

II - EXPERIENCIA DOCENTE

Mi vinculación a la Universidad, Departamento de Química y Biología, Sección Química, data de finales de 1968, en la dedicación de cátedra.

Se me encomendó la orientación de la asignatura Química General I, adscrita con carácter de regular, a los planes de estudio de la Facultad.

No obstante haber discurrido por un solo semestre en dicho tema, me permitiré hacer la siguiente anotación :

La caracterización de la materia, desde dos puntos de vista : Microscópico , -estudio de la estructura atómica- y - macroscópico, -estudio de los diferentes estados físicos de la materia-, es el objeto de estudio de la Química General.

En la enseñanza de esta asignatura, se demarca actualmente, la tendencia, muy benéfica por cierto, de articular estos dos puntos de vista, en busca de una mejor interpretación de los - principios y teorías que rigen el comportamiento de la materia.

Un tratamiento aislado y quizás más intenso de uno de estos aspectos, venía determinando su enseñanza.

Este avance ha sido logrado gracias al trabajo adelantado por los Profesores que se desempeñan en el área impropia-mente denominada de Química General I.

Las áreas, como unidades académico-administrativas se establecieron en el Departamento de Química y Biología en 1972.

Elas pretenden la organización de los Profesores en base a la afinidad de los programas docentes e investigativos que adelantan.

Creemos que el desarrollo de dichos programas, que permiten la consolidación de una Sección o un Departamento como tales, tendrá una buena garantía a partir del trabajo coordinado a través de estas unidades.

II-1. Enseñanza de la Química Orgánica :

Las condiciones de programación de la Sección condujeron a que, al siguiente semestre, me fuera encomendada la orientación de la asignatura Química Orgánica, que desde ese entonces forma parte de los planes de estudio de las carreras de Zootecnia, Agronomía, Ingeniería

Forestal e Ingeniería Agrícola.

Dado que toda mi experiencia docente se ha centrado en estos temas, trataré de caracterizar la enseñanza de esta disciplina, iniciando con una mirada retrospectiva breve de su desarrollo histórico.

II-1.a. Reseña Histórica de la Química Orgánica :

"Una doctrina que se apoye sobre una sistematización interna provoca la ocasión, construye lo que no se le da. Completa y acaba heroicamente una experiencia deshilvanada.

A partir de ahí lo desconocido está formulado. La Química Orgánica ha trabajado con esta orientación, también ha conocido la cadena antes que los eslabones, la serie antes que los campos, el orden antes que los objetos".

La cita anterior del texto "Epistemología" de G. Bachelard, resume en forma, a nuestro entender muy clara, el sentido y ubicación de la Química Orgánica como ciencia.

Una comprensión mejor de este enfoque filosófico, se logrará, si recordamos el camino que ha recorrido la Química Orgánica hasta constituirse en la Química de hoy :

La Química de la Síntesis :

A las operaciones persistentes, pero necesariamente desarticuladas, de las culturas primitivas, procedieron trabajos de mayor consistencia, que en el mundo occidental se iniciaron con el Investigador sueco Scheele, quien aisló varios compuestos orgánicos, a mitad del siglo XVIII.

De mayor importancia para el progreso de la Química Orgánica fue el Desarrollo de Métodos para el análisis cualitativo y cuantitativo, obra del científico Francis Lavoisier, a finales del mismo siglo.

Con esta tarea se inicia toda una época precientífica en la Química, que se conoce, por su trascendencia y la conceptualización teórica sobre la

materia, como la Química Lavoisieriana.

A principios del siglo XIX se produce la renuncia a la teoría vital, que consideraba que los compuestos formados por organismos vivos no podían ser sintetizados sin la intervención de una fuerza vital.

Esta renuncia se da en base a la síntesis del compuesto urea -1828- por el Profesor alemán Wöhler, a partir de un compuesto inorgánico.

Se puede hablar entonces de una ruptura intercientífica, en la medida en que la destrucción de esta teoría, si bien persistió otros 20 años, significó todo un proceso que se ha desarrollado y ha caracterizado la Química Orgánica, como la Química de la Síntesis.

Las teorías sobre Pesos Atómicos y Moleculares, sobre Valencia y Estructura, que involucran nombres como Avogadro, Cannizzaro y Kekulé, continuaron pavimentando el camino de esa síntesis.

Se establece el hecho -1848- de que los compuestos orgánicos siempre contienen Carbono, y se introduce la frase de : Química de los compuestos del Carbono.

