, proporciona una mejor comprensión de sus conceptos mostrando su desarrollo y perfeccionamiento. Ayuda a la mejor comprensión de ciertos episodios cruciales al desarrollo del conocimiento, permite un conocimiento más rico de la metodología y epistemología científica mostrando las causas de los cambios que se producen en los procedimientos aceptados..."

El escaso dominio que los profesores poseen sobre epistemología e historia de las ciencias es, sin duda, un inconveniente para presentar propuestas curriculares que logren aprendizajes significativos.

Según Rebelles et al. (1995), las características generales del currículo de ciencias tradicional son:

- Los contenidos incluidos son casi exclusivamente conceptuales y se presentan formando una ciencia "acabada", es decir, sin hacer mención de la evolución y dificultades que han existido hasta llegar a admitirlos, lo que lo convierte, en muchas ocasiones, en conceptos incomprensibles, sobre todo para el alumno no iniciado en el tema. Los programas constan de diversos temas, en cada uno de ellos se especifican una batería de conceptos omitiéndose la prescripción de los procedimientos adecuados en el estudio del tema y la de las actitudes que pueden ayudar a conseguir estos objetivos.

- Existe poca relación entre los contenidos y la realidad lo que para los estudiantes significa una visión poco útil de la Química que se enseña.

- Se obliga, frecuentemente, a memorizar fórmulas químicas de compuestos sin relacionarlos con los nombres vulgares, lo que provoca una disociación entre el conocimiento químico adquirido y el cotidiano (Cerdán et al., 1985). Incluso, en ocasiones se nombran y se formulan compuestos inexistentes (Hernandez, 1991).

- El currículo suele constar de gran cantidad de contenidos, coherente con la idea observada en la mayoría de los textos, con la idea de cubrir superficialmente el máximo de contenidos, lo que dificulta un aprendizaje significativo de los mismos (Gil, 1991).

- La secuencia de contenidos suele realizarse teniendo en cuenta únicamente el criterio basado en lo que responde a una lógica de la disciplina, sin considerar la existencia de otros posibles criterios como pueden ser el de la capacidad cognitiva del alumno o en los posibles intereses que éstos pueden tener.

- Las estrategias de enseñanza – aprendizaje aplicadas en forma mayoritaria pueden inscribirse en el conocido paradigma de transmisión – recepción en el que prima la memorización mecánica sobre la comprensión. Al alumno se le presentan una serie de fórmulas y conceptos que deben aprender de modo literal. El objetivo radica en que deben lograr una reproducción de los contenidos. La idea subyacente sobre la adquisición de conocimientos es un empirismo ingenuo (Pozo, 1987).

Por lo expuesto hasta aquí, los logros del aprendizaje obtenido se caracterizan, según la investigación didáctica, por lo siguiente:

- Un decrecimiento del interés hacia las ciencias conforme se avanza en su estudio e incluso una actitud negativa o de rechazo, hacia el conocimiento de algo que les parece ajeno, a lo que no encuentran utilidad (Vilches, 1994).

- Una imagen de ciencia desconectada de los problemas reales del mundo que ignora la estrecha relación entre el conocimiento científico y otros campos como la filosofía, la economía, etc. (Vilches, 1994).

- Un concepto de la epistemología alejada de los planteamientos didácticos necesarios para aprender de forma significativa (Guisasola, 1996).

- Utilización de metodologías que estimulan y recompensan la memorización de conocimientos y métodos que, por el contrario, infravaloran la capacidad de utilizar los procedimientos adecuados que conduzcan a la comprensión científica. Entre otras razones, este tipo de memorización resulta el único vehículo que el alumno dispone para aprobar la materia (Reif, 1994).

Por lo tanto, se puede afirmar que el curriculum tradicional no es útil para cumplir las finalidades y objetivos correspondientes a la nueva concepción sobre la enseñanza de las ciencias en los principios de la enseñanza universitaria.

2.2. APORTACIONES DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS A LA DETECCIÓN DEL FRACASO EN EL APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS SIGNIFICATIVOS

Existe, en general, una unanimidad bastante amplia en considerar que las publicaciones de la tesis de Viennot (1976) en la que se mostró que un porcentaje importante de estudiantes universitarios de Física utilizaban razonamientos espontáneos propios de la Física aristotélica, a pesar de que dominaban la física clásica, supuso la toma de conciencia generalizada entre los investigadores en didáctica, sobre la existencia de un grave problema didáctico (Carrascosa et al., 1991).

La amplia bibliografía recopilada por Pfund y Duit (1993) y las numerosas revisiones seleccionadas en la revista "Enseñanza de las Ciencias" (Furió, 1986; Cervante, 1987; Nievas, 1988) son un claro exponente de la importancia que se le ha otorgado al tema.

Estas primeras investigaciones aportan resultados demostrativos de la ineficiencia del proceso enseñanza – aprendizaje, suficientes como para propiciar una reflexión y un análisis sobre los supuestos teóricos en los que se fundamentan los métodos de enseñanza utilizados y buscar otros alternativos que logren mejorar el aprendizaje.

Así lo señalan autores como Hlloun (1985):

"Los altos porcentajes de errores conceptuales y las pocas mejoras producidas en la enseñanza convencional, nos está señalando la poca efectividad de este tipo de enseñanza tradicional (expositiva) para solucionar el problema. Nuestras medidas muestran incluso que a pesar de los esfuerzos para mejorar dicha enseñanza, estos no parecen tener efectos positivos sobre el mismo".

Existe evidencia que, concepciones alternativas son resistentes a la instrucción, incluso cuando la enseñanza deliberadamente estructurada se utiliza para incorporar o confrontar las ideas de los estudiantes. Se hace necesario una mayor investigación para diseñar

estrategia de enseñanza más adecuadas con las cuales tratar el problema (Engel, 1986).

La primera conclusión a la que se llegó, tras analizar los resultados de estas investigaciones, fue considerar que los alumnos no son una tabla rasa y que llegan al aula con ideas preconcebidas que ejercen una importancia decisiva en el proceso de aprendizaje.

La mayoría de los estudios sobre este tema, procedentes de campos diversos, coinciden en aceptar la existencia de estas preconcepciones alternativas con categoría de conocimiento precientífico. El conocimiento de la importancia que estas concepciones alternativas tienen, ha hecho que muchos investigadores se hayan dedicado a estudiarlas (Gil et al., 1991).

Furió (1994b) resume las características de estas concepciones alternativas de la siguiente forma:

Parecen dotados de una cierta coherencia interna en el sentido de que no existen de forma aislada sino constituyendo verdaderos esquemas conceptuales.

Son comunes a estudiantes de diferentes medios, edades, etc.

Son persistentes y no se modifican fácilmente con estrategias de enseñanza tradicionales.

El conocimiento anterior de los alumnos interacciona con el que se enseña en clase y es de esperar consecuencias imprevistas en el aprendizaje.

Los orígenes de las preconcepciones son debidas a experiencias personales muy variadas que incluyen la percepción, el lenguaje, los métodos de enseñanza, las explicaciones de los profesores y los materiales educativos.

Debe tenerse en cuenta que estas características corresponden solo a un tipo determinado de conocimientos previos, los que han sido fundamentales para destacar la influencia que tienen en el aprendizaje debido a que están fuertemente asumidos en la estructura cognitiva del estudiante. Sin embargo, no siempre es así, y existen alumnos que no poseen los conocimientos científicos fuertemente arraigados, por lo que no resulta tan difícil modificarlos. Tanto unos como otros, tienen implicancias en el proceso enseñanza – aprendizaje por lo que ambos son necesario conocerlos.

Pozo et al (1991) consideran que, desde el punto de vista psicológico hay tres cuestiones esenciales cuyas respuestas condicionan de forma sensible tanto los posibles recursos didácticos más eficaces para la enseñanza de las ciencias como también la organización y secuencia de los contenidos del currículo de esta área. Éstas son:

a-Tipo de ideas que tiene el alumnado y procedencia de las mismas.

b-Organización de tales ideas en la mente de los alumnos.

c-Mecanismos por los cuales se produce el cambio de esas ideas.

Por lo tanto, conocer las posibles fuentes de procedencia de las ideas previas es un punto de partida necesario para los docentes que deseen enseñar con eficacia. Una de ellas es la observación que los estudiantes realizan de los sucesos cotidianos ligándolos a conceptos científicos y que por generalización inductiva se llega a ideas muchas veces erróneas (Dawson, 1989). Estas concepciones suelen ser resistentes al cambio por estar fuertemente arraigadas en sus mentes, ya que se han ido formando a lo largo de toda su experiencia vivencial.

Otro origen de las ideas previas, lo constituye la influencia de la cultura y la sociedad, dado que ésta representa otra fuente de conocimiento. En ocasiones, la sociedad utiliza un tipo de lenguaje que transmite unos significados no coincidentes con los que se dan en la cultura científica (Lorens, 1991).

Los resultados de las investigaciones sobre concepciones alternativas no sólo mostraron la existencia y persistencia de errores conceptuales, sino que además fue el detonante básico que sirvió para que la comunidad de investigadores en educación se planteasen la búsqueda de paradigmas diferentes al que se venía utilizando usualmente y se ampliasen las investigaciones a otras líneas didácticas (Gill, 1991).

Una de las primeras fue la resolución de problemas de lápiz y papel. El fracaso, en una de las actividades más frecuentes de las clases de química, es otro síntoma sobre la ineficacia de la enseñanza por transmisión – recepción de los conocimientos. En efecto, los resultados de las investigaciones sobre la resolución de problemas muestran que los problemas en la enseñanza habitual son también

“explicados, ocultando al alumno el proceso de incertidumbre y búsqueda inherente a la resolución de cualquier problema. Así, el mismo profesor actúa de forma lineal comportándose como "quien no resuelve problemas" sino como "quien muestra soluciones ya hechas", de cuyo resultado no se puede dudar. Por ello, la resolución de un problema no idéntico a los de clases es percibida por los estudiantes como fruto de una intuición inmediata sólo al alcance del profesor y los alumnos más dotados. Reyes (1991).

También las investigaciones sobre la forma con que se abordan los trabajos prácticos en la enseñanza de la química han venido a converger en las causas del fracaso en lograr aprendizaje significativos. Según estos trabajos se ha detectado que los trabajos prácticos son desarrollados siguiendo simples recetas que en nada favorecen a los estudiantes. En realidad, en la enseñanza habitual, los trabajos prácticos se reducen casi exclusivamente a tareas de tipo manipulativo, muy lejos de lo que es el conocimiento procedimental en términos de razonamiento, por lo tanto no se aproxima a los alumnos a las características propias del trabajo de investigación. Payá (1991).

En resumen, la enseñanza por transmisión ordenada de los conocimientos científicos elaborados es lógico que no logre evitar fracaso en el aprendizaje de conceptos y que no se consiga disponer de las estrategias y procedimientos para resolver problemas cuyo enunciado les resulta nuevo, por lo que será necesario encontrar otras estrategias metodológicas que mejore el aprendizaje tanto en el aspecto conceptual como en el procedimental.

2.3. APORTACIONES DE LA SICOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN A LA CONCRECIÓN DEL CURRÍCULUM

Los resultados de las investigaciones, principalmente, sobre concepciones alternativas, pusieron de manifiesto las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, lo que propició que se realizaran estudios dirigidos a conocer cuales son los mecanismos por lo que las personas aprenden conocimientos y cuales pueden ser los modelos modelos de enseñanza adecuados para lograrlo.

El interés por conocer la naturaleza del pensamiento humano es un problema que siempre ha interesado al hombre, lo cual supone, entre otras cosas, averiguar los procesos por los cuales los individuos adquieren las capacidades intelectuales, lo que tiene una relación

directa con el proceso de enseñanza – aprendizaje. Por ello la mejora de este proceso no puede realizarse sin conocerse las aportaciones de las investigaciones que se realizan en este campo, especialmente las publicaciones de Piaget y sus colaboradores de la escuela de Ginebra.

Piaget, como psicólogo, no estaba interesado en la problemática educativa sino que su problema principal era averiguar como se pasa de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento. Esta problemática lo conduce a elaborar una teoría del desarrollo que describe la evolución de las competencias intelectuales desde el nacimiento hasta la adolescencia. Dado que la adquisición de nuevos conocimientos depende, en parte, de la capacidad intelectual, resulta obvio que el conocimiento de ésta tiene influencia directa en la enseñanza.

Piaget considera que el desarrollo intelectual no es lineal y que existen estadios evolutivos caracterizados por estructuras determinadas de pensamiento que definen una organización mental. Estas estructuras intelectuales se traducen en determinadas posibilidades de razonamiento y de aprendizaje que dependen de la interacción con el exterior.

En consecuencia, para Piaget y sus colaboradores, el objetivo esencial de la educación debe ser alcanzar el mayor grado de desarrollo del individuo, por lo que los contenidos no tienen interés en sí mismo sino en función de que contribuyan o no a favorecer este desarrollo intelectual. Puesto que la memorización no comprensiva, la acumulación de conocimientos y la aceptación no razonada de las normas y valores, no favorecen el desarrollo e incluso pueden llegar a obstaculizar o impedirlo, la metodología de enseñanza propuesta, debe evitarlos y basarse en el análisis y la crítica razonada

Existen críticas a la teoría piagetiana, una de ellas es considerar el desarrollo operativo como un objetivo último del aprendizaje, ello supone olvidar que la función esencial del sistema educativo es transmitir a las futuras generaciones los conocimientos y valores que la sociedad considera importante para su desarrollo y supervivencia (Buner, 1984).

Otra crítica va dirigida a las edades que en la teoría piagetiana considera que se produce el cambio cognitivo, ya que las mismas sólo pueden ser de tipo indicativo, debido a que pueden variar mucho de una cultura a otra, de una sociedad a otra, e incluso de un individuo a otro.

Uno de los autores que más ha contribuido a la enseñanza a través de sus teoría no coincidentes con las de Piaget ha sido Vygostky. Este autor se interesó por conocer la manera de entender el vínculo entre aprendizaje y desarrollo y estudió las relaciones entre lenguaje y pensamiento, así como la forma que se adquieren los conceptos científicos (Catorina, 1996).

Vygostky supone, entonces dar un énfasis mayor a los conocimientos específicos que a las estructuras cognitivas generales que estudiaba Piaget.

Las implicaciones que este conocimiento pueden utilizarse tanto para conocer los procesos cognitivos implicados en el pensamiento, como para lograr un aprendizaje más efectivo. Esto ha llevado a psicólogos e investigadores de la didáctica a trabajar en la misma línea, mezclándose de tal forma que sea casi imposible discernirlos, encontrándonos en la actualidad con equipos de investigaciones integrados por especialistas de ambas disciplinas.

Según la fundamentación de la Primera hipótesis, se puede ver que las tareas desarrolladas habitualmente no reflejan las características del trabajo científico y por lo tanto no contribuyen a que los alumnos se familiaricen con la metodología científica, lo cual impide un aprendizaje de las ciencias verdaderamente significativo.

Esta situación se debe, en gran parte, a la existencia de una visión excesivamente simplista y desvirtuada acerca de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico.

La hipótesis queda asociada al establecimiento de un modelo de enseñanza que concibe el aprendizaje como una construcción de conocimientos con las características de una investigación científica. (Gil 1986).

Tal como señala Novak (1988):

“Estamos asistiendo a la emergencia de un nuevo paradigma de enseñanza / aprendizaje capaz de desplazar al de trasmisión / recepción de conocimientos ya elaborados, cuyo origen se halla ligado a los estudios realizados sobre los esquemas conceptuales alternativos de los alumnos y las dificultades existentes para modificarlos”.

2.4. CALIDAD EDUCATIVA

La enseñanza de la química ya no se reduce sólo a la simple dimensión de los conceptos tradicionales de esta disciplina. Se pretende una enseñanza integrada donde los conceptos y principios de la Química Orgánica y su impacto sobre el individuo y la sociedad, constituyan un nuevo enfoque que evite su desintegración en diversos compartimentos, ayudando a los estudiantes a comprender el mundo en que viven y a comunicar esta forma de pensamiento en su futura vida profesional.

Habiéndose admitido que la falta de un aprendizaje significativo es responsabilidad fundamentalmente de cómo se enseña, se propone la búsqueda de modelos alternativos de enseñanza-aprendizaje coherentes. El marco de aplicación es un modelo constructivista de aprendizaje. Para lograrlo, resulta necesario una aplicación correcta del conocimiento y las destrezas procedimentales, desterrándose la reproducción memorística de los conocimientos científicos.

Para esta propuesta es fundamental fomentar la participación de los alumnos en trabajos de investigación, relevamientos de datos y experiencias de contacto directo con instituciones relacionadas con el agro, tales como INTA, Ministerio de la Producción, Organizaciones de Defensa del Medio Ambiente, Bibliotecas, etc., potenciando de este modo la responsabilidad y el compromiso.

Para lograr Calidad Educativa, además de lo expuesto, es necesario facilitar el acceso de los estudiantes a la Sociedad del Conocimiento ya que el acceso a la información se ha convertido en un recurso clave para desempeñarse en la sociedad actual, debido fundamentalmente al impacto de las nuevas tecnologías sobre los procesos productivos en general, para lo que se requieren otros saberes y capacidades para lograr el óptimo desempeño profesional.

2.5. CONSTRUCTIVISMO

Desde la perspectiva de Coll (1990), el aprendizaje en el aula no consiste en una mera copia o reproducción del contenido a aprender sino que implica atribuirle un significado.

"La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza se origina en torno a tres ideas fundamentales. La primera se refiere al alumno como máximo, aunque no único, como responsable de su aprendizaje. La segunda idea fundamental constructiva del alumno se aplica a contenidos que ya poseen un grado considerable de elaboración y que son conocimientos y formas culturales que tanto el profesor como el alumno encuentran, en buena parte elaborados y definidos. La tercera idea plantea la función del profesor, que no ha de limitarse a crear las condiciones óptimas para que los alumnos desarrollen un actividad mental constructiva, rica y diversa, el docente debe intentar además orientar y guiar esta actividad con el objetivo de que la construcción del alumno se acerque en forma progresiva a aquello que significan y representan los contenidos como saberes culturales (Coll, 1990).

La construcción del conocimiento en el aula supone, que el alumno seleccione y organice las informaciones que le llegan por diferentes canales, el profesor entre ellos, estableciendo relaciones entre estas informaciones, dotándolas de significado (Shnel, 1988).

La actividad constructiva del estudiante permite que los aprendizajes logrados sean significativos y puedan luego utilizarse de manera efectiva (Gómez y Mauri, 1991).

Pero este proceso de construcción de significados no depende exclusivamente del alumno sino también de los mecanismos de influencia educativa que ponga en marcha el docente. En concordancia con ello, la función del docente es ayudar a establecer las correcciones que permitan acceder a los conocimientos nuevos o de difícil acceso para el alumno. En la medida que la construcción del conocimiento que el alumno lleva a término, en un proceso en el cual los avances se mezclan inevitablemente con las dificultades, bloqueos o incluso a menudo retrocesos, la ayuda requerida en cada momento del proceso es variable en forma y cantidad.

A veces, el ajuste de la ayuda pedagógica se consigue proporcionando al alumno una información organizada y estructurada. En otras ocasiones, se consigue ofreciendo modelos de acción a imitar, o formulando indicaciones y sugerencias más o menos detalladas para abordar los trabajos, mientras que en otros casos se le permite que elija y desarrolle en forma totalmente autónoma las actividades de aprendizaje.

Entre las características de la ayuda pedagógica, algunos autores observaron ciertas coincidencias en los aspectos que enfatizan los docentes que parten de una concepción constructivista (Presley et al., 1992).

Los puntos coincidentes son:

- ✓ Desarrollar la construcción del conocimiento en el alumno en interacción con una persona más competente, manifestando los acuerdos y desacuerdos entre los participantes durante esta interacción.
- ✓ Favorecer la interacción entre iguales a través de actividades en pequeños grupos.
- ✓ Animar al alumno para que aplique sus conocimientos a nuevas situaciones.
- ✓ Efectuar modelamientos y aplicaciones que lleven a los estudiantes a ser más competentes y a poner énfasis en el aprendizaje comprensivo.

2.5.1. PLANTEAMIENTO DIDACTICO DEL PROBLEMA

La práctica del aprendizaje comprensivo arranca de una propuesta concreta:

"Partir siempre de lo que el alumno tiene y conoce, respecto de aquello que se pretende aprender".

Solamente partiendo de esta plataforma se puede conectar con los intereses del estudiante, quien puede remodelar y ampliar sus esquemas perceptivos.

La capacidad intelectual del aprendizaje significativo está íntimamente ligado al entrenamiento del mundo escolar, desde horizontes mentalistas. Ausubel (1968) y Novak (1982), entre otros, han desarrollado la concepción de la inteligencia de los "nichos ecológicos", considerando, desde hace mucho tiempo, la comprensión, como factor relevante del aprendizaje.

Potenciar, educar, desarrollar habilidades intelectuales, no como una simple acumulación de materiales en forma semipasiva, sino como una activa estructura de relacional significatividad. La inteligencia es una red expansiva de significaciones, es una alternativa razonada a la tendencia memorística dominante.

La propuesta de Ausubel (1968) sobre el aprendizaje significativo es un acicate hacia el entrenamiento intelectual constructivo, relacional y autónomo.

La última finalidad del planeamiento significativo puede definirse como una perspectiva de la inteligencia como habilidad para la autonomía, un aprender comprendiendo la realidad e integrarla en mundos de significatividad.

También Ausubel (1968) y Novak (1982), a diferencia de Piaget (1982), enfatizan el desarrollo cognitivo centrado más en la expansión del lenguaje que en los períodos evolutivos. Debe entonces diseñarse un trabajo para superar el memorismo tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje más integrador, comprensivo y autónomo.

2.5.2. MODELOS CONSTRUCTIVISTAS

Actualmente, gran parte de la bibliografía que hace referencia a la investigación o a la intervención educativa trabaja en torno al término "**constructivismo**", sin embargo, la actividad constructista del alumno no tiene una única interpretación posible.

Partiendo de múltiples teorías, algunos autores hablan de constructivismos o constructismos endógenos, exógenos, dialécticos, liberal, cerrado, etc., (Moshman, 1982, Bernard, 1993). Esta diversidad indica que aún no se dispone de una explicación global, coherente, suficientemente precisa y con un soporte empírico sólido de los múltiples y

complejos aspectos del proceso educativo (Coll, 1986, 1990).

Según Domínguez Castinieras (1996) *"En una concepción constructivista del aprendizaje, el estudiante se sitúa en el centro del proceso de aprendizaje:*

"Lo que aprenden los estudiantes no depende solamente de las características del medio (un libro, un fenómeno físico...) sino también de ideas que tienen, de estrategias cognitivas disponibles y de sus propios intereses y propósitos. En consecuencia, en el marco constructivista, adquieren una importancia fundamental las ideas con que los estudiantes llegan al aula de Ciencia".

Se considera que en muchos momentos del currículum es necesaria una revisión de muchos de los conocimientos analizados anteriormente, aunque su tratamiento puede ser diferente a lo que se estudió en principio.

Ante esta situación, y debido a que el presente trabajo de investigación se centra en el estudio de las estrategias del proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco de la enseñanza universitaria, se toman como puntos de referencia los aportes efectuados por los investigadores y pedagógicos respecto a la construcción del conocimiento en el ámbito formal, y sus incidencias en el proceso educativo.

2.5.3. PRECONCEPTOS DEL MODELO CONSTRUCTIVISTA

En Ciencia, los estudiantes, tienen una visión antropocéntrica de sus experiencias, la que en muchas ocasiones suele ser diferente a las aceptadas por la comunidad científica.

En primer lugar, no sienten la necesidad de dar explicaciones coherentes en relación con los fenómenos científicos, siendo la precisión del lenguaje muy limitada.

Por ello, muchas de las cuestiones acerca del pensamiento y el lenguaje se centran en la forma que se coordinan los diferentes tipos de conocimientos durante la comprensión.

Cuando los estudiantes leen, no basta con identificar el significado de las palabras, sino que es preciso combinarlas en una estructura coherente e integrar su significado. Esta tarea no es sencilla, ya que muchas frases tienen significados ambiguos.

En cuanto a los alumnos ingresantes a la carrera de Agronomía, el modelo interactivo del lenguaje es de gran amplitud, ya que está relacionado directamente con el la educación ambiental y esta adquiere una complejidad tal que, desde hace varios años, se hace hincapié en formar profesionales comprometidos sobre todo si sus actividades influyen con especial significación en el medio ambiente.

La educación interdisciplinaria es una educación especialmente centrada en el entorno y el entorno puede ser prácticamente todo, de allí que se deba otorgar a los términos aplicados el valor de los mismos.

Indudablemente la complejidad de los problemas que se presentarán a lo largo del estudio de la Química de la vida necesitarán que los estudiantes centren sus esfuerzos en descubrir la trama de conexiones que los diversos conocimientos pueden establecer en la comprensión del funcionamiento global de los seres vivos.

No obstante es necesario clarificar que cada disciplina con sus centros de interés propios y sus particulares métodos de trabajo contribuyan a proporcionar una visión integradora de los fenómenos biológicos con un lenguaje adecuado y propio de las distintas situaciones.

La enseñanza tradicional no suele prestarle atención al lenguaje oral y escrito de los estudiantes, sin embargo es necesario tenerlo en cuenta ya que aumenta la eficacia de la instrucción. Para ello, se pone en práctica estrategias tales como la puesta en común en el conjunto de la clase de las distintas respuestas.

Otra estrategia utilizada es la de pedir argumentos a las afirmaciones o realizar críticas a los propios compañeros y sobre todo a la terminología empleada, tratando de demostrar que un lenguaje inadecuado puede evidenciar inconsistencias en las argumentaciones.

Se presenta, en general un modelo interactivo de conocimiento conceptual general, poniendo en interacción en forma simultánea, diferentes tipos de conocimiento, tal como se presenta en la Figura 1.

Entre los diferentes modelos del lenguaje, el modelo interactivo es el más apropiado porque entiende que en la comprensión del discurso intervienen diferentes procesos, que cooperan entre sí poniendo en interacción simultánea diferentes tipos de conocimientos.

La mayoría de los investigadores en comprensión del lenguaje están de acuerdo en la influencia que el contenido tiene en la interpretación final

de la sentencia. La comprensión del discurso tiene como resultado la construcción de una representación mental del significado del mismo. En la figura N° 1 se observa un modelo interactivo.

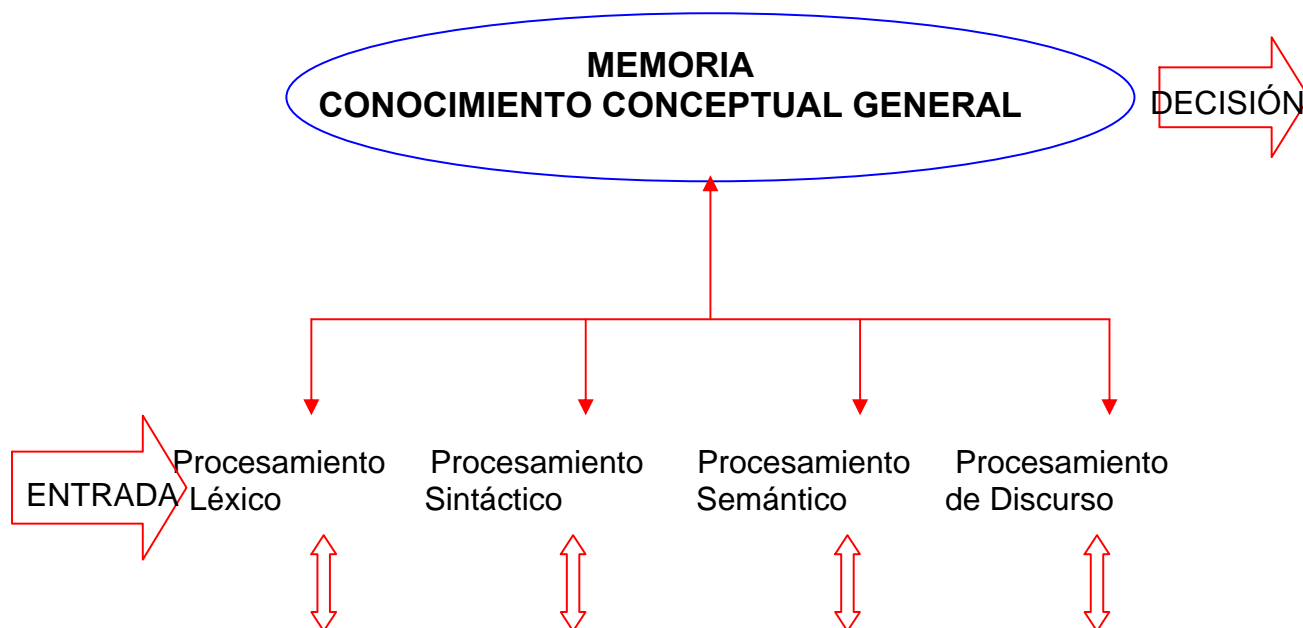


Figura 2-1: representación de un modelo interactivo

También, resulta útil para mejorar el lenguaje de nuestros estudiantes proponer en forma conjunta comparaciones explícitas entre las ideas de diferentes autores y las propias. Es interesante destacar, la necesidad de hacerles comparar las exposiciones que realizaban al comienzo de las actividades y al finalizar las mismas.

De igual forma, resulta necesario fomentar en los alumnos ingresantes la importancia de dar una explicación coherente de los hechos observados y aprendidos con un lenguaje preciso.

2.5.4. COMPONENTES DE LA ENSEÑANZA CIENTÍFICA

Las ciencias fácticas consisten en el estudio de los fenómenos, a través de observaciones fiables y válidas, y en la generación de teorías que expliquen los fenómenos observados. Son a su vez proceso y producto. Las etapas incluyen actitudes de observación, de razonamiento de tipo inductivo y deductivo, y analógicos de verificación, entre otros, sus productos incluyen los avances tecnológicos.

Cuando en una sociedad va cobrando importancia la adquisición y utilización de las innovaciones tecnológicas, sus integrantes deben comprender los procesos psicológicos implicados en la ejecución de las tareas de Ciencias. Esta información interesa a los profesores de Ciencias que deben darse cuenta de estos cambios e incorporarlos al enseñar el conocimiento declarativo de su asignatura, brindando de esta forma un aprendizaje interdisciplinario.

La mayor parte de la enseñanza de las Ciencias está dirigida a uno de los tres objetivos generales:

- ✓ La adquisición de conocimiento organizado en una rama específica.

- ✓ La mejora de la capacidad para resolver problemas en una rama específica.

- ✓ La mejora de las habilidades de razonamiento general.

A modo de ejemplo, en el Cuadro 1 se muestran cuestiones que hacen hincapié en cada uno de estos objetivos

Cuadro 2-1: Ejemplos de Preguntas de Ciencias

1. Xenón es miembro de
- a- metales b-halógenos
2. Utilizando lo que sabe sobre relaciones entre oferta, demanda y precio, decir cuál de las siguientes Tablas es mas plausible
- | a | Año | Oferta | Demanda | Precio |
|---|------|------------------|---------------|---------------|
| | 1964 | 4.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.20 /libra |
| | 1965 | 5.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.15 /libra |
| | 1966 | 3.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.25 /libra |
| b | Año | Oferta | Demanda | Precio |
| | 1964 | 4.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.20 /libra |
| | 1965 | 5.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.25 /libra |
| | 1966 | 3.5 mill de busb | 0.05 b/cápita | \$0.15 /libra |
3. Un científico propone la siguiente teoría para explicar por qué las fuguillas (un tipo de lombriz nadadora) siempre gira hacia la izquierda cuando nada:
 "Giran a la izquierda debido a un gen para girar a la izquierda".
 El científico deduce que si quita el gen sospechoso las fuguillas dejan de girar a la izquierda y su teoría queda demostrada.
 ¿Está de acuerdo con esta conclusión? ¿Por qué?

Fuente: La sicología cognitiva del aprendizaje escolar de Ellen Gagné.

La primera pregunta extrae información sobre la organización del conocimiento. La segunda hace hincapié la capacidad de utilizar un principio específico para resolver un problema y la última tiene como objetivo evaluar las habilidades generales del razonamiento

En el modelo representado se observa una interacción entre el conocimiento conceptual general y el procesamiento del lenguaje, donde interaccionan distintos tipos de conocimientos adquiridos por el alumno, por lo que no es posible considerar la mente del estudiante como una tabla rasa en la que se depositan conocimientos previamente elaborados y bien organizados en paquetes informativos.

2.5.5. ESTRATEGIAS EN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Aún queda una cuestión para clarificar, se trata de la función que se otorga a las estrategias de aprendizaje. Dado que el concepto "estrategia de aprendizaje" ha ido variando y se ha ido redefiniendo

desde que se comenzó a utilizar en el ámbito educativo durante la década de los años 70, se toma como referencia la definición propuesta por Menereo (1992) que define a las estrategias como un conjunto de "actos intencionales, contextualizados, consistentes en aplicar unos métodos o procedimientos que sirven de puente entre una información y el sistema cognitivo del sujeto, con el propósito de conseguir un objetivo de aprendizaje".

Partiendo del concepto anterior, se entiende que no hay que enseñar a los estudiantes métodos o técnicas de aprendizajes, sino a ser estratégicos, es decir a ser capaces de actuar. intencionalmente para conseguir los objetivos de aprendizaje, teniendo en cuenta las características de la tarea que debe realizar, las exigencias del entorno en que han de llevarlo a cabo y los propios recursos para afrontarla.

Según Lipson y Wixon (1983), este uso estratégico regulativo de los procedimientos de aprendizaje incluye un conocimiento declarativo, "saber que se conoce", un conocimiento procedimental, "saber cómo se conoce", y un conocimiento condicional, "saber cuando y por qué se utilizan unos procedimientos de aprendizaje y otros no".

Schnek (1988) considera que los procesos mencionados no los puede realizar el alumno solo, en forma independiente, teniendo en cuenta la estrecha relación entre las estrategias de aprendizaje y las estrategias de enseñanza, la manera en que el profesor presente , la cantidad y el tipo de información que ofrezca, las preguntas que formule o el método de evaluación que utilice. Todo ello puede favorecer en mayor o menor medida el desarrollo y la utilización adecuada de las estrategias de aprendizaje.

Se puede decir entonces que el docente debe ejercer una función mediadora para enseñar el uso estratégico o regulativo de los procedimientos de aprendizaje.

2.5.6. LECTURA DE TEXTOS CIENTÍFICOS

La condición más importante en la adquisición de conocimiento es la organización y la elaboración, por lo tanto, para ayudar a los estudiantes a adquirir nueva información científica, el docente debe realizar actividades que promuevan la organización y la elaboración.

En la Universidad, el primer contacto que los estudiantes tienen con información nueva se realiza con los libros de texto. Cook (1983) diseñó materiales educativos destinados a que estudiantes universitarios cursando los dos primeros años de química, logren adquirir la información científica de manera organizada.

Este autor, identificó cinco tipos de estructuras utilizadas en textos científicos. En su programa de enseñanza se centró en los siguientes : la enumeración, la generalización y la secuencia.

En la estructura de enumeración se proporciona un tema y algunos subtemas. En la estructura de generalización se proporciona un concepto y ejemplos que lo respalden. Finalmente en la secuencia se describe un acontecimiento.

Los procesos mencionados no los puede realizar el alumno solo, en forma independiente, especialmente en el primer año de la Universidad, por lo que el docente debe ejercer una función mediadora para enseñar el uso de estrategias en los procedimientos de aprendizaje. En esta función, deberá tener en cuenta el tipo de texto utilizado, la cantidad de información que presenta y las características generales del texto.

2.5.7. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Una de las funciones más importante de la educación en general y de la educación científica en particular, es la adquisición de habilidades para identificar problemas, resolverlos y tomar decisiones.

Muchas veces, las actividades propuestas como problemas tienen poco parecido con los problemas de la vida diaria y con los problemas profesionales, por lo menos a primera vista. A veces, es difícil presentar a los alumnos situaciones problemas relacionadas con su futura vida profesional en las clases de problemas o de laboratorio.

Si se acepta que resolver problemas es un elemento crucial en la enseñanza de la ciencia, resulta necesario tener una idea clara de lo que se entiende por problema y como se utiliza en el aula.

Se debe entender en este caso que, el objetivo es enseñar ciencia a través de la resolución de problemas, por lo tanto, la resolución de

problemas será una táctica educativa, es decir, un medio para alcanzar un objetivo más que un objetivo en sí mismo.

Se parte entonces de que un problema es una situación de la cual no se tiene una respuesta inmediata, pero debe estar lo suficientemente cerca para despertar el interés del alumno y cerca de la estructura cognitiva.

Se debe crear una comprensión del problema y eso requiere que se construya una teoría que lo explique. Esto proporciona una estructura en la que se puede encuadrar la situación problemática y comprenderla. La teoría se alimenta de lo que ya se sabe y se comprende.

Para ello, es importante tener en cuenta que los problemas no son independientes de las personas que se enfrentan a ellos ni del contexto en el que éstos se hallan. Cada persona aporta a cada situación sus propias experiencias, conocimientos e interpretaciones de la situación, lo que indica que las situaciones problemáticas pueden analizarse de distintas ópticas

Para los estudiantes, existe un área intelectualmente atractiva y es en esa área en la que se debe trabajar. De este modo, el alumno reconoce la situación problemática como algo que debe ser comprendido.

Si las situaciones están fuera del área de interés óptimo y sólo requieren la aplicación rutinaria de procesos bien aprendidos no contribuyen a la comprensión de la situación (Garret, 1990). La solución de estos ejercicios sólo genera información, no proporciona comprensión ni concepto nuevo. La utilidad de los ejercicios acaba una vez que se han solucionado.

Para la resolución de situaciones problemáticas, los docentes deben desarrollar la creatividad y la originalidad de los alumnos.

La primera está relacionada con la búsqueda de respuesta a los problemas, tomar ideas distintas y combinarlas de manera original, mientras que la segunda está vinculada con los conocimientos previos y las capacidades que poseen los alumnos.

Muchas veces se malgasta el tiempo de clases con ejercicios poco productivos y los estudiantes tienen escasas posibilidades de desarrollar su originalidad y su potencial de pensamiento creativo.

Si bien la originalidad y la creatividad no se pueden enseñar, se pueden desarrollar al colocar a los alumnos ante situaciones que los animen a ejercitar su originalidad y analizar con ellos posteriormente el resultado de su creatividad. De esta forma, se sienten más seguros y

hábiles en el proceso, lo que constituye un argumento de peso para incluir problemas auténticos en el curriculum de la asignatura.

La incorporación de problemas auténticos en el curriculum de cada disciplina científica constituye un argumento de peso para que los alumnos se sientan más seguros y hábiles en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Sin embargo, cuando se desea que la resolución de problemas tenga un valor educativo y sea una táctica válida del aprendizaje se deben usar con cuidado, teniendo muy en claro los objetivos.

El objetivo principal es sólo posible si se sabe qué heurístico se tiene al alcance y si se dispone del tiempo necesario para trabajar los elementos que se han identificado y analizado, y examinar sus influencias e interrelaciones de modo lógico y reflexivo.

Queda claro que se necesita un equilibrio que combine los métodos tradicionales con los problemas que se hallan dentro del interés óptimo de los estudiantes. Es interesante trabajar con situaciones problemas que identifiquen los mismos alumnos, de esta forma, la actividad quedará más contextualizada.

Existen numerosas investigaciones que indican la significación del material utilizado, que el mismo influye en la transferencia de conocimientos a situaciones nuevas.

Por lo expuesto hasta el momento, se puede decir que existe una relación entre el conocimiento organizado y la resolución de problemas.

No se sabe en forma fehaciente la manera cómo afectan a la resolución de problemas los conocimientos específicos de un campo y las habilidades de razonamientos generales.

En un estudio sobre la resolución de problemas en Ciencias Políticas, Voss, et al (1983) encontraron que la mayoría de los estudiantes del doctorado en Química se comportaron como estudiantes principiantes cuando se les pidió que resolvieran un problema de la agricultura soviética.

Sin embargo, el protocolo de uno de los químicos, se parecía al de un experto, a pesar que no tenía conocimientos profundos de la política y economía soviéticas. Por este motivo, Voss et al. (1983) sugieren que este

químico utilizo algunas estrategias generales de razonamiento adquirido por la rigurosidad de las ciencias duras.

Existen numerosos trabajos que indican la forma significativa que influye el material utilizado sobre la transferencia de conocimientos adquiridos a nuevas situaciones problemas.

Los problemas que se plantean tienen distintas características según las necesidades de los contenidos a desarrollar.

En el Cuadro 2 se resumen las principales características de los problemas que se pueden plantear.

Cuadro N°2-2 Tipos de problemas que se pueden presentar

PROBLEMAS

CERRADOS

- 1-Puede hallarse su resolución
- 2-Son objetivos
- 3-Tienen una sola respuesta
- 4-Requiere un conocimiento específico de técnicas

ABIERTOS

- 1-Puede hallarse su resolución
- 2-Son subjetivos
- 3-Solo se puede hallar la mejor respuesta
- 4-Requiere una gama amplia de información

2.5.8. ESTRATEGIA INDUCTIVA Y ESTRATEGIA DEDUCTIVA

La estrategia inductiva es la que se aplica en el denominado aprendizaje por descubrimiento, en las que el estudiante solo a través de sus experiencias llegan a establecer las características del concepto. Esta estrategia implica mayor tiempo para acceder al conocimiento científico que la estrategia deductiva.

Por el contrario, en la estrategia deductiva, se comienza con las explicaciones o definiciones presentadas por los docentes en clases de tipo magistrales y a continuación se ejemplifica con el propósito de aclarar las presentaciones o deducciones.

La estrategia de razonamiento inductiva se realiza para llegar a conclusiones "probablemente correctas" o "temporalmente correctas", mientras que los procesos deductivos deben llegar necesariamente a conclusiones correctas.

Es necesario equilibrar las dos estrategias y el predominio de una u otra varía con el tipo de concepto que se debe aprender y la madurez de los alumnos.

2.6. METODOLOGÍA GRUPAL

Debido a que las actividades planificadas en el presente trabajo se llevaron a cabo en forma grupal, se procederá a resumir algunas de las características de esta metodología.

2.6.1. IMPORTANCIA DE LA METODOLOGÍA GRUPAL

Desde finales del siglo XX se aprecia una tendencia creciente de la didáctica insistiendo en la enseñanza por equipo (Cousenet, 1985), el plan de los grupos de estudio (Mc Guire, 1983) y el trabajo en colaboración (Peterson, 1986). La enseñanza en grupo, muy difundida en Alemania, y otros métodos que apelan al aprendizaje colectivo persiguen como meta una educación con un fuerte impacto social.

Todos estos sistemas plantean un adelanto frente a la enseñanza tradicional, centrada en el individuo y el maestro. Ellos constituyen formas didácticas de estudios cooperativos, que teniendo en cuenta la autoactividad, reúne a los alumnos en grupos reducidos para realizar las tareas asignadas por el profesor.

De este modo, el énfasis está dirigido al rendimiento, a la aplicación, al estudio y a los hábitos de trabajo y cooperación.

Los avances que van tomando las investigaciones de grupos en la psicología, no resulta ajeno a la ciencia pedagógica, donde cada vez se van distinguiendo corrientes, orientaciones y tendencias pedagógicas que confieren al grupo un lugar esencial dentro del proceso educativo. Se refleja con fuerza los postulados teóricos y hallazgos de los principales enfoques psicológicos sobre el grupo.

2.4.2. DINÁMICA DE GRUPO

El principal aporte de la dinámica de grupo a la educación es la propuesta de que la clase no es la suma de individuos aislados, sino un grupo con fisonomía propia, con una estructura de valores, formas de conductas y funcionamiento peculiares.

A este carácter único de cada grupo se lo conoce como "personalidad de grupo": Lewin (1987) y sus seguidores abordan el estudio de los cambios que se producen en el interior de un grupo, su dinámica, que comprende las fuerzas socio psicológicas dentro del mismo, el conjunto de procesos que tiene lugar en su seno, la forma en que organizan y desarrollan, la presión que el grupo ejerce sobre sus miembros, el liderazgo, la toma de decisiones grupales y la actividad conjunta que el grupo realiza.

Aplicando los principios de la psicología de Gestalt a la teoría de grupos, Lewin (1987) interpreta los fenómenos en el seno del grupo como el resultado de fuerzas o vectores con magnitud y direcciones variables.