Desde un punto de vista científico, se destaca la época que precede a 1905, en la que la teoría de la relatividad de Einstein, significa el término de la Química Lavoisieriana. Se dinamiza la Química, se analizan no sólo reactivos y productos, sino la "trayectoria", el "camino" entre unos y otros.

Nuevamente Bachelard se ocupa de ello cuando en su obra "La Filosofía del NO", dice :

"Si se ponen sustancias en reacción y se quiere recibir de la experiencia el máximo conocimiento, no es acaso la reacción lo que es necesario considerar?"

Y más adelante : "La energía es tan real como la sustancia y la sustancia no es más real que

la energía. Por intermedio de la energía, el tiempo planta su marca en la sustancia. No puede mantenerse ya, la vieja concepción de una sustancia que está por definición fuera del tiempo".

La Química Orgánica de hoy, fundamentada en los mecanismos de reacciones, responde a esta concepción.

A partir de la teoría de la Relatividad, la Química Orgánica se convierte en un campo dinámico que llega hoy hasta el desarrollo de las técnicas espectroscópicas para análisis y comprobación de estructuras.

En el texto de Carl Noller, "Química Orgánica", se lee " Muchos compuestos raros cuya posible existencia se había predicho teóricamente, se han sintetizado en el laboratorio. La investigación del mecanismo de las reacciones se acelera de día en día".

En otras palabras, volviendo a la primera cita :

"Lo desconocido está formulado".

Hemos intentado esta reseña histórica, porque es la ubicación histórica la que consolida cualquier estudio.

En nuestra enseñanza, ella se omite generalmente y si no se omite, se describe en forma simplista descuidando su interpretación.

A ello nos referiremos posteriormente.

II-1.b. Orientación en la Enseñanza de la Química Orgánica :

Varias aproximaciones han enmarcado la enseñanza de la Química Orgánica. Una de ellas, la histórica, otra la descriptiva, y una tercera, la aproximación deductiva. Trataremos de comentarlas.

Aunque es ampliamente conocido que una apreciación de la historia de la ciencia, contribuye a la consolidación y madurez de un trabajo científico, los textos a los cuales se tiene acceso en nuestro

medio, omiten en su generalidad, esta apreciación.

Por el contrario, un tratamiento puramente descriptivo de hechos, datos y fenómenos, es lo usual en la enseñanza de la Química Orgánica.

La tercera aproximación, hace uso del método de la deducción, que llega al análisis de los hechos particulares observados, a partir de leyes y principios generales establecidos a través de la inducción.

Una escogencia de alguno de estos tres puntos de vista, resultaría necesariamente incompleta:

Sin un marco histórico, cualquier estudio aparece desarticulado; la adopción del camino descriptivo "roba" la posibilidad de correlacionar y entender esos hechos que se describen; la deducción sola, puede desplazar muchos datos descriptivos, cuyo conocimiento se requiere en la sustentación de lo que se deduce.

No pensaríamos, so pena de caer en la utopía, en la posibilidad de correlacionar estos tres puntos de vista, en un curso de Fundamentos de Química Orgánica, como el que se programa para las carreras de la Facultad de Ciencias Agrícolas.

No obstante, trataremos de explicar el por qué la tercera aproximación, complementada con el detalle histórico, ha orientado la docencia de esta asignatura, en los programas de la Facultad.

La enseñanza de la Química Orgánica ha sido tradicionalmente de tipo descriptivo y por ende de tipo memorístico, que busca un adiestramiento a través del manejo, más que de la interpretación, de las diferentes reacciones y procesos de los compuestos orgánicos.

En este marco memorístico, se presentan los hechos como consecuencia de las teorías, con fundiéndolos, al no conocer el "devenir" de esas teorías.

Los resultados de esta enseñanza son bien negativos. Se pueda generar una gran destreza y habilidad a través de un proceso repetitivo, para representar o "describir" la vida de los compuestos orgánicos, sin detenerse en su interpretación, en las contradicciones que a menudo se presentan ante formulaciones teóricas similares y resultados experimentales diferentes.

Un enfoque deductivo parece entonces más acertado. "Es característico del progreso de la ciencia, el hecho de que cada vez resulte ésta menos hecha de datos, y más y más de deducción".

Sin entrar en la discusión de este planteamiento de Bertrand Russell en su obra "La Perspectiva Científica", trataremos de sustentar el por qué parece más acertado el enfoque deductivo.