Estas fuerzas o vectores pueden agruparse en:

- ✓ Factores individuales: la personalidad de cada uno de los miembros, sus experiencias previas, valores, expectativas y necesidades.
- ✓ Factores del grupo mismo: su estructura e historia anterior, subgrupos existentes, interacciones y efectividad entre sus miembros, las relaciones con otros grupos.
- ✓ Factores instrumentales o metodológicos: incluye el tema, la tarea, el método concreto que se emplea, el material y las técnicas de trabajo.
- ✓ Otra serie de fuerzas: factores ambientales tanto de tipo institucional como social. Entre los primeros están las características de la Facultad, su organización, dirección, etc. Los factores sociales comprenden la situación política y económica del país y su repercusión en el grupo familiar.

La interacción de todas estas fuerzas da lugar a la dinámica que se manifiesta en un grupo dado. Refleja el dinamismo de los hechos en el grupo tales como situaciones de acuerdos, desacuerdos, rivalidad, participación, dominación, etc.

2.6.3. APRENDIZAJE EXPERIMENTAL EN GRUPO

Un aspecto importante que debe destacarse en el aprendizaje experimental en grupo es la utilización del grupo para facilitar el aprendizaje, la maduración y el cambio. Se trabaja con pequeños grupos en un ambiente de libertad para la expresión personal, la manifestación de los sentimientos y la comunicación interpersonal.

En este enfoque se establece una relación pedagógica no convencional en la que no se imponen tareas, no se critica ni se juzga a los alumnos, el profesor no impone sus puntos de vista, prejuicios, etc. Ya que actúa sólo como fuente de enseñanza, le brinda información y facilita los materiales. Para cumplir con estas tareas debe poseer una personalidad entregada, manifestar una consideración positiva, desembarazarse de prejuicios sobre el prójimo, mostrar respeto hacia ellos y por último debe tratar de sentir el mundo privado del estudiante como si fuera propio, esto se ha llamado comprensión simpática.

Cuando el estudiante logra autoevaluarse y auto criticarse libremente frente a sus compañeros de grupo, desarrolla en él un sentimiento de independencia, confianza en sí mismo y creatividad. Aprende a mantenerse en constante cambio. El aprendizaje, planteado de este modo, será significativo cuando el objeto de estudio sea importante para su vida.

Las características fundamentales de esta forma de aprendizaje son la implicación personal en lo que aprende, la toma de conciencia de sí mismo y el desarrollo de la comunicación interpersonal en el grupo.

A través de la decisión grupal se analizan las relaciones de los participantes, el estudio del grupo y la dinámica. El resultado de este análisis permite el aumento de las posibilidades de comunicación interpersonal así como la comprensión de los motivos, fines y conductas de los interlocutores, reduciendo los obstáculos para el logro de la comprensión mutua.

El éxito del aprendizaje grupal depende en gran medida del sistema de retroalimentación que se establezca, de manera que cada uno de los miembros pueda percibir la forma que los demás interpretan sus comentarios y actuaciones.

Se crean de esta forma las bases para la comprensión de las consecuencias de sus acciones en el grupo, para lo cual resulta necesario un ambiente cálido y tolerante, a fin de lograr una auténtica retroalimentación (Medina Mesa, 1998).

Es conveniente que estos grupos sean pequeños (de 7 a 15 personas), se les asigna un coordinador que debe mantener constante la garantía de una atmósfera de confianza y cuya función varía según las tareas a desarrollar.

El análisis de numerosos estudios sobre la influencia ejercida por los grupos de aprendizaje experimental sobre sus miembros, concluyó que tienen efectos favorables para sus integrantes (III Taller Internacional de Pedagogía en Química, 1998).

La retroalimentación es inmediata y desarrolla la sensibilidad hacia los demás, se potencian las habilidades para la comunicación, se minimiza la ansiedad y se mejora la percepción social.

2.6.4. EL DESARROLLO DE LA TEORÍA DE LOS GRUPOS EN AMÉRICA LATINA. APORTES DE PICHÓN RIVIERE.

El estudio de los grupos y sus aplicaciones a la psicoterapia y a la educación en América Latina, ha recibido la influencia de diversas concepciones y enfoques históricos, sin embargo se evidencia que la concepción de "grupos operativos" de Pichón Riviere ocupa un lugar preferencial entre las fuentes conceptuales asumidas.

Este autor, de origen belga, desarrolla en la Argentina una concepción *sui generis* de la psicología social, que es el resultado de la integración de la psicología de los grupos pequeños de Lewin, el psicoanálisis y ciertos aspectos del Materialismo Histórico. Enfatiza los aspectos subjetivos de lo social, a través de su noción de grupo operativo.

Éste es uno de los principales instrumentos de análisis, operación e intervención socio-psicológicos que en la actualidad se emplean no sólo en América Latina, sino también en Europa.

A diferencia de Lewin (1983) que trabaja solamente con lo manifiesto de los grupos, Pichón Riviere (1985) considera que en la vida de cualquier grupo existen dos modelos de realidad, que llama: " lo manifiesto o explícito " y " lo latente o implícito ".

El grupo se estructura a partir de los mecanismos de asunción y adjudicación de roles, entendiendo por rol "el modelo organizado de conducta relativa a una cierta posición del individuo en una red de interacciones de grupo".

Cada grupo está ligado a expectativas propias de cada integrante y de los demás. Parte de la distinción de roles formales o prescriptos están determinados por la posición que ocupa el participante en la institución, mientras que los informales, que no son fijos, se dan en la dependencia de la situación en el grupo, del aquí y del ahora en la interacción grupal.

Riviere (1985) incluye dos ansiedades básicas en el área de lo latente "el miedo a la pérdida" y "el miedo al ataque" estas ansiedades las manifiestan tanto los estudiantes como los profesores. Cuando se emprende la ejecución de la tarea, aparece un conjunto de dificultades, de signos emergentes, de obstáculos epistemológicos, que indican una actitud de resistencia al cambio.

Esta resistencia se manifiesta a través del miedo a la pérdida y al ataque, es decir, el miedo a perder lo adquirido y encontrarse indefenso en una nueva situación.

El deber del coordinador es clarificar situaciones a través de interpretaciones de las pautas estereotipadas de conducta que dificultan el aprendizaje y la comunicación en el grupo.

Por ello, el coordinador debe aprender a "leer" lo que acontece en el grupo, a descubrir lo latente a partir de lo manifiesto. El concepto de emergente es primordial para comprender la vida del grupo y para descubrir lo latente. Lo emergente es la expresión de actitudes, de movimientos individuales o grupales, la reacción ante algún acontecimiento externo del grupo. Cuando esta pista para interpretar lo que pasa en el grupo la proporciona un miembro del mismo, éste juega el rol de "portavoz del grupo".

La tarea del líder implica cambios sustanciales en las relaciones de autoridad entre el coordinador y los restantes miembros del grupo.

La tarea del grupo es el objetivo que se propuso alcanzar. Un importante aspecto de la tarea implícita es la elaboración del esquema referencial grupal, también llamado ECRO, que significa esquema conceptual referencial operativo.

El ECRO se utiliza generalmente para superar los esquemas individuales, los diversos puntos de vista, las contradicciones, etc., que surgen como defensa ante las situaciones de cambio en el grupo.

En la actual conceptualización de grupos en América Latina se encuentran, debido a la influencia de las corrientes psicoanalíticas y de la dinámica de grupo, posiciones políticas e ideológicas comprometidas con el mejoramiento de la sociedad.

Se concibe el grupo como un campo de problemáticas con múltiples determinaciones. Por lo tanto, debe pensarse en lo grupal atravesado y multidimensionado por el contexto social e histórico que lo rodea.

Riviere (1985) destaca con énfasis la necesidad primordial de establecer distinciones entre los grupos en las sociedades desarrolladas y los de América Latina, con sus condiciones socio específicas. Por ello, resulta necesario desarrollar una teoría que tenga en cuenta nuestras realidades y características propias, neutras peculiaridades, aunque se incorporen "algunos aspectos" de otras latitudes.

De esta manera surge que el grupo en el que está incluida una persona no lo priva de las características de sujeto, sino que, por el contrario le brinda un espacio para la expresión y el desarrollo de sus potencialidades.

La concepción de "grupo operativo" de Pichón Riviere ha marcado un importante hito en las concepciones actuales de lo grupal, no sólo en América Latina sino también en Europa.

Su principal aporte es el desarrollo de un modelo teórico y metodológico centrado en el grupo y su dinámica, en el proceso grupal mismo. Sin embargo, se piensa que hay un énfasis demasiado excesivo en lo grupal en relación con el proceso de aprendizaje, que puede convertirse en un objetivo no fácil de alcanzar en el marco del proceso enseñanza aprendizaje.

2.7. LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

2.7.1. FUNDAMENTACIÓN DE LA FUNCIÓN PEDAGÓGICA

Uno de los componentes esenciales del proceso enseñanza aprendizaje es la evaluación. Se puede coincidir que la evaluación es la práctica pedagógica que menos motiva al profesor y que mas teme el alumno (Veslin, 1992), pero se debe destacar que en torno a la evaluación gira el trabajo áulico.

Se trata entonces de establecer un buen mecanismo de evaluación que permita detectar las debilidades de los alumnos y sus fortalezas, así como aquellos puntos que el docente debe enfatizar o resulta necesario implementar un enfoque metodológico diferente.

Para ello, se estructuró la evaluación centrada en la regulación continua del aprendizaje, capaz de dar respuesta a los intereses y dificultades de cada alumno para que éstos construyan un sistema personal de aprendizaje y adquieran la mayor autonomía posible.

Para la evaluación de los aprendizajes se consideraron las siguientes funciones:

- ✓ Orientación de los estudiantes.

- ✓ Reconocimientos de los cambios que se introducen progresivamente en el proceso enseñanza aprendizaje para que los alumnos aprendan en forma significativa.

La primera informa a los alumnos sobre sus aprendizajes y determina sus situaciones particulares, sirviendo además para acreditar la certificación correspondiente a la aprobación de la asignatura.

La segunda, aporta información útil para la adaptación de las actividades del proceso enseñanza aprendizaje a las necesidades de los alumnos, y de este modo mejorar la calidad educativa.

En la Figura 2 se muestra un esquema de las evaluaciones utilizado, que incluye tres momentos de evaluación:

- Inicial
- Formativo
- Sumativo

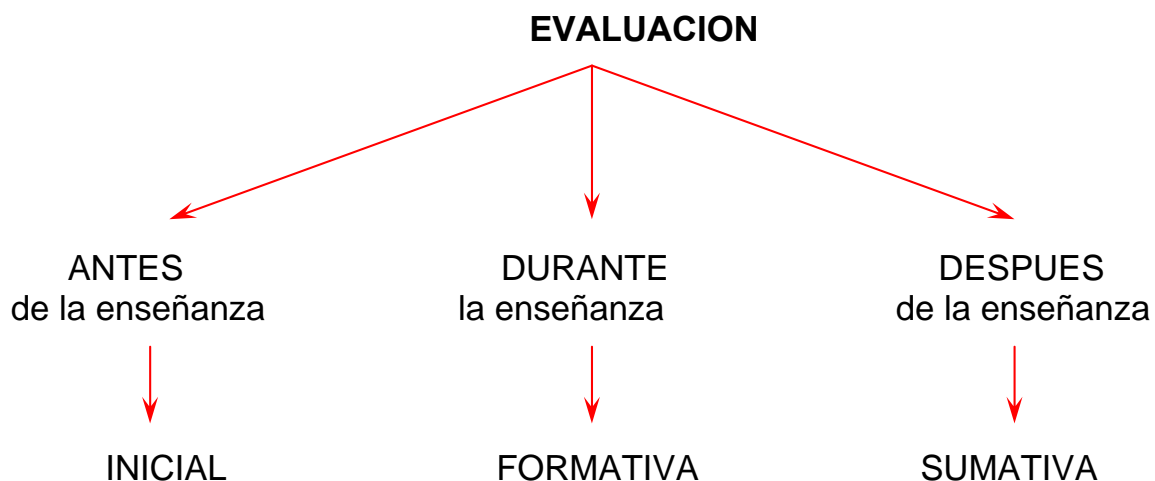


Figura 2: diagrama de evaluaciones. Jorba y Sanmartí. Universidad Autónoma de Barcelona

Diagnóstica inicial: su objetivo fundamental es la determinación de la situación de los alumnos antes de iniciar el proceso enseñanza aprendizaje. Se realiza una prognosis ya que se referencia al grupo de alumnos.

Se considera imprescindible para el diseño experimental del proceso enseñanza aprendizaje, tanto en la enseñanza "clásica" como en la

"alternativa". En la Figura 3 se detallan las características de la evaluación diagnóstica inicial.

Formativa: se refiere a los procedimientos utilizados por los docentes para adoptar su proceso didáctico a los progresos y necesidades de aprendizajes observados en los alumnos. En realidad se percibe la evaluación pedagógica y tiene los siguientes objetivos

- ✓ Regulación pedagógica
- ✓ Gestión de errores
- ✓ Consolidación de éxitos

En la Figura 2. 4 se detallan las características de la evaluación formativa.

Sumativa: tiene fundamentalmente la función de asegurar que las características de los estudiantes respondan a las exigencias del sistema. Si los estudiantes han adquirido los comportamientos terminales previstos por los docentes y en consecuencia si tienen los prerrequisitos necesarios para posteriores aprendizajes

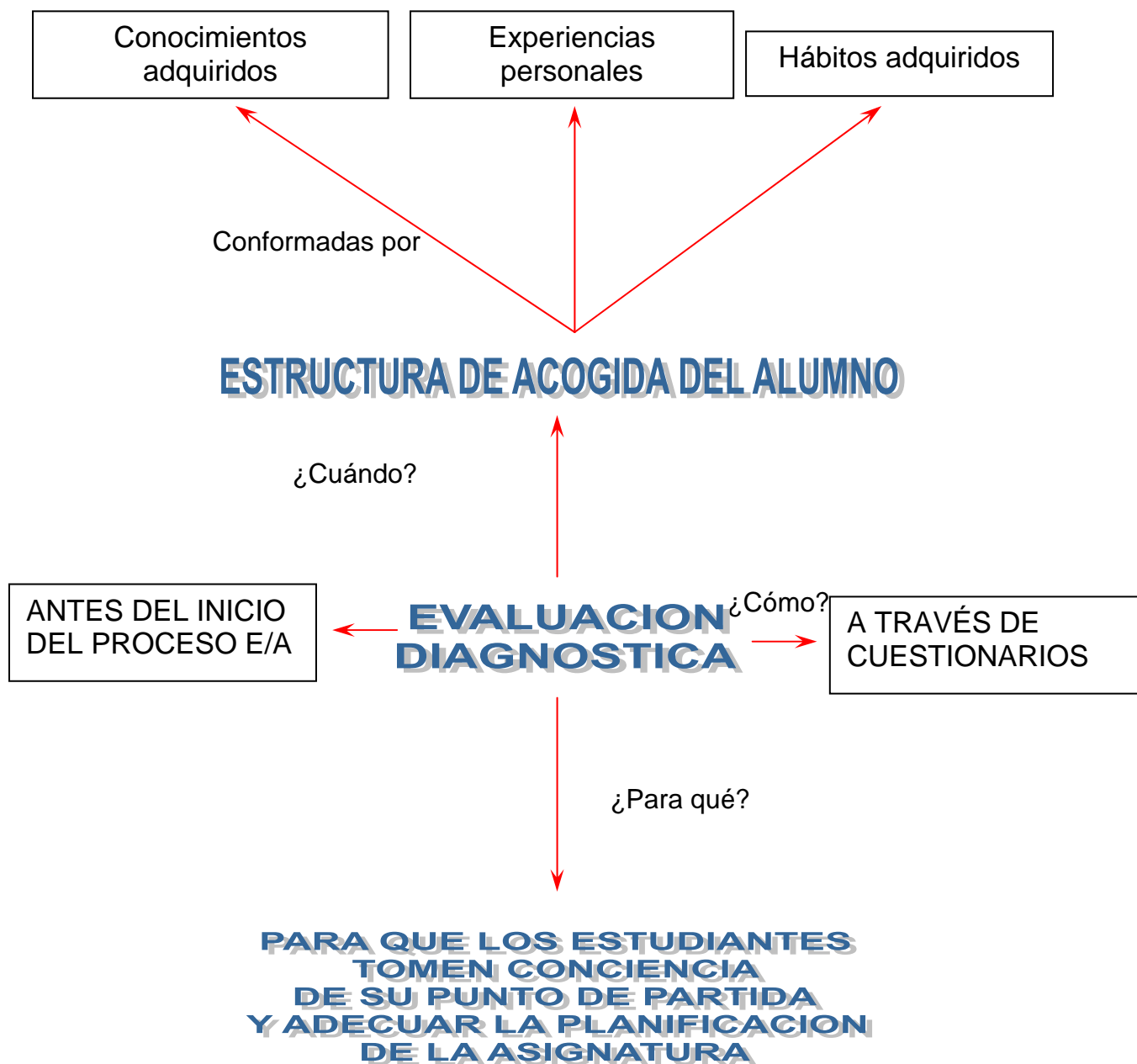


Figura 3. Diagrama de la Evaluación Diagnóstica Inicial

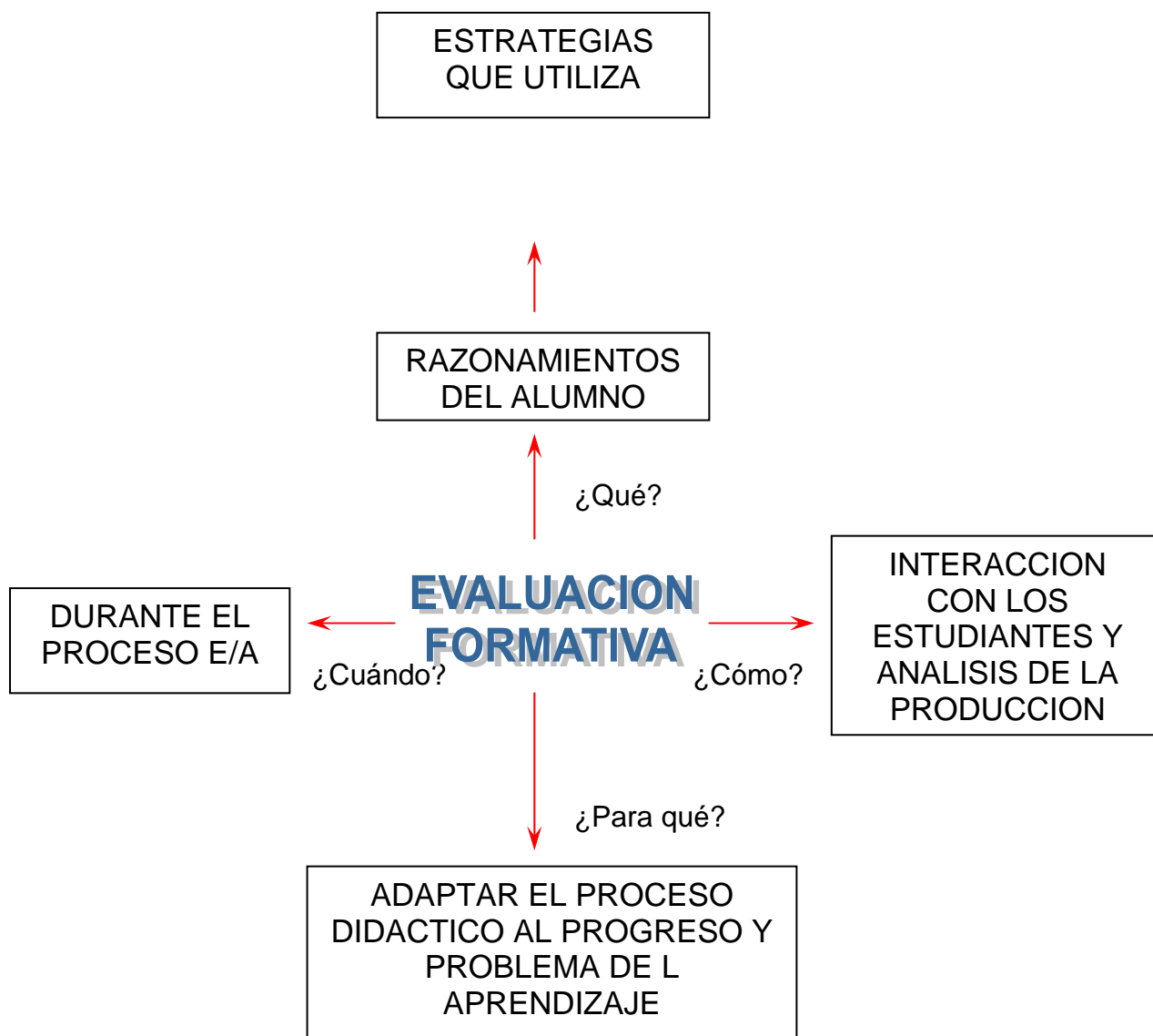


Figura 4. Diagrama de la evaluación formativa.

2.8. CONSIDERACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS QUE POSEEN LOS ESTUDIANTES

Los alumnos que ingresan a cursar la asignatura " Química Orgánica ", poseen una serie de conocimientos adquiridos durante la escuela media en el curso común propedéutico o durante el cursado de Química General que deben ser considerados por los docentes por los docentes de la cátedra, como punto de partida para construir nuevos aprendizajes.

Según Castinieras (1996), es necesario considerar las ideas previas que los estudiantes posean para que:

- ✓Tengan oportunidad de hacer explícitas estas ideas y, por lo tanto, clarificarlas con el profesor y sus compañeros.
- ✓Exista oportunidad de introducir nuevas ideas y de utilizar los conceptos en situaciones variables.
- ✓El "aprender" sea parte activa interesada en el proceso de aprendizaje y que se implique en aportar sus conocimientos previos para construir significados en situaciones nuevas.
- ✓Se pueda diseñar la instrucción permitiendo que las ideas previas se desarrollen, convirtiendo el currículum en un conjunto de actividades, permitiéndole a los estudiantes construir una concepción del mundo mas cercana a la interpretación de los científicos.

Un aspecto importante a tener en cuenta en las ideas previas de los estudiantes es la elaboración de diseños apropiados para contrastar los conocimientos previos con los actuales, los que pueden ser diferentes y conducir a resultados equivocados.

Se trata de una de las etapas necesarias para poder desarrollar metodologías adecuadas junto con la superación de dificultades que surjan en la contrastación experimental propiamente dicha, en donde se debe considerar que la imaginación y la creatividad juegan roles importantes.

Pongan en gran relieve la imaginación, sino que desarrollen la capacidad de plantearse problemas, la discusión de alternativas válidas, etc., contribuyendo así a una formación menos rígida que sin duda presenta más interés para los alumnos.

Se debe insistir que, si bien la obtención de evidencia experimental en condiciones definidas y controlada ocupa un lugar central en la investigación científica, este papel cobra sentido con relación a la hipótesis a contrastar y a los diseños concebidos a tal efecto.

A menudo se concibe erróneamente la experimentación como una actividad centrada en la recogida de numerosos datos, a partir del análisis de los cuales hay que inducir conocimiento. Al respecto Hempel (1976) señala:

"Al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo de inferencia a partir de datos recogidos con anterioridad, sino más bien mediante el método de la hipótesis a título de intentos de respuesta a un problema en estudio y sometiendo luego éstas a la contrastación empírica".

Por ello, el análisis minucioso de los preconceptos que los alumnos que cursan Química Orgánica poseen, permitirá planificar las actividades de cátedra necesarias para lograr un adecuado aprovechamiento por parte de los alumnos, modificando estructuras cognitivas incorrectas. En este sentido, la evaluación de los conocimientos que poseen los alumnos, mediante pruebas diagnósticas realizadas en forma previa al cursado de la asignatura, permitirá disponer de un punto de partida importante para el desarrollo posterior de la materia.

2.9. RECURSOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

2.9.1. GENERALIDADES

Una vez determinado el objetivo que los alumnos deben lograr al finalizar un proceso de aprendizaje, se debe establecer una estructura de aprendizaje, es decir, dar a los objetivos un

ordenamiento adecuado indicando cuales son los resultados parciales que son necesarios adquirir en forma progresiva.

Para lograr el producto final resulta necesario conocer los recursos con los que se dispone, tales como las características de la Unidad Académica (aspectos físicos, equipamiento, relaciones humanas), características de las actividades que se llevarán a cabo (actividades de laboratorio, actividades de campo, actividades áulicas); recursos auxiliares (fotos, láminas, vídeos, software, libros, diapositivas); tiempo (horas semanales y distribución diaria).

2.9.2. SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE ENSEÑANZA

Según los recursos que se dispone, es importante el tipo de actividad. La forma de su organización se adoptará durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La primera decisión que se debe adoptar por parte del docente es el tipo de enseñanza que se utilizará, es decir, si se trata de una enseñanza en forma individual o en forma socializada.

Al emplear enseñanza socializada se puede seleccionar alguna técnica como exposición, demostración, técnicas grupales, mientras que al elegir una enseñanza individual se puede utilizar el estudio dirigido o el estudio independiente. Cualquiera sea la técnica seleccionada, se debe tener presente los recursos disponibles.

2.9.3. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS RECURSOS AUXILIARES

Dentro de los recursos auxiliares se puede considerar a todos los elementos que se dispone para facilitar el aprendizaje de los alumnos (fotos, láminas, vídeos, etc.).

Para cada actividad se deben seleccionar los recursos necesarios que contribuyan a lograr un mejor aprendizaje. En la selección de los recursos deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Pertinencia respecto de los objetivos que se pretenden lograr.
- ✓ Disponibilidad en el momento en que se necesitan.
- ✓ Adecuación a las características de los alumnos.
- ✓ Elección de modo tal que permitan obtener resultados satisfactorios.
- ✓ Selección de aquellos recursos que impliquen la mínima pérdida de tiempo.
- ✓ Posibilidad de utilizarlos en distintas oportunidades.

El análisis minucioso de las características de los grupos de trabajo, el conocimiento de los preconceptos que poseen nuestros estudiantes, la elección adecuada de los recursos docentes para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitirán aunar los esfuerzos a fin de lograr en el alumno un aprendizaje significativo, es decir, duradero que le permita establecer asociaciones, aplicaciones a otras disciplinas de la carrera y continuar construyendo su aprendizaje.

Por ello, resulta necesario evaluar la durabilidad de los mismos, es decir, después de transcurrido un lapso de tiempo en que el alumno cursó la asignatura, analizar " que ha perdurado " y que conocimientos " se han perdido " o " han quedado olvidados ". Esto permitirá implementar sucesivas mejoras en el dictado de Química Orgánica para los años sucesivos, tendiendo siempre a una mejora continua de la calidad educativa.

2.9.4. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN

Preocupado por las herramientas utilizadas por el hombre para actuar sobre el entorno ampliando el alcance de su sentido y acción, se fija en los ensayos externos que le permiten mediar los estímulos, esto es representarlos en otro lugar o en otras condiciones, de allí que considere instrumentos psicológicos “ a todos aquellos objetos cuyo uso sirve para ordenar y reposicionar la información de modo que el sujeto pueda escapar del aquí y el ahora”. Lo son el nudo en el pañuelo, la moneda, una regla, o un semicírculo, una agenda, un semáforo y por encima de todo los sistemas de signos: el conjunto de

Instrumentos fonéticos, gráficos, táctiles, etc, que constituimos como gran sistema de mediación instrumental: el lenguaje.

Concentrará su esfuerzo en el lenguaje, aunque en ningún momento dejará de interesarse por los otros medios o tecnologías del intelecto, actualmente investigado por autores que se ocupan de estos nuevos instrumentos psicológicos de representaciones.

2.10. DURABILIDAD DE LOS APRENDIZAJES

2.10.1. IMPORTANCIA

El análisis de las conductas de grupos, el conocimiento de los preconceptos que posean los estudiantes, la elección de los métodos adecuados para el proceso de enseñanza aprendizaje, tiene como objetivo primordial producir en el alumno un aprendizaje

Los conocimientos alcanzados eminentemente como una simple memorización mecánica, sin que exista una interacción comprensiva, se pierden prácticamente a los pocos meses. No hay recuerdo para nada. Por lo cual, no pueden considerarse como "aprendizaje".

El concepto de aprendizaje señalado por Cabid y Masson manifiestan que el “aprendizaje es un cambio de conducta duradero”. No sólo hay olvido, sino también desprendimiento de materiales de información no retenidos en redes significativas oportunas.

Lo menos inteligente es que este tipo de memorizante sin redes no genera entrenamiento intelectual, no provoca expansión cognitiva ni metacognitiva.

El éxito de la durabilidad establece las siguientes reflexiones:

Los estudiantes son personas responsables y dignas de confianza y si se les permite utilizar su sentido de responsabilidad de modo significativo, se convierten en agentes independientes del aprendizaje, capaces de generar y perseguir una búsqueda de un conocimiento duradero.

Cuando los estudiantes idean sus propias preguntas, utilizan su propia capacidad de razonamiento y emprenden la búsqueda de las respuesta a esas preguntas, el rol del docente es guiar a los alumnos hacia la comprensión.

Esto no significa que el rol del docente se haga menos importante, de hecho aumentan los deberes y la responsabilidad, actúa como enriquecedor y ampliador de los recursos y la experiencia, apuntando siempre a mejorar la calidad de ambos.

Para que los estudiantes se vean involucrados en el proceso, deben percibir una sensación de finalidad en aquello que hacen. Una actividad sin objetivos es una simple pérdida de tiempo.

Es importante reflexionar y conceder a los estudiantes un tiempo para reflexionar sobre aquello que han aprendido. El proceso de reflexión, revisión e interpretación de aquello que se ha hecho es esencial si se desea un aprendizaje auténtico y duradero.

Si se proporciona a los estudiantes el tiempo y los medios necesarios para reflexionar sobre sus experiencias se les habrá proporcionado, no sólo un método para comprender aquello que hacen, sino también una base a partir de la cual pueden desarrollar un nuevo aprendizaje.

2.10.2. CONOCIMIENTO FRÁGIL Y PENSAMIENTO POBRE

Se puede resumir las características del marco constructivista en tres principios, según Resnick (1983);

- ✓ Quienes aprenden construyen significados.
- ✓ Comprender algo supone establecer relaciones.

- ✓ Todo aprendizaje depende de los conocimientos previos.

Las propuestas constructivistas han demostrado una gran capacidad de estudios muy diversos desde la epistemología contemporánea (Bachelard, Kuhn y Lakatos, entre otros) a la teoría de los constructores personales de Kelly, pasando por los trabajos de Piaget y Vigotsky.

En el nuevo marco, lo importante es lograr que los aprendizajes sean significativos, lo cual quiere decir que los estudiantes deben ser capaces de utilizarlos en situaciones diversas. Para conseguirlo es necesario que los nuevos conocimientos se ligen a su estructura cognoscitiva, lo que obliga a que se cumplan por lo menos dos condiciones.

La primera de ellas, se refiere a que el contenido sea significativo, tanto desde el punto de vista de su estructura interna como desde el punto de vista de su asimilación. La segunda condición considera que el alumno debe tener una actitud favorable para aprender significativamente y es el profesor quien asume la responsabilidad de orientar la construcción del conocimiento en una determinada dirección.

Lo que se pretende demostrar en este trabajo es que la aplicación de estrategias basadas en el constructivismo pueden mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

La contrastación de esta hipótesis se realiza sobre una parte del curriculum, en concreto se optó por estudiar la asignatura Química Orgánica de la carrera Ingeniería Agronómica.

CAPÍTULO 3

3. OBJETIVOS

3.1. PROBLEMAS DETECTADOS QUE AYUDARON A LA FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Durante el desarrollo del II Taller internacional de Pedagogía en Química, llevado a cabo en el mes de enero de 1997, en la Universidad de Matanzas (Cuba), se pudo observar que los profesores de química manifestaban su preocupación por los inconvenientes que habían detectado al impartir sus asignaturas. Un conjunto de profesores de Química de distintas facultades de Ciencias Agrarias, del Centro y Sud América, señalaron haber detectado un marcado desinterés por parte de los alumnos ingresantes a las facultades de Ciencias Agrarias de las universidades de Cuba, Colombia, Costa Rica y Argentina

La preocupación de los profesores de Química antes mencionada, también existe desde hace un tiempo en los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad nacional del Litoral. Este desinterés por parte de los alumnos se traduce en el cumplimiento burocrático de exámenes parciales y finales, sin conseguir un aprendizaje significativo.

Los problemas que se plantean y que se consideran temas de interés son:

¿Por qué...:

- la falta de interés de muchos estudiantes por la adquisición de conocimientos de Química Orgánica, en contraposición con el interés demostrados en los aprendizajes relacionados con la futura vida profesional?
- un gran número de estudiantes expresan no ver la necesidad de los aspectos que se imparten en la asignatura para la carrera?

- resulta ineficiente la vinculación de la Química Orgánica con el objeto del trabajo profesional?
- Muchos estudiantes no aplican los conocimientos de la Química Orgánica en la resolución de problemas de las asignaturas básicas y en el ejercicio de su futura profesión?

¿Qué sucede...:

- con un gran número de estudiantes que olvidan con relativa facilidad los conocimientos de Química Orgánica?
- con unos pocos alumnos que recuerdan algunos conceptos pero no los relacionan con propiedades, aplicaciones, etc.?

¿A qué se debe...:

- la preparación inadecuada de muchos estudiantes para la realización de actividades prácticas y resolución de situaciones problemáticas?

¿Se requiere...:

- brindar un entrenamiento estratégico en habilidades autorregulatorias de aprender, con los alumnos ingresantes, para que se conviertan en aprendices eficientes y autónomos?

Las cuestiones a resolver se determina por las deficiencias y limitaciones que los profesores encargados de impartir la asignatura Química Orgánica y Biológica han detectado.

Lo inquietante de las opiniones vertidas por los docentes es que la mayoría de las actividades que se desarrollan en nuestras clases de Química Orgánica, y que se llaman problemas, tienen poco parecido con los problemas que se pueden encontrar en la vida diaria y que, por lo menos, a primera vista, resulta difícil de visualizar la forma en que se puede ayudar a los alumnos en sus futuras actividades profesionales.

Por lo tanto, existen insuficiencias debido a la falta de integración, sistematización y aplicación de los conocimientos integrados de Química Orgánica en la solución de problemas propios del profesional agropecuario.

En el diseño curricular, es necesario poner énfasis en el uso y la enseñanza de procesos como opuestos a los tipos tradicionales de enseñanza que se basan en el aprendizaje de la información, es decir que priman el producto por encima del proceso del pensamiento (Garret, 1988).

Para fijar los objetivos se considera que los estudiantes tienen dos conocimientos esenciales:

- 1.- El de su propia personalidad, es decir necesidades e intereses afines a su edad.
- 2.- El conocimiento del mundo natural y humano en que vive.

En la primera etapa se realizó un diagnóstico de la situación a través de encuestas y entrevistas, determinándose el problema y el campo de acción mediante diversas actividades

Cuadro N°3: diseño de la preexperiencia.

ALUMNOS DE	ENTREVISTAS SOBRE		DIFICULTADES	COMENTARIOS
	Importancia de la Química Orgánica para las asignaturas correlativas	Importancia de la Química Orgánica para la vida profesional		
Argentina (avanzado)	Sobre todo para genética y Fisiología	Depende del tipo de trabajo que realice	Demasiadas horas de clase	Necesidad de de desarrollar TP con vegetales
Argentina (ingresante)	No se pueden entender Fisiología, Genética, etc	Muy importante para actividades científicas	Muchas horas de estudio Poca base del secundario	Teer más horas de resolución de problemas
Brasil (avanzado)	Para bioquímica, Genética ,etc	Indispensable para el profesional por los procesos biológicos	TP con poca relación con los vegetales	Que haya más relación entre los vegetales y los TP
Colombia (ingresante)	Para Biología, Ecología	Todos los conocimientos de Química son importantes	Poco tiempo para tatos contenidos	Mecesidadde de realizar problemas relacionados con el campo
Cuba (avanzado)	Para Producción Agrícola	Los problemas integrados de la Química y la Física ayudan en el campo biológico	Poca relación de los problemas con la Agronomía	Mejorar las actividades de los TP
Jamaica (ingresante)	Aún no puede contestar pero destaca su importacia	Permite conocer plaguicidas, fertilizates, etc.	Demasiada memoria	Debería ser anual

En cuanto a los comentarios realizados predomina la solicitud de llevar a cabo clases de trabajos prácticos y resolución de problemas que estén ligados a la actividad profesional y con situaciones problemáticas actualizadas y relacionadas con el objeto de estudio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De los interrogantes planteados en el inciso 3.1 y los resultados de la preexperiencia surgen los siguientes objetivos:

- 1- Determinar la influencia de los Factores Extracurriculares que afectan el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Asignatura de Química Orgánica, en los alumnos ingresantes a la Carrera de Ingeniería Agronómica.
- 2-Analizar el efecto que produce el Método de Enseñanza Experimental, de forma grupal y multimedial, con respecto al Método Tradicional.
- 3- Determinar si existe una relación entre los hábitos de estudio de los alumnos y su forma de cursar la asignatura Química Orgánica.
- 4-Determinar la Durabilidad de los conocimientos aprendidos en Química Orgánica.

3.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los objetivos específicos enunciados condujeron a formular las siguientes hipótesis:

- ✓ la titulación del nivel secundario tiene influencia en el aprendizaje de los conocimientos de Química Orgánica de los alumnos ingresantes a la carrera de Ingeniería Agronómica.
- ✓ La promoción de la signatura correlativa tiene importancia en el aprendizaje de los conocimientos de Química Orgánica de los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica

- ✓ La metodología de enseñanza influye de manera preponderante en el proceso de aprendizaje de los alumnos de Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Agronómica.
- ✓ Existe una relación entre los hábitos de estudio de los alumnos de Química Orgánica y la forma de cursado de la asignatura elegida.
- ✓ Con la metodología investigativa se logra una mayor durabilidad de los conocimientos de Química Orgánica en los alumnos de Ingeniería Agronómica.

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA

4-1 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la Cátedra de Química Orgánica y Biológica, perteneciente al área de Ciencias Básicas no agronómicas, de la Facultad de Ciencias Agrarias (Ex Facultad de Agronomía y Veterinaria) de la Universidad Nacional del Litoral.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de este trabajo fue evaluar la influencia de factores extracurriculares y la influencia de la aplicación de estrategias alternativas en el proceso de Enseñanza Aprendizaje, se plantearon Diseños Experimentales adecuados para los distintos objetivos específicos

Se utilizan métodos empíricos como encuestas, entrevistas, y trabajo documental para el diagnóstico de situación y en la descripción de los resultados.

4.1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LAS HIPÓTESIS

4.1.1.1. VISIÓN GENERAL DEL DISEÑO

Antes de presentar el diseño se quiere manifestar que la intención no es la de obtener resultados representativos de toda una población. Por el contrario, se pretende abordar problemas concretos sin recurrir a muestras muy amplias, utilizando distintas formas de contrastación, con el objetivo de mostrar la coherencia de los resultados.

Por otra parte, en educación interesan en general las grandes diferencias, lo que evidentemente reduce las exigencias de tamaño de las muestras para poder demostrar que dichas diferencias son estadísticamente significativas (Wilson et al.1986).

Por supuesto esto plantea la generalidad de los resultados, generalidad que debe buscarse fundamentalmente en la replicación con los resultados obtenidos por otros autores.

Se indica además que, debido a la escasa existencia de estudios de este tipo en nuestro país, se intentó afianzar los resultados obtenidos utilizando muestras de 50 alumnos, tres profesores y dos ayudantes de cátedra.

4.1.2. DISEÑO DE LA MUESTRA

Esta investigación de carácter social y, debido a las limitaciones de tiempo, se trata de un trabajo exploratorio de diagnóstico que se aplica a un grupo de estudiantes con las siguientes características:

Alumnos ingresantes a la Carrera de Ingeniería Agronómica en 1998 y 1997, sexos masculino y femenino y grupo etario de 18 a 21 años. La nómina de alumnos se encuentra en el anexo N°3. Los alumnos eligieron antes de comenzar el cursado si deseaba pertenecer al Grupo 1^a o al Grupo 1b.

Se llevaron a cabo distintas fases de la investigación a las que se denominan: Experimento 1: grupos 1a.y 1b Experimento 2: grupos 2a y 2b Experimento 3 grupos 3a y 3b.

4.1.3 PRIMER EXPERIEMENTO

4.1.3.1. EVALUACIÓN DE DIVERSOS FACTORES EN ALUMNOS INGRESANTES 1998 Y 1997

- 72 alumnos de 18 a 19 años(36 alumnos pertenecientes al grupo "A" y 36 alumnos pertenecientes al grupo "B")
- Oriundos de las Provincias de Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos.
- Estudios Secundarios: bachilleres, Peritos Agrónomos, Técnicos Químicos. Perito Mercantil.
- Condición de cursado:50 regulares,(ingresantes 1998) 16 recursan (ingresantes 1997) la asignatura y 10 no regularizaron Química General. (asignatura correlativa)

Al Grupo 1a: se le brinda enseñanza tradicional consistente en:

1. **Clases Teóricas:** expositivas de tres horas de duración por semana, durante trece semanas.
2. **Clases de Coloquios:** de tres horas de duración por semana, durante trece semanas, en las que se plantean ejercicios que se resuelven en forma individual. Luego el docente a cargo resuelve los ejercicios en el pizarrón.
3. **Clases de Trabajos Prácticos:** de cuatro horas de duración por semana, durante doce semanas. Se desarrolla una explicación antes de la realización del Trabajo Práctico. Se les entrega a cada alumno al principio del cuatrimestre las Guías de Trabajos. Prácticos. correspondientes y se les solicita un informe al final de cada trabajo.

A los estudiantes del Grupo 1a. se les entregó al principio del cuatrimestre los programas de contenidos, exámenes, guías de trabajos prácticos, guías de coloquios, apuntes de teoría y bibliografía recomendada.

A los estudiantes del grupo 1b se les impartió clases con las siguientes características:

1. **Clases teórico-prácticas:** de tres horas de duración por semana, durante trece semanas. Se plantean problemas de la vida profesional y luego se desarrollan en forma coloquial los conceptos teóricos con ayuda de multimedia.
2. **Clases de Taller:** de tres horas de duración por semana durante trece semanas. Se resuelven en forma grupal situaciones problemáticas relacionadas con la vida profesional guiadas por un coordinador y dos subcoordinadores con apoyo de artículos de revistas científicas.
3. **Clases de Trabajos Prácticos:** de cuatro horas de duración por semana durante doce semanas. Se utilizan recursos auxiliares tales como: fotos, diapositivas, software y videos. Se plantean situaciones problemáticas, de ellas surgen respuestas e interrogantes que en algunas oportunidades se desarrollan en forma de práctica de laboratorio.

Materiales utilizados: se utilizaron encuestas previas, evaluaciones diagnósticas, historial del alumno, exámenes parciales, exámenes finales.

A los estudiantes del Grupo 2b se les entregó al principio del cuatrimestre el Programa de contenidos, el Programa de exámenes y el listado de la Bibliografía Recomendada. Durante el cursado se les facilitó el acceso a materiales tales como videos y software.

En los Cuadros N° 4.2 y 4.3 se expone una síntesis del desarrollo de actividades del primer experimento.

Cuadro 4.2 Diseño de las actividades de enseñanza aprendizaje del Experimento 1.Grupo A

GRUPO "A"	CLASES DE TEORÍAS EXPOSITIVAS	CLASES DE COLOQUIOS: RESOLUCION DE EJERCICIOS	CLASES DE TRABAJOS PRACTICOS REALIZADOS EN LABORATORIO	EVALUACIONES DIAGNOSTICAS	EVALUACIONES PARCIALES Y FINALES
------------------	-------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------	---------------------------	----------------------------------

Cuadro 4.3. Diseño de las actividades de enseñanza aprendizaje del Experimento 1.Grupo B

GRUPO "B"	CLASES DE TEORICO PRACTICO CON USO DE MULTIMEDIA	CLASES DE TALLERES CON RESOLUCION DE SITUACIONES PROBLEMATICAS	CLASES DE TRABAJOS PRACTICOS DESARROLLADOS CON MULTIMEDIA Y LABORATORIO CONJUNTAMENTE	EVALUACIONES DIAGNOSTICAS	EVALUACIONES PARCIALES Y FINALES
------------------	--------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	----------------------------------

4.1.4. SEGUNDO EXPERIMENTO

4.1.4.1. ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LOS HÁBITOS DE ESTUDIO DE LOS ALUMNOS

Esta encuesta persiguió como objetivo indagar sobre algunos aspectos que hacen a la vida del estudiante en lo referido a los hábitos de estudio y se considera que puede llegar a tener alguna repercusión sobre el aprendizaje de la Química y su durabilidad a lo largo de la carrera. Se trabajó con un grupo de veinte alumnos ingresantes 1998 que cursaron Química Orgánica en el segundo cuatrimestre de dicho período lectivo, clasificados en dos grupos: El modelo se presenta en el cuadro 4.4.

1. Diez alumnos a los cuales se les impartió un modelo de enseñanza tradicional en Química Orgánica y Biológica.
2. Diez alumnos a los cuales se les impartió Enseñanza alternativa en Química Orgánica y Biológica.

Se denominaron Grupo " A " a los alumnos que recibieron la Enseñanza Tradicional y Grupo " B " a aquellos que recibieron un modelo alternativo de enseñanza.

Cuadro 4.4 Encuesta realizada para llevar a cabo la experiencia 2

AFIRMACIÓN A PONDERAR	SIEMPRE	A VECES	NUNCA
1-Prefiero estudiar en grupo antes que hacerlo solo			
2-Asisto siempre a clases aunque no sean obligatorias			
3-Me resulta fácil concentrarme en clase y lo logro con facilidad			
4-Me agradan las asignaturas que tengan razonamiento			
5-Me resulta difícil expresarme con claridad en los exámenes			
6-prefiero los exámenes escritos antes que los exámenes orales			
7-Poseo una fuerte confianza en mi misma para estudiar			
8-Me resulta difícil relacionarme con mis compañeros			
9-Me gustan los trabajos grupales porque intercambiamos experiencias			
10-Tengo paciencia para aprender algo que me resulta difícil			
11Llevo las asignaturas al día			
12-En clase me distraigo con facilidad.			
13-Estudio las asignaturas que me agradan			
14-Asisto regularmente a las clases de consulta y soluciono mis dudas			
15-Me gustan las asignaturas prácticas para mi futura vida profesional			
16-Tengo perseverancia para estudiar aún cuando no me gusta la materia			
17- Prefiero estudiar con apuntes de clase antes que con libros			
18-Cuando me va mal en un examen soy optimista y reinicio mis estudios			
19-Realizo una síntesis de cada tema una vez finalizada la unidad			
20-prefiero estudiar con libros			
21-Cuando no me va bien en un examen trato de ampliar con textos			
22-me gusta ir a los exámenes con todos los temas estudiados			
23-Prefiero estudiar en forma individual en aquellas asignaturas que exijan mucho razonamiento			
24-La elaboración de cuadros sinópticos me ayuda a afianzar los temas			
25-Realizo todas las actividades propuestas [por el docente			
26-No me siento motivado para estudiar asignaturas que no le vea sentido práctico			
27-Las asignaturas básicas son importantes porque ayudan a razonar			
28-Comprendo las explicaciones del docente con solo ir a clase			
29-Estudio todos los días aún cuando no tenga ganas			
30-Soy muy inseguro y por ello prefiero estudiar en grupo			
31-Me tengo mucha confianza y por ello prefiero asignatura que exijan razonamiento			
32-Llevo los apuntes al día y realizo todas las anotaciones pertinentes			
33-No asisto a las clases de consultas porque creo que no sirven para nada			
34-Los fines de semana me dedico a distraerme por eso estudio poco			
35- Estudio para aquellas asignaturas que puedan reportarme algún beneficio e mi futura vida profesional			

4.1.5. TERCER EXPERIMENTO

4.1.5.1. ANÁLISIS DE LA DURABILIDAD DE LOS APRENDIZAJES. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES DIVERSOS EN LA DURABILIDAD DE LOS CONOCIMIENTOS

Se trabajó con alumnos con las siguientes características:

1. 20 alumnos cursantes de Genética I en el año 2002, ingresantes 1998.
2. A 10 alumnos se les impartió la Enseñanza Alternativa en Química Orgánica
3. A 10 alumnos se les impartió la Enseñanza Tradicional en Química Orgánica
4. Se realiza una evaluación sobre conceptos de Química Orgánica y una pregunta relacionada con los trabajos prácticos realizados.

Se denominaron Grupo A a los alumnos que recibieron la Enseñanza Tradicional y Grupo B a los alumnos que recibieron la Enseñanza Alternativa.

4.2. INVENTARIO

4.2.1. INVENTARIO DE DIMENSIONES PARA EVALUAR LAS ACTIVIDADES DE LA ENSEÑANZA CLÁSICA

4.2.1.1. CLASES TEÓRICAS

Para desarrollar estas clases se realiza el siguiente inventario:

1. Dimensión social: se trabajó con grupos numerosos y clases expositivas.
2. Conocimientos previos: se plantearon los conocimientos básicos necesarios para el desarrollo de la clase, tales como estructura atómica, tabla periódica de los elementos, compuestos químicos, etc.

3. Tiempo: se estipuló la duración de la clase en tres horas, compatible con el horario institucional.
4. Aprendizaje de conceptos: se informó a cerca de conceptos tales como combustibles, macromoléculas, etc.

4.2.1.2. CLASES DE COLOQUIOS

Para desarrollar estas clases se realizó el siguiente inventario:

1. Dimensión social: se trabajó con los alumnos que realizaron los ejercicios en forma individual.
2. Conocimientos previos: se plantearon los fundamentos básicos necesarios para el desarrollo de la clase, tales como estructura atómica, tabla periódica de los elementos, compuestos químicos y los contenidos desarrollados en la clase teórica.
3. Análisis de datos: se ayudó a los estudiantes en forma individual para encontrar la forma mas idónea de comunicar los datos y presentar los resultados obtenidos
4. Tiempo: se realizaron los ejercicios durante tres horas, compatible con los horarios institucionales.
5. Aprendizaje de conceptos: se enfatizó en la enseñanza de conceptos importantes tales como estructuras químicas básicas, procesos biológicos, etc.

4.2.1.3. CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Para desarrollar estas clases se realizó el siguiente inventario:

1. Dimensión social: se trabajó con pequeños grupos de alumnos que llevaron a cabo una actividad práctica preestablecida.
2. Conocimientos previos: se requirieron conocimientos sobre la guía de trabajos prácticos entregada con anticipación y los contenidos desarrollados en la clase teórica.

3. Obtención de datos: los datos se obtuvieron a partir de equipos y aparatos tales como balanzas, termómetros, pHmetros, electrodos selectivos de oxígeno, etc.
4. Tiempo: los trabajos se desarrollaron durante cuatro horas, compatible con los horarios institucionales.
5. Aprendizaje de conceptos: se desarrollaron habilidades en el manejo de equipos y la comprobación de los enunciados teóricos relacionados.
6. Complejidad de los instrumentos: se plantearon los fundamentos básicos del funcionamiento de los equipos utilizados en las clases prácticas.
7. Nivel de indagación: tanto los procedimientos como las conclusiones han sido cerradas.
8. Análisis de datos obtenidos: se solicitó un informe y se ayudó a los alumnos a encontrar la forma mas adecuada para presentar los datos por medio de gráfica y cuadros.

4.3.. INVENTARIO DE DIMENSIONES PARA EVALUAR LAS ACTIVIDADES DE LA ENSEÑANZA ALTERNATIVA

4.3.1. CLASES TEÓRICO-PRÁCTICAS

Para desarrollar estas clases se propuso lo siguiente:

1. Dimensión social: se trabajó con grupos numerosos y se desarrollaron investigaciones relacionadas con el campo de la vida profesional.
2. Conocimientos previos: se plantearon los conocimientos básicos necesarios para el desarrollo de la clase, tales como estructura atómica, tabla periódica de los elementos, compuestos químicos, etc., y manejo de bibliografía.
3. Tiempo: se estipuló la duración de la investigación según las necesidades del tema hasta tres horas, compatible con el horario institucional.

4. Aprendizaje de conceptos: se trabajaron conceptos tales como combustibles, macromoléculas, etc. a fin de desarrollar su afianzamiento.

4.3.2. CLASES DE TALLER

Para desarrollar estas clases se llevó a cabo el siguiente inventario:

- 1- Dimensión social: se trabajó con grupos reducidos de alumnos que realizaron distintas investigaciones y luego efectuaron una puesta en común.
- 2- Conocimientos previos: los alumnos tuvieron que encontrar una explicación a las hipótesis que plantearon mediante un soporte teórico. Se solicitó a los estudiantes que establezcan relaciones con los conceptos teóricos.
- 3- Análisis de datos: se ayudó a los estudiantes a encontrar la forma más idónea de expresar y comunicar los datos en forma grupal.
- 4- Tiempo: se resolvieron las situaciones problemáticas planteadas durante tres horas, también compatible con los horarios institucionales.
- 5- Aprendizaje de conceptos: las actividades ayudaron a abandonar ideas previas equívocas y adoptar conceptos científicos adecuados. Ejemplo: relación de la producción de energía con procesos químicos y biológicos.

4.3.3. CLASES DE TRABAJOS PRACTICOS

Las actividades propuestas para ello fueron:

1. Dimensión social: se trabajó con pequeños grupos de alumnos en distintas investigaciones que luego realizaron una puesta en común. En algunos casos desarrollaron un trabajo de laboratorio o una simulación, como por ejemplo: Reacción de Hills, estableciendo una relación con aplicaciones tecnológicas.

2. Conocimientos previos fue necesario desarrollar destrezas para realizar actividades de laboratorio y afianzar conocimientos desarrollados en las clases de taller y teórico-prácticas.
3. Obtención de datos: los datos fueron obtenidos mediante indicadores, equipos y aparatos tales como balanzas, termómetros, pHmetros, electrodos selectivos de oxígeno, bibliografía, artículos de revistas científicas, software y videos.
4. Tiempo: se realizan los trabajos durante cuatro horas según las disponibilidades de horarios de la facultad.
5. Aprendizaje de conceptos: las actividades ayudaron a abandonar las ideas erróneas y permitieron adoptar conceptos científicos adecuados.
6. Complejidad de los instrumentos: se utilizaron instrumentos cuyos fundamentos teóricos eran conocidos por los alumnos.
7. Nivel de indagación: los procedimientos y las conclusiones fueron abiertas. Se diseñaron y realizaron las experiencias siguiendo procedimientos adecuados para alcanzar una solución razonable
8. Análisis de datos obtenidos: se solicitó un análisis de datos mediante el uso de cuadros comparativos. Ejemplo: energía producida por el aceite de maní, girasol, lino, maíz, etc. Se ayudó al estudiante a encontrar la forma más adecuada para expresar, representar y comunicar los resultados obtenidos.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS EN LA ENSEÑANZA ALTERNATIVA

En el aula y laboratorio los docentes desarrollaron un proceso en tres fases:

- 1- Primera fase: Información y exploración: el docente informó al grupo general de alumnos sobre los artículos de revistas científicas, artículos periodísticos, posibilidades de los software o vídeo.

Se entregó a cada grupo de alumnos el material impreso o los diskettes, según la clase. En algunos casos se procedió a observar y analizar el vídeo. Después, el grupo destinó tiempo para leer y discutir el material impreso, observando el software y el tema general en el vídeo.

- 2- Segunda fase: Exploración por parte del alumno: cada grupo estudió el material correspondiente en cada clase. Leyó el material impreso, simuló movimientos en software, observó el vídeo con detenimiento etc. El tiempo fue de 30 minutos aproximadamente.
- 3- Tercera fase: cada grupo presentó brevemente su trabajo mediante una puesta en común al conjunto de alumnos, en presencia del profesor, quien realizó las observaciones, estableció las correcciones oportunas y aclaraciones pertinentes en los software y vídeos, destacando siempre los puntos más importantes.
- 4- Cuarta fase: se recopilaron los gráficos, las conclusiones de cada grupo y se construyó un banco de temas desarrollados en cada clase, que luego se ordenó y quedó disponible en la cátedra como material de consulta para docentes y alumnos.

4.5. ELABORACIÓN DE LAS EVALUACIONES

Tal como ya se expresara, uno de los componentes esenciales del proceso enseñanza aprendizaje es la evaluación.

Para ello, se estructuró la evaluación centrada en la regulación continua del aprendizaje, capaz de dar respuesta a los intereses y dificultades de cada alumno para que éstos construyan un sistema personal de aprendizaje y adquieran la mayor autonomía posible.

Para la evaluación de los aprendizajes se consideraron las siguientes funciones:

1. Orientación de los estudiantes.
2. Reconocimientos de los cambios que se introducen progresivamente en el proceso enseñanza aprendizaje para que los alumnos aprendan en forma significativa.

La primera informa a los alumnos sobre sus aprendizajes y determina sus situaciones particulares, sirviendo además para acreditar la certificación correspondiente a la aprobación de la asignatura.

La segunda, aporta información útil para la adaptación de las actividades del proceso enseñanza aprendizaje a las necesidades de los alumnos, y de este modo mejorar la calidad educativa.

En el anexo 3 se puede apreciar las evaluaciones que se llevaron a cabo. Las mismas fueron realizadas por los docentes de la Cátedra de Química Orgánica.

4.6. DETERMINACIÓN DEL HISTORIAL DEL ALUMNO

Para determinar el historial del alumno se confeccionó una planilla de datos donde se consignó:

- ✓ Apellido y Nombres
- ✓ Edad
- ✓ Procedencia
- ✓ Resultado de la evaluación del C.C.P.
- ✓ Conclusiones de la entrevista oral mantenida previamente (se adjunta copia del modelo de la entrevista en Anexo).

4.7. CONSTRUCCIÓN DE RECURSOS

4.7.1. EDUCACION Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Dada la importancia de las nuevas tecnologías así como el uso de PC en la enseñanza alternativa, en el presente capítulo se describen sus características más destacadas.

4.7.1.1. ENSEÑANZA CLÁSICA

Para la enseñanza denominada clásica se se consideró dirigir el aprendizaje por parte del profesor el que se limitó a hacer el papel de experto trasmisor de conocimientos. Para este caso se diseñaron tres tipos de clases:

Teorías: desarrolladas en forma expositiva por un docente.

Coloquios: realización de ejercitaciones relacionadas con los temas desarrollados en las clases de teoría. Los ejercicios presentados fueron resueltos por el docente en el pizarrón.

Trabajos prácticos: actividades preestablecidas de laboratorio. Se desarrollaron con guías de T.P. entregadas previamente.

Debido a las características de esta enseñanza, no se introdujeron recursos didácticos novedosos, limitándose a emplear aquellos que se venían utilizando en los períodos anteriores.

4.7.1.2. ENSEÑANZA ALTERNATIVA

Debido a la necesidad de lograr una enseñanza integrada, donde los conceptos y principios de la ciencia y su impacto sobre la sociedad constituyan un nuevo enfoque, que evite la desintegración en diversos compartimentos, y a fin de poder ayudarlos a comprender el mundo en que viven se diseñó una estrategia multimedial para desarrollar la enseñanza alternativa. En este caso fueron los alumnos quienes marcaron el ritmo y la forma de aprender nuevos conocimientos.

Para explicar este tipo de estrategias se consideraron algunos conceptos claves que se detallan a continuación.

4.7.2. EDUCACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Cada época tiene sus propias ideas y problemas de interés. Hoy en día, los procesos de multimedia resultan especialmente significativos para la educación en nuestra sociedad, debido especialmente al notable auge alcanzado por los medios audiovisuales tales como la informática y los videos.

Los medios de comunicación como los cables satelitales, internet, etc, permiten vencer las fronteras del espacio y del tiempo, trayendo a nuestro alcance aquellos hechos que parecen lejanos, como se dice vulgarmente "las imágenes están literalmente en el aire".

En este sentido, cada vez que se habla de visualización multimedia, lo que se quiere decir en realidad es que la multimedia es aquello que fomenta la imaginación y lo que produce comprensión. La claridad del discernimiento dependerá por lo tanto de brindar un modelo que se pueda direccionar y volver a componer, según las necesidades del usuario.

Cuando los docentes se enfrentan a la enseñanza de la química, se encuentran con un problema novedoso "aquello que no se ve a simple vista". Por ello, se debe recurrir a modelos y simulaciones que los estudiantes puedan observar y relacionar, ya que visualizar un objeto implica muchas fuentes de información que ayuda a la construcción del conocimiento. Hay que tener en cuenta que la información se visualiza para poder recordarla y para ser capaces de utilizar lo recordado.

Se considera entonces que las herramientas como la tecnología multimedia, permiten a los alumnos tener un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo actores y constructores de su propio conocimiento, brindándole las posibilidades de equivocarse y construir sobre el error a velocidades mayores a aquellas que una educación clásica puede lograr.

4.7.2.1. CULTURA IMPRESA FRENTE A CULTURA AUDIOVISUAL

Un aspecto muy importante a considerar es la forma en que el contexto nacional e internacional condicionan nuestras formas de enseñar. Que variables debemos tener presente si queremos ayudar a los alumnos a desvelar la falta de transparencia de algunos medios de comunicación, a conocer el entramado ideológico que puede sustentarlos, a reconocerse como audiencias que pueden disfrutar del juego que proponen los medios, sin que esto signifique la pérdida de la capacidad crítica (Aparici, 1997).

Los medios son considerados auxiliares en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, el libro ocupa el primer lugar. El libro es, sin lugar a dudas, una tecnología que no se asocia con una tecnología sino un instrumento de otra naturaleza, pero es además una tecnología que alude a la forma de producción en serie.

Para desarrollar la investigación de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias, se detectaron algunas concepciones sobre la forma de educar para los medios. Estas concepciones fueron:

- ✓ Concepción tecnicista: se la utilizó como estrategia, pero no se reflexionó sobre los medios. Por ejemplo se enseñaron destrezas o habilidades para usar una computadora, y en muy pocas veces se enseñó un uso reflexivo de este medio.
- ✓ Concepción de los efectos: supone que los medios producen cambios o modificaciones y que el estudiante se beneficia con el mero hecho de utilizar tecnologías educativas. Se introducen artefactos en la clase, pero todo sigue igual.

Cuando se habla de nuevas tecnologías en educación suele omitirse cuales son las posibilidades reales en la enseñanza y se supone que pueden subsanar o actuar de una manera más pertinente que un docente. Una máquina no enseña a pensar, aunque los estrategas del marketing quieran demostrar lo contrario.

- ✓ Concepción crítica: los medios son parte de los textos que se utilizan en clase, intentan basarse en paradigmas constructivistas. Esta concepción pretende que los estudiantes entiendan el proceso de producción del conocimiento significativo desde una perspectiva social y estética. Según Roszak (1990)

"existe una distinción importantísima entre lo que hacen las máquinas cuando procesan información y lo que hace la mente humana cuando piensa".

Es necesario que docentes y alumnos tengan presente esta distinción.

Para desarrollar estrategias de enseñanza multimediales se debe reflexionar sobre los valores y la forma de utilizar tecnologías en el contexto educativo. En forma cada vez más frecuente, los docente escuchan comentarios sobre la multimedia, hypermedia, nuevas tecnologías,

televisión a la cara, etc., además, las computadoras se suelen considerar como "*un profesor casi humano*" (Revista P.C. World, 1995).

Se trató en todas las clases desarrolladas con multimedia de no llegar a una saturación informativa sobre las excelencia de la multimedia, que van desde la curiosidad y el interés hasta la preocupación por algo cuya importancia no se alcanza a comprender.

Se destacó que la multimedia no reemplaza a las aulas en las que se desarrolla la labor docente, ayuda a los estudiantes en la forma de razonar y de construir el conocimiento del mundo que los rodea.

Además, se debe comprender que estos medios condicionan el proceso de enseñanza aprendizaje, aunque no se utilicen en el aula (Gutierrez Martín, 1990).

4.7.2.2. PROPUESTAS ALTERNATIVAS FRENTE A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

La forma en que se presentan los desarrollos tecnológicos no siempre contribuyen a clarificar los conceptos. Se necesita una información más objetiva y de mayor variedad, ya que el sensacionalismo con que se acompañan a las presentaciones de videos y programas, no representa la posición más adecuada para que se pueda utilizar la multimedia en la enseñanza.

Los docentes ante esta desinformación pueden tener dos posturas marcadas:

- ✓ Ignorar la importancia del mundo audiovisual y no preocuparse por sus posibles ventajas e inconvenientes. Esta postura se la puede considerar como "pasiva" o "indiferente".
- ✓ Centrarse en los posibles inconvenientes y desventajas para criticar la influencia negativa de todos los medios, conocida como postura "hipercrítica".

Las dos posturas dejan clara la cesación de impotencia del profesor. De cualquier modo, cuando un docente se opone a considerar la integración de las nuevas tecnologías en la educación, contribuirá en mayor medida a alejar a la educación de la sociedad, a crear en el estudiante un conflicto de intereses en su proceso de adaptación al mundo en que vive.

Por lo tanto, no se debe negar la importancia que tienen las nuevas tecnologías en el procesamiento y almacenamiento de datos en la enseñanza-aprendizaje, pero tampoco se debe confundir la transmisión de información con el aprendizaje verdadero del conocimiento.

Por todo lo expuesto se trató de partir de una valoración de cada tecnología, de cada medio en su justa medida, para estar en condiciones de plantear su introducción en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.7.2.3. CONCEPTOS DE MULTIMEDIA

Es necesario aclarar algunos conceptos sobre el término multimedia para explicar las razones de su uso en la investigación desarrollada en el presente trabajo.

En un sentido muy amplio, el término multimedia se aplica a cualquier producto Hardware o Software, que tenga cierta relación con dos segmentos "el sonido" y "el vídeo" por ordenador. (Jaime de Yraolagoitia, 1994)

Por lo general, se entiende por multimedia a cualquier sistema. Hardware o aplicación de éste, destinado a la integración dentro de un sistema informático de información procedente de diferentes fuentes, como pueden ser audio, videos, hipertextos o cualquier otro tipo de información que un ser humano pueda captar (Curso multimedia para P.C. y CDROM N°1, 1995).

Para algunos autores, la multimedia es un soporte comunicativo basado en la integración de diversos medios digitales para la creación de un documento multicensorial e interactivo. (Comunicación multimedia 8C Magazine, 1994).

En el presente estudio, los recursos multimediales están implicados en los libros de texto, revistas científicas, artículos periodísticos, software y vídeos.

Se trató de integrar los medios para ayudar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. El éxito de esta integración es la aspiración del docente.

A veces, se habla de videos interactivos, sin embargo, se debe ser muy cauto con respecto a la interactividad en el momento de valorar esta característica. Una interacción es un diálogo entre el estudiante y la máquina, y esto no es lo mismo que la interacción entre el profesor y el

alumno, o la interacción de alumnos entre sí en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para la transición de datos e información no es necesario la presencia humana. Por ejemplo, el humo de un volcán informa de una posible erupción que puede suceder a breve tiempo. En este caso no hay interacción. Entre los profesores y alumnos y entre los alumnos entre sí, lamentablemente muchas veces hay información pero no interacción.

Debe quedar claro para desarrollar esta estrategia de aprendizaje, que en ningún nivel, ni siquiera en el máximo de la llamada interactividad, la relación existente entre el hombre y el medio es comparable con la que se establece en los procesos de comunicación entre las personas.

"La comunicación es diálogo, intercambio, dinámica, en tanto se espera una participación del sujeto que recibe los mensajes" (González Castro, 1989).

4.7.2.4. APRENDIZAJE INTERACTIVO

Las nuevas tecnologías en la enseñanza denominada alternativa, se utilizan para superar el modelo comunicativo entre el docente y los alumnos y entre los alumnos entre sí.

Se presta mucha atención cuando se trata de conseguir la interacción entre los estudiantes entre sí, de no descuidar la propia interacción humana, que es la más importante y enriquecedora de cuya calidad depende que los alumnos aprendan a utilizar los medios para expresarse, lograr conocimientos verdaderos y no se consideren únicamente receptores de la información suministrada por el docente o un texto.

Para poder utilizar las tecnologías en esta investigación, se necesita conocerlas lo suficientemente como para desmitificarlas y utilizarlas de la mejor forma posible en la labor del aula. La comunicación multimedia puede favorecer el aprendizaje, pero no lo garantiza. En la ejecución de este trabajo se considera a la comunicación multimedia como aquella comunicación que se produce entre el profesor con los estudiantes y entre los estudiantes entre sí con la ayuda de diferentes medios. Este tipo de aprendizaje exige una implicación consciente del alumno, una intencionalidad, una actitud adecuada, destrezas y conocimientos previos adquiridos. Además, exige del docente un conocimiento de los materiales que utiliza, una clasificación adecuada de los mismos, una utilización correcta y una predisposición para lograr un enseñanza de conocimientos significativos. Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se utilizan

materiales adecuados a los intereses de los alumnos de primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica. En el Cuadro 6 se detallan las características de los medios empleados en la metodología de enseñanza alternativa. La preocupación de esta investigación no radica conseguir la interactividad ideal con el multimedia educativo, sino en favorecer el aprendizaje de los estudiantes con la ayuda de la interactividad que ofrecen los medios, sin olvidar descuidar que una mejor interactividad permitirá alcanzar un mejor aprendizaje.

Para la utilización óptima de los equipos disponibles y de los tiempos institucionales, se buscó de situar al docente como mediador entre los alumnos y los equipos. Se adaptaron algunos medios existentes y se crearon programas propios. Se distingue aquí que las unidades didácticas no son ayuda o auxiliares de la enseñanza en la enseñanza tradicional, basada en la comunicación oral y escrita, sino componentes sustanciales de una lección. Por lo tanto, se usaron además otras formas de comunicación, en este caso multimediales, integrándolas al discurso didáctico.

Cuadro 4.5. Características de los medios empleados e la metodología de enseñanza alternativa.

FORMAS DE INTERACCION	DOCUMENTOS ANALIZADOS
La interacción más importante se produce entre el docente y los estudiantes. El software y el vídeo son medios integrados en el proceso E-A	Los documentos son lineales. Aparecen en la pantalla imágenes y sonidos. Puede alterarse el orden de la sucesión de imágenes. Se desarrollan fundamentalmente en las clases teórico práctico.
Profesor y alumno interactúan con el medio. La interacción con el aparato es mayor que en el caso anterior. La interacción alumno-medio se produce con el asesoramiento del docente, quien a su vez, interactúa con el medio para ayudar al alumno y facilitar el aprendizaje.	Aquí se incluyen todos los medios utilizados: videos, textos, etc. El material es curricular y sirve al estudiante para aprender y al docente para facilitar el aprendizaje. Se utiliza esta metodología en talleres y trabajos prácticos.
La interacción principal se produce entre el alumno y el medio. La interacción entre el alumno y el docente sirve de apoyo para facilitar la comprensión de los contenidos de programa. El profesor no interactúa con el medio.	En este caso se realiza un programa diseñado previamente. Son algo más complejo que los anteriores, ya que no son simples presentaciones, sino que presentan una base de datos. Esta metodología se utiliza para desarrollar el tema de "Proteínas" en clase de trabajos prácticos.

4.7.2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS UTILIZADOS

Según la concepción pedagógica del constructivismo, las características de la asignatura, los contenidos, la organización de los mismos y la necesidad de los fundamentos de Química Orgánica para el profesional de la Agronomía, los medios utilizados presentaron las siguientes características:

- ✓ **Comunicativos:** se establece una forma y un estilo de comunicación.
- ✓ **Organizativa del aprendizaje:** permite ordenar de forma gradual los conceptos y experiencias.
- ✓ **Orientativa:** en la elaboración de conocimientos que pueden adquirirse dentro del marco institucional.

Se tuvo en cuenta que los medios utilizados permitan un proceso de construcción de conocimientos comunicacional, donde los alumnos tienen la posibilidad de asumir un papel activo, creando un espacio propicio para la comprensión, la reflexión, la asimilación y el discernimiento de la realidad cognitiva que se les ofrece.

En algunos casos, la tarea constructivista se vio dificultada por la imposibilidad de ofrecer actividades abiertas. Sin embargo, estas dificultades fueron hallanadas al plantearse caminos críticos, enfrentando a los estudiantes con situaciones problemáticas del que hacer profesional que les permiten investigar y redescubrir conocimientos o buscar respuestas originales.

Para lograr resultados positivos con este tipo de estrategias se parte aceptando que la enseñanza no es un simple proceso de transmisión de saberes y de habilidades , sino un fenómeno complejo de comunicación.

4.8. MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El análisis estadístico utilizado en el presente estudio se realizó sobre las respuestas cualitativas y cuantitativas exhibidas en sus correspondientes matrices de datos.

4.8.1. CONCEPTOS DE MATRIZ DE DATOS

En esta investigación se trabajó con una matriz de datos que contempló tanto algunos aspectos que hacen a la historicidad académica de los alumnos (escuela media de origen, promoción de Química General), como datos que fueron evaluados antes, durante y después del cursado de la asignatura Química Orgánica.

También se utilizaron datos obtenidos mediante una encuesta que permitió evaluar los hábitos de estudio de los alumnos y su vinculación con la capacidad de elegir un enfoque metodológico u otro para su cursado.

En el desarrollo del proceso de investigación y especialmente en la recolección de datos, se realizó una selección de aquellas variables consideradas como variables relevantes o de manifestaciones relevantes, tales como:

- ✓ Conocimientos previos de los ingresantes a la carrera de Ingeniería Agronómica.
- ✓ Decisiones acerca del tipo de estudiantes que componen nuestro universo físico de experimentación.
- ✓ Criterios para determinar las variables que afectan la adquisición de conocimientos.
- ✓ La manera que se pueden efectuar comprobaciones en relación con el estado de la realidad misma.

Según Samaja (1999), el proceso de investigación lleva implícito una recolección de datos y variables relevantes de cada individuo, que ayude a lograr una interpretación de la población de la que se desea hacer extrapolaciones o generalizaciones futuras.

"El proceso de investigación es la traducción del objeto de investigación a un sistema de matrices de datos y de un sistema de matrices de datos a la unidad de un modelo que reproduzca el modelo del objeto real."

4.8.2. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

Una vez diseñado y ejecutado el experimento para verificar las hipótesis planteadas, se realizó el análisis estadístico de los resultados experimentales para arribar a conclusiones que permitan apoyar o no a las hipótesis planteadas. Se recurre a diversos procedimientos estadísticos como instrumentos auxiliares para la verificación de las hipótesis.

Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

1. Ordenamiento, tabulación y representación gráfica de los resultados.
2. Resumen de los resultados y de la información mediante parámetros estadísticos de medida central y dispersión.
3. Utilización de métodos de inferencia estadística para arribar a conclusiones.

4.8.3. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

4.8.3.1. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

El análisis estadístico utilizado en el estudio de Las calificaciones alcanzadas por los alumnos en los diferentes momentos didácticos considerados en el Diseño Experimental se realizó utilizando el análisis de la varianza (ANOVA). Para dicho estudio se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + ES_i + EM_j + PQ_k + A_l + \varepsilon_{ijklm}$$

Siendo:

Y_{ijkl} = Variable dependiente.

μ = Media general.

ES_i = Efecto de la escuela secundaria ($i=3$: bachiller, técnico químico y técnico agrario).

EM_j = Efecto del enfoque metodológico ($j=2$. Metodología clásica y metodología alternativa).

PQ_k = Efecto de la promoción de Química General ($K=2$. "promovido" o "no promovido").

A_i = Efecto individual del alumno.

ε_{ijkl} = Error residual del modelo.

Para la resolución del modelo propuesto se utilizó el procedimiento General Lineal Model contenido en el paquete estadístico Statgraphics.

La técnica estadística conocida con el nombre de **ANOVA** (Análisis de la Varianza) constituye un poderoso instrumento para establecer diferencia significativa debido al efecto de un tratamiento (como por ejemplo el enfoque metodológico utilizado, el hecho de haber promocionado Química General, el tipo de Escuela Media que provienen los alumnos, etc.).

En dicho análisis, se divide la varianza total del sistema en dos: una varianza atribuida al tratamiento (o los tratamientos) y la otra debido a efectos no controlados en el diseño y a los errores aleatorios que se comenten en cualquier experimento. En el **ANOVA**, los sujetos se aleatorizan y se distribuyen en grupos, de modo tal que cada tratamiento recibe grupos de diferentes sujetos.

El modelo es una versión del **Modelo Lineal General (GLM)** en caso de existir un único factor:

Modelo aditivo $Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + P_i + \varepsilon_{ijk}$

α_j : efecto atribuido al "j-ésimo" nivel del tratamiento o factor ($\alpha_j = \mu_{+j} - \mu$).

P_i : efecto atribuido a la diferencia entre los sujetos ($P_i = \mu_{i+} - \mu$).

ε_{ijk} . error aleatorio del modelo ($\varepsilon_{ijk} = Y_{ij} - \mu_{+j} - \mu_{i+} + \mu$)

Donde:

P_i : son independientes y normales $N(0, \sigma_p^2)$

ε_{ijk} : son independientes y normales $N(0, \sigma_e^2)$

ε_{ijk} : son independientes entre sí, tanto las pertenecientes a un tratamiento como las pertenecientes a tratamientos diferentes, $Cov(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ik}) = 0$

P_i : son independientes de las ε_{ij} , $Cov(P_i, \varepsilon_{ik}) = 0$

El **ANOVA** para un solo factor pone a prueba la hipótesis sobre la igualdad de las medias de los distintos “J” tratamientos, lo que se puede expresar de la siguiente manera:

$$H_0 = \mu_{+1} = \mu_{+2} = \mu_{+3} = \dots = \mu_{+J}$$

$$H_a = \mu_{+j} = \mu_{+i}, \text{ para algún valor de "j" e "i"}$$

Reemplazando en el modelo los valores poblacionales por los estimadores muestrales se obtiene:

$$Y_{ij} = \mu + (\mu_{+j} - \mu) + (\mu_{i+} - \mu) + (Y_{ij} - \mu_{+j} - \mu_{i+} - \mu)$$

Que se puede escribir de la siguiente manera:

$$(Y_{ij} - \mu) = (\mu_{+j} - \mu) + (\mu_{i+} - \mu) + (Y_{ij} - \mu_{+j} - \mu_{i+} - \mu)$$

Donde:

$(Y_{ij} - \mu)$: Desviación de una puntuación “ Y_{ij} ” con respecto a la media general “ μ ”

$(\mu_{+j} - \mu)$: media del tratamiento “J” (μ_{+j}) con respecto a la media general “ μ ”

$(\mu_{i+} - \mu)$: media de las puntuaciones de un mismo sujeto “i” (μ_{i+}) respecto a la media general “ μ ”

$(Y_{ij} - \mu_{+j} - \mu_{i+} - \mu)$: desviación de la puntuación “ Y_{ij} ” respecto a la media del grupo y la media de las puntuaciones, es el error de cada medición

De este modo, la variación total en el **ANOVA** se descompone en tres tipos de variaciones: 1. intra-sujetos (I) o varianza debido al tratamiento, 2. debido a los sujetos (P) y 3. de error (ε). La suma de cuadrados será:

$$SCT = SCI + SCP + SCE$$

$$\sum \sum (Y_{ij} - \mu)^2 = n \sum (Y_{+j} - \mu)^2 + J \sum (Y_{i+} - \mu)^2 + \sum \sum (Y_{ij} - \mu_{+j} - \mu_{i+} + \mu)^2$$

Utilizando los grados de libertad correspondientes para el efecto tratamiento y el error residual, se puede calcular la Media de Cuadrado del Tratamiento (MCT) y la media de Cuadrado del Error (MCE). El estadístico de prueba para contrastar la hipótesis nula en el ANOVA es la función “F” de Snedecor y Fisher.

$$F = MCI/MCE$$

4.8.3.2. ANÁLISIS FACTORIAL

Tanto el Análisis Factorial de correlaciones como en Análisis por Componentes Principales son dos técnicas estadísticas multivariantes que se emplean para reducir la información disponible en una matriz de datos. Se trata de técnicas estadísticas ampliamente utilizadas en el campo de psicología, sociología, pedagogía y psicología social, entre otras.

El Análisis Factorial se utiliza para el estudio de las correlaciones existentes entre un grupo de variables con el propósito de descubrir un nuevo subconjunto de factores altamente correlacionados. De este modo, la matriz de "v" variables se reducirá a un subconjunto de "f" factores correlacionados ($k < v$) con pérdida mínima de la información de la matriz original. De este modo se ponen de manifiesto relaciones complejas entre las variables que sería imposible de establecer mediante la utilización de las técnicas estadísticas univariante (Sierra Bravo, 1994).

La idea original del método se basa en el hecho que un conjunto de variables correlacionadas entre sí, puede poner de manifiesto la existencia de relaciones recíprocas de factores subyacentes relacionados con algunas de las variables primitivas.

Por ello, para que se pueda aplicar el Análisis Factorial de Correlaciones, es necesario que la matriz de correlaciones presente una considerable cantidad de elevados coeficientes de correlación (superiores a 0.3). De este modo, se establecerán correlaciones entre las variables que, de otro modo, sería muy difícil de determinar (Hair, 1999).

Se trata pues de comprobar si un conjunto de variables ínter correlacionadas se puede explicar en términos de uno o varios factores o conjuntos de variables no explicitadas con las que las variables primitivas se hallan fuertemente correlacionadas.

Estos nuevos factores principales deberán interpretarse en términos del problema específico que se está analizando, ya que deben guardar una comprensión adecuada del problema en cuestión. Por ello, cuando se descubre un factor que agrupa un conjunto de variables, se puede considerar como una causa común de la intercorrelación observada entre las variables primitivas (Sierra Bravo, 1994). Dicho factor podrá explicar el comportamiento común de ese conjunto de

variables primitivas, reduciendo por consiguiente el número de variables a trabajar.

Este análisis pone de manifiesto la existencia de factores comunes o variables generales que agrupa a las variables primitivas, pero no los identifica. Es el investigador quien debe "dar nombres" a estos nuevos factores haciendo uso del conocimiento específico que posee sobre el tema. El análisis estadístico se limita simplemente a dar resultados numéricos, que, sin la interpretación del investigador, resulta imposible de justificar.

Se debe analizar minuciosamente aquellas variables primitivas que poseen mayor peso (mayores cargas) en los ejes factoriales, considerando además el signo de las mismas, ya que cargas elevadas de diferentes signos ubicarán a las variables en extremos opuestos de los ejes factoriales.

El Análisis Factorial puede utilizarse también para el estudio estadístico de variables ordinales siempre que sus resultados puedan proporcionar una interpretación significativa de las correlaciones puestas de manifiesto (Sierra bravo, 1994).

Existen diversas técnicas para llevar a cabo el Análisis Factorial, siendo una de las más empleadas el Análisis de Componentes Principales de Hotelling. A continuación se describirá brevemente los fundamentos de este método multivariante.

4.8.3.3. ANÁLISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES

Antes de aplicar una técnica multivariante se debe tener en cuenta el objetivo del trabajo de investigación. El Análisis por Componentes Principales se utiliza para resumir la información contenida en un conjunto de variables (matriz de datos original) en un subconjunto de nuevos ejes llamados "Componentes Principales" con pérdida mínima de la información.

De este modo, el investigador puede conocer aquellas variables que pueden actuar juntas y tener un impacto importante en el análisis. Como consecuencia de ello, se podrán desestimar aquellas variables que aportan poca información al sistema en estudio, con una pérdida mínima de la información.

La diferencia fundamental entre el Análisis Factorial de Correlaciones y el Análisis por Componentes Principales radica en la forma con que los procedimientos estadísticos obtienen los factores (ya sean factoriales o componentes principales).

El Análisis por Componentes Principales se basa en descomponer la varianza del sistema multivariante en tres varianzas: 1. Común, 2. Específica y 3. Error. La varianza Común, tal como lo indica su nombre, es aquella que se comparte con todas las varianzas en el análisis, mientras que la específica está asociada únicamente a una variable específica y la varianza del error se debe a problemas en la recolección de datos, formulación de los cuestionarios, mediciones, o problemas aleatorios no contemplados en el modelo (Hair, 1999).

Los "Componentes Principales" son factores que contienen elevadas proporciones de varianzas común y bajas proporciones de varianzas específicas y de error. En este sentido, se trata de explicar el sistema motivo del estudio mediante un número reducido de Componentes Principales que traten de explicar su variabilidad, con pérdida mínima de la varianza no explicada.

En numerosos casos, el Análisis por Componentes Principales y el Análisis Factorial de Correlaciones permiten llegar a las mismas conclusiones (Hair, 1999). No obstante, la correcta interpretación de los ejes factoriales decidirá cual de los dos análisis resulta más adecuado para el estudio del problema en cuestión.

El Análisis por Componentes Principales es una técnica de análisis multivariante básica de uso muy frecuente y fácil aplicación, permitiendo nuevas interpretaciones que se ponen de manifiesto mediante el estudio de la matriz subyacente de datos.

4.8.3.4. SUPUESTOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL

Los supuestos del Análisis Factorial son fundamentalmente de tipo conceptual y no de tipo estadístico. Debido a que no se trata de una técnica inferencial, como el Análisis por Regresión, no será necesario verificar los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad. Sin embargo, se busca que exista una elevada multicolinealidad entre las variables, ya que se desea reducir la información haciendo uso de esta propiedad.

Según se mencionó anteriormente, este análisis se puede aplicar cuando se obtienen coeficientes de correlación entre las variables superiores a 0.3 (Hair, 1999),

Un test estadístico que resulta adecuado para evaluar la correlación entre las variables es el contraste de esfericidad de Bartlett. El principio del mismo se basa en calcular el determinante de la matriz de correlación. Un determinante próximo a uno señalará que la diagonal principal de la matriz estará ocupada por "1" y el resto por "0", es decir habrá poca correlación entre las variables, mientras que un determinante próximo a "0" señalará que prácticamente todos los elementos de la matriz son "1" y la correlación de las variables será elevada.

4.8.3.5. CRITERIO PARA EL CÁLCULO DE LOS FACTORES

El principio del método se centra en calcular factores que expliquen la mayor varianza común entre las variables, luego, el método continúa calculando factores que traten de explicar el resto de la varianza que queda sin justificar.

Para decidir el número de factores (o Componentes Principales) a utilizar, se emplean como procedimientos el "porcentaje de la varianza" a explicar o el criterio de "la raíz latente". Aunque siempre se busca que el sistema quede explicado por un número mínimo de factores (por lo general dos o tres) que puedan ser interpretados en forma fácil por el investigador.

El principio de "la raíz latente" se basa en que cada factor debe explicar la varianza de por lo menos una variable. Así, por ejemplo, si se dispone de 10 variables estandarizadas, el primer factor explicará un elevado porcentaje de la varianza del sistema (por ejemplo cinco), el segundo explicará una porción menor de la varianza (como ser dos), mientras que el tercero explicará una fracción menor aún (por ejemplo uno). De este modo la varianza total del sistema será la suma de las varianzas individuales explicadas por cada factor (para nuestro ejemplo: cinco + dos + uno = ocho). El porcentaje de la varianza común explicada será "varianza explicada/varianza total * 100" (o sea " $8/10 * 100 = 80 \%$ ").

Si el cuarto factor explicara una varianza de 0.7, no tiene sentido incorporarlo en los resultados del Análisis por Componentes Principales, ya que no es capaz de explicarse a sí mismo ($0.7 < 1$) y por lo tanto no se considerará como un factor interesante. Del ejemplo

anterior se puede deducir que se perdería un 20 % de la varianza total. Como beneficio, el sistema quedará explicado mediante un nuevo conjunto de tres factores (que presentan raíces latentes o "autovalores" mayores que uno), en lugar de las diez variables primitivas, es decir se habrá logrado el objetivo de la técnica multivariante que es reducir la información con una pérdida mínima de ella.

4.8.3.6. INTERPRETACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

El primer factor puede interpretarse como la mejor relación lineal que los datos manifiestan, mientras que el segundo factor será la segunda mejor combinación lineal de variables. Este segundo factor se calcula a partir de la varianza que queda luego de haber extraído el primer factor y explicará el mayor porcentaje de la varianza residual una vez que se haya eliminado de los datos el efecto del primer factor.

De este modo se obtiene una matriz que tendrá tantas columnas como ejes factoriales hayan resultados significativos y tantas filas como variables se disponga. Las "cargas" representan la correlación que existe entre la variable original y el factor en cuestión. Las cargas factoriales próximas a ± 0.3 se las considera de mínimo nivel, las cargas cercanas a ± 0.4 son más importantes y las cargas mayores a ± 0.5 se consideran significativas (Hair, 1999).