La caracterización estructuras de los compuestos orgánicos, la comprensión de los mecanismos y

leyes que rigen su comportamiento, la sistematización en su nomenclatura, etc. y la aplicación y particularización a través de un mecanismo deductivo de estos conceptos teóricos a los fenómenos y hechos que los compuestos nos muestran en la práctica, bien puede debilitar esa orientación memorística de que se ha hablado.

Así por ejemplo, no había necesidad de adiestrar al estudiante para que "acumule" una serie de reacciones en las que participa un compuesto denominado propanona. En su lugar, habrá de comprender el grupo funcional $\begin{array}{c} \text{---C---} \\ | \\ \text{O} \end{array}$ que la caracteriza, y habrá de ser capaz de responsabilizar a ese grupo, de un determinado comportamiento químico, particularizado en un determinado mecanismo o "trayectoria" de reacción, mecanismo por demás aplicable, no sólo a la propanona, sino a la familia orgánica denominada cetonas.

En este punto vale la pena una consideración :

La Química Orgánica, en tanto, asignatura básica, forma parte de los cursos formativos, de un gran nivel de abstracción, que buscan generar la capacidad de análisis del estudiante, una cierta actitud de crítica y de interrogante ante los hechos que se presentan como dados.

Podría afirmarse que es una constante en la enseñanza de estas asignaturas formativas, el encontrar una resistencia y un obstáculo de parte de los estudiantes, que pretenden encontrar para cada concepto, su utilización en lo que ellos denominan la "práctica" o el campo de acción de su carrera.

La orientación deductiva, creemos, puede debilitar esta posición practicista. Las razones son obvias.

Una nueva consideración se hace necesaria.

La ubicación histórica de esos conceptos teóricos, de esos principios generales, se hace necesaria, si se quiere una enseñanza madura.

Como se mencionó antes, los textos y publicaciones a los cuales se tiene acceso, o miten esta apreciación histórica tan conveniente. En este sentido, al docente le corresponde desplazarse en otras direcciones; indagar el sentido filosófico de esas teorías, las rupturas que han producido en el desarrollo de una ciencia, los diferentes descubrimientos teóricos, etc.

En ese sentido entonces, se podrá comprender, el por qué, por ejemplo, el concepto de número atómico, constituya la mayor conquista teórica de este siglo; entender el carácter social de las técnicas de purificación, ubicar el avance de las técnicas espectroscópicas como una respuesta a las necesidades de la segunda guerra mundial, etc, etc.

Insistimos, en que, despertar la curiosidad de los estudiantes hacia el desenvolvimiento histórico de la ciencia, el curso de las teorías, es

un objetivo a perseguir por parte del docente. Creemos finalmente, que el aspecto descriptivo bien puede sacrificarse en aras de una orientación deductiva, aspecto que podrá cubrirse con una intensificación en el estudio de la asignatura, que una vez allanado el camino del análisis, resulta por demás de relativa facilidad.

II-1.c. Programa - Texto Guía

Las consideraciones anteriores pueden ser una explicación de la escogencia del texto "Deductive Organic Chemistry", por Conrow y McDonald, como texto guía.

En el prólogo sus autores dicen : "Este texto representa una desviación en su organización y enfoque, de otros textos diseñados específicamente para cursos cortos de Química Orgánica. La aproximación usual en ellos es enseñar hechos, no principios, adiestrar la memoria, no la habilidad para razonar. Nuestra aproximación es presentar los principios que sustentan básicamente la conducta de los compuestos orgánicos, y exponer los argumentos por los cuales

los hechos de la Química Orgánica pueden ser deducidos de los principios generales".

El tema central "Mecanismo de Reacciones", que ha imprimido esa dinámica a la Química Orgánica, aparece tratado en forma tal que su comprensión e interpretación por parte del estudiante, presupone dos cosas : que se ha entendido la caracterización estructural de los compuestos orgánicos, tema de los primeros capítulos, y q' la comprensión del comportamiento de las diferentes familias orgánicas, con sus especificidades, tema de los últimos capítulos, será una consecuencia obligada.

De tiempo atrás, se viene utilizando este texto, y los estudios de otros, con miras a reemplazarlo como guía, no parecen predecir a corto plazo, este cambio.

Necesariamente, otras obras y publicaciones, son soporte decisivo en la enseñanza de la asignatura. De las que aparecen en el programa anexo, vale

resaltar por la amplitud y profundidad de sus temas, "Organic Chemistry" por Morrison y Boyd, "Química Orgánica De Metano a Macromoléculas" por Stewart, Casserio y otros, "Enlace y Estructura" por J.E. Spiece.