Cuanto más grande sea el valor de la carga, tanto mayor será la importancia de ese factor en la carga. Las cargas bajas no tendrán peso en el factor principal y por lo tanto no contribuirán a su posterior interpretación.

En muchas oportunidades, un simple análisis de las cargas no alcanza a poner de manifiesto las relaciones existentes entre los datos y será necesario proceder a llevar a cabo alguna rotación de los factores principales. El objetivo de estas rotaciones es redistribuir la varianza de los primeros factores a los últimos, de modo tal de lograr nuevos factores más simples de interpretar y de graficar.

La rotación más utilizada es la Varimax que permite maximizar la suma de las varianzas de las cargas requeridas en la matriz de factores. Se busca redistribuir la cargas de modo tal de obtener números cercanos a " ± 1 " y "0", resultando más fácil la interpretación ya que las variables que tienen cargas elevadas (próximas a +1 o -1) tendrán gran peso en ese factor, mientras que las cargas con valores

bajos (próximos a 0) no tendrán importancia en dicho factor, facilitando de este modo su posterior interpretación.

Una vez efectuada la rotación, los ejes factoriales deben "etiquetarse", es decir, deben ser nombrados o rotulados por el investigador según el significado que alcancen. Para ello, deben analizarse las variables que tienen cargas elevadas en un factor y buscar una interpretación razonable a la luz de los resultados. Hay que considerar que los programas de computación analizan datos y emiten resultados, pero no son capaces de interpretarlos. Es el investigador quien deberá descubrir las dimensiones subyacentes en cada factor.

4.8.3.7. ANÁLISIS CLUSTER

Bajo el nombre de Análisis Cluster se incluyen una serie de técnicas estadísticas multivariantes que persiguen como objetivo agrupar individuos o variables en grupos con características comunes. De este modo, se forman conglomerados de individuos (o variables) con elevado grado de homogeneidad dentro del cluster y un marcado grado de heterogeneidad con los cluster de los demás individuos (o variables).

Es una técnica muy utilizada en psicología, biología, sociología, economía y que cada vez encuentra más aplicaciones en otras ciencias como por ejemplo la química, ya que permite establecer conglomerados de solventes, reactivos, etc.

Por tratarse de una técnica de interdependencia, el Análisis Cluster resulta un procedimiento similar al Análisis Factorial, ya que el primero agrupa individuos, mientras que el segundo agrupa variables, aunque el Análisis Cluster también se puede utilizar para asociar variables.

Al igual que el Análisis factorial, el Análisis Cluster se utiliza con fines exploratorios y no permite hacer inferencias. Por ello, los usos más frecuentes de esta técnica multivariante son la descripción de una taxonomía, la simplificación de datos y la identificación de relaciones entre las variables o individuos.

Esta técnica, al igual que el Análisis Factorial, no es un procedimiento inferencial, por lo que no será necesario verificar los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad. Por el contrario, se ve muy influenciada por la multicolinealidad de las variables, siendo necesario eliminar las variables que presenten

elevados coeficientes de correlación o utilizar una distancia como la de Mahalanobis. Otra alternativa es aplicar un Análisis Factorial de Correlaciones a los datos en una primera etapa y emplear después el Análisis Cluster a las nuevas variables factoriales.

Hay que destacar que el Análisis Cluster depende en forma muy acentuada de las variables incorporadas para establecer las similitudes de los grupos, siendo muy sensible a la "incorporación" o "eliminación" de variables relevantes (Hair, 1999).

En este sentido, cuando se diseña un trabajo de investigación, se deberá tener un cuidado especial en las variables a incorporar, haciendo uso de las consideraciones teóricas, conceptuales y prácticas que se disponga sobre el tema. Se deberá incluir únicamente aquellas variables que caracterizan a los individuos, ya que el procedimiento estadístico no dispone de herramientas como para seleccionar aquellas variables relevantes.

Antes de aplicar el Análisis Cluster, deberán estandarizarse o tipificarse las mediciones de cada variable, ya que la aplicación de esta técnica a datos no estandarizados mostrará inconsistencia entre los resultados de los diferentes análisis ensayados.

Para determinar los aglomerados o cluster, se deberán establecer los criterios de "similitud" y "formación de los aglomerados". Entre las distancias más utilizadas como criterio de similitud se pueden mencionar la distancia.

Euclídea, Euclídea cuadrática, distancia Manhattan, distancia de Mahalanobis y coeficientes de correlación como medida de similitud, entre otras.

Debido a que la aplicación de diferentes medidas de similitud llevará a diferentes resultados, será conveniente utilizar distintos tipos de medidas y comparar los resultados con los fundamentos teóricos y prácticos que se dispone sobre el tema, eligiendo aquella medida de similitud que permite obtener un cluster coherente con los fundamentos teóricos. En este sentido, Hair (1999) considera que el Análisis Cluster junto al Análisis Factorial es más un arte que una ciencia.

Para la formación de conglomerados el procedimiento más utilizado permite formar los grupos mediante la asociación de aquellos individuos que presentan menor distancia, o sea, los más cercanos. A este tipo de procedimiento se lo denomina Análisis Cluster Jerárquico.

Un tema que merece una especial atención en el momento de aplicar el Análisis Cluster es el número de aglomerados a considerar una vez realizados los cálculos y construido el dendograma. Se trata pues de establecer una relación de compromiso entre la homogeneidad de cada cluster y el número de aglomerados, ya que un número muy reducido de cluster formaría pocos grupos de individuos heterogéneos, mientras que un número elevado de cluster crearía un elevado grado de discriminación entre los individuos de cada grupo.

Por tratarse de una decisión "subjetiva", el criterio más adecuado lo establecerá el investigador, ya que él podrá determinar el número de cluster aceptable acorde a su experiencia y los fundamentos teóricos disponibles.

Una vez obtenidos los aglomerados, deben ser examinados minuciosamente, y asignarle a cada aglomerado una "etiqueta" que describa su naturaleza, acorde a la base conceptual o de una experiencia práctica.

4.8.3.8. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

Cuando se trata de llevar a cabo una técnica de tipo inferencial, es decir, predecir el comportamiento de individuos a partir de datos obtenidos de una muestra, las técnicas de Análisis Cluster y el Análisis Factorial no resultan adecuadas.

Por otra parte, cuando la variable respuesta es una decisión dicotómica, como establecer la condición de un alumno en términos de "aprobado" o "no aprobado", el modelo de Regresión Lineal no resulta conveniente, ya que puede conducir a resultados fuera del rango "0" (no aprobado) - "1" (aprobado).

Un tratamiento estadístico de los datos más adecuado se puede llevar a cabo mediante el Modelo de Regresión Logística. Así, Silva y Alcarria (1993) utilizan el Modelo Logístico para la predicción del rendimiento académico de los estudiantes de enfermería en La Habana (Cuba) en función de un conjunto de variables predictivas relacionadas con el perfil de ingreso.

En este sentido, sería interesante llevar a cabo un estudio que permita predecir la posibilidad de "éxito" o "fracaso" de un alumno que cursa Química Orgánica en término de su perfil de ingreso y su

rendimiento académico durante el cursado. La determinación de una función de tipo predictiva permitiría a los docentes de la cátedra detectar aquellas variables que mayor influencia presentan sobre la aprobación de la asignatura por parte de los alumnos. De este modo, los docentes podrán implementar estrategias tendientes a evitar el "fracaso" universitario.

Si bien el Modelo de Regresión Logística tuvo sus orígenes en la medicina, la epidemiología y la clínica, actualmente, dicho modelo encuentra aplicaciones en otras áreas tales como la pedagogía y las ciencias sociales, llegando a otras ciencias más duras como por ejemplo la química.

La expresión del Modelo Logístico que permite estimar la probabilidad que un alumno apruebe o no apruebe la asignatura en términos de una variable predictiva viene dada por:

$$P_{ij} = e^{L_{ij}} / (1 + e^{L_{ij}})$$

Donde:

P_{ij} = probabilidad de una respuesta ordinaria: "aprobado" o "no aprobado"

L_{ij} = Modelo Logístico Lineal ($\beta_0 + \sum \beta_i X_i$)

e = Base de los logaritmos naturales

Para el estudio estadístico del primer experimento se utilizó el siguiente modelo logístico lineal:

$$L_{ijklmhop} = \text{logit} [P_{ijklmhop}] = \beta_0 + \beta_1 ES_i + \beta_2 PQG_i + \beta_3 ME_k + \beta_4 EDI_l + \beta_5 EDF_m + \beta_6 PPQO_n + \beta_7 SPQO_o + \varepsilon_{ijklmhop}$$

Donde:

$L_{ijklmhop}$ = Modelo Logístico Lineal

$[P_{ijklmhop}] = \text{logit} [P_a / (1-P_a)]$: Probabilidad para una respuesta categórica (P_a = probabilidad de "aprobar" la asignatura $P_n = 1-P_a$ = probabilidad de "no aprobar" la asignatura)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ = coeficientes estimados por el Modelo Logístico

ES_i = Escuela secundaria de la cual provienen los alumnos, en términos de variables dummy ($i = 3$; bachiller: $Z_1=0$ y $Z_2=0$; técnico químico: $Z_1=1$ y $Z_2=0$; técnico agrario: $Z_1=0$ y $Z_2=1$)

PQG_j = Promoción de Química General en términos de variable dummy ($j=2$; promocionó Química General $X=0$; no promocionó)

ME_k = Método de Enseñanza utilizado, en término de variable dummy ($k=2$; método clásico $Y=0$, método alternativo $Y=1$)

EDI_i = Resultado de la evaluación diagnóstica inicial

EDF_m = Resultado de la evaluación diagnóstica final

$PPQO_n$ = Resultado del primer parcial de Química Orgánica

$SPQO_o$ = resultado del segundo parcial de Química orgánica

$\varepsilon_{ijklmnop}$ = Error residual del modelo estadístico

Para el tratamiento de los datos se ha confeccionado una matriz en la que se ubicaron los alumnos en las filas y las ponderaciones de cada una de las variables determinadas en las columnas. La última columna de la matriz de datos posee los resultados de la condición alcanzada por cada alumno en el examen final integrador, es decir "aprobó" o "no aprobó" la asignatura, cuya condición se desea predecir mediante el modelo logístico.

El procedimiento de cálculo matemático utilizado para estimar los parámetros ($\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ y β_7) es más complejo que el método de cálculo empleado en la regresión lineal (método de los mínimos cuadrados), requiriendo de aproximaciones sucesivas a las estimaciones mediante el método de la máxima verosimilitud que consiste en maximizar la verosimilitud que un suceso tenga lugar (Agresti, 1990). En efecto, la naturaleza no lineal de la transformación logística no permite el uso del método de los mínimos cuadrados que minimiza la suma de las diferencias de los cuadrados entre los valores reales y los predichos por el modelo.

La estimación de los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ y β_7 se llevó a cabo mediante la aplicación de la opción stepwise (paso a paso) que es un procedimiento secuencial que permite incorporar al modelo únicamente aquellas variables que son relevantes, eliminando las variables superfluas, buscando un modelo que resulte parsimonioso, es decir, que se pueda predecir el resultado final del alumno por el menor número de variables significativas (Doménech Massons y Sarriá Arrufat, 1997).

En la opción stepwise se construyen sucesivos modelos, de modo tal que cada uno de ellos difiera del anterior en la incorporación de una nueva variable. En cada etapa de incorporación de una nueva variable, se comparan los resultados obtenidos en el nuevo modelo con los resultados del modelo anterior que posee una variable menos.

Para ello, se analiza cual de todas las variables contempladas en el modelo afecta en mayor grado a la probabilidad que un alumno apruebe la asignatura, que será aquella variable que presente mayor valor de χ^2 . Luego se analiza la posibilidad de formar nuevos modelos mediante la incorporación de otras variables, para lo cual se analizan los valores de χ^2 y los incrementos en la verosimilitud que producen la incorporación de nuevas variables. Si la incorporación de una nueva variable afecta en forma significativa al modelo y el mismo presenta mayores propiedades predictivas, entonces, dicha variable se incorpora al modelo.

Posteriormente se procede de la misma manera para las variables restantes. Se analizan los valores del parámetro estadístico χ^2 para las variables que no fueron incorporadas al modelo en las etapas anteriores, que presenten un marcado valor predictivo. Si esta nueva variable afecta al modelo se la incorpora, de lo contrario, se considera que no es relevante y se la deja fuera del modelo.

Mediante este procedimiento, solamente se incorporarán al modelo aquellas variables relevantes, tratando de buscar el principio de parsinomia, es decir, predecir la probabilidad que un alumno apruebe o no apruebe la asignatura con el menor número de variables.

Los coeficientes β_i se deben interpretar en forma similar que se analizan los coeficientes de la Regresión Lineal Múltiple. Valores positivos de los coeficientes β_i ponen de manifiesto un aumento en la frecuencia de alumnos que aprueban la asignatura a medida que X_i aumenta, mientras que valores negativos de los coeficientes β_i señalan que un incremento en la variable X_i producirá una disminución en la probabilidad que un alumno apruebe la materia.

En caso de trabajar con variables predictivas standarizadas o tipificadas, será posible llevar a cabo una comparación de la magnitud de los coeficientes β_i . Elevados valores de estos coeficientes pondrán de manifiesto un efecto más marcado de la variable predictiva con la probabilidad de aprobar la asignatura, mientras que valores pequeños de β_i indicarán un efecto más pequeño por parte de la variable predictiva.

La influencia de "casos atípicos" o "puntos influyentes" puede llevar al cálculo de un modelo inadecuado, con escasa capacidad predictiva. Para detectar aquellas observaciones que distorsionan en forma acentuada el ajuste logrado se puede utilizar algún recurso gráfico que permita identificarlos y poder replantearse un nuevo ajuste eliminando estos casos "atípicos".

Una vez alcanzado un ajuste adecuado, se debe evaluar la bondad del ajuste logístico. Así como el Modelo de Regresión Lineal hace uso del coeficiente de regresión como un parámetro estadístico que pone de manifiesto el grado de ajuste alcanzado entre las variables predictivas y la variable respuesta, el Modelo de Regresión Logística necesita del uso de un estadístico que permita evaluar la bondad del ajuste logrado.

Un primer intento para interpretar este ajuste sería comparar las probabilidades predichas por el modelo con la probabilidades determinadas experimentalmente, es decir, calcular el error entre los valores ajustados por el modelo y los valores reales.

Para ello, se puede trabajar con cuartiles, deciles o porcentiles y se contabilizan los individuos que pertenecen a cada clase, calculando el porcentaje de clase o grupo. Posteriormente, se puede calcular una función χ_i^2 a partir de los valores observados y los valores estimados por el modelo y determinar un valor " $\chi^2 = \sum \chi_i^2$ " que se distribuye según una función Ji-Cuadrado con 8 grados de libertad (Silva Aycaguer, 1995).

SAS (1998) Propone el cálculo de un coeficiente de concordancia entre los valores observados y los valores predichos, como un coeficiente de correlación, con valores comprendidos entre 0 % y 100 %.

Otra medida ampliamente utilizada para evaluar el ajuste alcanzado es el coeficiente de verosimilitud, definido como "-ln verosimilitud", que se representa como "-2LL". Un modelo con un adecuado ajuste tendrá un valor pequeño del parámetro "-2LL", mientras que valores elevados de "-2LL", pondrán de manifiesto ajustes inadecuados (Hair et al., 1999).

En el procedimiento stepwise, se calcula un coeficiente " R_{logit}^2 " de Cox y Snell que representa el incremento porcentual en la verosimilitud "-2LL" entre dos modelos logísticos sucesivos. De este modo, se puede apreciar la mejora que produce en el modelo la

incorporación de otra variable predictiva significativa, tratando siempre de buscar la parsinomia del mismo.

4.8.3.9. PRUEBA DE INDEPENDENCIA

La prueba de bondad y ajuste entre frecuencias dadas y las esperadas se basa en:

$$X^2 = \sum_i \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

donde X^2 es el valor de una variable aleatoria con distribución muestral cercana a una distribución ji cuadrada con $V=k-1$ grados de libertad

En el experimento 2 se trató de indagar sobre los hábitos de estudio de los alumnos que cursaban Química Orgánica, se utilizó, para probar la hipótesis de independencia de las variable Metodología elegida para cursar la asignatura y Hábitos de estudio de los alumnos, el procedimiento de prueba de ji cuadrado (X^2).

Para evaluar la capacidad que poseían para elegir la metodología de estudio que ellos consideraban más adecuada se construyó una tabla de .contingencia. La decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) de independencia entre la forma de cursado elegida por los alumnos y los hábitos de estudio se basó en que tan bueno es el ajuste entre las frecuencias observadas y las frecuencia esperadas.

CAPITULO 5**5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN****5.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA APLICADA AL INICIO DEL CURSADO DE QUÍMICA ORGÁNICA**

Con el propósito de evaluar la influencia de diversos factores que pueden repercutir sobre los resultados del aprendizaje de los alumnos, se formaron dos grupos. Se les brindó la posibilidad que los alumnos se inscribieran en cualquiera de los dos grupos de estudios "Metodología Clásica" y "Metodología Alternativa". Previamente se explicó en una clase los objetivos perseguidos y las características de metodología a utilizar.

De este modo no se forzó a los alumnos a participar en una actividad que no resulte de su agrado, dejando en sus manos la posibilidad de elegir aquella que resulte de su agrado. Se formaron comisiones de alumnos que fueron sometidos a diferentes enfoques metodológicos.

Antes de iniciar el cursado de la materia, se procedió a realizar una evaluación diagnóstica a fin de sondear los conocimientos previos de los alumnos.

Dicho examen diagnóstico persiguió como objetivo fundamental la evaluación de la homogeneidad de las comisiones de trabajo a fin de garantizar la equivalencia inicial de los grupos. En el Cuadro 5.1 se resumen las calificaciones medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a cada uno de los grupos de trabajo. También, se puede apreciar los resultados estadísticos procedentes de la comparación de las medias de cada pregunta y la calificación final de ambos grupos de trabajo. En ningún caso se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos que serán sometidos a diferentes enfoques metodológicos.

Se puede ver en dicho Cuadro que las calificaciones alcanzadas por los alumnos se hallan comprendidas entre 2.47 (pregunta 6, grupo G"A") y 2.89 (pregunta 1, grupo G"A"), es decir se encuentran dentro de la media de la calificación (2.5 de 5.0 puntos),

Cuadro 5.1. Efecto de la metodología de estudio sobre la evaluación diagnóstica aplicada antes del inicio del cursado de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Grupo A	Grupo B	Valor "F"	Valor "p"
1	2.89 ± 0.21	2.80 ± 0.23	0.39	0.5332
2	2.53 ± 0.81	2.57 ± 0.89	0.03	0.8657
3	2.77 ± 0.77	2.50 ± 0.77	1.62	0.2083
4	2.83 ± 0.91	2.63 ± 0.67	1.17	0.2836
5	2.70 ± 0.91	2.77 ± 0.73	0.13	0.7161
6	2.47 ± 0.90	2.53 ± 1.11	0.30	0.5882
7	2.83 ± 0.87	2.79 ± 0.75	0.41	0.5236
8	2.83 ± 0.70	2.83 ± 0.79	0.00	1.0000
9	2.67 ± 0.80	2.73 ± 0.69	0.14	0.7071
Total	24.17 ± 5.63	23.67 ± 5.42	0.20	0.6588

De igual forma se procedió en el estudio de la influencia del "Tipo de escuela secundaria" de procedencia de los alumnos sobre las calificaciones obtenidas en cada una de las preguntas y la calificación total del examen diagnóstico inicial.

Los resultados clasificados según las diferentes escuelas medias, así como las diferencias estadísticas halladas, se indican en el Cuadro 5.2. A diferencia del caso anterior, se evidencia que los alumnos con el título "Técnico químico" (2, 4, 5, 6, 8 y total) y "Técnico Agrario" (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y total) obtuvieron una mayor calificación ($p < 0.05$) en casi todas las preguntas.

Este hecho pone de manifiesto una marcada influencia inicial por parte de los alumnos procedentes de diferentes escuelas medias. En efecto, aquellos alumnos que provienen de escuelas de enseñanza media con mayor número de asignaturas relacionadas con la química (titulaciones de Técnico Químico y Técnico Agrario) han obtenido mayores calificaciones, con diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con los alumnos Bachilleres.

Sin embargo, este factor no tendrá una influencia acentuada en la calificación media inicial de los diferentes grupos formados, ya que, tanto los alumnos "Técnicos Químicos" como "Técnicos Agrarios" se encuentran

distribuidos en ambos grupos de trabajo, sin llegar a modificar en forma significativa la media de cada grupo (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre la evaluación diagnóstica aplicada antes del inicio del cursado de la asignatura "Química Orgánica".

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	2.18 _a ± 0.12	2.77 _a ± 0.49	3.58 _b ± 0.25	12.26	0.0001
2	2.31 _a ± 0.73	3.33 _b ± 0.58	2.25 _b ± 0.87	8.96	0.0004
3	2.42 _a ± 0.72	3.00 _a ± 0.00	3.33 _b ± 0.65	8.76	0.0005
4	2.51 _a ± 0.73	3.67 _b ± 0.58	3.33 _b ± 0.65	8.74	0.0005
5	2.49 _a ± 0.76	3.67 _b ± 0.59	3.42 _b ± 0.51	11.03	0.0001
6	2.20 _a ± 0.84	4.00 _b ± 0.00	3.25 _b ± 0.97	11.83	0.0001
7	2.64 ± 0.74	3.33 ± 0.58	3.08 ± 0.99	2.13	0.1290
8	2.62 _a ± 0.65	3.33 _b ± 0.58	3.50 _b ± 0.67	9.31	0.0003
9	2.53 _a ± 0.73	3.00 _b ± 0.00	3.25 _b ± 0.62	5.55	0.0064
Total	21.91 _a ± 4.40	30.00 _b ± 1.00	29.91 _b ± 5.45	188.95	0.0001

También, se consideró importante analizar el efecto de haber promocionado durante el cuatrimestre anterior la asignatura "Química General" sobre las calificaciones de las diferentes preguntas contempladas en la preprueba. En el Cuadro 5.3 se muestran las calificaciones medias obtenidas tanto por los alumnos que promocionaron "Química General", como la alcanzada por aquellos que no la promocionaron.

Cuadro 5.3. Efecto de la promoción de Química General sobre la evaluación diagnóstica aplicada antes del inicio del cursado de la asignatura "Química Orgánica".

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	2.73 ± 0.19	2.97 ± 0.26	1.09	0.3006
2	2.57 ± 0.93	2.52 ± 0.73	1.30	0.2589
3	2.65 ± 0.82	2.61 ± 0.72	0.68	0.4126
4	2.84 ± 0.83	2.57 ± 0.73	0.07	0.7899
5	2.95 ± 0.74	2.39 ± 0.84	2.43	0.1251
6	2.65 ± 1.06	2.26 ± 0.86	0.02	0.8769
7	2.84 ± 0.87	2.65 ± 0.71	0.10	0.7566
8	2.97 ± 0.76	2.61 ± 0.66	0.74	0.3918
9	2.89 ± 0.69	2.61 ± 0.66	3.51	0.0664
Total	24.84 ± 5.61	22.43 ± 5.04	0.08	0.7794

Se resumen además los principales parámetros estadísticos obtenidos mediante la aplicación del ANOVA a cada una de las preguntas y las calificaciones finales. Ninguna de ellas resultó significativa ($p > 0.05$), por lo que podrían diseñarse cambios desde el punto de vista curricular, tendiendo a eliminar la necesidad de tener aprobada y/o regularizada la asignatura "Química General" antes de cursar "Química Orgánica", ya que este hecho no parece tener un efecto significativo.

Se debe considerar que se trata, solamente, de un único experimento y para llegar a implementar estas modificaciones curriculares, sería conveniente realizar otras replicaciones con el propósito de verificar dicha aseveración. No obstante, debe considerarse como un excelente punto de partida que debería profundizarse en futuros años a fin de llevar a cabo dicha propuesta.

Por otra parte, comparando los resultados expuestos en el Cuadro 5.2 con los del Cuadro 5.3 surge cierto interrogante que debería ser investigado en otros experimentos futuros y está relacionado con el "tiempo necesario para lograr el afianzamiento de los diferentes conceptos y experiencias de la química", al apreciarse claramente que los alumnos procedentes de escuelas medias con un mayor número de asignaturas relacionadas con "química" ("Técnico Químico" y "Técnico Agrario") obtuvieron mayor calificación que aquellos que tuvieron menor carga horaria destinada a esta asignatura ("Bachiller"), mientras que los alumnos que aprobaron la asignatura "Química General" en el primer cuatrimestre no mostraron una mayor calificación en la evaluación diagnóstica que los alumnos que no aprobaron esta materia.

Esta situación parece indicar que aquellos conocimientos que se adquieren a lo largo de un proceso y que han demandado de mayor tiempo para su maduración, asimilación y comprensión (dos o tres años), perduran más que aquellos que fueron alcanzados en un breve tiempo, con escasa posibilidad de afianzamiento y maduración de los mismos, tal como sucede con los aprendizajes alcanzados con la asignatura "Química General" de un dictado cuatrimestral (14 semanas). Cabe también analizar la posibilidad de pensar en un tipo de cursado anual para esta asignatura, que sea capaz de subsanar, en cierta medida, la fragilidad de los conocimientos.

5.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA APLICADA AL FINALIZAR EL CURSADO DE QUÍMICA ORGÁNICA

Una vez finalizado el dictado de la asignatura "Química Orgánica", y luego que los alumnos fueron sometidos a dos tipos diferentes de metodologías de enseñanza-aprendizaje, se procedió a llevar a cabo la misma evaluación diagnóstica a fin de determinar las posibles mejoras atribuidas a los diferentes métodos de estudios.

En el Cuadro 5.4 se muestran las calificaciones medias obtenidas en cada una de las preguntas del postest y la calificación final media alcanzada por los diferentes grupos de trabajo (Grupo "A" y Grupo "B"). También se indican las diferencias estadísticas que surgen de la comparación de ambos grupos.

Se puede apreciar que la implementación de dos enfoques metodológicos diferentes no produjo una mejora significativa en las preguntas individuales ($p > 0.05$) de la evaluación diagnóstica, pero sí un incremento significativo ($p < 0.05$) en la calificación total de esta evaluación, con mejores rendimientos medios por parte de los alumnos del Grupo "B" (30.63) que los alumnos del Grupo "A" (28.43).

Cuadro 5.4. Efecto de la metodología de estudio sobre la evaluación diagnóstica aplicada al finalizar el cursado de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Grupo1 A	Grupo1 B	Valor "F"	Valor "p"
1	3.07 ± 0.87	3.23 ± 0.73	0.91	0.3438
2	2.97 ± 0.85	3.30 ± 0.75	3.28	0.0755
3	3.00 ± 0.69	3.30 ± 0.77	3.07	0.0855
4	3.20 ± 0.71	3.47 ± 0.63	2.73	0.1044
5	3.27 ± 0.69	3.43 ± 0.63	1.01	0.3182
6	3.17 ± 0.83	3.40 ± 0.72	1.51	0.2248
7	3.33 ± 0.76	3.57 ± 0.68	1.80	0.1855
8	3.17 ± 0.75	3.53 ± 0.73	3.85	0.0549
9	3.27 ± 0.58	3.40 ± 0.62	0.81	0.3726
Total	28.43 ± 5.13	30.63 ± 4.45	4.24	0.0443

si bien durante el dictado de la asignatura "Química Orgánica" no se desarrollaron temas específicos de la asignatura "Química General", dicha mejora puede atribuirse a un efecto de mayor "maduración" del Grupo "B" en comparación con el grupo "A", ya que la implementación de diferentes tipos de metodología lleva a que los grupos evolucionen de diferentes formas, mejorando no solo los conocimientos de la asignatura específica, sino también, potenciando aprendizajes alcanzados en otras materias. En este sentido, la aplicación de una metodología centrada en nuevos recursos didácticos (Grupo "1B") permitió potenciar ciertas mejoras en temas de "Química General".

En forma similar, en el Cuadro 5.5 se exponen los resultados de diagnóstica obtenida por los alumnos después de haber cursado la asignatura "Química Orgánica". Dichos resultados fueron clasificados según la escuela media que procedían los alumnos.

Al igual que se observó en el Cuadro 5.2 los alumnos con una graduación "Técnico Químico" (preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y total) y "Técnico Agrario" (preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y total) obtuvieron mayores calificaciones que los alumnos "Bachiller", las cuales fueron

significativas ($p < 0.05$) desde el punto de vista estadístico, tal como se aprecia en el Cuadro 5.5.

Con el propósito de evaluar la posible influencia de haber promocionado "Química General" previamente al cursado de "Química Orgánica", sobre las calificaciones de la evaluación diagnóstica realizada al finalizar el cuatrimestre, se construyó el Cuadro 5.6.

Cuadro 5.5. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre la evaluación diagnóstica aplicada al finalizar el cursado de la asignatura "Química Orgánica".

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	2.91 _a ± 0.63	4.00 _b ± 0.00	3.83 _b ± 0.94	11.54	0.0001
2	2.91 _a ± 0.70	3.67 _b ± 0.58	3.83 _b ± 0.83	9.09	0.0004
3	2.97 _a ± 0.72	4.00 _b ± 0.00	3.58 _b ± 0.51	6.92	0.0021
4	3.18 _a ± 0.65	4.00 _b ± 0.00	3.75 _b ± 0.62	6.06	0.0042
5	3.24 _a ± 0.68	4.00 _b ± 0.00	3.58 _b ± 0.52	3.12	0.0502
6	3.11 _a ± 0.71	3.67 _b ± 0.58	3.83 _b ± 0.83	5.12	0.0092
7	3.29 _a ± 0.66	3.66 _a ± 0.58	4.00 _b ± 0.74	5.54	0.0064
8	3.24 ± 0.74	3.67 ± 0.58	3.67 ± 0.79	2.08	0.1352
9	3.22 _a ± 0.56	4.00 _b ± 0.00	3.58 _b ± 0.51	4.17	0.0205
Total	28.09 _a ± 4.29	34.67 _b ± 1.53	33.67 _b ± 4.44	11.48	0.0001

Se puede observar que no se presentó un efecto significativo ($p > 0.05$) para este factor sobre las calificaciones de las diferentes preguntas contempladas en el postest.

Resulta interesante comparar los resultados presentados en el Cuadro 9.4 con los correspondientes en el Cuadro 5.6 ya que el dictado de la asignatura mediante una metodología de trabajo alternativa permitió a los alumnos del Grupo "B" brindarles una mayor maduración que los alumnos del Grupo "A" en conceptos de la Química General, sin embargo, no se observó un efecto "maduración" para aquellos alumnos que promocionaron esta asignatura.

Este hecho constituye un instrumento a considerar en el momento de analizar el afianzamiento de los aprendizajes alcanzados por los alumnos, ya que el efecto de la metodología de enseñanza utilizada presentó una mejora significativa en las calificaciones de temas

relacionados con la "Química General", mientras que la promoción de esta disciplina no contribuyó a observar mejores resultados en dichos temas.

Cuadro 5.6. Efecto de la promoción de "Química General" sobre la evaluación diagnóstica aplicada al finalizar el cursado de la asignatura "Química Orgánica".

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	3.38 ± 0.76	2.78 ± 0.74	3.42	0.0699
2	3.27 ± 0.80	2.91 ± 0.79	0.21	0.6450
3	3.24 ± 0.72	3.00 ± 0.74	3.74	0.0582
4	3.41 ± 0.68	3.22 ± 0.67	0.02	0.9006
5	3.38 ± 0.68	3.30 ± 0.63	0.21	0.6519
6	3.53 ± 0.86	3.17 ± 0.65	0.03	0.8675
7	3.51 ± 0.69	3.35 ± 0.78	0.02	0.8806
8	3.49 ± 0.73	3.13 ± 0.76	1.18	0.2815
9	3.35 ± 0.63	3.30 ± 0.56	0.50	0.4828
Total	30.38 ± 4.94	28.17 ± 4.69	0.11	0.7366

5.3. RESULTADOS OBSERVADOS EN EL INCREMENTO DE CALIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA ANTES Y DESPUÉS DEL CURSADO

Con el propósito de analizar el efecto de la metodología de estudio sobre el posible incremento en las calificaciones de las evaluaciones diagnósticas antes y después del cursado de la asignatura "Química Orgánica" se construyó el Cuadro 5.7.

Cuadro 5.7. Efecto de la metodología de estudio sobre el incremento de calificación en la evaluación diagnóstica durante el cursado de la asignatura "Química Orgánica"

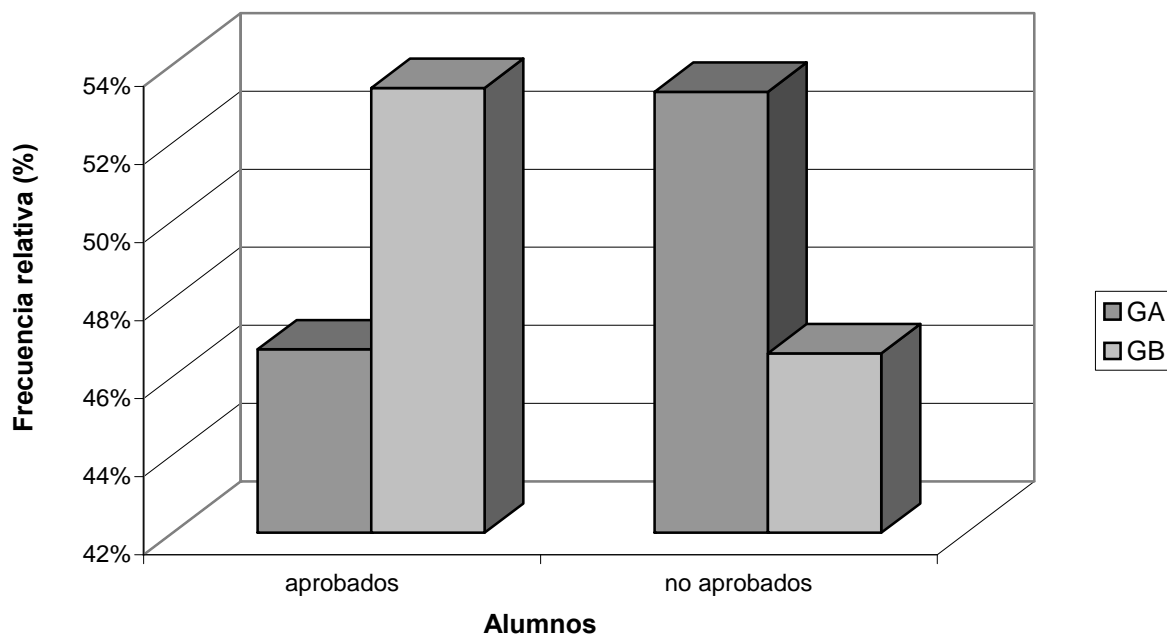
Pregunta	Grupo 1A	Grupo 1B	Valor "F"	Valor "p"
1	0.53 ± 1.01	0.83 ± 1.02	1.42	0.2378
2	0.43 ± 0.97	0.73 ± 0.94	1.44	0.2358
3	0.23 ± 0.63	0.80 ± 1.03	6.64	0.0127
4	0.37 ± 0.89	0.83 ± 0.75	4.68	0.0349
5	0.57 ± 0.90	0.66 ± 0.88	0.20	0.6539
6	0.70 ± 0.92	0.87 ± 1.04	0.45	0.5051
7	0.50 ± 1.04	0.87 ± 0.78	2.32	0.1336
8	0.33 ± 0.76	0.70 ± 0.99	2.58	0.1137
9	0.60 ± 0.93	0.67 ± 0.80	0.09	0.7614
Total	4.27 ± 3.61	6.97 ± 5.10	5.58	0.0217

Se aprecia un incremento en las calificaciones medias totales obtenidas tanto por parte de los alumnos integrantes del Grupo "A" (4.27), como en aquellos alumnos del Grupo "B" (6.97).

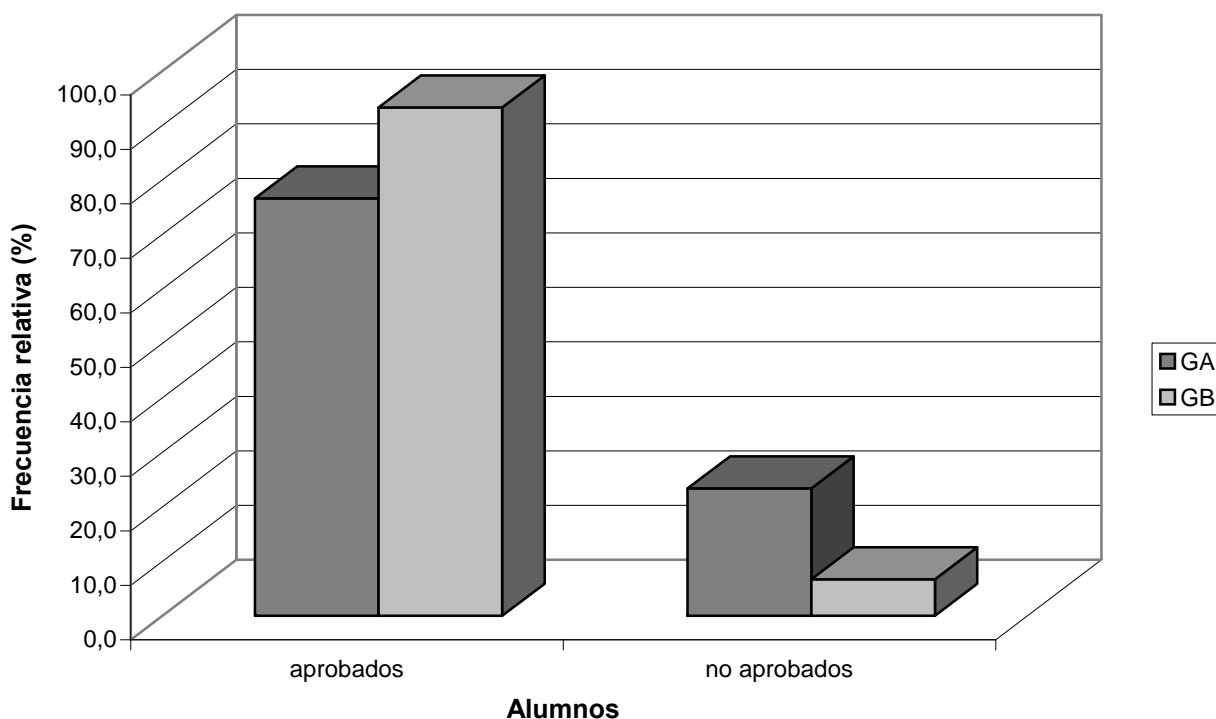
Además, las mejoras alcanzadas por los alumnos de éste último grupo resultaron significativamente ($p = 0.0217$, Cuadro 9.7) mayores a las logradas por los alumnos del Grupo "A", señalando, una vez más, un incremento en la maduración atribuida a las metodologías alternativas empleadas en el Grupo "B".

En la gráfica 5.1 se presentan las frecuencias relativas de alumnos que aprobaron y no aprobaron la evaluación diagnóstica inicial, se puede observar que no existen diferencias significativas en ambos grupos.

Gráfica 5.1. Frecuencias relativas (%) de los alumnos Aprobados y No Aprobados en la evaluación diagnóstica inicial.



Gráfica 5.2. Frecuencias relativas (%) de los alumnos Aprobados y No Aprobados en la evaluación diagnóstica final



El efecto del tipo de enseñanza secundaria sobre los incrementos en las calificaciones "postest - pretest" se exponen en el Cuadro 5.8.

Si bien los alumnos "Técnico Químico" y "Técnico Agrario" obtuvieron mayores calificaciones en el pretest (Cuadro 5.2) y en el postest (Cuadro 5.5) que los alumnos "Bachilleres", no se observó un incremento atribuido específicamente al dictado de la asignatura "Química Orgánica", tal como se puede apreciar en el Cuadro 5.9.

Esta característica podría atribuirse, según se mencionó anteriormente, a un mayor afianzamiento de los aprendizajes que traen dichos alumnos, probablemente adjudicado a un mayor tiempo destinado al aprendizaje de la química y una mayor carga horaria distribuida a lo largo de sus últimos años de estudios secundarios, situación que resulta difícil de equiparar con el cursado de la asignatura "Química General" durante un período de catorce semanas y una carga horaria de 120 horas.

Cuadro 5.8. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre el incremento de calificación en la evaluación diagnóstica durante el cursado de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	0.73 ± 1.03	1.33 ± 0.58	0.33 ± 0.98	1.61	0.2099
2	0.60 ± 0.99	0.33 ± 1.15	0.58 ± 0.90	0.07	0.9338
3	0.56 ± 0.94	1.00 ± 0.00	0.25 ± 0.75	1.31	0.2768
4	0.67 ± 0.88	0.33 ± 0.58	0.42 ± 0.79	0.49	0.6163
5	0.76 ± 0.91	0.33 ± 0.58	0.17 ± 0.71	2.37	0.1029
6	0.91 ± 0.92	0.33 ± 0.58	0.58 ± 1.08	2.58	0.0850
7	0.64 ± 0.96	0.33 ± 0.58	0.92 ± 0.90	0.57	0.5702
8	0.62 ± 0.89	0.33 ± 0.58	0.17 ± 0.94	1.27	0.2896
9	0.69 ± 0.87	1.00 ± 1.00	0.33 ± 0.78	1.15	0.3245
Total	6.17 ± 4.64	4.67 ± 1.15	3.75 ± 4.58	1.41	0.2527

Cuadro 5.9. Efecto de la promoción de "Química General" sobre el incremento de calificación en la evaluación diagnóstica durante el cursado de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	0.89 ± 1.02	0.35 ± 0.93	3.90	0.0521
2	0.70 ± 0.97	0.39 ± 0.94	1.52	0.2222
3	0.59 ± 0.83	0.39 ± 0.99	0.50	0.4805
4	0.57 ± 0.77	0.65 ± 0.98	0.10	0.7477
5	0.43 ± 0.82	0.91 ± 0.85	2.62	0.1112
6	0.70 ± 1.05	0.91 ± 0.85	0.07	0.7896
7	0.68 ± 1.00	0.69 ± 0.82	0.14	0.7069
8	0.51 ± 0.93	0.52 ± 0.85	0.06	0.8056
9	0.46 ± 0.73	0.91 ± 0.99	3.97	0.0513
Total	5.54 ± 4.32	5.74 ± 5.09	0.00	0.9691

5.4. RESULTADOS DEL PRIMER PARCIAL DE LA ASIGNATURA QUÍMICA ORGÁNICA

A fin de llevar a cabo una evaluación continuada de los alumnos que cursan la asignatura "Química Orgánica" se procedió a realizar dos evaluaciones parciales, una a mitad del cursado y la otra en fechas próximas a su finalización.

En el Cuadro 5.10 se muestran los resultados de las calificaciones medias obtenidas por los alumnos que tuvieron actividades bajo dos metodologías de estudio diferentes. Grupo "A" (metodología clásica) y Grupo "B" (metodología alternativa).

Cuadro 5.10. Efecto de la metodología de estudio sobre la calificación del primer parcial de la asignatura "Química Orgánica"

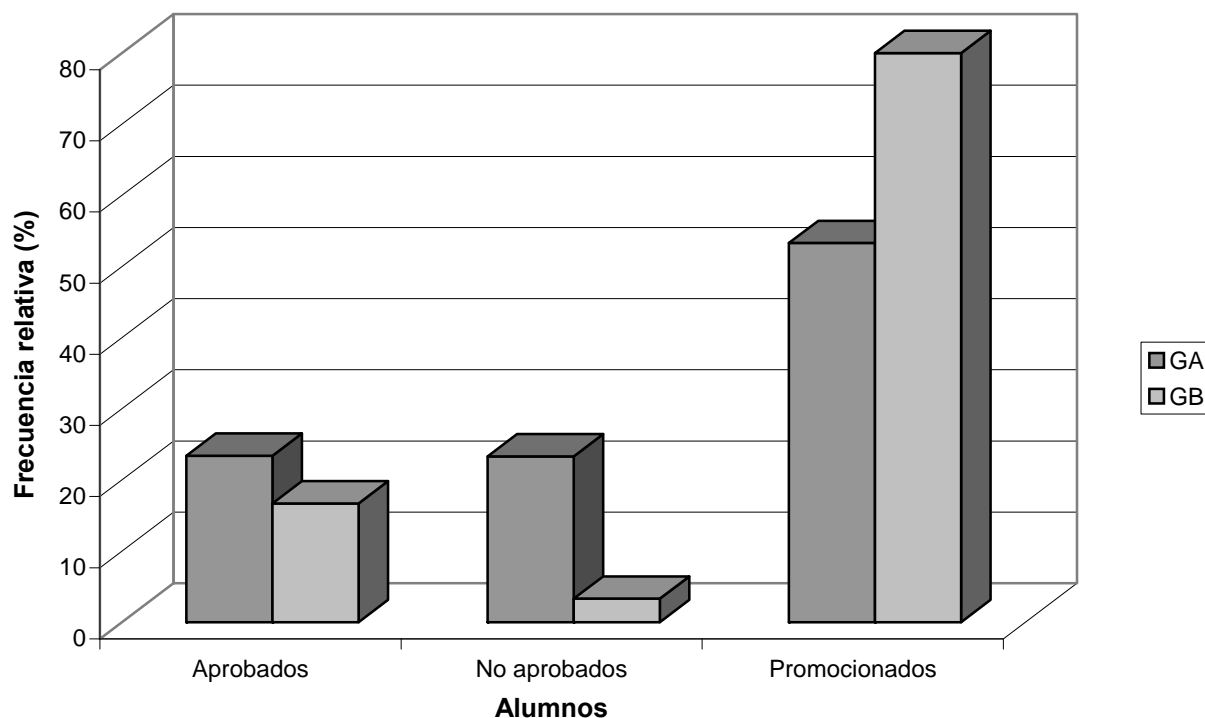
Pregunta	Grupo A	Grupo B	Valor "F"	Valor "p"
1	3.53 ± 0.94	4.20 ± 0.66	10.90	0.0017
2	3.63 ± 0.85	4.17 ± 0.59	8.34	0.0055
3	3.66 ± 0.92	4.10 ± 0.72	4.31	0.0426
4	3.60 ± 0.72	4.10 ± 0.76	8.07	0.0063
5	3.61 ± 0.67	4.06 ± 0.74	6.56	0.0132
Total	18.03 ± 3.00	20.63 ± 2.31	15.72	0.0082

Se observa claramente que los alumnos pertenecientes al Grupo "B" obtuvieron mayores puntuaciones medias en las situaciones problemas presentadas durante el parcial, con valores comprendidos entre 4.06 (pregunta 5) y 4.20 (pregunta 1), mientras que las calificaciones medias de los alumnos del grupo "A" fueron más bajas, al estar comprendidas entre 5.54 (pregunta 1) y 4.61 (pregunta 2).

La calificación final promedio de los alumnos del Grupo "B" (20.63) fue más elevada que la correspondiente al Grupo "A" (10.03). Además, los alumnos del Grupo "B" (2.31) presentaron en promedio menor desviación standard en la calificación total que los alumnos del Grupo "A" (3.00), poniendo de manifiesto una menor dispersión en lo que respecta a la heterogeneidad de las respuestas. Esta variable debe tenerse en cuenta en el momento de evaluar discrepancia en las respuestas.

El análisis de la varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas ($p < 0.05$) en las calificaciones medias de todas las respuestas de los alumnos bajos los dos enfoques metodológicos ensayados, con mejores resultados para los alumnos del Grupo "B".

Gráfica 5.3. Frecuencias relativas (%) de las calificaciones obtenidas por los alumnos en el Primer Parcial.



También se estimó conveniente analizar el posible efecto del tipo de enseñanza media que tenían los alumnos sobre las calificaciones alcanzadas en el primer parcial de "Química Orgánica". Por ello, en el Cuadro 5.11 se presenta el efecto del tipo de enseñanza media sobre los valores medios obtenidos por los alumnos para cada título secundario.

Cuadro 5.11. Efecto del tipo de escuela Secundaria sobre la calificación del primer parcial de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	3.73 _a ± 0.89	3.67 _a ± 1.15	4.42 _b ± 0.51	3.72	0.0306
2	3.80 _a ± 0.76	3.67 _a ± 1.15	4.33 _b ± 0.65	2.76	0.0523
3	3.76 ± 0.88	4.33 ± 1.15	4.25 ± 0.45	2.47	0.0838
4	3.69 _a ± 0.76	4.67 _b ± 0.58	4.26 _b ± 0.62	6.05	0.0042
5	3.76 ± 0.71	3.67 ± 0.58	4.17 ± 0.83	1.67	0.197
Total	18.73 _a ± 3.03	20.00 _a ± 4.00	21.42 _b ± 1.50	5.704	0.0058

En este caso, se observan diferencias significativas ($p \approx 0.05$) en las calificaciones de las preguntas 1, 2, 4 y total. con mayores puntuaciones para los "Técnicos Agrarios" en comparación con los "Bachilleres" y "Técnicos Químicos".

Un enfoque biológico en el dictado de la signatura, centrado en los procesos que gobiernan a los seres vivos, en las reacciones químicas que tienen lugar dentro de la célula y las transformaciones involucradas en los procesos biológicos, facilitarían el aprendizaje y la asociación con conceptos previos por parte de los "Técnicos Agrarios", con mayores puntuaciones como consecuencia de ello, tal como se expone en el Cuadro 5.11.

También, resulta conveniente destacar los menores valores en las desviaciones standard de los "Técnicos Agrarios", que resultaron en todos los casos inferiores a las correspondientes desviaciones de los "Bachilleres" y "Técnicos Químicos", poniendo bajo relieve una menor dispersión en sus respuestas con mejores resultados que las otras titulaciones, atribuidas probablemente a una mayor seguridad en el momento de realizar los exámenes.

Al igual que se procedió en el estudio de las evaluaciones diagnóstica, se estimó necesario realizar un análisis que permita evaluar la influencia de haber promocionado "Química General" sobre las calificaciones obtenidas por los alumnos en el primer parcial de "Química Orgánica". El Cuadro 5.12 refleja que no hubo efecto significativo ($p > 0.05$) en los valores medios de todas las respuestas efectuadas por los alumnos pertenecientes a ambos grupos.

Cuadro 5.12. Efecto de la promoción de "Química General" sobre la calificación del primer parcial de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	3.97 ± 0.76	3.69 ± 1.02	0.15	0.7008
2	3.92 ± 0.68	3.87 ± 0.92	0.33	0.5698
3	4.00 ± 0.82	3.70 ± 0.88	0.30	0.5857
4	4.03 ± 0.76	3.57 ± 0.73	1.57	0.2157
5	3.89 ± 0.77	3.74 ± 0.69	0.02	0.8767
Total	19.81 ± 2.69	18.56 ± 3.37	0.26	0.6108

Si bien las calificaciones obtenidas en todas las respuestas por los alumnos "promocionados" fueron levemente superiores a las correspondientes por los alumnos "no promocionados", en ningún caso dichas diferencias llegaron a ser significativas (Cuadro 5.12).

Nuevamente, estamos ante un hecho conocido y observado en las evaluaciones diagnóstica: "los resultados alcanzados en un breve período de cursado (14 semanas) y con una carga horaria relativamente baja (120 horas totales) no resultan suficiente para construir una base sólida de conocimientos que facilite la posterior comprensión y afianzamiento de la Química Orgánica (Cuadro 9.12), siendo mucho más marcado el efecto durante un proceso continuo como el obtenido a lo largo de la escuela secundaria (dos a tres años) para las titulaciones Técnico Agrario y Técnico Químico (Cuadro 5.11).

5.5. RESULTADOS DEL SEGUNDO PARCIAL DE LA ASIGNATURA QUÍMICA ORGÁNICA

En el Cuadro 5.13 se expone el efecto del enfoque metodológico sobre las calificaciones alcanzadas por los alumnos en el segundo parcial de "Química Orgánica". Se observa, al igual que se presentó en el primer parcial, un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) de la metodología de estudio, con ponderaciones más elevadas para los alumnos pertenecientes al Grupo "B" en comparación a las calificaciones alcanzadas por los alumnos del Grupo "A".

Cuadro 5.13. Efecto de la metodología de estudio sobre la calificación del segundo parcial de la asignatura "Química Orgánica"

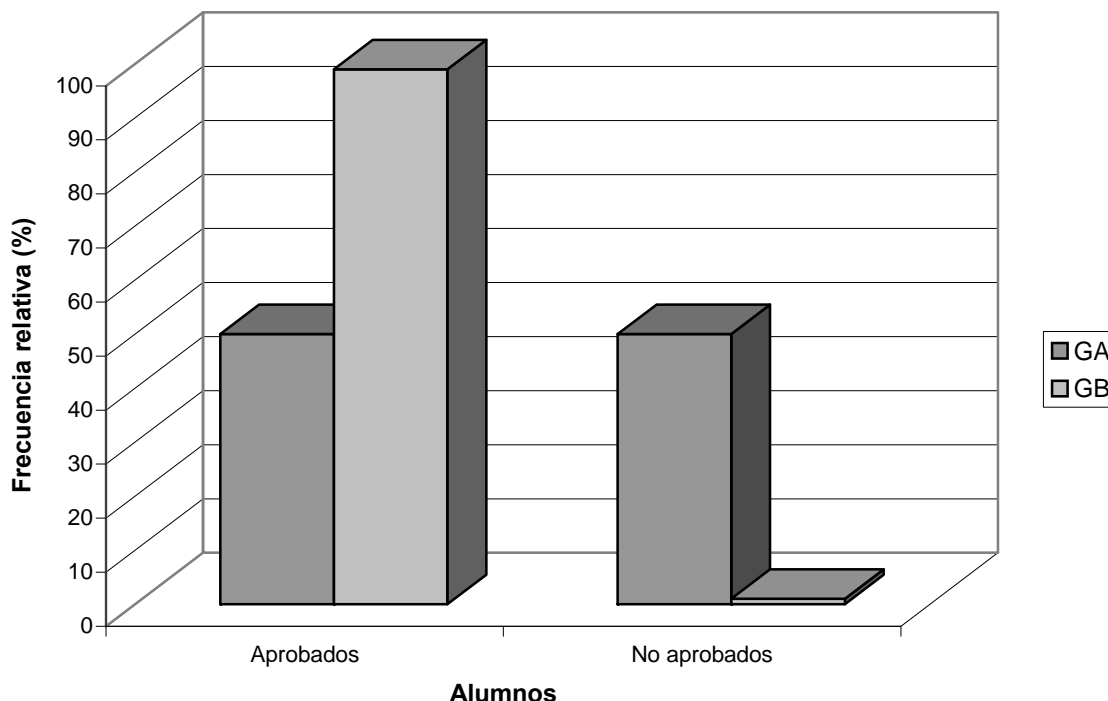
Pregunta	Grupo A	Grupo B	Valor "F"	Valor "p"
1	2.53 ± 1.09	3.67 ± 0.92	28.13	0.0001
2	2.63 ± 0.81	3.50 ± 0.73	25.15	0.0001
3	2.40 ± 0.89	3.53 ± 0.86	37.42	0.0001
4	2.83 ± 0.87	3.43 ± 0.94	7.86	0.0001
5	2.67 ± 0.80	3.37 ± 0.85	11.53	0.0011
Total	13.07 ± 3.26	17.50 ± 3.05	51.65	0.0001

En efecto, según se puede apreciar en el Cuadro 5.13 las calificaciones medias del Grupo "B" están comprendidas entre 3.37 (pregunta 5) y 3.67 (pregunta 1), mientras que las notas medias de los alumnos del Grupo "A" se hallan dentro del rango 2.40 (pregunta 3) y 2.83 (pregunta 4). En la gráfica 5.4 se observa las frecuencias de los Aprobados y No Aprobados.

Con respecto a las desviaciones standard, no se obtuvieron menores valores para los alumnos del Grupo "B" que para los alumnos del Grupo "A", por el contrario, resultaron muy similares, al hallarse comprendidas entre 0.73 (pregunta 2, Grupo "B") y 1.09 (pregunta 1, Grupo "A").

Esta situación pone de manifiesto una mayor dispersión en la variedad de respuestas que los alumnos otorgan a los enunciados del segundo parcial de "Química Orgánica" e indican la necesidad de revisar la redacción de las preguntas, la forma de presentarseles a los alumnos e incluso llevar a cabo un estudio más profundo sobre las metodologías utilizadas, es decir detectar posibles errores en el proceso de enseñanza-aprendizaje que lleven a los alumnos a emitir respuestas más diversas.

Gráfica 5.4. Frecuencias relativas (%) de las calificaciones obtenidas por los alumnos en el Segundo Parcial.



El efecto del tipo de escuela secundaria sobre las calificaciones logradas por los alumnos en el segundo parcial de "Química Orgánica" se muestra en el Cuadro 5.14. Se observa un efecto significativo ($p < 0.05$) en todas las preguntas, con ponderaciones más elevadas para las titulaciones "Técnico Químico" y "Técnico Agrario".

Cuadro 5.14. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre la calificación del segundo parcial de la asignatura Química Orgánica

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	2.82 _a ± 1.05	4.33 _b ± 0.58	3.83 _b ± 0.94	11.95	0.0001
2	2.87 _a ± 0.79	4.00 _b ± 1.00	3.58 _b ± 0.90	9.70	0.0002
3	2.69 _a ± 0.92	4.00 _b ± 1.00	3.75 _b ± 0.97	15.22	0.0001
4	2.91 _a ± 0.90	4.00 _b ± 1.00	3.75 _b ± 0.75	7.10	0.0018
5	2.87 _a ± 0.81	3.33 _a ± 0.58	3.50 _b ± 1.09	3.52	0.0363
Total	14.16 _a ± 3.21	19.67 _b ± 3.79	18.42 _b ± 3.78	22.74	0.0001

Las mayores calificaciones se presentaron en este examen parcial para las titulaciones "Técnicos Químicos" (a excepción de la pregunta 5), seguido por los "Técnicos Agrarios" y finalmente los "Bachilleres". Según se comentó en párrafos anteriores, las carreras con mayor número de asignaturas relacionadas con la química y un mayor tiempo destinado al estudio de la química presentaría un acentuado efecto sobre las notas obtenidas en la Universidad, con mayor magnitud que el dictado de una asignatura cuatrimestral ("Química Orgánica"), tal como señalan los resultados del Cuadro 5.15.

Cuadro 5.15. Efecto de la promoción de "Química General" sobre la calificación del segundo parcial de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	3.24 ± 1.16	2.87 ± 1.10	0.16	0.7025
2	3.29 ± 0.88	2.70 ± 0.76	2.53	0.1174
3	3.22 ± 1.00	2.57 ± 0.99	1.30	0.2587
4	3.27 ± 0.93	2.91 ± 0.94	0.05	0.8597
5	3.13 ± 0.86	2.83 ± 0.94	0.11	0.7388
Total	16.16 ± 3.84	13.87 ± 3.48	0.69	0.4106

5.6. RESULTADOS DEL EXAMEN INTEGRADOR DE LA ASIGNATURA QUÍMICA ORGÁNICA

Una vez finalizado el cursado de la materia "Química Orgánica", los alumnos realizaron un examen integrador, que abarcó temas desarrollados durante el cursado de la misma y que fueron parcialmente evaluados en los dos evaluaciones parciales previas.

El Cuadro 5.16 permite visualizar el efecto de la metodología de estudio sobre las notas medias obtenidas por los alumnos integrantes del Grupo "A" (metodología de enseñanza clásica) y grupo "B" (metodología de enseñanza alternativa). Se puede apreciar un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$) del método de enseñanza-aprendizaje sobre cada una de las preguntas y resultado final del parcial integrador.

Cuadro 5.16 Efecto de la metodología de estudio sobre la calificación del examen integrador de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Grupo A	Grupo B	Valor "F"	Valor "p"
1	2.70 ± 1.24	4.00 ± 0.74	33.31	0.0001
2	2.77 ± 1.26	4.20 ± 0.81	40.74	0.0001
3	2.80 ± 1.13	4.03 ± 1.00	28.88	0.0001
4	3.13 ± 0.87	4.17 ± 0.87	29.31	0.0001
5	3.00 ± 0.91	4.00 ± 0.83	25.61	0.0001
Total	14.40 ± 4.53	20.40 ± 3.31	61.52	0.0001

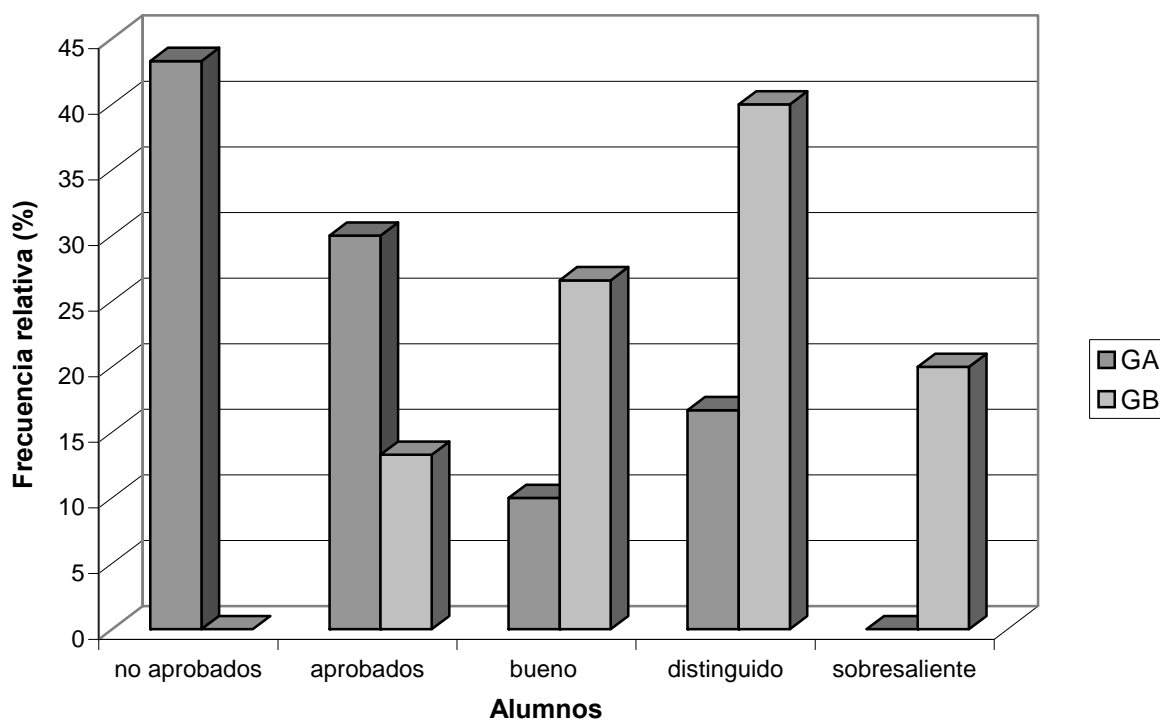
Las calificaciones medias de los alumnos pertenecientes al grupo de trabajo "B" (comprendidas entre 4.00 y 4.17) fueron más elevadas que las correspondientes al grupo "A" (comprendidas entre 2.70 y 3.13).

La calificación final media alcanzada por los alumnos del Grupo "B" (20.40) también fue superior a la obtenida por los estudiantes del Grupo "A" (14.40). Con respecto a la desviación standard del parcial integrador, a excepción de la pregunta 4, todos los valores fueron inferiores en los alumnos del Grupo "B" que las correspondientes desviaciones logradas por los alumnos del Grupo "A", denotando una menor discrepancia en las respuestas cuando se sometieron a un enfoque metodológico alternativo de la enseñanza.

Con el propósito de visualizar la distribución de frecuencias de las calificaciones finales alcanzadas por los alumnos de ambos grupos de estudio (grupos A y B) se construyó la gráfica 5.5.

Se puede observar que la distribución de frecuencias de los alumnos que tuvieron clases con el método alternativo presentan una moda en la calificación "Distinguido", mientras que los alumnos que tuvieron clases con el método clásico presentan una moda en el "no aprobado". Esto se corresponde con la inferencia estadística presentada en el cuadro 5.16.

Gráfica 5.5. Distribución de las frecuencias relativas (%) de las calificaciones finales alcanzadas por los alumnos de los grupos "A" y "B"



Al analizar el efecto del tipo de escuela media de los estudiantes sobre las notas del parcial integrador, también se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para cada una de las respuestas y la calificación final, tal como se puede observar en el Cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre la calificación del examen integrador de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	3.09 _a ± 1.20	4.33 _b ± 0.58	4.08 _b ± 0.90	9.35	0.0003
2	3.18 _a ± 1.27	4.33 _b ± 0.58	4.42 _b ± 0.79	12.36	0.0001
3	3.13 _a ± 1.22	4.67 _b ± 0.58	4.17 _b ± 0.84	10.84	0.0001
4	3.40 _a ± 0.96	4.67 _b ± 0.58	4.33 _b ± 0.79	11.85	0.0001
5	2.29 _a ± 0.99	4.33 _a ± 0.58	4.08 _b ± 0.79	7.96	0.0009
Total	16.09 _a ± 4.75	22.33 _b ± 2.52	21.08 _b ± 3.56	20.21	0.0001

En este examen final, las mayores calificaciones corresponden a los "Técnicos Químicos" (rango 4.33-4.67) y "Técnicos Agrónomos" (rango 4.08-4.42) que resultaron en casi todos los casos (a excepción de la pregunta 5 de los Técnicos Químicos) diferentes desde el punto de vista estadístico a las obtenidas por los "Bachilleres" (rango 2.29-3.40).

También, las desviaciones standard resultaron más bajas en los "Técnicos Químicos" (0.58) y "Técnicos Agrónomos" (0.79 - 0.90) que en los "Bachilleres" (0.96 - 1.27).

A diferencia de los exámenes anteriores, se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) para aquellos alumnos que promocionaron "Química General" en las preguntas 1, 2, 3, 5 y total, tal como se muestra en el Cuadro 5.18.

Cuadro 5.18. Efecto de la promoción de "Química General" sobre la calificación del examen integrador de la asignatura "Química Orgánica"

Pregunta	Promocionados	No Promocionados	Valor "F"	Valor "p"
1	3.32 ± 1.25	3.39 ± 1.16	5.54	0.0222
2	3.49 ± 1.26	3.48 ± 1.31	3.11	0.0277
3	3.38 ± 1.21	3.48 ± 1.28	6.57	0.0132
4	3.73 ± 0.99	3.52 ± 1.04	1.14	0.2903
5	3.49 ± 0.96	3.52 ± 1.08	4.18	0.0456
Total	17.41 ± 4.91	17.39 ± 5.15	8.53	0.0051

Esta situación podría atribuirse al hecho que los alumnos que promocionaron "Química General" se encuentran más motivados para estudiar "Química Orgánica" y realizar un mejor examen que los alumnos que no promocionaron "Química General", ya que se trata de un requisito necesario para poder aprobar "Química Orgánica", el haber aprobado previamente "Química General".

5.7 ANÁLISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LAS CALIFICACIONES OBTENIDAS POR LOS ALUMNOS

La técnica estadística conocida con el nombre de Componentes Principales, permite resumir la información disponible en un conjunto de variables mediante la creación de un nuevo subconjunto de variables altamente asociadas, con pérdida mínima de la información. De este modo, el sistema en estudio quedará explicado por un número reducido de variables. La aplicación de esta técnica estadística a las calificaciones de los alumnos permitió seleccionar dos componentes principales que explican el 74.53 % de la varianza total del sistema, tal como se muestra en el Cuadro 5.19.

Cuadro 5.19. Valores propios y porcentaje de la varianza explicada por cada Componente Principal

Componente Principal	Eigenvalue	% Varianza	% Varianza Acumulada
Primer	2.7073	54.15	54.15
Segundo	1.0193	20.39	74.54

Las ponderaciones o cargas de cada variable en los nuevos ejes (Componente Principal "1" y Componente Principal "2") se presentan en el Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Ponderaciones de los exámenes en los ejes Componentes Principales

Variable	Primer Componente	Segundo Componente
1° Examen Diagnóstico	0.3954	-0.6095
2° Examen Diagnóstico	0.4511	-0.5038
1° Parcial	0.3785	0.4349
2° Parcial	0.5017	0.3060
Examen Integrador Final	0.4952	0.3033

Se puede apreciar que el primer componente principal está relacionado con lo que podría llamarse "efecto inmediatez", ya que discrimina las variables "Segundo Parcial" (0.5017), "Examen Integrador Final" (0.4952) y "Segundo Examen Diagnóstico" (0.4511) de las variables "Primer Examen Diagnóstico" (0.3954) y "Primer Parcial" (0.3785). El primer set de variables agrupa las últimas evaluaciones realizadas por los alumnos, mientras que el segundo set de variables contiene a las pruebas que los alumnos realizaron al inicio y mediados del cursado de "Química Orgánica"

De este modo, los últimos exámenes que rindieron los alumnos se encuentran ubicados a la derecha del eje "Primer Componente", mientras que los exámenes realizados al comienzo del cursado de la asignatura se hallan ubicados a la izquierda del mencionado eje, tal como se aprecia en la Figura 5.1.

Se puede observar en el Cuadro 5.20 que el eje "Segundo Componente" diferencia las variables relacionadas con la asignatura "Química Orgánica" de los exámenes vinculados con los aprendizajes logrados en "Química General", ya que las calificaciones totales de los parciales y examen integrador final presentan una ponderación positiva en dicho eje mientras que las evaluaciones diagnósticas pretest y postest poseen una ponderación negativa en este componente principal.

Este hecho puede visualizarse en la Figura 5.1 puesto que las variables "Primer Parcial", "Segundo Parcial" y "Examen Integrador Final" se encuentran ubicadas en el semieje "Segundo Componente" positivo, mientras que las variables "Primer Examen Diagnóstico" y "Segundo Examen Diagnóstico" se hallan en el semieje negativo.

En resumen, se puede mencionar que el análisis estadístico por Componentes Principales permite clasificar a las variables en dos grupos de nuevas variables, uno de ellos relacionado directamente con el

concepto de "inmediatez" de los aprendizajes (Componente Principal 1), mientras que el otro grupo de variables está relacionado con la naturaleza de los conocimientos de química, es decir "Química Orgánica" o "Química General" (Componente Principal 2).

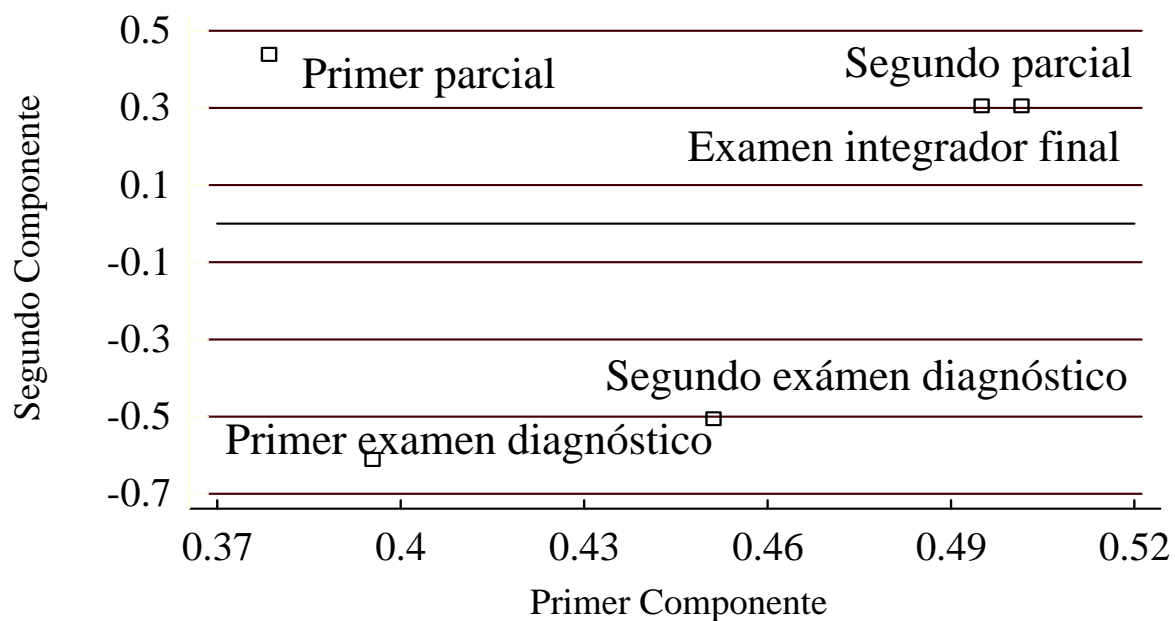


Figura 5.1. Ponderación del componente principal.

5.8 ANÁLISIS CLUSTER PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE EXÁMENES REALIZADOS POR LOS ALUMNOS

El Análisis Cluster permite clasificar las variables en función de la similitud que existe entre ellas. En este caso concreto, el Análisis Cluster agrupará los diferentes tipos de exámenes efectuados por los alumnos en función de los rendimientos académicos puestos de manifiesto por ellos.

Para la realización de los cálculos, se utilizó el método de la media de grupo y se empleó la distancia euclídea cuadrática como medida de proximidad.

En la Figura 5.2. se puede apreciar la formación de dos cluster de variables. Uno de los cluster está constituido por las variables asociadas a la asignatura "Química General" ("Primer examen diagnóstico" y "Segundo examen diagnóstico"), mientras que el segundo cluster incluye a las asignaturas relacionadas con el dictado de la asignatura "Química Orgánica" ("Primer parcial", "Segundo parcial" y "Examen integrador final"). Como puede observarse, los resultados del análisis cluster refuerzan lo establecido por el Análisis de Componentes Principales.

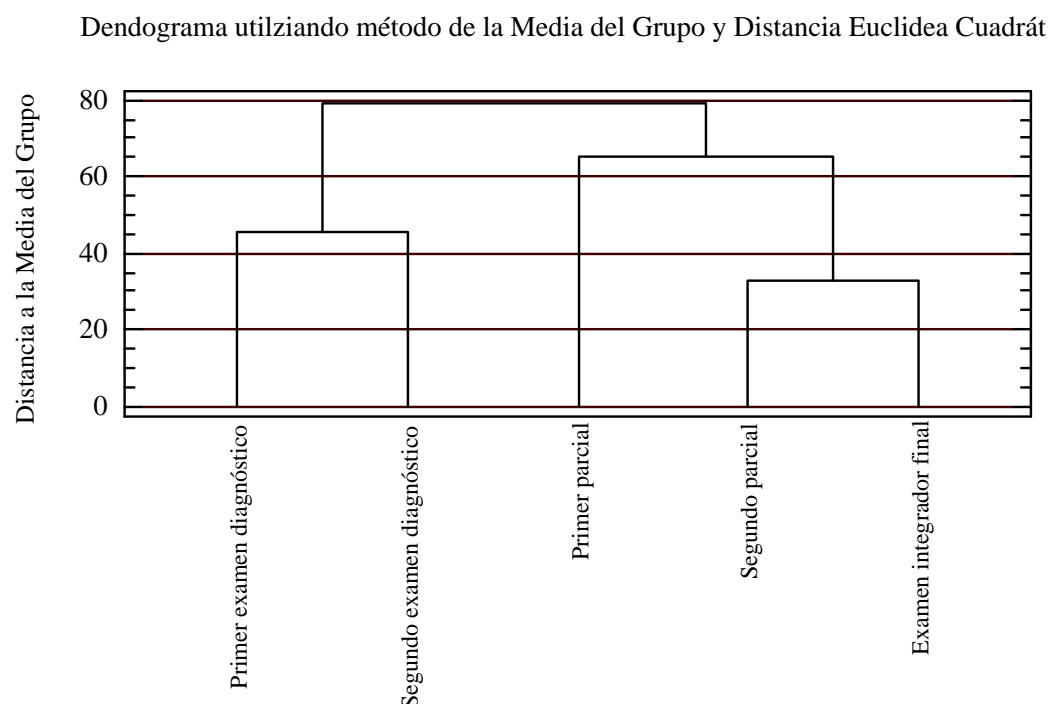


Figura 5.2. Dendrograma de los diferentes exámenes realizados por los alumnos que cursaron la asignatura "Química Orgánica"

5.9. PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS EN LA ASIGNATURA "QUÍMICA ORGÁNICA" MEDIANTE EL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

Con el propósito de establecer un modelo predictivo que permita estimar la frecuencia de alumnos que puedan promocionar la asignatura "Química Orgánica" en función de las variables analizadas en el experimento se aplicó la opción stepwise del Modelo de Regresión Logística.

Los resultados obtenidos mediante el procedimiento "paso a paso" señalan efectos significativos para las variables "Segundo examen diagnóstico" ($F = 4.68812$, $p = 0.0304$) y "Segundo parcial" ($F = 9.5879$, $p = 0.0020$), tal como se puede apreciar en el Cuadro 5.21.

Cuadro 5.21. Efecto de diversas variables sobre la aprobación de la asignatura "Química Orgánica".

Variable	Valor " χ^2 "	Valor "p"
Método	3.2551	0.0712
Técnico Químico	0.0018	0.9659
Técnico Agrónomo	0.1029	0.7483
Primer examen diagnóstico	0.0461	0.8300
Segundo examen diagnóstico	4.6881	0.0304
Primer parcial	0.0197	0.8885
Segundo parcial	9.5879	0.0020

Realizando un breve comentario del Cuadro anterior, se puede establecer que, los factores estrechamente asociados al examen final, como el "Segundo examen diagnóstico" (2 E.D.) y el "Segundo parcial" de "Química Orgánica" (2 P.Q.O.) contribuyen a explicar en mayor medida la probabilidad de éxito o fracaso del alumno, es decir, aquellas calificaciones obtenidas al finalizar el cuatrimestre son, en cierta medida, las que marcan los resultados del examen final de los alumnos.

Este hecho puede tener una doble interpretación. Por un lado, los contenidos del segundo parcial y la proximidad a una examen final son los responsables de una mayor dedicación, tiempo y esfuerzo por parte de los alumnos a la asignatura, con la consiguiente repercusión sobre la nota final alcanzada por ellos, y por el otro lado, a la "fragilidad

de los aprendizajes", ya que aquellos conocimientos adquiridos en períodos breves de tiempo son los que más recuerdan los alumnos, es decir, los contenidos del segundo parcial fueron los últimos en fijarse y por lo tanto son los que más se recuerdan en el momento de hacer el examen final integrador.

La ecuación que permite estimar la probabilidad que un alumno apruebe la asignatura Química Orgánica en función de aquellas variables que resultaron significativas en el modelo es la siguiente:

$$L_{ij} = \text{logit} [P_{ij}] = 19.2181 + 0.4027 (2 \text{ E.D.}) + 0.7167 (2 \text{ P.Q.O.})$$

Concordancia = 94.8%

El coeficiente de concordancia calculado entre los puntos medidos en forma experimental y los valores estimados por el modelo de regresión logística fue elevado (94.8 %), poniendo de manifiesto el adecuado grado de ajuste alcanzado mediante dicho modelo. Por otra parte, el coeficiente de la variable "2 P.Q.O." (0.7167) resultó más elevado que el coeficiente de la variable "2 E.D." (0.4027), señalando su mayor influencia predictiva sobre la probabilidad de aprobar la asignatura.

Con el propósito de visualizar los resultados alcanzados mediante el Modelo Logístico se construyó la Figura 5.3, donde se puede apreciar los efectos positivos, tanto para las calificaciones de la "Segunda Evaluación Diagnóstica" (curvas sigmoideas construidas en forma paramétrica: "2 E D") como de los resultados obtenidos en el Segundo Parcial de Química Orgánica (represando en el eje de las abscisas, 2 P. Q. O.).

En efecto, las mayores calificaciones obtenidas por los alumnos en la "Segunda Evaluación Diagnóstica" hacen que la sigmoide se desplace hacia la izquierda y hacia arriba, incrementando la probabilidad de aprobar la materia. De igual forma, el aumento en la calificación alcanzada en el "Segundo Parcial de Química Orgánica", produce un incremento en la frecuencia de alumnos que aprueban esta asignatura.

Así, por ejemplo, un alumno que haya obtenido 30 puntos en la "Segunda Evaluación Diagnóstica" y 12.5 puntos en el "Segundo Parcial de Química Orgánica" tendrá un 85 % de probabilidad de aprobar la asignatura cuando se examine en el próximo turno de examen.

De todos modos, el aporte más valioso que hace el Modelo de Regresión Logística, no radica fundamentalmente en la capacidad predictiva, sino, en establecer a "grandes rasgos" aquellas variables que son en gran medida las responsables del "éxito" o del "fracaso" de los alumnos que, en este caso, están fuertemente asociadas a los factores de "inmediatez" de los aprendizajes, ya que la opción "paso a paso" consideró únicamente significativo el efecto de estas variables.

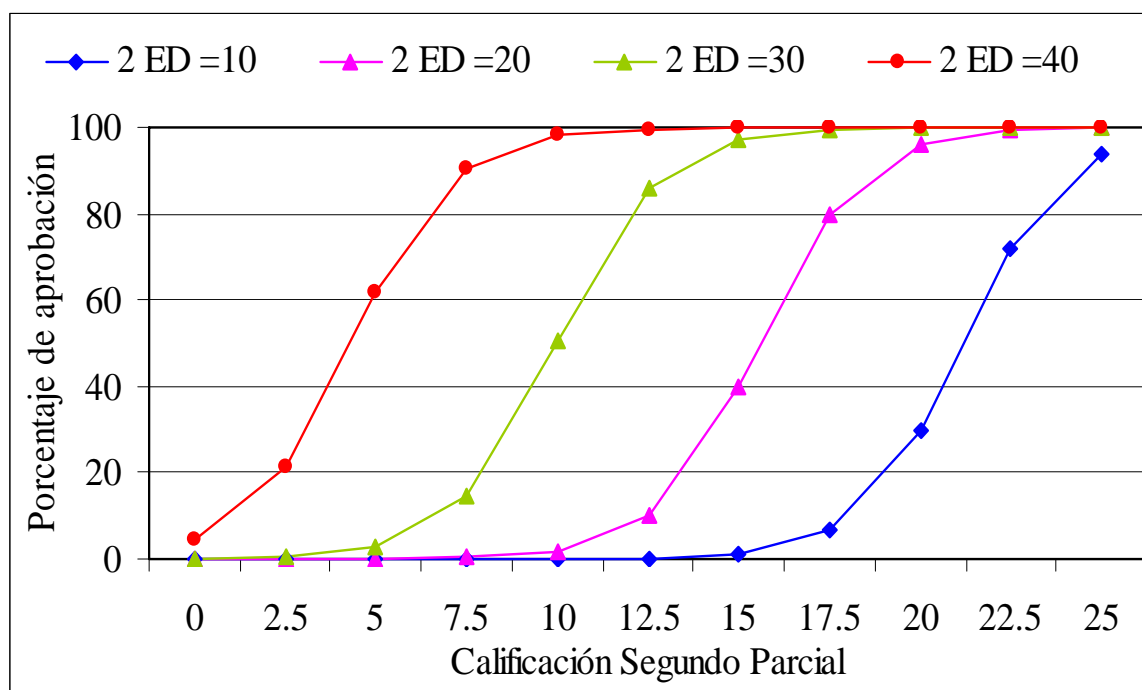


Figura 5.3. Porcentaje de alumnos que aprueban la asignatura "Química Orgánica" estimados por el modelo de regresión logístico (2 ED: calificación obtenida en el "Segundo examen diagnóstico")

5.10. RELACIÓN ENTRE LA MODALIDAD DE CURSADO ELEGIDA POR LOS ALUMNOS Y SUS HÁBITOS DE ESTUDIO

Los resultados de la encuesta sobre hábitos de estudios, clasificados según los dos grupos de trabajo (Grupo "A" y Grupo "B") y los dos niveles de respuestas ("a veces" o "siempre") se presentan en el Cuadro 9.22.

De las 35 preguntas realizadas en la encuesta los alumnos del Grupo "B" ponderaron con mayor frecuencia a la calificación "siempre" que los alumnos del Grupo "A" a las Preguntas 1, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 27, 28, 29, 30 y 31, mientras que los alumnos del Grupo "A" ponderaron con mayor frecuencia de "siempre" a las Preguntas 23, 32, 34 y 35. Dichas diferencias resultaron significativas a un nivel de $p < 0.05$.

En este sentido, hay que destacar que los alumnos del Grupo "B" muestran una mayor confianza y seguridad que los alumnos del Grupo "A". Este hecho se pone de manifiesto por los resultados vertidos en las Preguntas 30 y 31, al expresar una mayor confianza en si mismos y preferir materias que exijan razonamiento.

Los alumnos del Grupo "B" consideran además que las asignaturas básicas son formativas y ayudan a pensar (Pregunta 27). Estos alumnos demuestran una mayor constancia y dedicación hacia los estudios, puesto que perseveran aún cuando no les gusta la asignatura (Pregunta 16); estudian todos los días, aún cuando no poseen ganas (Pregunta 29) y amplían sus estudios con textos cuando les va mal en los exámenes (Pregunta 21).

Cuadro 5.22. Resultados de la encuesta sobre hábitos de estudio realizada a los alumnos que cursan "Química Orgánica"

PREGUNTA	Grupo A		Grupo B		x ²	P
	Siempre	A veces	Siempre	A veces		
1	0	10	7	3	7.90	0.0010
2	5	5	6	4	0.21	0.6531
3	1	9	2	8	5.28	0.0531
4	6	4	7	3	0.21	0.0981
5	8	2	6	4	1.04	0.3052
6	8	2	8	2	0.52	0.5309
7	1	9	1	9	0.06	0.6931
8	2	8	7	3	1.56	0.2462
9	3	7	4	6	1.36	0.6392
10	3	7	6	4	1.36	0.1775
11	3	7	7	3	3.21	0.0736
12	4	6	8	2	1.53	0.0679
13	4	6	8	2	1.52	0.0679
14	0	10	8	2	10.2	0.0003
15	1	9	8	2	7.27	0.0017
16	1	9	7	3	5.21	0.0062
17	0	10	8	2	10.22	0.0062
18	1	9	9	1	3.23	0.0587
19	0	10	7	3	7.91	0.0010
20	1	9	8	2	8.05	0.0017
21	0	10	9	1	12.8	0.0003
22	8	2	8	2	0.00	1.0000
23	8	2	0	10	10.22	0.0003
24	4	6	7	3	0.83	0.1775
25	7	3	9	1	0.31	0.2636
26	5	5	4	6	0.16	0.2980
27	0	10	7	3	10.28	0.0003
28	1	9	7	3	8.21	0.0062
29	0	10	2	8	10.23	0.0003
30	1	9	7	3	8.22	0.0052
31	0	9	8	2	10.22	0.0003
32	9	1	1	9	9.81	0.0004
33	0	10	0	10	0.00	1.0000
34	9	1	2	8	6.42	0.0017
35	10	0	5	5	4.23	0.0098

En lo que respecta a la forma de estudiar, se evidencia que los alumnos del Grupo "B" asisten a clases de consulta en forma regular (Pregunta 14), realizan una síntesis al finalizar cada unidad (Pregunta 19), comprenden las explicaciones de los docentes con solo asistir a clases (Pregunta 28) y prefieren estudiar por libros antes que por apuntes (Preguntas 17 y 20).

Por todo ello, se puede establecer que los alumnos que escogieron una modalidad alternativa para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje demuestran, en general, una mayor independencia, confianza y seguridad que los alumnos que los del Grupo "A". Este hecho contribuye a explicar la capacidad de decisión y riesgo que implica abandonar un enfoque clásico centralizado en las explicaciones del docente y preferir un enfoque alternativo, con una mayor participación centrada en el alumno.

Por el contrario, los alumnos del Grupo "A" prefieren un estudio en forma individual en aquellas asignaturas que exigen un mayor razonamiento, antes que un estudio en forma grupal (Pregunta 23), denotando cierta inseguridad y falta de apertura a los demás para solucionar dudas y situaciones problemas.

También, los alumnos del Grupo "A" señalan que estudian preferentemente aquellas materias que les puede llegar a reportar algún tipo de beneficio en su futura vida profesional (Pregunta 35), a diferencia de los alumnos del Grupo "B" que valoran la importancia de las asignaturas básicas para una formación sólida que les ayude a razonar (Pregunta 27 y 31).