Una limitación, que por ahora no puede obviarse, es el idioma del texto guía. Podría pensarse como una de las causas del bajo rendimiento académico.

En el segundo semestre de 1974, se diseñó un programa especial para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, para ellos se ha continuado con el mismo texto. La especialidad de que se habla, particularizada en una mayor intensidad teórica y práctica, no ha significado un cambio de texto.

El tratamiento de los temas, hace factible esa intensificación, por cuanto la conducta de los compuestos orgánicos, sus usos y aplicaciones comerciales, estudiados estos tópicos con mayor

profundidad, requieren de esas formulaciones teóricas generales, objeto de estudio de los primeros capítulos del texto.

En este programa curricular y con una amplitud que no cabe en los planes de estudio de las carreras de la Facultad de Ciencias Agrícolas, se estudian las técnicas espectroscópicas, aquellas que exigen una concepción de la materia y energía.

Creemos, que su conocimiento es fundamental. Para ello es necesaria su ubicación histórica; ya hemos indicado que se desarrollan a partir de la segunda post guerra.

El conocer toda esa elaboración teórica que integra la materia y la energía y que permite el manejo de los espectrofotómetros, como instrumentos sofisticados de trabajo, justifica su estudio.

Este estudio a su vez, es un indicativo de la -

posibilidad en estas condiciones tecnológicas de trabajar y de "investigar".

Para la Química Orgánica o Química de la Síntesis, la comprobación estructural de los compuestos, base necesaria para explicar su comportamiento, parte del conocimiento de las técnicas espectroscópicas. En este sentido, la dotación racional y con criterio serio de los la boratorios de la Sede, con estos equipos, se hace imprescindible.

II-1.d. Enseñanza Práctica.

La enseñanza o implementación de las teorías químicas, a través de los laboratorios, ha sido cuestionada de tiempo atrás por los Profesores de la Sección, sin encontrar una solución aproximada a estos interrogantes.

Los controles ejercidos en la enseñanza práctica han sido más de tipo organizativo que de tipo académico y metodológico.

Una correcta interpretación de la relación teoría-práctica, es algo difícil, principalmente en un sentido moderno. Se ha concebido la práctica como una aplicación de la teoría o como una de sus consecuencias.

En cualquier caso esta relación se ha visto como un proceso de totalización; la relación de aplicación siempre se ha visto como de semejanza.

En otro polo, esta relación se ve más que como relación, como una división. Se reforman los programas teóricos más no los prácticos. Se investigan y se consultan planteamientos teóricos, pero hechos o resultados que impliquen contradicción con esas teorías y que se formulen en la práctica, quedan como meros hechos.

Con cualquiera de estas concepciones que consciente o inconscientemente hayan orientado el ejercicio práctico, se puede afirmar, al unísono con los es-

tudiantes, que este ejercicio es pasivo, acrítico, paternalista.

Un manual o guía que contiene, o parece contenerlo todo. Unas condiciones académicas que impiden al estudiante proyectarse más allá en la duración de la práctica, y preguntarse y completar y concluir.

Por ello vale preguntarse, si en lugar de someter al estudiante durante un semestre a un ejercicio que consiste en la aplicación repetitiva de una técnica, sería más provechoso o más formador, la programación de experimentos sencillos, pero llamativos, en los cuales se pueda comprender esas relaciones causa-efecto, teoría-práctica, y su aplicación en la industria, la medicina, el campo o la situación cotidiana que se vive.

Una vez rebasado este primer ciclo. formativo-informativo, en el cual se logre o se intente la constatación de principios generales,

podría pensarse en un ciclo de intensificación, de acuerdo al campo de conocimiento propio de cada asignatura, por ejemplo, el campo de la síntesis en Química Orgánica.

La obtención de una materia prima de uso industrial, como la anilina, podría entenderse no como una "receta" fruto de una suma mecánica de procedimientos, sino - como un proceso que articule esbe varios pasos, sustentados en toda una elaboración teórica de las características estructurales de la anilina y sus componentes.

Es necesario, entonces, continuar en la búsqueda de una metodología acertada en la programación de prácticas, que implica inicialmente, reevaluar el contenido y método de los manuales que en la sección guían las prácticas, uno de ellos de Química Orgánica, elaborado por la suscrita.

Cuando se hacen estos comentarios críticos,