Se evidencia además una menor dedicación al estudio por parte de los alumnos del Grupo "A", al reconocer que los fines de semanas no estudian y prefieren distraerse (Pregunta 34). Esta situación podría justificarse plenamente en casos de manifestar comprender las asignaturas con asistir solamente a clases (Pregunta 28), participar regularmente de las clases de consultas (Pregunta 14) y estudiar periódicamente, aún cuando no les agraden las asignaturas (Pregunta 29), pero esta no es la situación.

En este sentido, se observa una falta de madurez mayor, asociada a una mayor inseguridad por parte de los alumnos del Grupo "A", que se manifestó en la elección de una metodología de enseñanza-aprendizaje más conservadora, pasiva y centrada en el rol protagonista

del docente, en lugar de asumir los riesgos de un método alternativo que represente una participación más activa del estudiante.

5.11. ESTUDIO DE DURABILIDAD DE LOS APRENDIZAJES ALCANZADOS EN "QUÍMICA ORGÁNICA"

Después de transcurridos dos semestres, algunos de los alumnos fueron evaluados nuevamente durante el cursado de la asignatura "Genética". En este experimento se trabajó únicamente con 20 alumnos, ya que se produjo una deserción considerada, por otra parte, algunos de los alumnos que inicialmente participaron del trabajo, no se hallaban cursando la asignatura "Genética".

Dicha evaluación persiguió como objetivo principal el análisis de la durabilidad de los aprendizajes alcanzados durante el cursado de la asignatura "Química Orgánica" y la comparación de dos metodologías de enseñanza-aprendizaje diferentes.

El Cuadro 5.23 resume las notas medias obtenidas por los alumnos que integraron los grupos de trabajo "A" y "B". Si bien los alumnos pertenecientes al "Grupo B" obtuvieron mayores calificaciones en casi todas las preguntas (a excepción de la Pregunta 5), y la calificación total, dichas diferencias no llegaron a ser significativas, tal como se aprecia en dicho Cuadro (Escala de evaluación 0-5).

Cuadro 5.23. Efecto de la metodología de enseñanza-aprendizaje sobre las evaluaciones de durabilidad en "Química Orgánica"

Pregunta	Grupo "A"	Grupo "B"	Valor "F"	Valor "p"
1	2.3 ± 1.3	3.3 ± 1.5	3.72	0.0697
2	2.5 ± 1.2	3.4 ± 0.7	4.31	0.0524
3	2.9 ± 1.4	3.1 ± 0.5	0.20	0.6583
4	3.1 ± 1.2	3.4 ± 0.5	0.53	0.4762
5	3.3 ± 0.9	3.1 ± 0.6	0.28	0.6051
Total	2.2 ± 1.3	2.5 ± 0.9	0.40	0.5335

En promedio, los resultados de las evaluaciones medias se hallaron comprendidas entre 2.2 (Grupo "A") y 2.5 (Grupo "B") en una escala de valores de "0 a 5", es decir los resultados fueron bajos, denotando poca capacidad de retención por parte de los alumnos.

Nuevamente, estamos frente a un caso en el que, la metodología de enseñanza-aprendizaje no parece presentar un efecto significativo, ya que factores ajenos al experimento hacen que los aprendizajes puedan evaluarse como "frágiles".

Hay que destacar que el escenario donde se desenvuelven los alumnos es, naturalmente, más amplio que el ámbito de la Universidad y por lo tanto, los factores que pueden condicionar el proceso de enseñanza y aprendizaje son, sin lugar a dudas, muy diversos.

También se consideró conveniente llevar a cabo un breve análisis que produce el efecto del "tipo de escuela media" sobre la durabilidad de los aprendizajes, ya que, según se comentó en párrafos anteriores, un aprendizaje logrado en mayor tiempo, posee un efecto significativo sobre las calificaciones obtenidas por los alumnos.

Por ello, en el Cuadro 5.24 se resumen los valores medios de las calificaciones obtenidas en los diferentes tópicos evaluados según la titulación de la escuela media de la que provienen los alumnos. En este caso no se observa un efecto significativo para el factor "tipo de escuela media" en ninguna de las preguntas formuladas, ya que los valores del parámetro "p" se mantuvieron en todos los casos inferiores a 0.05.

Cuadro 5.24. Efecto del tipo de escuela secundaria sobre las evaluaciones de durabilidad en "Química Orgánica".

Pregunta	Bachiller	Técnico Químico	Técnico Agrónomo	Valor "F"	Valor "p"
1	2.8 ± 1.6	2.3 ± 2.2	3.3 ± 0.3	0.66	0.5317
2	2.8 ± 1.2	3.0 ± 0.8	3.3 ± 0.6	0.25	0.7841
3	2.9 ± 1.1	3.0 ± 0.8	3.3 ± 0.6	0.20	0.8220
4	3.1 ± 1.0	3.5 ± 1.0	3.3 ± 0.6	0.22	0.8076
5	3.4 ± 0.8	3.0 ± 0.8	2.7 ± 1.2	1.05	0.3702
Total	2.4 ± 1.1	2.2 ± 1.3	2.3 ± 0.7	0.02	0.9769

Las calificaciones medias obtenidas por los alumnos procedentes de diferentes escuelas medias fueron muy similares (2,4 para los Bachilleres, 2.2 para los Técnicos Químicos y 2.3 para los Técnicos Agrónomos). En este análisis también tenemos que considerar el aporte que otras asignaturas de la carrera pudieron llegar a realizar sobre los conocimientos de Química Orgánica. Materias tales como Fisiología Vegetal, Química Analítica, Edafología y Genética que los

alumnos cursaron durante el tiempo transcurrido entre la finalización de Química Orgánica y el examen de durabilidad, podrían haber llegado a tener una repercusión positiva sobre los resultados. En efecto, dichas asignaturas podrían tomar los conocimientos de Química Orgánica y utilizarlo con el propósito de potenciarlos. En tal caso se esperaría un efecto de maduración de los conocimientos, sin embargo, los resultados de la evaluación de durabilidad de los aprendizajes no denotan la presencia de tal efecto positivo.

Otros factores de invalidación interna podrían estar presentes y contribuir, en cierta medida, a explicar los bajos rendimientos observados en los Cuadro 5.22 y Cuadro 5.23, tales como cansancio, falta de confianza en emitir una respuesta, pérdida de unidades experimentales a lo largo del trabajo, diferencias en la corrección de las preguntas con respecto al período de cursado de Química Orgánica, etc.

También se consideró necesario llevar a cabo una contrastación entre los rendimientos individuales de cada alumno, comparando las calificaciones obtenidas durante el cursado con las alcanzadas en el examen de durabilidad.

En el Cuadro 5.25. se presentan los resultados del Análisis de la Varianza para el estudio de los factores "Metodología de estudio" y "Tiempo" transcurrido entre el dictado de la asignatura y la evaluación de durabilidad de los aprendizajes. Del análisis del mismo se desprende que no hubo un efecto significativo por parte de la "Metodología" utilizada ($F = 0.91$, $p = 0.3463$), mientras que el efecto "Tiempo" estuvo próximo a la significación ($F = 3.85$, $p = 0.0512$).

Cuadro 5. 25. Resultados del ANOVA en el estudio de durabilidad de los aprendizajes

Factor	Valor "F"	Valor "p"
Metodología	0.91	0.3463
Durabilidad	3.85	0.0512

Por ello, en el Cuadro 5. 26. se muestran los valores medios de las calificaciones obtenidas por los alumnos que participaron en el experimento de durabilidad, evaluados en dos momentos diferentes: "Examen integrador" y "Examen de durabilidad", clasificados según la metodología elegida por ellos.

Cuadro 5. 26. Efecto de la Metodología y el Tiempo transcurrido sobre las calificaciones en Química Orgánica

Metodología	Integrador	Durabilidad
Grupo "A"	2.8 _a ± 0.9	2.2 _b ± 1.1
Grupo "B"	3.1 _a ± 1.0	2.5 _b ± 0.9

_{a,b}: Diferentes subíndices para valores de una misma fila señalan diferencias significativas a $p < 0.10$

Para ambos grupos de trabajo, se observa que las calificaciones obtenidas en el examen de durabilidad (realizado dos años después) fueron inferiores a las alcanzadas en el examen integrador final de Química Orgánica, poniendo de manifiesto una pérdida de conocimiento en la medida que el alumno avanza en sus estudios. Estas diferencias, resultaron significativas a un nivel de $p < 0.10$. Resulta difícil poder establecer una relación causal entre la pérdida de aprendizaje y el tiempo transcurrido entre la realización de ambos exámenes, ya que numerosos factores que hacen a la formación del joven en la Universidad pueden contribuir al deterioro del conocimiento.

En efecto, para que un aprendizaje resulte duradero para los alumnos, es necesario que asignaturas de los años avanzados hagan uso de estos conocimientos, no sólo para valorar la importancia de la Química Orgánica en la carrera Ingeniería Agronómica, sino también para construir un aprendizaje significativo haciendo uso de los cimientos que las ciencias básicas brindan a la formación del educando.

De todos modos, estos resultados deben ser considerados simplemente como orientativos, ya que, deberían realizarse replicas del experimento en otros años, con grupos diferentes de alumnos, a fin de verificar los resultados obtenidos en este trabajo. Sin embargo, la pérdida del conocimiento por parte de los alumnos, no deja de ser un problema que preocupa a los docentes, tanto en el nivel medio, como en el nivel superior y la búsqueda de alternativas de trabajo para hacer que las clases sean más productivas representa una constante inquietud en el ámbito universitario.

CONCLUSIONES

La detección de la existencia de concepciones alternativas persistentes en los estudiantes que ha puesto de relieve la psicología cognitiva y la investigación en los últimos años, ha permitido cuestionar los fundamentos teóricos en los que se basa el proceso de enseñanza aprendizaje por transmisión oral que se aplica convencionalmente, tal como lo expresaban Jenings e Ingle (página 11).

Los primeros modelos que surgieron tuvieron como objetivo un cambio conceptual, pero evaluaciones posteriores detectaron que este cambio no es fácil y se pone en evidencia la necesidad de contemplar otros factores en el proceso de enseñanza

Las situaciones problemáticas presentadas, cuyos enunciados no son reconocidos por los estudiantes, según Garret, (página 32), la forma en que habitualmente se presentan las prácticas de laboratorio, el papel y la forma que la enseñanza tradicional le asigna a la evaluación, la desmotivación, la falta de interés, las actitudes negativas hacia el aprendizaje, han apoyado a esa formulación. Los modelos de enseñanza tienen que contribuir para dar respuesta a estos problemas didácticos, que son comunes en la práctica docente. Por esta razón se hace necesario investigar estrategias de enseñanza que integren la mayoría de las actividades áulicas.

Se ha elegido para este trabajo los temas de Química Orgánica y su relación con la Bioquímica en el primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Litoral. Para ello se diseñó un modelo de enseñanza por investigación y se aplicó en el aula, contrastando con respecto del tradicional o clásico. Se tuvo en cuenta además las procedencias de los alumnos en lo que respecta al nivel secundario así como las condiciones de promoción y regularidad de las asignaturas correlativas.

Por lo tanto, las conclusiones de este trabajo se presentan en tres etapas.

La primera etapa aborda el estudio de los efectos del tipo de enseñanza (tradicional vs. alternativa), escuela media y promoción de la

asignatura previa Química General. Se resaltan las dificultades más destacadas de la enseñanza de la Química Orgánica en Ingeniería Agronómica con la enseñanza habitual y se realiza una propuesta mejoradora, con un modelo de enseñanza alternativa.

La metodología utilizada presentó un efecto significativo sobre las calificaciones de los dos parciales de Química Orgánica y el examen final de la materia.

Los alumnos que han realizado trabajos de Química Orgánica como investigación se diferencian significativamente de los alumnos que recibieron enseñanza clásica, tanto en la visión sobre la ciencia como en la importancia que le otorgan a los fundamentos de la Química en los problemas agropecuarios.

Estos alumnos tienen una capacidad significativamente mayor de identificar los aspectos esenciales y la importancia de la química para resolver problemas del agro con los textos adecuados.

En forma mediata, se puede establecer que se ofrece a los alumnos de Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Agronómica una visión incorrecta y distorsionada del trabajo científico de la química, que no siempre reflejaba sus características primordiales e impide la familiarización con los conocimientos básicos. Un enfoque alternativo más creativo, que contemple la elaboración de experimentos, una lectura crítica de los resultados, la inserción extracurricular con otras disciplinas relacionadas con Química Orgánica, permiten obtener mejores resultados.

También el factor "tipo de escuelas medias" que proceden los alumnos presentó un efecto significativo sobre los exámenes de Química Orgánica y las evaluaciones diagnósticas. Los resultados evidencian que los alumnos con el título "Técnico Químico" y "Técnico Agrónomo" obtuvieron una mayor calificación ($p < 0.05$) en casi todas las preguntas. Este hecho pone de manifiesto una marcada influencia inicial por parte de los alumnos procedentes escuelas medias con mayor número de asignaturas relacionadas con la química (titulaciones de Técnico Químico y Técnico Agrario)

Sin embargo, este factor no tiene una influencia acentuada en la calificación media inicial de los diferentes grupos formados, ya que, tanto los alumnos "Técnicos Químicos" como "Técnicos Agrarios" se encuentran distribuidos en ambos grupos de trabajo, sin llegar a modificar en forma significativa la media de cada grupo .

Al analizar el efecto de haber promocionado la asignatura "Química General" durante el cuatrimestre anterior, no se encontró efecto significativo. Este hecho plantea la posibilidad de evaluar cambios curriculares, como ser la implementación de una asignatura Química General de cursado anual, con la misma carga horaria que podría desarrollarse en forma paralela a Química Orgánica.

En este punto sería demasiado prematuro hacer una conjetura de tal magnitud a partir de los resultados obtenidos en un único año de investigación, aunque debe considerarse como un punto de partida que debería profundizarse en futuros años a fin de llevar a cabo dicha propuesta.

En general se puede decir que la utilización de estrategias basadas en un modelo de investigación mejora el aprendizaje. Pero los resultados alcanzados confirman que el cambio conceptual es un proceso difícil en el que influyen algunos factores en mayor o menor medida, por lo que se puede decir que en el proceso enseñanza y aprendizaje no existen panaceas y, probablemente, tampoco existe una metodología que sea la más adecuada para la totalidad de los alumnos, lo que obliga a elegir aquella que consiga mejorar el aprendizaje en una mayoría de los estudiantes. En ese sentido las investigaciones estarán destinadas a mejorar paulatinamente la formación que los estudiantes reciben en las aulas.

Es posible transformar la metodología transmisor-receptor de conocimientos ya elaborados en Química Orgánica, por metodologías con pequeñas investigaciones guiadas, si las mismas se elaboran teniendo en cuenta los diversos factores que afectan a los estudiantes de agronomía.

El objeto de la segunda etapa de este trabajo consistió en indagar en algunos aspectos que hacen a la vida de los estudiantes relacionada con los hábitos de estudio y que puedan llegar a tener alguna repercusión sobre el aprendizaje de la asignatura.

Se evidencia una marcada dependencia entre los hábitos de estudio y la forma del cursado elegida, sobre todo en lo referido a búsqueda de compañeros para resolver problemas, ampliación de los temas a través de bibliografías alternativas, etc, y la forma de cursado elegida por los alumnos.

Los alumnos del grupo "B" que escogieron una modalidad alternativa para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje demuestran, en general, una mayor independencia, confianza y

seguridad que los alumnos que los del Grupo "A". Este hecho contribuye a explicar la capacidad de decisión y riesgo que implica abandonar un enfoque clásico centralizado en las explicaciones del docente y preferir un enfoque alternativo, con una mayor participación centrada en el alumno.

La tercera etapa incluye una investigación de la durabilidad de los conocimientos relacionados con la forma de cursado de la asignatura Química Orgánica.

El estudio de durabilidad demuestra una fragilidad de los conocimientos, según lo enunciado por Perkins D., (página 48), independientemente del enfoque metodológico utilizado y del tipo del título de la escuela media que posean los alumnos. Esta fragilidad se puede atribuir a la presencia de otros factores no analizados en este experimento, tales como la falta de integración con asignaturas posteriores, situación socio-cultural familiar de los estudiantes, etc.

Sin embargo, se pudo verificar que para los alumnos del grupo "A" los resultados muestran algunas dificultades en el vocabulario, formas de expresión, desarrollo específico de los temas preguntados en el examen. Los alumnos del grupo "B" que utilizaron una metodología investigativa, han desarrollado mejor la capacidad de incorporar la emisión de hipótesis en la confección de los exámenes.

En la pregunta referida a trabajos prácticos en la evaluación de durabilidad, se observa que los alumnos del "A" poseen una estructura predominante en la que se limitan a seguir una serie de pautas y consignas; mientras que en el "B", se nota el desarrollo de actividades relacionadas a un pensamiento crítico y una reducción en la persistencia de los errores conceptuales.

Para finalizar, en este trabajo no fueron evaluados factores tales como estabilidad del núcleo familiar, condición laboral del joven, situación económica, nivel socio-cultural de la familia, relaciones afectivas y otros tantos parámetros que podrían llegar a afectar en forma significativa la durabilidad de los aprendizajes y por consiguiente la posible fragilidad de los mismos. Si bien es cierto que existen factores que ocasionan problemas específicos, de realidad indiscutible, el propósito de este trabajo ha sido indagar solamente algunas causas inmediatas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química Orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEBLI, H: (1973). Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget, Buenos Aires, Kapeluz.

AGRESTI, A. (1990.). Categorical data Analysis. Ed. John Wiley & Sons, New York. ISBN: 0-471-85301-1: 558 pp.

ALBERTS, R. V , BEUZEKOM, P. J. Y ROOD, I. (1986). The assesmentof practical work: a choice options. Eur.J.Sci. Educ. Vol 8 (4) pag.361-369.

ALVAREZ, A. Y DEL RÍO, P.(1991). "Educación y Desarrollo: la Teoría de Vygostky y la Zona de Desarrollo Próximo", en Coll, C., Pala-cios, J. y Marchesi, A. (comps): Desarrollo psicológico y educa-ción II, Madrid, Alianza.

APARICI, R. (1995). "Educación audiovisual", en Aparici, R. (coord), Educación audiovisual. La enseñanza de los medios en la escuela, Buenos Aires, Novedades Educativas.

AUSUBEL, D. P. (1978). Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.

BACHELARD, M. (1967). La formatio de l'espíritu scientifiqi. Vrin. París. Pag.42-43

BALSELLS, S Y CARULLA, R. (1986). Els treballs pràctics de física. Un anàlisis crítica. Acll. J. de Recerca Educativa. Lleida. Pag.281.-299

BARCELÓ COLL, J; RODRIGO, G Y SABATER, B. (1988). Fisiología Vegetal. Pirámide. Madrid. España.

BEASLEY, W.(1995). Improving students laboratory performance. SCI Edu. Vol.64 Pag 567-576.

BELLOT, F. (1990). Experimentación de un nuevo currículo en Química para la segunda etapa de la EGB. Memoria del proyecto de innovación. Valencia. España.

BELOUSOV, V.A. (1973). Tecniques for conducting an experimnt in phisics. Soviet. Educ. Nov. Dic.1973. Pag. 116-121.

BENEDICTO, J Y SOLBES, J. (1990). Aprendizaje significativo de la Física y Química a través de una metodología constructivista. Universidad de Valencia. España.

BLANCO, A. (1993). Química Biológica. Ed. El Ateneo. Bs. As. Pag. 200-345.

BISQUEIRA.,B. (1992.). Introducción conceptual al análisis multivariante. Tomo I y II. Ed. P. P. V. S.A.- Promociones y Publicaciones Universitarias S.A.- Barcelona, España. ISBN: 84-7665-440-5: Pag.394 - 405.

BONET, A. QUINDOS, L.S. Y VILLAR E. (1982). A new laboratory course for students. Phys. Educ. Vol.17. Pag 44-45.

BRUNER, J. S. (1984) Acción, pensamiento y Lenguaje. Alianza. Madrid. Pag.169-171.

BUNGE,M. (1969).La Investigación Científica. Ariel. Barcelona. España.

BURNS, J. C. OKEY, J. R. Y WISE, K. C.(1985). Development of an integrated process skill test:Tps II. J.Sci. Teach.Vol.22 Pag.169-177.

BOURDIEU,p Y DARBEL,D. (1966). L'amour de l'art,les musées et leur public . París. Pag.69-66

CAÑAL, P. (1990). La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de plantas verdes. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. España pags.34-54.

CAPOZZO, A Y FERNANDEZ, A. (1997). Biología: Metabolismo. EUDEBA. Bs. As. Argentina.

CARRASCOSA, J Y GIL, D. (1992). Concepciones alternativas en Mecánica. Enseñanza de las ciencias. 10 (3) 314- 328.

CARRASCOSA, J; FERNANDEZ, Y ; GIL, D Y OROSCO, A. (1991). Diferencias en la evolución de preconcepciones científicas: un instrumento para la preconcepción de sus orígenes. Encino de Física. Sagra Editora. Brasil.

CARRASCOSA, J.; GIL, D Y FURIÓ, C. (1984). Criterios básicos para la elaboración de un currículo de Física y Química. Enseñanza de las ciencias. (2) Pag.103- 110.

CARRETERO, M. (1987). A la búsqueda del génesis del método científico: un estudio sobre la capacidad de eliminar hipótesis. *Inf. y Apren.* Vol.38 Pag 53-68.

CASTARINA, J. A. (1996). El debate Piaget- Vigotsky La búsqueda de un criterio para su evaluación del libro Piaget- Vogotsky. *Contribuciones para replantear el debate.* Paidós. Barcelona. España.

CASTRO, R; HANDEL, M Y RIVOLTA, G. (1994). *Actualizaciones en Biología.* Universitarias de Bs. As. Argentina.

CERVANTES, A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias.* 5. Pag. 66-70

CONTRERAS DOMINGO, J,(1990). *Enseñanza, currículo y profesorado. Introducción crítica a la didáctica.* Madrid.

CUADRAS AVELLANA, C. M. (1996). *Introducción conceptual al análisis multivariante.* Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, España. ISBN: 84-8966-750-8: 547 pp.

CHALMERS, A. (1992). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Ed. Siglo XXI. España. Pag.118-145 .

CHAREN, G. (1970.). *Do laboratory methods critical thinking?* *Sci. Educ.* Vol 54. Pag.267-271.

COLL, C. (1987). *Sicología y currículo.* Laia. Barcelona. España. Pag.23-27.

COLL, C. (1990). *Sicología y educación. Un marco de referencia psicológica para la educación escolar. La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza.* Cap. 23, Pag.433-453.

COLL, C; POZO, J; SARAIVA, B; Y VALLS, A. (1990). *Los contenidos de la reforma y el aprendizaje de los conceptos. Procedimientos y actitudes.* Madrid. España.

COLL, C. (1986). *Hacia la elaboración de un modelo de diseño curricular. Bases psicológicas.* Cuadernos de Pedagogía. Barcelona. España.

COLMEZ, F.; DELACOTE, G. Y RICHARD, J. F. (1978.). *Status de l'observation et l'activité experimental chez l'élève.* *Rv. Fran. Ped.* Vol. 45 Pag.55-65.

CONN, E. Y STUMPF, P. (1979). Bioquímica Fundamental. Limusa. México.

CORDÁN, R. (1985). Disociación entre la Química escolar y la realidad. Congreso sobre la investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona. España.

CRANE, D. W.(1981). The open laboratory. J. Chem. Educ.Vol 58. Pag 794-795.

DEVELAY, M.(1989). Sur la methode experimental. Aster N°8. Pag.3-15.

DILLASAHAW, F; PADILLA, J. Y OKEY, R. (1993). The relationship between science process skill and formal thinking abilities. J. Res. Sci. Vol 20. Pag 239-246.

DOMÉNECH MASSONS, J. M. and SARRIÁ ARRUFAT, A. (1997). Modelo de regresión logística, en Análisis Multivariante en Ciencias de la Salud: Modelos de Regresión. Ed. Gráficas Signo, S.A., España. ISBN: 84-8049-069-1: Pag. 68 y 75

DOMINGUEZ CASTINIEIRAS, J. M. (1996). Una visión de la enseñanza integrada de la Química por medio de actividades abiertas. Servicio de publicaciones e intercambio científico. Universidad de Santiago de Compostela. España.

DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las ciencias. 4(1).

ENGEL, E Y DRIVER, R. (1986). Study of consistency in the use of student's conceptual frameworks across different task contexts. Science Education. 70(4),Pag. 473-496.

ESCUADERO, T. (1985). Las actitudes en la Enseñanza de las ciencias: un panorama complejo.

FEYERABEND, P. (1974). Contra el método. Ariel. Barcelona.

FRASCHINA, A. (1995). Guía Temática de clases teórico-prácticas para Bioquímica. Universidad de Bs.As. Facultad de Agronomía. Argentina. Pag. 2-57.

FURIÓ, C. (1994). La enseñanza de las ciencias como investigación: un modelo emergente. Proceeding International Conference. Universidad de Concepción. Chile.

FURIÓ, C.(1986). Metodología en la detección de las dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la Química. Enseñanza de las ciencias. 4(1), Pag.73-77.

GAGNÉ, E. (1993). La methode. Madrid.Tomo I

GARDNER, H.(1993). La mente escolarizada, Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas. Barcelona. Paidós.

GENÉ, A. (1986). Transformación del Trabajos practicas de Biología: Una propuesta teorícamenet fonamentada. Tesis Doctoral. Universitat. Barcelona. Pag 132-135.

GERMANN, P. J., (1989). Directed-inquiry approach to learning science process skills:Treatamients effects and aptitude interactions.J. Res.Sci. Teach. Vol.26 (3) Pag.237-250.

GIL, D Y CARRASCOSA, J (1990). What to do about science misconceptios? Science Education, 74(5) Pag. 531-540.

GIL, D. (1981). Por unos trabajos prácticos realmente significativos. Rev. Bach. Vol. 17 Pag. 54-55.

GIL, D. (1991). Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? Enseñanza de las Ciencias. 9 (1),Pag. 69-82 Madrid. España.

GIL, D. (1994). Diez años de investigación en Didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas. Enseñanza de las ciencias. Vol 12. N°, 152-164.

GIMENEZ, M. P. (1989). Los esquemas conceptuales sobre la selección natural. Análisis y propuestas para un cambio conceptual. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid. España. Pag.45-47.

GLASSON, G. E. (1989). The effects of hand-on and teacher demonstration laboratory methods on science achievement in relation to reasoneing ability and prior knowledge. J.Rev.teach. Vol.26. Pag.121-131.

GOHAU, G. (1987) Difficultes d´une pedagogie de la decouverte dans l´enseingment des science.Aster nº 5 Pag.49-69.

GOMEZ, GRANEL Y COLL,C. (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo?. Enseñanza de las ciencias. Ed. Barcelona.

GONZALO, A. (1995). Universidad-Polimodal. UNL. Santa Fe. Argentina.

GUISASOLA, J. (1996). La enseñanza y aprendizaje de la electrostática como investigación en el Bachillerato. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. España.

GUNNING, D.J. Y JOHNSTONE, A. (1976). Practical work in the Scottish O-grade. *Educ.Chem.Ene.* pag 12-14.

HAIR, J., ANDERSON R., TATHAM R., BLACK, W. (1999). Análisis Multivariante. Prentice Hall Ed. Quinta Edición. Madrid (España). ISBN. 84-8322-035-0: 799.

HEMPEL, C. G. (1976). Filosofía de la Ciencia Natural. Alianza. Madrid.

HERNANDEZ, J Y PALACÍN, L (1993). La formulación en el nuevo currículo de Química. *Comunicación, Lenguaje y Educación.* 19-20.

HEWSON, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of science Education.* 8(3) Pag.229-249.

HODSON, D. (1986). The nature of scientific observation. *The school Sci. Rev.* Vol. 68. Pag.21-29.

IZQUIERDO. M. (1994). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de la ciencia. *Alambique* 8,7-21.

KARP, G. (1992). *Biología Celular.* Mc Graw-Hill. México.

KEMPA, R.F. Y WARD, J.E. (1988). Observational threshold in School Chemistry. *International Journal of Science Education.*

KHUNT, T. (1992). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica. México.

LAKATOS, I. (1982). Historia de la ciencia y sus reconstrucciones nacionales. Tecnos. Madrid. España.

LAKATOS, I. y JHONSON. (1991). Metáforas de la vida cotidiana. Tecnos. Madrid. España.

LAWSON, A. E, SEPHERD, G. D.(1976). Syntactical complexity in written language cognitive development at the formal level. *Science education*, 63(1) Pag. 73-81.

LEHNINGER, A; NELSON, D; COX, M.(1993). Principios de Bioquímica. Omega. Barcelona. España. Tomo I

LIZCAINO, M.(1993). Imaginario social y creación matemática. Gedisa. Barcelona.

LLORENS, J. A. (1991). Comenzando a aprender Química. Visor. Madrid.

LOCK, R Y FERRIMAN, B (1987). OCEA And assessment of practical chemistry. Education in chemistry. Pag. 114-116.

LUCAS, A Y GARCÍA RODEJAS, I. (1989). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en el aula. Enseñanza de las ciencias. Vol.8. Pag.11-16.

MANESSERO, D. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia. Una revisión conceptual. Enseñanza de las ciencias.

MATTHEWARS, M. R. (1994). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de la ciencia. Comunicación, lenguaje y educación.

MEDINA MESA, M. (1997). La pedagogía en Química. IV Taller Internacional de pedagogía en Química. Universidad C.C. Matanzas. Cuba.

Moreira, M. (1994). Cambio Conceptual: crítica a modelos actuales y una propuesta a la luz de la teoría del aprendizaje significativo, Proceeding International Conference. Chile.

MORÍN, E. (1994). Nuevos paradigmas: cultura y subjetividad. Paidós. Bs. As.

MURPHY, P (1988). Investights into pupils' responses to practical investigations from the APU. Phys.Educ. Vol.23. Pag 330-336.

NIAZ, M. (1989). The role of cognitive its influence on proportional reasoning. J.Teach. Vol.26.(3) Pag 330-335.

NOVACK, D. J.(1982). Teoría y práctica de la educación. Alianza. Universidad.

NOVACK, D. J. (1988). Constructivismo humano. Un consenso emergente. Enseñanza de las ciencias. 6.Pag. 213-223.

NOVICK, S y NUSSBAUM, J . (1981). Pupil's Understanding of the Particulate Nature of Matter. A Cross-Age Study. Science education. 65(2).

OGUNNIYI, M (1983). An analysis of laboratory activities. J. Sci Educ.Vol. 52. Pag 195-200.

OKEBUKOLA, P.A. (1985). Science laboratory behavior strategies of students relative to performance in and laboratory work. J. Res.Sci.Teach. Vol.22 Pag.221.

OKEBUKOLA, P. A. (1987). Students performance in practical chemistry: a study of some related factors.. J. Res.Sci.Teach. Vol.24 Pag.119-123.

OKEBUKOLA, P. A. Y OGUNNIYI, M. B. (1984). Cooperative, competitive and individualistic interaction patterns –effects on students' achievements and acquisition of practical skill. J. Res. Teach. Vol.21.(9) Pag. 875-880.

OSBORNE, R y FREYBERG, P. (1991). El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ciencias de los alumnos. Narcea. Madrid. España.

PAYÁ, J. (1991). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y la Química. Un análisis crítico y una propuesta fundamentada. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. España.

PEREZ, J. H. (1992). Dificultades del aprendizaje sobre la naturaleza corpuscular de la materia. Una propuesta para superarla. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. España.

PERKINS, D. (1995). La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Barcelona. Gedisa.

PFUND, H Y DUIT, R. (1993). Bibliography: Student's alternative frameworks and science education. INP at the University of Kiel. Alemania.

PIAGET, J. (1972). Intelectual evolution from Adolescence to Adulthood. Huem Developent. 15, 1-12.

PICHÓN RIVIÉRE (1985) Materialismo histórico. Bs As

PONTES, A. (1989). La renovación didáctica en la enseñanza experimental. Cuadernos de Pedagogía . N°176.

POPPER, K. (1972). La lógica de la Investigación Científica. Tecnos. Madrid.

POZO, J. Y. (1987). Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Visor. Madrid.

POZO, J. Y. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata. Madrid. España.

POZO, J; GOMEZ CRESPO, M. A.; LEMÓN, M. y SANZ, A, J. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia. Las ideas de los adolescentes sobre la Química. Servicio de comunicaciones del MEC. Madrid. España.

POZO, J. Y.(1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. Qué cambia para la enseñanza de la ciencia. Infancia y aprendizaje. 38.

RACHELSON, S. (1977). A question of balance: A wholistic of science inquiry. Sci. Educ. Vol 61. Pag.109-117.

RACHELSON, S. (1977). A question of balance: Awholistic view of science inquiry. Science Education. 61. Pag.109-117.

RAMIREZ, L. (1990). La resolución de problemas de física y química como investigación en la enseñanza: un instrumento de cambio metodológico. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. España.

RAWN, J. D. (1989). Bioquímica. Ed. Interamericana y Mc Graw Hill. Madrid. España. Pag.132-138.

RESNIHT, L. B. (1983). Mathematic and science learning: a new conception science. Pag.220,477-478.

REYES, V. (1991). La resolución de problemas de Química como investigación . Una propuesta didáctica basada en el cambio conceptual. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad del País Vasco. España.

RIBELLES, R; SOLBERS, J Y VILCHES, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación .para Física y Química. Infancia y Aprendizaje. 28, Pag.135-143.

RIVAS, M. (1986). Factores de la eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. Bordón, vol.264. Pag. 693-708.

ROBERTSON, I. J. (1987). Girls and boys and practical science. International Journal of Science Education. Vol.(5) Pag.505-518.

SAMAJA, J. (1999). Epistemología y Metodología. Eudeba. Bs. As. Pag.147-183.

SAN MARTÍ, N. (1989). Estudio de las dificultades de los estudiantes en la comprensión en la diferencia entre los conceptos de mezcla y compuestos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad autónoma de Barcelona. España.

SAN MARTÍN ALONSO, A. (1995). La escuela de las tecnologías, Universidad de Valencia. España

SCHIBECI, R.(1984). Actitudes to science:an uptade. Studis in Science Education.

SCHON, P. A. (1992).La formación de profesionales reflexivos. Paidós. España.

SEBASTIA, J. M. (1985). Las clases de laboratorio en física. Una propuesta para la mejora. Ens. de las ciencias. Vol 19 Pag 42-45.

SHAYER,M.y ADEY, P. (1984). La ciencia de enseñar ciencia. Narcea. Madrid.

SIERRA BRAVO, R. (1994). Análisis Estadístico Multivariable: Teoría y Ejercicios. Editorial Paraninfo S.A. Madrid (España). ISBN: 84-283-2095-0: 257.

SILVA AYCAGUER, L., ALCARRIA, A. (1993). Predicción del rendimiento académico a partir del perfil de entrada de los estudiantes de enfermería de La Habana. Revista de Educación Médica Superior. 7 (2). Citado en Silva Aycaguer, L. 1995. Excursión a la Regresión Logística. Editorial Díaz de Santos. Madrid (España).

SOLBES, J Y VICHES, A. (1989). Interacciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad. Un instrumento de cambio actitudinal. Enseñanza de la ciencia.. Vol. 7(1)

STRYER, L. (1988). Bioquímica. Reverté. Barcelona. Pag.578-620.

TEZANO, J. E. (1998). La explicación sociológica. Una introducción a la sociología. UNEA. Distancia.

THORLEY, N. R. (1992). Classroom conceptual ecologies: contrasting discourse change instruction. Presentado en the annual Meeting of National for research in Science Teaching. Boston. Massachusetts.

TOOTHAKER, W. S. (1983). A critical look at introductory laboratory instruction. Am. J. Chem. Vol. 15. Pag. 510-515.

TORRES, H.; CARMINATTI, H Y CARDINI C. (1983). Bioquímica general. Ateneo. Bs. As. Argentina.

USABIAGA, M.C. (1987). En torno al método científico: reflexiones didácticas sobre un método no didáctico. Bordón nº 268 Vol 39. Pag. 339-357.

VAZQUEZ, G., VERNA, H Y DOLDÁN, J. (1998). Universidad- Escuela Técnica: hacia una transformación didáctica de las ciencias Químicas. V Taller Internacional de Pedagogía en Química. Universidad C.C. Matanzas. Cuba.

VIENNOT, L. (1979). La raisonnement Spontané en dynamique elementaire. Tesis Doctoral. Université Paris. Francia.

VILCHES, A. (1994). La introducción de las interacciones CTS. Una propuesta necesaria en la enseñanza de las ciencias. Aula. 27, 32-36.

VILLAGRA, A. (1995). Enseñar y aprender con medios. U.N.T. Tucumán.

VYGOTSKY, L. (1962). Thought and language MIT press. Cambridge. Inglaterra.

WELCH, W. (1985). Research in science education. Review and recomendations. Science education. 75 (1).

WALPOLE, R; YERS, R; MYERA, S (1998). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Sexta Edición. Pag. 344- 347

WHITEHEAD, A. (1993). Science and the modern worlds.

YAGER, R Y PENICK, J. (1983). Analysis of the currente problems with school science in the USA. Europem Journal of sc. education. Vol. 1.

ANEXO 1**FUNDAMENTACIÓN DE LA DISCIPLINA**

El egresado de la carrera de Agronomía, de acuerdo con su perfil, debe ser un profesional al que se le confíe el óptimo aprovechamiento de la capacidad productiva del ecosistema agropecuario, su conservación y mejoramiento, así como el cuidado del medio ambiente, de manera tal que le permita alcanzar niveles de desarrollo sostenible.

Para el logro de estos objetivos resulta imprescindible que posea sólidos conocimientos de los fenómenos y procesos químicos, físicos y establecer y organizar un sistema de saberes y habilidades dentro de las ciencias químicas, que además de satisfacer los requerimientos de las disciplinas del campo de acción, confieran al estudiante una alta dosis de responsabilidad en la adquisición de mismos y lo capaciten en el análisis de situaciones que permitan relacionar los temas de la Química con la problemática agropecuaria.

El estudio de los sistemas naturales requiere además, de una caracterización cualitativa y cuantitativa de su composición, por lo que se hace necesario estudiar los fundamentos de los métodos analíticos de mayor utilización en el campo agropecuario.

Los sistemas de conocimientos y habilidades de las asignaturas que conformen esta disciplina pretenden satisfacer, en el mayor grado posible, las necesidades de disciplinas tales como: Ciencias del suelo, Sanidad Vegetal, Zootecnia general, Producción Agrícola, entre otras y además garantizar la necesaria articulación con la enseñanza precedente.

De acuerdo con lo anteriormente planteado se define el objeto de estudio de la disciplina como el estudio de la composición, estructura, propiedades y funciones de las sustancias químicas que aparecen en los sistemas bióticos y abióticos de la carrera, las leyes que rigen sus transformaciones e interacciones con el medio y los métodos analíticos para su caracterización.

OBJETIVOS GENERALES EDUCATIVOS DE LA DISCIPLINA

- ✓ Contribuir a la formación de una concepción dialéctico-materialista del mundo a partir de la diversidad de formas de existencia de la materia, el carácter contradictorio de estas formas y el tránsito de unas a otras, así como del carácter de saltos de las transformaciones químicas de las sustancias, como consecuencia de su composición o de su estructura.
- ✓ Lograr la formación de hábitos de estudio de renovación constante y de una capacidad de trabajo en grupo, a través del conocimiento que desempeña el experimento y la práctica productiva en la adquisición de conocimientos químicos y bioquímicos verdaderos, el carácter histórico de los mismos y su capacidad transformadora en la vida de la sociedad.
- ✓ Explicar sobre la base molecular lógica, los mecanismos que garantizan la conservación y la transmisión de la información genética y las relaciones con el mecanismo de traducción.
- ✓ Establecer relaciones entre los metabolitos de carbohidratos, lípidos y proteínas a través e vías centrales y/ o metabolitos intermediarios comunes.
- ✓ Aplicar técnicas físico- químicas de análisis en la determinación de magnitudes bioquímicas relacionadas con los procesos metabólicos estudiados.

SISTEMA DE CONOCIMIENTO DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Los conocimientos básicos de la Química Orgánica se fundamentan en los siguientes temas principalmente: Los compuestos del Carbono: Hibridaciones. Enlace químico: iónico y covalente. Fuerzas intra e intermoleculares. Función orgánica y grupo funcional. Nomenclatura. Isomería. Reacciones y mecanismos más importantes. Adición y sustitución nucleofílica y electrofílica. Derivados halogenados de los hidrocarburos: importancia biológica. Oxidación de alquenos, alcoholes y compuestos carbonílicos. Características ácidas y básicas de los compuestos orgánicos. Descarboxilación. Esterificación. Lípidos de importancia biológica. Hidrogenación. Ácidos grasos. Acilgliceroles. Hidrólisis básica y enzimática. Carbohidratos. Importancia biológica. Isomería óptica. Tipos de estereoisómeros. Concepto de anómero.

Mutarrotación. Representación de Haworth y conformacionales. Reducción y oxidación. Almidón. Celulosa. Aminas. Urea.. Compuestos nitrogenados heterocíclicos. Estructura de la clorofila. Nucleósidos y nucleótidos. Proteínas. Estructuras. Desnaturalización. Ciclos metabólicos. Fotosíntesis. Integración metabólica.

ORIENTACIONES METODOLÓGICAS EN LA QUÍMICA ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LA BIOQUÍMICA

Esta asignatura tiene como característica particular: su estrecha relación con la bioquímica, debe ser capaz de transmitir a los alumnos que a pesar de las diferentes especies, existe una uniformidad a nivel celular dada por la semejanza en la composición química y vías metabólicas comunes a todos los organismos.

Se recomienda realizar un estudio integral del sistema químico y de la reacción química, desde el punto de vista estructural, termodinámico y cinético para cada uno de los procesos químicos objeto de estudio.

Se incluye un fundamento teórico para cada tipo particular de equilibrio químico, como base de cada método analítico en particular y se debe seguir un criterio análogo para el caso de los métodos analíticos instrumentales.

Las clases deben desarrollarse en forma combinada, donde se incluya la base orientadora y los contenidos seleccionados, haciendo énfasis en la ejemplificación de los métodos y las vías principales para la aplicación de los conocimientos, procurando lograr una mayor activación de la enseñanza y del aprendizaje.

En las prácticas de laboratorio se procura el trabajo con la mayor independencia posible. Además del trabajo experimental, se incluye ejercitación y discusión de determinados contenidos relacionados con la actividad práctica.

Se sugiere seleccionar determinados contenidos temáticos a desarrollar en actividades extracurriculares (seminarios, encuentros de conocimiento, mesas redondas, etc.) mediante la utilización de técnicas participativas que coadyuven al desarrollo de habilidades intelectuales y prácticas.

Se puede llevar a cabo un trabajo basado en revisión bibliográfica sobre determinados elementos de interés agrícola, que satisfaga los requerimientos de la asignatura, desde el punto de vista teórico práctico.

La asignatura debe utilizar ejemplos de plantas y animales, haciendo énfasis en los primeros de manera que sirva como motivador para el entendimiento de materias posteriores que no pueden ser comprendidas cabalmente sin una correcta fundamentación de los principios químicos.

El tema metabolismo es de gran importancia para la carrera de Agronomía, si se tiene en cuenta que en el este se estudian los procesos como metabolismo del almidón, y la fotosíntesis, a los cuales se les debe dar importancia dentro del contexto del metabolismo de carbohidratos, por la propia condición de autótrofos que tienen los organismos fotosintéticos, sin que esto implique la no importancia de otras vías metabólicas..

Se deben tener en cuenta las estructuras de aminoácidos y proteínas para la comprensión del metabolismo de los mismos, así como las estructuras de los ácidos nucleicos, para profundizar en la participación de enzimas en los distintos procesos.

También se debe dar importancia a los mecanismos de fijación de nitrógeno y reducción de nitratos en plantas.

Los contenidos de metabolitos secundarios se pueden abordar de forma general de manera que le permitan al estudiante valorar la importancia de los mismos en el metabolismos de las plantas e incluso en su respuesta de defensa ante el entorno.

ANEXO 2

OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SISTEMA MUESTRAL

PREEXPERIMENTO

Esta experiencia se levó acabo dos partes: la primera como pasantía en la Facultad de Agronomía de la Universidad Camilo Cienfuegos de la Universidad de Matanzas, y una segunda parte en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Litoral.

Se realizaron encuestas en forma de diálogo con alumnos de Brasil, cursante del quinto año de la carrera de agronomía; Colombia, ingresantes 1998, a la carrera de agronomía; Cuba, cursante del cuarto año de agronomía y Jamaica, ingresantes 1998 a la carrera de agronomía.

Para la segunda parte se trabajó con alumnos argentinos cursantes de quinto año de la carrera de Ingeniería Agronómica e ingresantes 1997 a la misma carrera.

Se llevaron a cabo las siguientes preguntas con las respectivas respuestas:

Alumnos de Brasil:

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: La Química Orgánica es importante para comprender la Bioquímica, la Genética, la Ecología, ya que sin conocer los compuestos orgánicos y sus propiedades es muy difícil comprender las asignaturas posteriores.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: Es necesaria para interpretar los procesos físico y químicos que ocurren a nivel celular, que son indispensables para el desarrollo de la vida profesional.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: En los trabajos prácticos no se veía relación con la vida a nivel vegetal.

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Respuesta: Sí. Sería interesante que en los trabajos prácticos se desarrollen temas relacionados con vegetales, anabolitos secundarios, suelos, etc.

Alumnos de Colombia

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: Sí, la Química Orgánica es necesaria para las asignaturas correlativas, para entender la Biología y la Ecología de los principales representantes del mundo animal y vegetal.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: los conocimientos de Química no solamente la Orgánica, son muy importantes en la vida profesional ya que nos ayudan a caracterizar las interacciones de las sustancias, destacando la diversidad de los fenómenos biológicos.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: Muy poco tiempo para aprender las funciones orgánicas y las reacciones químicas, sobre todo las relacionadas con los procesos biológicos.

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Sería bueno aplicar un sistema de resolución de problemas relacionados con el campo y sus actividades.

Alumnos de Cuba

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: La Química Orgánica es muy importante para poder interpretar los procesos biológicos y productivos en las asignaturas posteriores como Producción Agrícola, Fisiología y Microbiología, en esta última es indispensable manejar bien los conceptos de óxido reducción, proteínas, etc de la Química Orgánica.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: en la vida profesional los conocimientos de la Química Orgánica juntos a las otra Químicas y la Física , como asignaturas básicas, nos ayudan a solucionar problemas en el campo orgánico y biológico.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: Los problemas propuestos no tenían mucha relación con la agronomía, por ejemplo suelo, pasturas, contaminantes de vegetales...

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Respuesta: habría que mejorar las actividades de los trabajos prácticos, que tengan mayor relación con lo que dije anteriormente y acercar a los químicos con los agrónomos.

Alumno de Jamaica:

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: Sí, posiblemente la Química Orgánica sea importante para las asignaturas correlativas, pero yo no lo puedo decir todavía, ya que aún no las hice.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: Sí, creo que sí. Ya que permite conocer compuestos que los vamos a necesitar en el momento de aplicar algún fertilizante o plaguicida.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: Demasiadas fórmulas que resultan difíciles de recordar.

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Respuesta: Debería ser anual, para aprenderla mejor.

Alumnos de Argentina avanzados

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: Sí, es importante sobre todo para Genética, Fisiología, Química Analítica y Forrajes.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: Sí, creo que si, pero eso también dependerá del tipo de trabajo que te toca realizar, si es una empresa de plaguicidas o fertilizantes, las químicas son importantes.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: Demasiadas hora de clase, con muchos ejercicios, los problemas planteados son poco familiares.

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Respuesta: habría que tratar que las cátedra de Química Orgánica y Forrajes trabajen en forma conjunta para desarrollar trabajos prácticos vinculados con los vegetales, por ejemplo.

Alumnos de Argentina ingresante.

Pregunta 1-Cuál es la importancia de la Química Orgánica en la carrera de Agronomía, para las asignaturas correlativas?

Respuesta: me parece que si no sabes lo fundamental de la Química Orgánica, como ser estructuras, grupos funcionales, macromoléculas, no podes entender asignaturas como Fisiología, Microbiología, Genética.

Pregunta 2-Considera que la Química Orgánica es relevante en la vida del profesional de la agronomía?

Respuesta: Sí, es muy importante, si querés desarrollar actividades científicas relacionadas por ejemplo con la mejora de suelos, tratamiento de aguas para riego, utilización de agroquímicos, la Química Orgánica es indispensable conocerla.

Pregunta 3: Qué dificultad detectó cuando cursó la asignatura?

Respuesta: habíamos visto muy poco de los compuestos orgánicos en la secundaria, aquí tuvimos que dedicarle muchas horas, pero aunque al principio nos resultó difícil, luego la fuimos entendiendo y ahora nos resulta atractiva.

Pregunta 4: Desea hacer algún comentario?

Respuesta: Sería interesante tener más horas de resolución de problemas y menos de teoría.

Situaciones problemáticas relacionadas con la vida profesional:

Se llevaron a cabo en forma coloquial con los alumnos avanzados de todas las facultades mencionadas. Consistieron en lo siguiente:

EXPERIMENTO 1

Se presenta la planificación a las autoridades de la Facultad de Ingeniería Agronómica, correspondiente al período lectivo 1998.

Se les informa que se lleva a cabo un trabajo de investigación y las características para el desarrollo de las clases de cada uno de los grupos.

Para esta experiencia se solicita a los alumnos que cursan Química Orgánica y Biológica en forma regular, que se inscriban en los Grupo "A" y "B", según sus preferencias.

Se pone en conocimiento de los estudiantes las condiciones de Regularización y de Promoción, consistente en la aprobación de dos exámenes parciales con 50 y 70 puntos sobre 100 respectivamente.

La asistencia obligatoria es del 80% a las clases de Coloquios, Talleres y Trabajos Prácticos y la aprobación de los informes de los Trabajos Prácticos realizados.

Las condiciones de regularidad, promoción y asistencia son iguales para todos los alumnos.

Se obtuvo la nómina de alumnos regulares conformada por 72 alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica de los cuales cursaron un total de 60.

Se distribuyeron de manera homogénea y se los llamó Grupo "A" y Grupo "B".

EXPERIMENTO 2

En este experimento estuvieron presentes alumnos con las siguientes características:

- 20 alumnos que cursaron Química Orgánica en el período lectivo 1998 .
-
- 15 varones y 5 mujeres.

Se los llamó grupos "A" y "B"

Se les hizo entrega de la encuesta para el mejoramiento de la enseñanza de la Química que se transcribe en el capítulo 5.

EXPERIMENTO 3

.Este experimento se llevó a cabo con los alumnos de las siguientes características:

- 20 alumnos cursantes 1998 que cursan Genética I en los ciclos lectivos 2001/2002.
-
- 15 varones y 5 mujeres.

Se los llamó Grupos "A" y "B".

Estos estudiantes realizaron una evaluación de durabilidad la que se transcribe en la página 167.

Se presentan a continuación modelos de las evaluaciones realizadas.

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA QUÍMICA ORGÁNICA

APELLIDO Y NOMBRES.....

GRUPO N°.....

Lea atentamente el cuestionario y consulte a un docente si necesita aclaraciones sobre los enunciados.

- 1- Qué estudia la Química Orgánica?
- 2- El dióxido de Carbono es un compuesto inorgánico? Justifique su respuesta.
- 3- Qué gases componen el aire? En qué proporción?
- 4- Qué diferencia existe entre una molécula y una macromolécula?
- 5- Qué es la combustión?
- 6- Qué significa que una molécula esté formada por CHON?
- 7- Nombre y escriba la estructura de tres ácidos orgánicos y tres inorgánicos.
- 8- Qué compuesto químico constituye el gas natural?
- 9- Qué tipo de compuestos se obtienen de la destilación del petróleo?-Cuál es la diferencia entre la nafta Súper y la Común?

EXAMEN QUIMICA ORGANICA Y BIOLOGICA

07/07/98

Lea atentamente el cuestionario y consulte a un docente si necesita una aclaración.

Tema: Hidratos de Carbono

Pregunta N°1: 20p a- ¿Cuál es la diferencia estructural entre las celobiosa y la maltosa?

b- Escriba la estructura de la celobiosa.

c- Indique cuál es el disacárido de la celulosa y del almidón.

Tema: Enzimas

Pregunta N°2: 20p a- ¿Qué entiende por actividad enzimática?

b- ¿Cuáles son los factores que influyen en la actividad enzimática? Explique y grafique cada uno de ellos.

Tema: Proteínas

Pregunta N°3: 20p a- ¿Cómo se clasifican las proteínas según su composición química?

b- Indique cuáles son las diferencias entre los enlaces de una estructura secundaria y una terciaria.

Tema: Metabolismo

Pregunta N°4: 20p a- Explique y ejemplifique qué significan los siguientes términos:

- Lipólisis
- Glucólisis
- Proteólisis

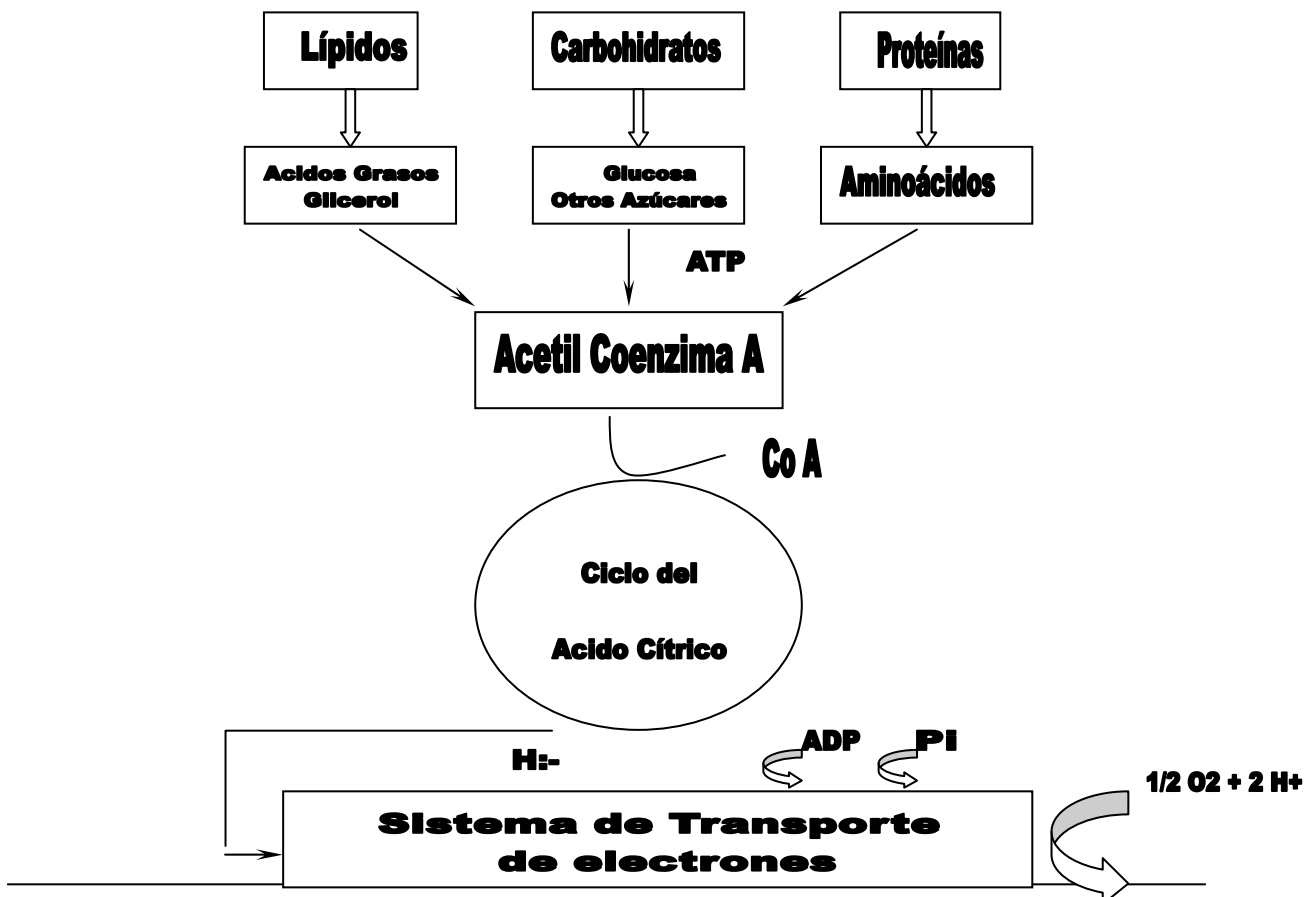
b- ¿Qué es la transaminación? Ejemplifique.

Tema: Fotosíntesis

Pregunta N°5: 20p a- ¿Por qué la fotosíntesis es un proceso anabólico?

b- ¿Cuáles son las etapas de la fotosíntesis? Describa cada una de ellas.

c) Completar el siguiente cuadro.



QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CUESTIONARIO

BIOENERGÉTICA

- 1) ¿Cuál es el concepto de sistema termodinámico y de entorno?
- 2) Indique el significado de sistema "abierto"; "cerrado" y "aislado".
- 3) Enuncie el primer principio de la termodinámica.
- 4) Defina variación de entalpía.
- 5) Explique qué es un proceso exotérmico y uno endotérmico.
- 6) Enuncie el segundo principio de la termodinámica.
- 7) Explique el significado de "entropía", e indique:
 - a) cuál es el valor de entropía en el equilibrio;
 - b) cuál es el estado de un organismo que se encuentra en equilibrio con su entorno.
- 8) Defina el concepto de energía libre.
- 9) Explique la diferencia entre un proceso endergónico y otro exergónico.
- 10) ¿A qué se denomina variación de la energía libre estándar en un sistema abiótico y en uno biótico?
- 11) Relacione la variación de energía libre estándar con la constante de equilibrio.
- 12) ¿Cuál es el concepto de reacción acoplada?

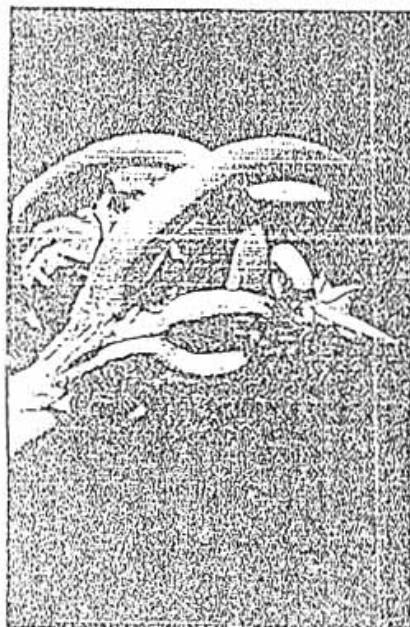
ENZIMAS

- 1) Defina por su naturaleza química y función biológica el término enzima e indique:
 - a) qué características generales son comunes a las enzimas y a los catalizadores no biológicos y abióticos;

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

- b) qué propiedades particulares caracterizan a las enzimas.
- 2) ¿Qué es el sitio activo de una enzima?
- 3) Una reacción catalizada biológicamente puede suceder con variación positiva o negativa de la energía libre. Indique:
- en qué caso esa reacción será espontánea, y qué fenómeno biológico debe acoplarse en caso que no lo sea;
 - qué es energía de activación (E_a) y cómo influye en la reacción descrita ($A \longrightarrow P$);
 - qué efecto produce el agregado de una enzima sobre el valor de la energía de activación de una reacción. Fundamente.
- 4) Indique las características principales de la clasificación decimal de enzimas. Indique los seis grupos en que las enzimas se clasifican por la reacción que catalizan.
- 5) Explique qué son los cofactores de las enzimas. Clasifíquelos y ejemplifique.
- 6) Grafique la variación de la actividad enzimática en función de la concentración de enzima, el pH y la temperatura.
- 7) Dada la reacción: $E + S \rightleftharpoons ES \longrightarrow P + E$
- Grafique la variación de la velocidad de reacción (velocidades iniciales) en función de la concentración de sustrato. Explique el comportamiento diferencial observado con altas y bajas $[S]$.
 - ¿Qué es velocidad máxima ($V_{m\acute{a}x}$) o límite y qué es la constante de Michaelis (K_m)?
 - Escriba la ecuación de Michaelis-Menten e indique en qué postulados y supuestos se fundamenta.
 - Explique qué relación se verifica entre el K_m y la afinidad aparente de una enzima por el sustrato.
 - Grafique $1/V = f(1/[S])$ (Lineweaver-Burk) señalando los parámetros cinéticos característicos. Indique la utilidad de esta representación respecto de la hiperbólica o de Michaelis-Menten.
- 8) ¿Cómo actúan los inhibidores enzimáticos? Grafique $\{V = f[S] \text{ o } 1/V = f(1/[S])\}$ para una situación de inhibición competitiva y no competitiva. ¿Cómo interactúan S, E e I? En cada caso considere las gráficas con inhibidor y sin inhibidor. Fundamente las variaciones de $V_{m\acute{a}x}$ y/o K_m .

SITUACION PROBLEMÁTICA



La deficiencia de boro causa distorsión de los meristemas apicales como en esta planta de papaya.

Porqué son esenciales

Funciones fisiológicas de los 16 elementos indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por John E. Bowen*

AGRICULTURA de las AMÉRICAS Agosto 1965

Hoy existe gran abundancia de información sobre cómo, cuándo y con qué materiales fertilizar el suelo. Así, sólo en los E.U.A., el uso de fertilizantes se ha duplicado en los últimos 25 años. El mayor aumento ha sido en la utilización del nitrógeno.

Sin embargo, es igualmente importante saber porqué hay que fertilizar. La mayoría de los agricultores saben que ciertos elementos químicos en cantidades adecuadas son esenciales para la producción óptima del cultivo, sin realmente entender el papel que esos elementos desempeñan en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas.

Para ser considerado esencial, un elemento debe cumplir tres requisitos:

1. Sin él, la planta no puede completar su ciclo de vida; es decir, no puede crecer y reproducirse cuando no dispone de una cantidad adecuada del elemento.

2. La actividad biológica del elemento debe ser específica; esto es, que no puede ser substituido por otro elemento en el metabolismo de la planta.

3. Debe quedar demostrado que participa directamente en el metabolismo de la planta; es decir, que es componente de un metabolito esencial o que es necesario para la actividad de una enzima esencial.

Hasta la fecha se han encontrado 16 elementos que satisfacen esos criterios y, por lo tanto, se consideran esenciales: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca), hierro (Fe), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), boro

dividen en macroelementos y microelementos. Clasificación que se basa sólo en la cantidad relativa del elemento que requieren las plantas, y no indica su importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta. Esos 16 elementos tienen la misma importancia y cuando cualquiera de ellos falta, la planta muere.

Los macroelementos son necesarios en cantidades grandes. Sus concentraciones en los tejidos de las plantas se expresan en base a "porcentaje de peso seco". Los elementos en esta categoría son N, P, K, S, Ca y Mg.

Por otro lado, los microelementos se expresan en "partes por millón" ó ugr/gr de peso seco, porque se requieren en cantidades mucho menores. Los microelementos son: Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo y Cl. A veces se denominan elementos menores o secundarios, pero esos términos no son precisos porque no reflejan su verdadera importancia para las plantas.

En la práctica, el C, H y O se omiten de ambas categorías porque la planta los obtiene de la atmósfera. No es posible que el suministro de ninguno sea tan bajo que afecte la producción del cultivo. Por lo tanto, el C, H y O se omiten en la discusión de insuficiencias, fertilización y nutrición del cultivo.

Esos tres elementos son componentes integrantes de casi toda molécula vegetal. En realidad hay muy pocos compuestos naturales de importancia fisiológica para las plantas que no contengan en su estructura cada uno de esos tres elementos.

Estudiando el papel de cada uno de los 16 elementos esenciales para



plantas en cantidades adecuadas.

Nitrógeno. Después del C, H y O es el elemento más abundante en los tejidos vegetales. Gran parte del N de las células está en forma de proteínas, de moléculas relativamente grandes y estructuras químicas muy complejas. Bioquímicamente, las proteínas se forman por polimerización de aminoácidos, que son los componentes básicos de las proteínas. Prácticamente, toda reacción fisiológica de una célula viva está regulada por una enzima, que es una proteína altamente especializada. Las proteínas y el agua son los componentes principales del protoplasma, que es la "materia viva" de las células.

Las proteínas también están presentes en las células vegetales en forma de reservas, especialmente en las semillas. Las proteínas almacenadas son químicamente más complejas que las proteínas protoplásmicas, pero sus estructuras químicas son similares.

Toda proteína contiene carbono (50 a 54 por ciento), hidrógeno (7 por ciento) y oxígeno (20 a 25 por ciento), además de 16 a 18 por ciento de N. Muchas proteínas también contienen cantidades pequeñas de S (menos de 2 por ciento) y algunas contienen P. Las proteínas están íntimamente ligadas a la fotosíntesis, así como a otros procesos metabólicos. El 70 por ciento del N de las hojas y la mitad del N total de la planta puede estar en los cloroplastos, que son los puntos fisiológicos de la fotosíntesis.

Los síntomas de deficiencia de N se generalizan a toda la planta, debido a su presencia general y las funciones vitales de las proteínas en toda célula viva. Cuando falta N, la síntesis de las proteínas y la actividad de las enzimas se reducen

Un efecto de la falta de fósforo es la acumulación de pigmento de antocianina que da a esta planta de tomate un tono morado.

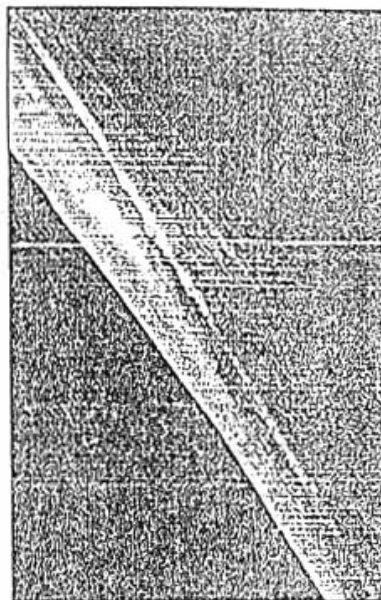
rápidamente.

Fósforo. Al igual que el N, está presente en toda célula viva y es vital para todos los procesos metabólicos que tienen lugar en ella, aunque por una razón totalmente diferente. El P es absorbido por las raíces en forma de ion $H_2PO_4^-$ y es metabolizado en las células. El P es crítico para la planta porque forma parte de la molécula del trifosfato de adenosina (TFA), la forma universal de energía de toda célula vegetal viva. El TFA es el compuesto que suministra la energía necesaria para "impulsar" las reacciones vitales en las células. Por lo tanto, la deficiencia de P causa un efecto inmediato y grave en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Debido a este impacto general, no se pueden describir manifestaciones simples de insuficiencia de P.

La función del P en el intercambio energético, a través del TFA, no es la única que desempeña en las plantas. El P también es componente de los fosfolípidos, ácidos nucleicos y las nucleoproteínas. Compuestos que son importantes en numerosas reacciones y procesos.

El P también es activador de algunas enzimas, al acelerar la tasa de sus reacciones. En ausencia de su activador específico, la tasa de reacción de una enzima podría no ser suficiente para mantener el proceso metabólico. Por lo tanto, si no hay una concentración suficiente del activador específico de una enzima, es posible que muera la célula, el tejido e incluso la planta.

Potasio. Está presente en los tejidos de las plantas, principalmente como sales inorgánicas solubles, a



Clorosis generalizada en planta de cebolla por insuficiencia de nitrógeno.

diferencia de la mayoría de los otros elementos esenciales que forman parte de moléculas orgánicas. No obstante, los requisitos de K son específicos y ese elemento no puede ser reemplazado por otros químicamente similares como el sodio o el litio.

Los tejidos de las plantas pueden tener concentraciones altas de K. Así, se han encontrado niveles de seis por ciento (en base a peso seco) en el tejido meristemático de la caña de azúcar. El ión K^+ generalmente es el catión monovalente más abundante en las células vegetales. Pese a su presencia en concentraciones tan altas, las funciones específicas del K en el metabolismo de las plantas todavía no están muy claras. Los efectos generales de la deficiencia de K incluyen la acumulación de compuestos nitrogenados orgánicos solubles (aminoácidos y amidas), lo que indica que el K podría cumplir funciones en la síntesis de proteínas. La deficiencia grave de K inhibe la fotosíntesis y aumenta la tasa de respiración de las células.

(Continúa en la siguiente página)



Hoja de pimiento enrollada a consecuencia de la deficiencia de calcio.



La manifestación típica de la falta de hierro es una clorosis entre las nervaduras, como en esta hoja de maíz.

AGRICULTURA de las AMÉRICAS Agosto 1985

Elementos...

De la página anterior

El K es sumamente móvil en los tejidos de las plantas, probablemente porque no está ligado químicamente a moléculas orgánicas. Por eso se redistribuye fácilmente de los tejidos más viejos a los tejidos en desarrollo.

Azufre. También está íntimamente relacionado con la síntesis de proteínas, pero de una manera diferente a la del N y el P. El S es un componente de la estructura de algunos aminoácidos (cistina, cisteína y metionina). Cuando falta S, esos aminoácidos esenciales no se sintetizan en cantidades adecuadas y, consecuentemente, la síntesis de proteínas se reduce. Al mismo tiempo, en plantas con deficiencia de S hay una acumulación de otros aminoácidos y compuestos nitrogenados relacionados.

Las mismas enzimas son proteínas, por eso es de esperarse que sus concentraciones en plantas con deficiencia de S sean menores a las normales. Así, la deficiencia de S, al igual que las de N y P, tiene efectos inmediatos y graves. El contenido de azúcar de los tejidos disminuye debido a la menor fotosíntesis y, como ya se indicó, el contenido de aminoácidos aumenta debido a la menor síntesis de proteínas.

El S también activa algunas enzimas, a veces reemplazando parcialmente al P en esa función, pero no en otras, lo que mantiene el concepto de esencialidad del P.

Calcio. El Ca está concentrado en las hojas más antiguas, en su mayor parte ligado químicamente en las paredes celulares, principalmente como pectato de calcio. En la calabaza, por ejemplo, 70 por ciento del calcio total de los tejidos puede estar en esa forma. Por lo tanto, el Ca desempeña un papel importante en la resistencia mecánica de los tejidos vegetales. Sin embargo, el enlace químico del Ca lo inmoviliza en los tejidos, y no se redistribuye fácilmente a los tejidos inmaduros cuando el suministro de Ca disponible es insuficiente.

El Ca también está presente en otras formas y sitios de las células y tejidos vegetales. Las vacuolas celulares de muchas especies contienen cristales de oxalato y carbonato de calcio; también cristales de fosfato y sulfato de Ca, pero con

menor frecuencia. Este elemento forma sales con los ácidos orgánicos cuyas funciones aún no se conocen.

La amilasa, una enzima que descompone los almidones en azúcares simples, es la única enzima conocida con Ca en su estructura molecular. Sin embargo, ese enlace del Ca a la proteína enzimática es débil y su función no está clara. Se sabe que el Ca es necesario para la división normal de las células en los meristemas y que una manifestación de la deficiencia de Ca es el desarrollo meristemático anormal y deformado.

Magnesio. El Mg es esencial para la fotosíntesis porque es el único elemento metálico químicamente incorporado a las moléculas de clorofila. Representa 2.7 por ciento del peso molecular total de la misma, pero el Mg ligado a la clorofila es sólo el 10 por ciento del Mg total de la planta. Por eso, la mayor parte del Mg en los tejidos de las plantas no está fijo en la clorofila.

Cerca del 50 por ciento del Mg total está en las hojas, específicamente en los plastidios de las células foliares. Este Mg no es parte de las moléculas de clorofila, lo que no es de extrañar, puesto que el Mg es el activador más común de las enzimas asociadas con el metabolismo energético. Esto no está en contradicción con la función del Mg en la clorofila, porque la conversión y la conservación de energía son las principales funciones de los cloroplastos, las estructuras subcelulares de las hojas que contienen la clorofila y que producen la fotosíntesis.

Como ya se indicó, el Mg es activador de más enzimas que cualquier elemento, especialmente enzimas respiratorias y otras que actúan sobre sustratos fosforilados como el TPA. A este respecto, el Mg es de suma importancia para el equilibrio energético de la planta.

Hierro. Su deficiencia es bien conocida por los agricultores de muchas regiones del mundo donde la característica y fácilmente identificable "clorosis por deficiencia de Fe" tiene lugar en una gran variedad de cultivos. Este elemento es esencial para la formación de la clorofila, aunque no forma parte de su molécula. Actúa como catalizador en las reacciones de síntesis de la clorofila. No obstante,

no es suficiente que la planta disponga de cantidades adecuadas de Fe, sino que debe estar en una forma que la planta pueda utilizar.

El Fe es fisiológicamente activo en forma ferrosa (Fe^{2+}), aunque es más prontamente absorbido por las raíces en forma férrica (Fe^{3+}). Por eso, gran parte del Fe absorbido debe ser reducido antes de cumplir su función en la síntesis de la clorofila.

El Fe también actúa en el transporte de electrones y el metabolismo oxidativo de las células. Por ejemplo, metabolitos tan importantes como la catalasa, citocromo-oxidasa, ferredoxinas y los citocromos son compuestos que contienen Fe.

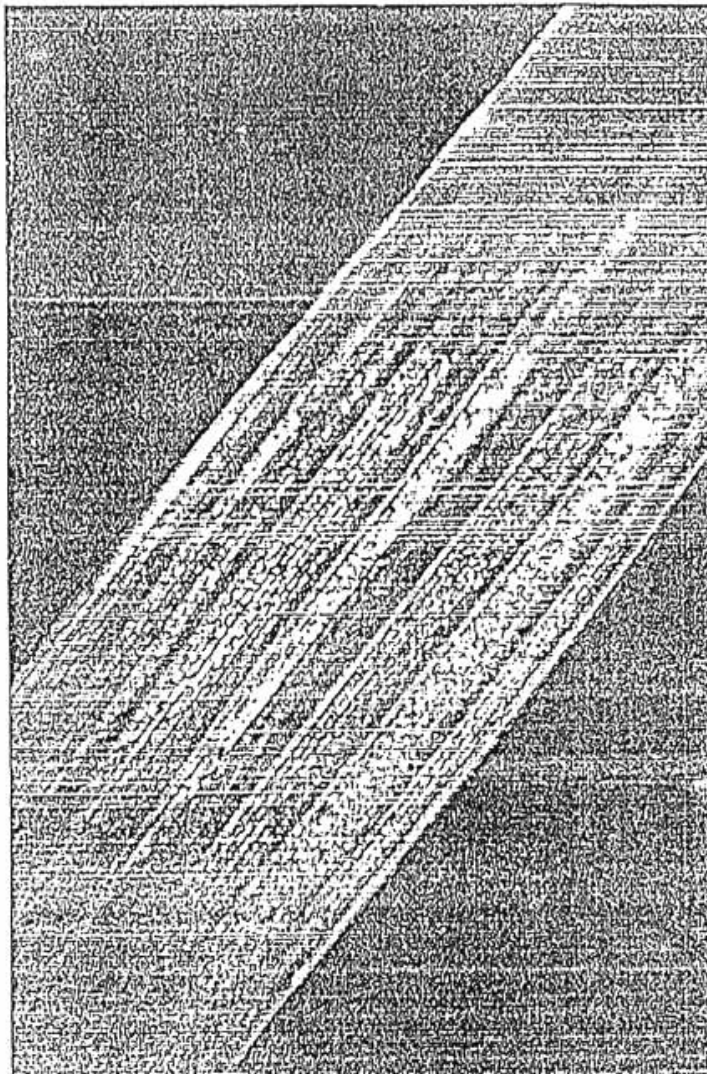
El hierro es uno de los elementos de menos movilidad en los tejidos de las plantas, como puede deducirse de la clorosis por deficiencia de Fe. La clorosis aparece primero en las hojas nuevas recién formadas, en vez de en las más antiguas y maduras. Por lo tanto, la planta requiere un suministro continuo de Fe durante su ciclo de vida, porque el Fe presente en las hojas maduras, aunque ya no es necesario, no puede desplazarse a los tejidos meristemáticos.

Cinc. Varias enfermedades de las plantas cuyas causas se desconocían, hoy se sabe son manifestaciones de la deficiencia de Zn; por ejemplo, la roseta de la pacana, enfermedades foliares de varios árboles, el bronceado del tung y la yema blanca del maíz.

El crecimiento meristemático anormal, puesto de manifiesto por la distorsión de las hojas nuevas en plantas con deficiencia de Zn, es probablemente debido al papel del Zn en la biosíntesis del ácido indoleacético (AIA).

El AIA es una auxina natural (fitoregulador) que tiene muchos y variados efectos sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Cuando no hay Zn adecuado, la formación de AIA se reduce y causa distorsiones en el desarrollo de los tejidos meristemáticos y de reciente formación. También puede haber desarrollo anormal del extremo de las raíces y falta de formación de las semillas, además de atrofia de las hojas inmaduras.

El Zn también es el componente metálico de varias metaloenzimas como las deshidrogenasas, especifi-



camente la del alcohol.

Cobre. Así como la deficiencia de Zn es causa de varias enfermedades de las plantas, la de Cu también causa enfermedades como la acronecrosis o gangrena regresiva de los cítricos y la llamada enfermedad de las forrajeras en suelos rehabilitados. La última es especialmente grave porque resulta en deficiencias de Cu en el ganado, además

La deficiencia de manganeso perjudica la fotosíntesis, produciendo en las hojas una clorosis moteada como en esta hoja de arroz.

de la reducción directa de la producción de forraje.

Al igual que otros elementos esenciales, la deficiencia de Cu reduce la síntesis de proteína y resulta en una acumulación de aminoácidos en los

Agosto 1985. AGRICULTURA de las AMÉRICAS

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Elementos...

De la página anterior

tejidos de las plantas. Sin embargo, es de esperarse que el mecanismo de la actividad del Cu, en la formación de proteínas difiera del de otros elementos. De otra manera, el Cu podría ser substituido por otros elementos y dejaría de ser esencial.

El Cu también es componente estructural de ciertas enzimas óxido-reductoras, como la tirosinasa, la citocromo-oxidasa y oxidasa del ácido ascórbico.

Manganeso. La deficiencia de Mn en la mayoría de las plantas se manifiesta rápidamente como clorosis de la lámina de las hojas. El examen microscópico revela formación anormal de los cloroplastos, lo que indica que el Mn tiene funciones tanto en la formación de la clorofila como en la integridad estructural de los cloroplastos. Sin embargo, las manifestaciones visible y microscópica de la deficiencia en Mn son distintas de las causadas por deficiencia de Fe y Mg.

Se cree que el Mn tiene funciones en las reacciones celulares de oxidación-reducción, especialmente en las que el ión férrico (Fe^{3+}) se reduce a la forma ferrosa (Fe^{2+}). El Mn también activa ciertas enzimas, incluidas algunas deshidrogenasas y carboxilasas respiratorias.

El Mn es bastante inmóvil en los tejidos vegetales, por eso las plantas en desarrollo deben contar con un suministro continuo para los tejidos nuevos y jóvenes. No pasa de los tejidos viejos a los meristemas.

Boro. Es un microelemento interesante por varias razones. Por lo general las plantas lo necesitan en cantidades sumamente pequeñas, pero incluso esos requisitos son muy variados entre especies diferentes. Por ejemplo, las monocotiledóneas requieren mucho menos B que las dicotiledóneas. Entre estas últimas, las brásicas tienen requisitos de B que, aunque son muy altos, todavía están en la categoría de los microelementos.

Más aún, el margen entre la deficiencia y la toxicidad de B puede ser muy estrecho; de hecho los niveles de suficiencia y de exceso de B para una planta están sobrepuestos. La concentración de B que produce crecimiento óptimo también puede causar síntomas de toxicidad en las hojas. El boro es el único

microelemento con margen de suficiencia tan estrecho.

Tampoco tiene movilidad en la planta y los cultivos necesitan un suministro continuo de B, por eso los síntomas de deficiencia de B generalmente aparecen primero en los meristemas apicales.

Al igual que otros microelementos, la deficiencia de B causa varias enfermedades cuya causa era desconocida; por ejemplo la pudrición del corazón de la remolacha, el corazón pardo del nabo, la descoloración café de la coliflor y el enrollamiento de la hoja de la papa.

Lo mismo que otros microelementos, el exceso de B es muy tóxico para los cultivos. La causa más común de este problema es el riego con agua que contiene mucho B.

Pese a la investigación intensa, todavía se desconoce el papel exacto del B en el metabolismo de las plantas. Se sabe que tiene un efecto regulador en el metabolismo de los carbohidratos, cambiando el metabolismo respiratorio de un curso bioquímico a otro. En plantas con deficiencia de B ese desequilibrio causa la producción excesiva de compuestos fenólicos en los tejidos, síntoma común de la deficiencia de B.

El B también parece participar en la transferencia de azúcares desde las hojas hasta los tallos y raíces, aunque hay evidencias contradictorias a este respecto y no todos los investigadores están de acuerdo. Se sabe, sin lugar a dudas, que los azúcares y los almidones se acumulan en las hojas de plantas deficientes en B, pero no se tiene seguridad si es porque la deficiencia de B perjudica el movimiento de esos compuestos en la planta.

La deficiencia de B interfiere en las relaciones del agua de las plantas. Por ejemplo, las plantas herbáceas con deficiencia de B a menudo tienen paredes celulares delgadas y quebradizas, y tallos desecados y fibrosos.

Molibdeno. Es un microelemento cuyos niveles de suficiencia generalmente se miden en términos de menos de una parte por millón en tejidos vegetales. Cuando falta, la utilización del N por las plantas queda perjudicada. El Mo es un componente muy ligado de la nitratorreductasa, una enzima que reduce los nitratos a formas qui-

micas que la planta puede metabolizar. Así, la absorción de nitratos por una planta deficiente en Mo no es menor, pero los nitratos no son reducidos y, por lo tanto, se torna funcionalmente deficiente en N.

El Mo también actúa en el sistema enzimático de la fijación biológica simbiótica del N_2 . En este caso, es la bacteria fijadora del N_2 , la que requiere Mo y no la planta. Sin embargo, las plantas que dependen sólo del N_2 fijado simbióticamente se tornan deficientes en N en condiciones de insuficiencia de Mo.

Cloro. El cloro es la última adición a la lista de elementos esenciales, habiéndose descubierto esa condición apenas hace 30 años. Hasta la fecha, la única función del Cl claramente definida es su necesidad para la evolución del O_2 en la fotosíntesis. Sin embargo, todavía no se conoce la reacción específica ni la enzima que la cataliza.

En las plantas superiores se han identificado muy pocos compuestos químicos naturales que contienen Cl ligado por covalencia, pero se sabe de muchos en hongos y bacterias.

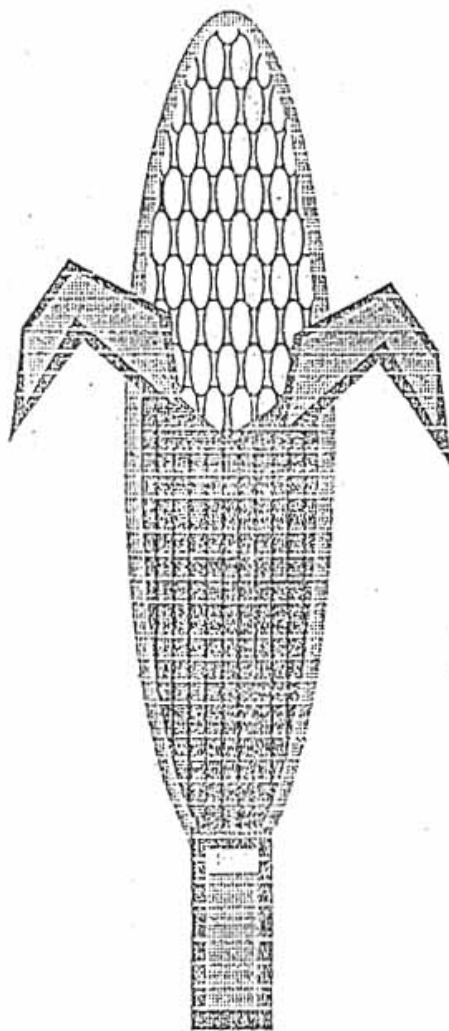
A partir del guisante (arveja) se ha aislado una auxina (fitoregulator) que contiene Cl. Al parecer este compuesto reemplaza al AIA, la auxina natural más común, en semillas inmaduras en las que no se pudo encontrar AIA. Eso podría ser otra indicación de porqué es esencial el Cl.

En condiciones de campo nunca se ha encontrado deficiencia de Cl debido a la abundancia de este elemento en la sal ($NaCl$) y en la atmósfera. Sin embargo, el exceso de sal y, por lo tanto de Cl, es un problema grave en muchas partes del mundo.

Los 16 elementos mencionados son los que hoy se sabe son esenciales para el crecimiento, desarrollo y reproducción de la mayoría de las plantas verdes. Sin embargo, no hay razón para creer que sean los únicos. Los tejidos de las plantas contienen muchos otros elementos, dependiendo en gran parte de las condiciones y del suelo en los que crece la planta. Es posible, y hasta probable, que en el futuro la investigación demuestre que uno o más de esos otros elementos también es esencial. Sin embargo, si eso sucediera, la cantidad requerida será muy pequeña.

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

TEÓRICO-PRÁCTICO 2



MEMBRANAS
BIOLÓGICAS

TRANSPORTE
A TRAVÉS DE
MEMBRANA

INTRODUCCIÓN
AL
METABOLISMO

GLUCÓLISIS

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CUESTIONARIO

MEMBRANAS BIOLÓGICAS

- 1) ¿Cuáles son las funciones de las membranas biológicas?
- 2) ¿Cuál es la composición de la mayoría de las membranas biológicas? ¿En qué porcentaje se encuentran los componentes? ¿Cuál es la función de cada componente?
- 3) ¿Qué clase de lípidos componen principalmente las membranas?
- 4) ¿Por qué se dice que los fosfolípidos son anfipáticos? Relacione esta característica con su estructura.
- 5) ¿Qué nombre reciben las proteínas que forman las membranas biológicas? Indique la interacción de cada una con los fosfolípidos.
- 6) Describa el modelo de membrana plasmática de mosaico fluido.

TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANA

- 1) Complete el siguiente cuadro:

	TRANSPORTE		
	PASIVO, DIFUSION SIMPLE	PASIVO, DIFUSION FACILITADA	ACTIVO
GRADIENTE DE CONCENTRACION			
GASTO DE ENERGIA			
¿USA TRANSPORTADOR?			
DIRECCION			
ΔG			
$V = f(\text{[metabolitopermeable]})$			

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

- 8) ¿Cuál es el producto final de la glucólisis y qué destinos metabólicos puede tener en aerobiosis y anaerobiosis?
- 9) ¿Cuántos moles de ATP rinde la oxidación de un mol de glucosa que ha seguido la vía glucolítica?
- 10) Escriba las ecuaciones correspondientes a las fermentaciones alcohólica y láctica a partir de piruvato.
- 11) Ubique en qué etapas de la degradación de la glucosa hasta lactato interviene NAD^+ o NADH .
- 12) ¿Cuáles son las etapas que regulan la velocidad de la glucólisis?

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍATRABAJO EXPERIMENTAL

GLUCOLISIS

Existen varias formas de medir un proceso glucolítico. En este caso se medirá el proceso glucolítico llevado a cabo por las bacterias del yoghurt. Estas bacterias eliminan ácido láctico al medio como metabolito final; como consecuencia de ello, la acidez del medio aumenta.

Una manera de medir esa acidez resultante, consiste en titular con una base fuerte y un indicador de pH, siguiendo el mismo procedimiento que se utiliza para titular un ácido. Dado que la leche presenta cierta acidez, deberá hacerse un ensayo en blanco para no atribuir la misma a la fermentación láctica llevada a cabo por las bacterias. La diferencia de acidez con respecto al blanco nos dará la resultante de la fermentación láctica.

TECNICA

Se toman 2 erlenmeyers de 125 ml y se colocan 100 ml de leche previamente calentada a 40 °C. Se agrega aproximadamente 10 g de yoghurt (inóculo), y se agita para homogeneizar el medio.

Luego se coloca vaselina sobre la superficie del líquido. La muestra problema se incuba en estufa a 45 °C durante 2 horas. El blanco se mantiene a 0 °C. Al cabo de este tiempo se toman 100 ml de cada erlenmeyer, se agregan 3 gotas de fenolftaleína y se titula con NaOH 0,5 N hasta viraje a rosado suave.

CALCULOS

$$(V_p - V_b) \cdot N \cdot 0,090 = \text{g de ácido láctico}$$

V_p: volumen de NaOH del problema.

V_b: volumen del NaOH del blanco.

N: normalidad del NaOH.

0,090: peso del meq. de ácido láctico.

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

GLUCOLISIS EN SILOS

Una de las formas de trasladar los excedentes forrajeros de una época de gran producción a otra de menor abundancia es por medio del proceso de ensilaje. Este se produce por acción de microorganismos que fermentan los hidratos de carbono del material vegetal y liberan distintos productos siendo el principal el ácido láctico. Los ácidos formados producen un descenso del pH que no permite el posterior desarrollo de ningún microorganismo capaz de descomponer la masa de forraje.

Para llevar a cabo dicha fermentación deben cumplirse requisitos tales como la eliminación del oxígeno y la presencia de adecuados niveles de hidratos de carbono fácilmente fermentescibles.

MATERIAL VEGETAL

Corte de pastura de gramíneas y corte de pastura de leguminosas.

TECNICA

Se corta el material vegetal con tijera en trozos pequeños (considerar que a menor tamaño de partícula se puede almacenar mayor cantidad de forraje en el mismo volumen y eliminar más fácilmente el aire). Introducir el material trozado en un tubo de ensayo, compactando bien con una varilla de vidrio para evitar la presencia de oxígeno.

Se preparan de esta manera 3 tubos: 2 con material de gramíneas y 1 con leguminosas.

Uno de los tubos con gramíneas y el que contiene leguminosas se tapan y sellan con parafina para evitar la entrada de aire. El tercer tubo permanece destapado.

Se dejan en estufa de incubación durante 30 días, para luego evaluar las características organolépticas.

SITUACION PROBLEMÁTICA

Buenos Aires, sábado 25 de junio de 1994 * CLARIN

BIOTECNOLOGIA

Los locos del tomate lograron la juventud eterna

El primer tomate genéticamente modificado y destinado al consumo hizo su aparición en el mercado estadounidense. Hace solo unos días comenzó su comercialización en los estados del Medio Oeste y de California.

Al lo afirman sus creadores, la empresa de biotecnología Calgene, que el 18 de mayo pasado recibió de la Food and Drug Administration (FDA) la última vez verde para someter a la prueba de la competencia el fruto de sus investigaciones: un tomate "a punto y siempre firme" cuyo proceso de maduración ha sido estirado gracias a las herramientas de la biología molecular y cuya comercialización pone fin a varios años de incertidumbre sobre el futuro industrial de las llamadas plantas "transgénicas".

¿Transgénicas? Hace diez años, la denominación mismo era prácticamente desconocida. Sean animales o vegetales, se designa así a las especies vivientes a las cuales se han introducido en laboratorio uno o más genes extraños, de manera de conferir a su descendencia características nuevas e interesantes para la industria, la agronomía o la medicina. Un logro que deriva del desarrollo, en los años 70, de la técnica de la clonación, que permite, gracias a los "bistu-

En los Estados Unidos comenzaron a comercializarse los primeros tomates transgénicos. Los investigadores lograron bloquear el gen responsable de la maduración. Pueden cosecharse a punto sin que pierdan por varias semanas su firmeza y sabor. Los desarrolló una empresa californiana.

res moleculares" (llamados enzimas de restricción) cortar en sitios muy precisos fragmentos cromosómicos e insertarlos en el genoma de otra especie.

Practicado con eficacia creciente desde hace diez años, el método empleado para lograr esa modificación genética de una especie vegetal consiste frecuentemente en "alquilar" los servicios de un huésped intermediario, el "Agrobacter tumefaciens". Presente en el suelo desde hace millones de años, esa vulgar bacteria realiza espontáneamente lo que los biólogos trataban de hacer en los laboratorios: transfiere a las plantas a las que infecta una parte de su patrimonio hereditario.

Una forma de "genio genético natural" que los agrónomos no se privaron de aprovechar, ya que basta con colocar en esa bacteria cualquier gen extranjero para que él a su vez sea transferido, con ciertas manipula-

ciones de por medio, a la mayoría de las especies vegetales.

Rosas azules

Gracias a este método y a algunos otros, dos decenas de plantas transgénicas han florecido en los últimos años en los laboratorios de todo el mundo. La mayoría portan un gen que les confiere una resistencia natural a los herbicidas, a las enfermedades o al clima, o incluso aumentan su resistencia nutricional. Algunas de esas plantas se vuelven capaces de fabricar medicamentos; otras responden a criterios más estéticos, como las rosas de la sociedad, holandesa Florigene, teñidas de azul gracias al gen responsable de la síntesis de un nuevo pigmento.

Pero ninguna de ellas, por razones técnicas y sobre todo regulatorias, ha salido todavía del estado de experimentación.

Ninguna, salvo el tomate

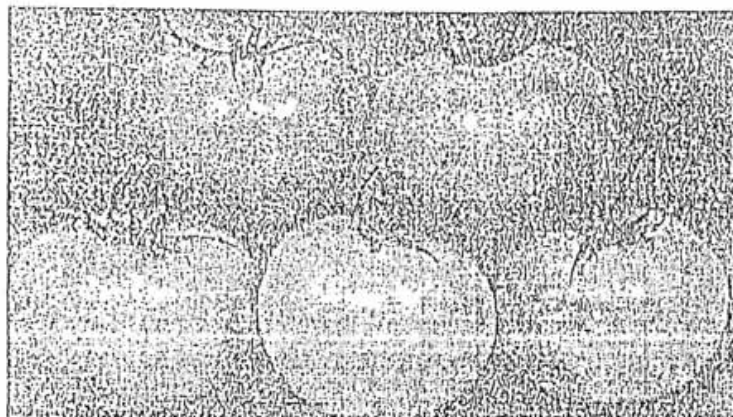
transgénico de los norteamericanos.

Bautizados con el impronunciabile nombre de Flavr Savr (por "flavour savour", gusto sabroso), esos tomates convertidos en vedettes nacieron hace siete años en los laboratorios californianos de Calgene, una pequeña empresa de biotecnologías de las cuales existen decenas en los Estados Unidos. ¿El objetivo? Obtener un tomate competitivo en el mercado norteamericano, al aislar, y luego bloquear, el gen responsable de su maduración.

El tomate, en efecto, es un fruto que viaja muy mal. Para venderlo fuera de temporada y a mejor precio en los supermercados, sus productores deben cortarlo todavía verde; después, por lo general, conservarlo en cámaras refrigeradas durante varias semanas. En el momento de su puesta en venta, la pequeña solanácea sufre un rápido gaseado con etileno (sustancia que acelera la maduración de los frutos y legumbres), cosa de que tome algún color.

Resultado: frutos ni verdes ni rojos, por lo general insípidos, frente a los cuales un buen tomate cortado a punto y capaz de mantener su carne firme podría contar con todas las ventajas.

En 1987, Calgene se decidió, entonces, a probar suerte. Sus investigadores co-



Los tomates transgénicos fueron presentados en el mercado estadounidense a 6 dólares el kilo. Sus creadores lograron prolongar al proceso de maduración logrando un fruto "a punto y siempre firme".

menzaron por aislar el gen de una enzima que desempeña un papel clave en el ablandamiento del tomate: la poligalacturonasa. Una vez provistos de ese gen, comenzaron a ejercitar una de las múltiples estrategias de la biología molecular (la denominada estrategia "de contrapelo") para bloquear su actividad.

Tres años más tarde, la experiencia estaba lista para ser probada a campo abierto. El Flavr Savr seguía joven y firme varias semanas después de la recolección, conservando por un año, según sus creadores, el buen gusto de los tomates de añoño.

Manifestaciones ecologistas

Quedaba por atravesar la etapa siguiente, la de la homologación. Aguardada durante años por los industriales de la biotecnología, ella teóricamente llegó en mayo

de 1992, cuando la FDA declaró oficialmente que los productos alimenticios genéticamente modificados, "cuando no presentan problemas específicos en materia de seguridad", no tienen necesidad de autorización ni de una etiqueta especial para ser comercializados.

Dos años más tarde, había llegado la hora de que el Flavr Savr pasara la prueba del consumidor. ¿Se dejará vender, al precio poco disuasivo (6 dólares el kilo) al cual Calgene preveía su lanzamiento? ¿Superará las

aprensiones que puede inspirar un alimento "genéticamente modificado", aun cuando este, según todos los científicos, no represente más peligro para la salud que cualquier producto "natural"?

La empresa californiana, deseosa de apaciguar a los movimientos ecologistas norteamericanos (el más virulento de ellos, el que lidera Jeremy Rifkin, preparó diversas manifestaciones con lanzamiento de tomates podridos) se ha propuesto actuar con una transparencia má-


xima: su recién nacido lleva la etiqueta "producto del genio genético", pese a que ninguna reglamentación se lo imponga.

Sea cual fuese su futuro, el tomate Flavr Savr inaugura así una nueva era en materia de alimentación. En los Estados Unidos, donde la "filosofía" en este terreno consiste en dejar a los industriales la entera responsabilidad por sus procedimientos de obtención, este debut no dejará de alertar a todos aquellos cuyas frutas, legumbres y otros vegetales genéticamente modificados esperan su turno detrás de las puertas de los laboratorios.

En cambio en Europa, donde se ha adoptado el camino de una reglamentación más estricta frente al genio genético, habrá que esperar mucho tiempo para ver una masiva llegada al mercado de estas especies hechas a medida. La Comisión de Bruselas acaba de acordar su primera homologación a una planta transgénica, un labaco negro que Rhone Poulenc y la SEITA han vuelto resistente a ciertos herbicidas (los oxinilos). Pero esto no es todavía más que un estado de la cultura preindustrial, y ningún cigarrillo que lo contenga podrá, según los inventores, "aparecer en el mercado antes del fin de siglo".

(Traducción de Isabel Straffin)

Marzo/Abril de 1994

 Cultivos

AGRICULTURA de las AMÉRICAS

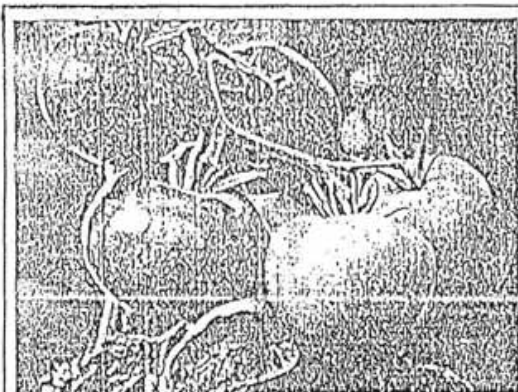
Mejoramiento genético de la semilla de hortalizas

Las variedades híbridas justifican con creces las inversiones adicionales necesarias para producirlas y adquirirlas.

El autor es consultor y periodista agrícola con base en Hertfordshire, Inglaterra.

Las hortalizas abarcan una gran variedad de cultivos originarios de zonas templadas y tropicales, que se producen en campo abierto, bajo la protección de invernaderos de vidrio o en túneles de polietileno. De las hortalizas en general, se consume prácticamente cualquier parte de la planta, raíces (zanahoria y rábano), bulbos (cebolla), tallos (espárrago), hojas (coles), frutos (tomate), semillas (guisante y frijol) e incluso flores (coliflor y brécol o brócoli).

Tanto América Central como del Sur poseen una amplitud completa de climas, gracias a su gran variedad de latitudes y



Tomates modificados por Ingeniería genética para control de textura, se cultivan para evaluación y multiplicación de semilla.
(foto: Zeneca Seeds)

altitudes, y pueden albergar los cultivos mencionados y muchos más. Los cultivos hortícolas son importantes en Latinoamérica, tanto para la economía del agro como para la salud y bienestar de sus habitantes.

Hortalizas del continente

Las legumbres u hortalizas maduran con rapidez, ofreciendo al agricultor producción y ganancias prontas. Son ideales para estimular a que los agricultores pequeños pasen de la agricultura de subsistencia a la agricultura comercial. Las hortalizas pueden ser utilizadas para desarrollar agroindustrias — pasta, puré, salsa y jugo de tomate, encurtidos y condimentos; y gran variedad de productos enlatados y congelados, que incluyen zanahoria, guisante y brécol. Desde el punto de vista de la nutrición, son fuentes primordiales de vitaminas, minerales y fibra digestiva.

Por lo general, las hortalizas se pueden cultivar durante todo el año, bajo vidrio o polietileno cuando la estación se presenta demasiado fría, seca o húmeda. Por esta razón, los agricultores requieren una fuente y suministro de semilla durante todo el año, semilla que debe ser de alta calidad, tanto en términos de comportamiento varietal como de pureza.

La producción de hortalizas, especialmente para la exportación, es sumamente competitiva. La producción de semillas de hortalizas en Latinoamérica es importante, no solamente para suministro a los agricultores locales sino cada vez más como sitio dedicado al desarrollo y multiplicación de semilla para las grandes compañías semilleras internacionales, especialmente de Estados Unidos y Canadá.

Dados los altos costos de la mano de obra en Norteamérica, y la creciente importación de legumbres frescas y procesadas producidas en los países meridionales, resulta lógico desarrollar, ensayar y producir la semilla en las condiciones de mano de obra razonable y alta capacidad técnica, que prevalecen en Latinoamérica.

Los países andinos, en especial, ofrecen climas apropiados y ambientes donde los insectos y las enfermedades son escasos, condiciones esenciales para producir semilla sana y de gran vitalidad. Cuando se logra establecer esta situación, la exportación de hortalizas frescas y procesadas, no sólo contribuye a aumentar los ingresos de divisas sino también establecer un próspero mercado de exportación para semillas mejoradas.

Tomate

El tomate representa uno de los éxitos más brillantes de la industria de semillas de hortalizas, y es especialmente pertinente para Latinoamérica, ya que la media docena de especies de *Lycopersicon* en que se basa el cultivo moderno del tomate tienen su centro de origen en una faja costera de tierra situada entre Ecuador, al norte, y Chile al sur. Hasta hoy, la colección de plantas silvestres de esta región continúa siendo fuente vital para enriquecer el acervo de genes para mejorar este importantísimo cultivo.

Desde el punto de vista fitotécnico, la neutralidad del fotoperíodo de esta planta hace posible su cultivo en casi todas las localidades del continente, ya sea bajo vidrio o plástico en regiones donde los extremos de temperatura, humedad o precipitación son un factor limitativo. Genéticamente, este cultivo se ha beneficiado mucho con la hibridación bajo programas convencionales de cruzamiento y, al igual que su pariente cercana, la papa (*Solanum tuberosum*), también originaria de Centro y Sudamérica, puede ser manipulado con relativa facilidad en programas de ingeniería genética.

El tomate tiene gran variedad de usos comerciales, tanto en forma de fruto fresco como en productos procesados, y representa una exportación latinoamericana clave hacia los mercados norteamericanos y europeos, especialmente en épocas en las que el clima no permite su producción en esas zonas.

Ingeniería genética

En este campo, se ha progresado más con tomate que con cualquier otro cultivo hortícola. Se ha hecho hincapié en romper la relación existente entre la maduración y el ablandamiento del fruto, de modo que sea posible recolectar un fruto fresco, empacarlo y hacerlo llegar al consumidor en condiciones ideales: color y sabor completos, pero con textura firme. Este llamado "control de textura" se logra impidiendo la acción de una enzima llamada poligalacturonasa, la cual causa el ablandamiento al descomponer la pectina de las paredes celulares del fruto del tomate. Utilizando una técnica denominada "Tecnología Antisense", que comprende tanto el ADN (los genes) como el ARN (el ácido nucleico que traslada el código genético hasta el punto de la célula donde se produce la enzima), los científicos han logrado bloquearla. La compañía inglesa Zeneca Seeds ha desarrollado variedades que contienen este gen de bloqueo, y ya se han firmado acuerdos con una empresa semillera de California, para incorporar este gen a las variedades comerciales.

AA


QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

DISCUSION

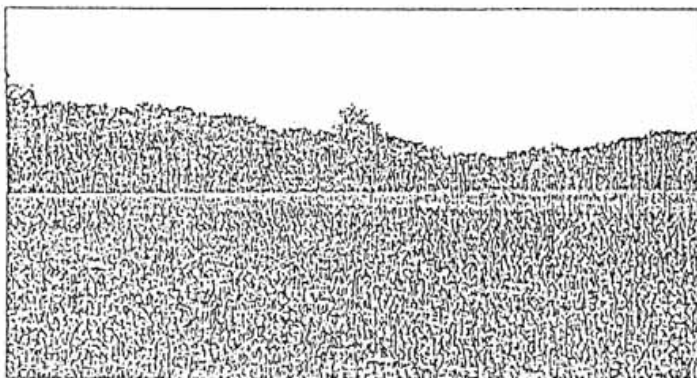
- 1) A partir de los datos de los artículos, y suponiendo que la enzima poligalacturonasa fuera la responsable del ablandamiento de los frutos en poscosecha, describa la secuencia de pasos conducentes a dicho ablandamiento a partir del ADN.
- 2) ¿A qué se llaman *plantas transgénicas*?
- 3) *Agrobacterium tumefaciens* es una bacteria utilizada en biotecnología para desempeñar una función específica. ¿A qué función nos estamos refiriendo?
- 4) ¿En qué consiste la *tecnología contrasentido* mencionada en este artículo (del inglés: *antisense*)?
- 5) ¿Qué ventajas prácticas acarrearía la manipulación genética, utilizando dicha tecnología?
- 6) Trabajando sobre tomates, algunos investigadores lograron recientemente reducir la actividad de la enzima poligalacturonasa al 1% de lo normal, al regular la expresión génica mediante la utilización de un *antisense gene*. Sin embargo, en algunos cultivares, esta reducción no produjo los efectos esperables sobre la firmeza de los frutos. ¿Cuál podría ser la razón de estos resultados?

SITUACION PROBLEMÁTICA

Aplicaciones foliares de fósforo

 Agroquímicos

El fósforo, elemento costoso y de comportamiento químico complicado en el suelo, cuando administrado en forma foliar mejora el rendimiento y la calidad de las cosechas.



Reacción del maíz al fósforo foliar. El cultivo sin tratar en primer plano.



La aplicación foliar de fósforo puede efectuarse con la rociadora o a través del sistema de riego por aspersión.

Los sales minerales que se encuentran naturalmente en los suelos provienen de la meteorización de complejas estructuras cristalinas de las rocas. Por procesos

físicos y químicos, estas estructuras se tornan en compuestos solubles, los cuales se disuelven en agua en forma de iones en mayor o menor grado, según sus componentes. Los iones pueden ser positivos (cationes) como potasio (K^+

calcio (Ca^{2+}), o hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}); o negativos (aniones) por ejemplo cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) o fósforo, que puede presentarse como $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , o PO_4^{3-} . De las tres formas, $H_2PO_4^-$ es la de mayor disponibilidad para las plantas, y PO_4^{3-} , la menos disponible.

Químicamente activo

De los macroelementos N, P y K, el fósforo (P) tiene las reacciones químicas más complejas. El fosfato puede encontrarse en el suelo en formas orgánicas o inorgánicas, pero son sus formas inorgánicas las más importantes para la nutrición de las plantas.

El fósforo inorgánico de los suelos puede encontrarse asociado con otros elementos, tales como compuestos de Al, Fe, Mn y Ca en solución, y en estado sólido, en forma de películas superficiales o en los sitios donde tiene lugar el intercambio iónico en los suelos. La mayor parte del fósforo del suelo se encuentra ligado químicamente en forma de compuestos de poca solubilidad. En suelos neutros o alcalinos se forma fosfato de calcio; en aquellos de pH muy alto y ricos en calcio, los fertilizantes fosforados reaccionan rápidamente con el calcio, de modo que el $H_2PO_4^-$, que es relativamente disponible, se convierte en el casi insoluble PO_4^{3-} en forma de fosfato tricálcico. Con el tiempo, el fósforo también puede convertirse a formas aún menos disponibles, como óxido, hidróxido, carbonato y hasta en roca apatita, en combinación con flúor.

En los suelos ácidos se forman fosfatos de hierro, aluminio y manganeso. Por lo general, la liberación del fósforo intercambiable es lenta, y la concentración de P en la solución del suelo es menor que la de otros macroelementos.

FUENTE E ILUSTRACIONES: PHOSYN plc

32 AGRICULTURA de las AMÉRICAS, Noviembre/Diciembre 1997

QUÍMICA ORGÁNICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

SITUACION PROBLEMATICA

CLOROFENOLES Y NITROFENOLES: VENENOS QUE INCREMENTAN
LA DEMANDA DE OXIGENO

por E.M. Mc Connell, J.A. Moore y B.N. Gupta, (1980),
Toxicol. Appl. Pharmacol. 52.

El pentaclorofenol (PCP) y el pentaclorofenato sódico son productos usados comúnmente como conservadores de la madera, permitiendo así el uso de muchas especies leñosas que no poseen aceptables condiciones de durabilidad biológica, y que sin tratamientos protectores ofrecen una exigua vida útil de 3 o 4 años. Con la ayuda de estos productos y de modernos sistemas de impregnación, se asegura una vida útil superior a los 15 años.

Compuestos como el dinitrofenol (DNP) y derivados como el 4,6 dinitro-orto-cresol son utilizados como insecticidas, acaricidas y fungicidas.

Estos productos pueden sin embargo acarrear graves problemas al ganado y animales domésticos, los que llegan a envenenarse al lamer postes o construcciones de madera tratadas con clorofenoles o ingerir madera tratada. Los animales pueden también inhalar cantidades tóxicas de PCP procedentes de paredes tratadas, incluso cuando el compuesto químico ha sido aplicado hace meses o años. Los vapores pueden atravesar también la piel intacta, aunque esta vía de exposición tiene más importancia cuando se establece contacto directo con los compuestos químicos. Cantidades derramadas de clorofenoles o nitrofenoles, o forraje recién pulverizado pueden ser ingeridos por los animales. También los suministros de agua pueden contaminarse por los residuos arrastrados al aclarar los aparatos pulverizadores o por el agua de lluvia recogida previamente de zonas pulverizadas. Además, el PCP es volátil y puede desprender vapores tóxicos en concentración suficiente para matar animales confinados en locales reducidos con paredes de madera tratada con este compuesto químico. Esto último resulta especialmente cierto con temperaturas ambientales elevadas.

Diversos factores influyen sobre la toxicidad de clorofenoles y nitrofenoles. La toxicidad aumenta con temperaturas ambientales elevadas, actividad física, vehículos oleosos o solventes orgánicos, exposiciones anteriores y estados de hipertiroidismo. La toxicidad disminuye como resultado de temperaturas frías, fármacos anti-tiroideos y existencia de grasa corporal, que es el principal sustrato para estimular el metabolismo de tales compuestos.

Mecanismo de acción. La cadena transportadora de electrones (CTE) de las mitocondrias posee tres puntos de producción de adenosin trifosfato (ATP) [puntos de fosforilación oxidativa] que se encuentran de alguna manera ligados a ella, es decir, dependientes de ella y estimulados por sustratos tales como el adenosin difosfato (ADP). La CTE produce 12.000 calorías de energía libre por mol reducido de difosfopiridín nucleótido oxidado; existe demanda de oxígeno para esta oxidación. Se consumen 7.000 calorías de energía libre para la producción de cada mol de ATP. Las 5.000 calorías restantes son liberadas en forma de calor corporal. Clorofenoles y nitrofenoles actúan en los puntos de producción de ATP, reduciéndolos o bloqueándolos sin bloquear la CTE. El veneno desacopla la fosforilación de la oxidación. La energía libre de la CTE se convierte en más calor corporal. Cuando se eleva la temperatura corporal, son superados los mecanismos disipadores de calor y se acelera el metabolismo. Se acumula más ADP y otros sustratos (parcialmente por deficiencia de ATP), y estos sustratos estimulan más la CTE. La CTE responde utilizando más y más oxígeno disponible (aumentando la demanda de oxígeno) en un esfuerzo para producir ATP, aunque buena parte de la energía libre generada se libera en forma de más calor corporal. La demanda de oxígeno supera rápidamente el aporte de oxígeno,

PRIMER PARCIAL QUÍMICA ORGÁNICA

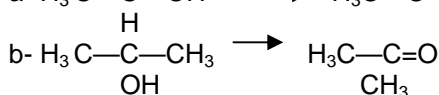
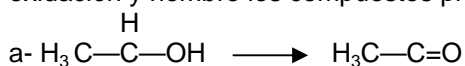
05-09-98

Lea atentamente las preguntas y cuando la comprensión de las mismas no sea clara solicite la explicación de un docente.

1-20P- Marque con una X las propuesta correctas

Los átomos de C del benceno tienen hibridación SP^2	
El propano no presenta C con hibridación SP	
El buteno es un alqueno	
El etanol es un hidrocarburo	
Los derivados halogenados no contienen Cl en su molécula	
Los hidrocarburos contienen C e H en su estructura	
El butano y el 2-metil propano son isómeros	
El ciclohexano no es un hidrocarburo	
El ciclohexeno es un alqueno	
Los hidrocarburos aromáticos no tienen benceno en su estructura.	

2-20P-Las reacciones químicas más importantes que se producen en los seres vivos son de Óxido-Reducción. Para los siguientes ejemplos marque con un recuadro las funciones que sufren oxidación y nombre los compuestos presentes.



3-20P- Una con una flecha la estructura con el nombre correspondiente:

a- Quinona

b-Ácido succínico

c-Glicerol

d-Ácido Pirúvico

e- Ácido Cítrico

4-20P- Escriba la estructura de tres aminas heterocíclicas, nómbrelas y destaque su importancia biológica.

5-20P- a- Formule tres microelementos presentes en los seres vivos. Destaque su funciones.

b- Cuáles son las moléculas orgánicas que se hallan presentes en los seres vivos?

c-Cuáles son los macroelementos que contienen las moléculas orgánicas/

d- Escriba la reacción de esterificación del glicerol con el ácido butanoico. Explique.

SEGUNDO PARCIAL QUÍMICA ORGÁNICA

Lea atentamente las preguntas y cuando la comprensión de las mismas no sea clara solicite la explicación de un docente.

Tema: Macromoléculas

:

Pregunta 1- 20P. a-Cuál s la diferencia estructural entre el almidón y el glucógeno. Escriba la estructura de la beta glucosa.

b- escriba la estructura y nombre correctamente un aa neutro, un aa básico y un aa ácido.

Tema Enzimas:

Pregunta 2. 20P. Grafique y explique la variación de la actividad enzimática en función de: pH, Concentración de la enzima, temperatura.

Tema Bioenergética:

Pregunta 3.20P. Qué es energía libre? Realice un esquema representativo de una reacción exergónica y de una reacción endergónica . Escriba la estructura del ATP.

Tema: Membranas celulares

Pregunta 4.20P. Describa las diferencias entre transporte activo y pasivo de nutrientes de las células.

Tema Metabolismo:

Pregunta 5-20P. Realice un esquema del metabolismo de Lípidos, Hidratos de Carbono y Proteínas.

Evaluación de durabilidad**Apellido y nombres**.....**1-Proteínas y a.a.**

Complete las siguientes frases:

La unión peptídica es un enlace.....

Las uniones químicas intermoleculares que se dan en las estructuras proteicas son.....

La estructura primariacontiene enlaces puente H

Las estructuras secundarias pueden ser.....

La variación depuede provocar la desnaturalización de la.....

El ácido glutámico es.....

La.....es un a.a neutro.

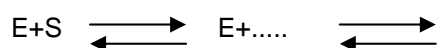
La cisteína contiene.....

La presencia deproduce atracción de moléculas de agua

El PI es el

2-Enzimas:

Complete el siguiente esquema:



Completar:

Las enzimas están sujetas a regulaciones

El.....es el responsable de la acción catalítica.

La actividad enzimática se ve modificada por.....

3. Metabolismo:

Complete las siguientes frases:

El metabolismo incluye una enorme variedad de procesos químicos, los que se clasifican en grandes grupos.....

Las reacciones de oxidación pertenecen a las reacciones del.....

En elde la oxidación de la glucosa se generan.....ATP.

Para formar citrato en Krebs se utilizan.....

4-Fotosíntesis:

Completar:

Los organismos autótrofos utilizan materia inorgánica como fuente de y luz como fuente de.....

La fotosíntesis tiene..... etapas:.....

5- Trabajos Prácticos

Complete las siguientes oraciones, explique cómo realizaría estas expresiones en el laboratorio.

Para identificar azúcares se puede utilizar una solución de

La identificación de una.....se lleva a cabo por electroforesis.

El punto isoeléctrico de un aa se determina midiendo el.....

ANEXO 3**MATERIALES PARA EL DESARROLLO DE LAS CLASES ALTERNATIVAS.**

Para el desarrollo de las clases denominadas alternativas se contó con el siguiente material:

- ✓ Videos: "Los bosques un ecosistema complejo", Omni Science nº 15 Multimedia Group of Canadá. El tema central es el estudio de la fotosíntesis.
- ✓ Videos: "Genética y ADN", Omni Science nº 1 Multimedia Group of Canadá. El tema central es el estudio de las estructuras de las bases y compuestos de los ácidos nucleicos.
- ✓ Video: "La contaminación de los cursos de agua por plaguicidas", CTEA Facultad de Ingeniería Química – Proyecto Multimedia Educativa. El tema central es el estudio de los derivados halogenados de los compuestos orgánicos.
- ✓ Software: "Las proteínas: aislamiento, purificación, estructuras" CTEA Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Litoral Proyecto Multimedia Educativa. El tema central es el estudio de las proteínas y sus propiedades.
- ✓ Software: "Los modelos moleculares". CTEA Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral. El tema central es la comprensión de las moléculas orgánicas y su distribución en el espacio.
- ✓ Artículo de la revista científica Agricultura de las Américas: ¿Por qué son esenciales? Tema central: Conocimiento y funciones de los 16 elementos indispensables para el crecimiento de las plantas y los animales.
- ✓ Artículo de revista científica Agriculture Research, 1994: Soja de 2.1m para ensilaje sustentable. Tema central: Producción de proteínas en vegetales.
- ✓ Artículo de la revista científica Toxicol. Appl. Pharmacol., 1980: Clorofenoles y Nitrofenoles: venenos que incrementan la demanda de oxígeno. Tema central: Estructuras de fenoles sustituidos.

- ✓ Artículo de la revista científica Applied Biochemistry and biotechnology, 1993: Biotecnología para la producción de combustibles, químicos y materiales a partir de biomasa. Diesel a partir de microalgas. Tema central: hidrocarburos.
- ✓ Artículo de la revista científica Agricultura de las Américas, 1994: Mejoramiento genético de las semillas de hortalizas. Tema central: Estructura de las bases de los ácidos nucleicos.
- ✓ Artículo de la revista científica Chemistry and Agriculture: Problemas y oportunidades en la investigación de herbicidas. Tema central: Sistema de transporte de electrones.

En todas las actividades previstas los alumnos completaron una serie de cuestionarios correspondientes a la unidad temática a tratarse en la semana.

Se discutieron los conceptos que surgieron de la información obtenida a través de videos, recortes periodísticos, trabajos de investigación, informes de revistas científicas especializadas, etc.

Se desarrollaron trabajos experimentales de los cuales se elaboró un informe siguiendo la estructura que presentan las comunicaciones científicas en general. Se analizaron las situaciones problemáticas del ámbito agropecuario con Fundamentación química.

Se realizó una clase integradora con los principios fundamentales después de cada unidad temática.

La propuesta fue conferir al estudiante una dosis elevada de responsabilidad en la adquisición de conocimientos y capacitarlo en el análisis de situaciones problemáticas de la vida profesional que le permitan relacionar la problemática del agro con los temas de Química.

ANEXO 4**MATRICES DE DATOS**

Las matrices de dato juegan un rol fundamental en la posibilidad de ejecutar la función de cartografiado entre el mundo de las descripciones de hechos y los sistemas formales de nuestras representaciones. (J.Samaja 1999).

Se pueden considerar como una forma particular por la que los sistemas se aplican a los hechos. Se componen como un conjunto de procedimientos para identificar a los elementos que integran la base empírica de la investigación.

Se puede decir entonces que las matrices de datos constituyen una parte substancial que guía todo el proceso de la investigación científica, se puede decir que es un sistema digital porque la información que se obtiene debe poder ser traducida a una estructura de lenguaje descriptivo. Cada una de las variables que se incluyen e las matrices deben hacer posible un tratamiento específico para resumir y caracterizar el comportamiento de los valores en el conjunto de las unidades de análisis.

Se transcriben a continuación las matrices de datos obtenidas en el presente trabajo.

ANEXO 5

SELECCIÓN BIBLIOGRÁFICA COMENTADA

Debido a que a lo largo del desarrollo del presente trabajo se han realizado numerosas referencias bibliográficas sobre la importancia de emplear nuevas metodologías en la enseñanza de las ciencias, se considera útil recoger una bibliografía comentada que resuma algunos de los trabajos centrados en prácticas de investigación y algunos más generales que ejercen una notable influencia en este campo.

Para dar una primera orientación sobre el contenido de los trabajos se agrupan en dos apartados:

a- Características de los procesos científicos.

b- Consideraciones generales sobre las actividades prácticas.

A: trabajos sobre características de los procesos científicos.

BALSELLS, s Y Carulla, R. 1986. Els treballs pràctics de física. Una anàlisi crítica. Acll. J. de Recerca Educativa. Lleida. pag. 281.-299

Trata de reconocer que el fracaso del método de enseñanza habitual, tanto en la adquisición de conocimientos como en la realización de prácticas de laboratorio en química, se debe a que el método utilizado no responde a las necesidades que apuntan a un método de enseñanza denominado "investigación guiada por el profesor" que está basada en la aplicación de una metodología científica alejada de fórmulas simplistas y esquemáticas.

Beasley, W. 1995. Improving students laboratory performance. SCI. Edu. Vol.64 pag 567-576.

Se plantea mejorar el rendimiento de los estudiantes en el laboratorio planeando con anticipación las actividades de destreza prácticas a realizar, demuestra la posibilidad de mejorar notablemente la actuación de los estudiantes ofreciendo un método de refuerzo de las destrezas psicomotoras, pero en realidad parece centrarse demasiado en este tipo de destrezas.

Belousov, V.A. 1973. Techniques for conducting an experiment in physics. Soviet. Educ..nov. dic.1973. pag. 116-121.

Hace referencia al papel potencial del experimento físico como método de comprensión y fuente de conocimiento, mientras que a menudo los profesores lo utilizan como simple ilustración de transmisión oral, mal utilizándose sus posibilidades reales..

Bonet, A. Quindos,L.S. y Villar E. 1982. A new laboratory course for students. Phys. Educ. Vol.17. pag 44-45.

Indica un pequeño paso contra la práctica recta insistiendo en la importancia que tiene el análisis y discusión de los resultados de los trabajos prácticos.

Carretero, M. 1987. A la búsqueda del génesis del método científico: un estudio sobre la capacidad de eliminar hipótesis. Inf. y Apren. Vol.38 pag 53-68.

En este trabajo se plantea y se pone de manifiesto las dificultades que tienen los alumnos en resolver una tarea hipotético-deductiva. Analiza la forma en que los estudiantes, sobre todo los más jóvenes, verifican una hipótesis comprobándola o eliminándola mediante la falsación.

Colmez, F.; delacote,G.y Richard,J.F. 1978. Status de l'observation et l'activité experimental chez l'élève. Rv. Fran. Ped. Vol. 45 pag.55-65.

Hace una distinción entre la actividad experimental y la actividad de manipulación. Se analizan las dificultades encontradas por los alumnos en las diferentes etapas, así como las capacidades cognitivas puestas en juego en las diferentes etapas de las actividades desarrolladas.

Crane, D.W. 1981. The open laboratory.J.Chem. Educ.Vol 58. Pag 794-795.

Realiza un breve comentario donde se defiende un trabajo de laboratorio de tiempo libre contra la utilización de este a tiempo fijo durante períodos semanales.

Charen, G. 1970. Do laboratory methods critical thinking? Sci. Educ.Vol 54. Pag.267-271.

Rechaza la práctica receta porque no permite el desarrollo del pensamiento crítico. Propone el enfrentamiento con problemas reales que necesiten ser atacados durante el desarrollo de las diferentes actividades y requiere un informe escrito similar a los preparados en las investigaciones científicas.

Develay,M. 1989.Sur la methode experimental. Aster N°8. Pag.3-15.

El autor intenta en este artículo clarificar los términos : método científico, método experimental, investigación científica, investigación experimental, experimentación, experiencias y manipulación, muy usados en la terminología pedagógica. Lleva a cabo un análisis de estos sustantivos teniendo en cuenta sus aspectos didáctico, epistemológico y psicológico.

Dillasahaw, F; padilla,J. y Okey,R. 1993. The relationship between science process skill and formal thinking abilities. J. Res. Sci. Vol 20. Pag 239-246.

Los autores tratan de determinar la relación entre las destrezas propias de los procesos científicos y las habilidades del pensamiento lógico – formal.

Germann, P.J., 1989. Directed-inquiry approach to learning science process skills:Treatamients effects and aptitude interactions.J. Res.Sci. Teach. Vol.26 (3) pag.237-250.

En este estudio se investiga el aprendizaje de las ciencias utilizando una metodología basada en el descubrimiento dirigido. Este trabajo está basado en la hipótesis que la mayoría de los estudiantes son capaces de aprender investigando, siempre y cuando la información previa sea cuidadosamente desarrollada y sean guiados a través de procesos hasta que estén preparados para actuar independientemente.

Gil, D. 1981. Por unos trabajos prácticos realmente significativos. Rev. Bach. Vol. 17 pag.54-55-

En este trabajo se presenta un ejemplo de trabajo práctico en forma secuencial de actividades que busca la ocasión de poder aplicar la metodología científica, desde la óptica de la pedagogía del descubrimiento orientado.

Glasson, G.E. 1989. The effects of hand-on and teacher demonstration laboratory methods on science achievement in relation to reasoning ability and prior knowledge. J.Rev.teach. Vol.26.pag.121-131.

Se trata de un estudio comparativo sobre la adquisición de conocimiento científico entre dos métodos utilizados en el laboratorio. La experiencia magistral realizada por un profesor y la experiencia realizada por el propio alumno con la ayuda de un profesor.

Gohau, G. 1987 Difficultes d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des science.Aster n° 5 pag.49-69.

En este artículo el autor exige que se exija que los alumnos sean puestos en situación de búsqueda, de iniciativa, que se instaure un verdadero diálogo para hacer aparecer las representaciones de los estudiantes.

Hodson, D. 1986. The nature of scientific observation. The school Sci. Rev. Vol. 68. Pag.21-29.

Destaca la necesidad de tener en cuenta los esquemas que existen en los alumnos y reconsiderar lo apetecible que resulta el aprendizaje por descubrimiento.

Rachelson, S. 1977 A question of balance: A wholistic of science inquiry. Sci. Educ. Vol 61. Pag.109-117.

Este trabajo pone en evidencia el desacuerdo entre la enseñanza de las ciencias y la metodología científica, debido a la ausencia de actividades que generan hipótesis. Propone proceder a estudiar la naturaleza de la investigación científica y su relación con la enseñanza de la ciencia.

Sebastia, J.M. 1985. Las clases de laboratorio en física. Una propuesta para la mejora. Ens. de las ciencias. Vol 3/19 pag 42-45.

Propone trabajos de manera tal que los alumnos se encuentren en una situación que en cierto modo es parecida a la de los científicos. Se puede adoptar una actitud similar para enfrentarse a los problemas: formular hipótesis, diseñar estrategias, recurrir a teorías, etc.

Usabiaga, M.C. 1987 En torno al método científico: reflexiones didácticas sobre un método no didáctico. Bordón nº 268 Vol 39. Pag.339-357.

Analiza la problemática cuando desde su punto de vista se produce en la didáctica de la ciencia, se utiliza una visión estereotipada y simplificada de la metodología científica. Subraya la necesidad de una mejor fundamentación de la didáctica profundizando en sus relaciones con la epistemología.

B: Estudios sobre consideraciones generales acerca de los trabajos prácticos y de investigación.

Alberts, R.V , Beuzekom.P.J. y Rood,I. 1986. The assesmentof practical work:a choice options. Eur.J.Sci. Educ. Vol 8 (4) pag.361-369.

Ofrece las orientaciones necesarias para que los docentes organicen sus criterios para valorar los trabajos prácticos. Distingue fundamentalmente dos tipos de evaluaciones, el modelo formativo que tiene lugar a lo largo del proceso de aprendizaje y el sumativo que se realiza al final del proceso.

Burns,J.C. Okey,J.R. y Wise,K.C. 1985. Development of an integrated process skill test:Tps II. J.Sci. Teach.Vol.22 pag.169-177.

Realiza un referencia histórica de los precedentes sobre los tests dedicados a evaluar las habilidades racionales y lógicas utilizadas en la s ciencias. Desarrolla tests utilizando hipótesis contrastables.

Gunning, D.J. y Johnstone,A. 1976. Prctial work in the Scottish O-grade. Educ.Chem.Ene.pag 12-14.

Reconocen la importancia que tiene que sean los alumnos quienes lleven a cabo las experiencias. También destaca la necesidad de considerar los aspectos esenciales de los trabajos prácticos, sobre todo cuando se los plantea.

Murphy, P 1988. Investights into pupils´responses to practical investigations from the APU. Phys.Educ. Vol.23 pag330-336.

Intenta clasificar lo que entendemos por trabajo de investigación en las clases de ciencia , dado que su significado difiere fundamentalmente según la orientación didáctica que utilizamos. Describe en qué consisten las investigaciones prácticas desde el punto de vista del proyecto de las ciencias.

Niaz, M. 1989. The role of cognitive its influence on proportional reasoning. J.Teach. Vol.26.(3) pag 330-335.

Este trabajo plantea a los profesores de ciencias la necesidad de tener cuidado en el papel jugado en el estilo cognitivo.

Ogunniyi,M. 1983. An analysis of laboratory activities. J. Sci Educ.Vol. 52. Pag195-200.

Este trabajo está dedicado a analizar el comportamiento de los profesores y alumnos en el laboratorio. Según el autor la efectividad del aprendizaje depende de las cualidades del profesor y de la capacidad de los alumnos para tomar notas. Se muestra que el laboratorio es una extensión de las clases teóricas. Los profesores tienden a la explicación verbal tal vez porque ello implique cubrir el programa a tiempo o resulta menos costoso en tiempo y dinero.

Okebukola, P.A. 1985. Science laboratory behavior strategies of students relative to performance in and laboratory work. J. Res.Sci.Teach. Vol.22 pag.221.

Sugiere a los docentes que los estudiantes puedan ir más allá de las simples recetas de cocina tratando de aprovechar mejor su actitud favorable hacia los trabajos prácticos.

Okebukola, P.A. 1987. Studentes performance in practical chemistry: a study of some relatid factors. J. Res.Sci.Teach. Vol.24 pag.119-123.

Hace un repaso de los factores que pueden influir en el éxito de los estudiantes. Entre otros considera los conocimientos previos, la participación del alumno en las actividades, etc.

Okebukola, P.A. y Ogunniyi,M.B. 1984. Cooperative, competitive and individualistic interaction patterns –effects on students´achievements an adquisition of practical skill. J. Res. Teach. Vol.21.(9) pag. 875-880.

La idea de este trabajo es encontrar si existen diferencias entre el grado de conocimiento y el nivel de adquisición de destrezas prácticas, entre estudiantes que trabajan sometidos a condiciones de aprendizaje distintas según lo desarrollen en forma competitiva, comparativa, cooperativa o individual. Los resultados obtenidas consideran más favorable para el desarrollo cognitivo el modelo de interacción cooperativo. En cuanto a las destrezas prácticas únicamente se obtiene mejor resultado en el trabajo individual.

Robertson, I.J. 1987. Girls and boys and practical science. Inter.J. Sci.Educ.Vol 9 (5) pag.505- 518.

Analiza la diferencia entre sexos en lo referente a rendimiento frente a las tareas de trabajos prácticos. Los resultados obtenidos en conjunto señalan que las alumnas presentan mejores resultados que los alumnos en lo referente a destrezas prácticas, mientras que sucede a la inversa en lo referente a conocimiento y comprensión, así como en la resolución de situaciones problemáticas.

Toothaker,W.S. 1983. A critical look at introductory laboratory instruction.Am.J.Chem..Vol.15. pag.510-515.

Este trabajo explica que el laboratorio no es el único lugar donde los estudiantes pueden familiarizarse con el material y las técnicas experimentales. Propone un curso previo teórico-investigativo de experimentación.