

# Experiencias en la formación profesional en el área de la celulosa y el papel en Chile

por los señores J. PAZ y R. MELO

Universidad de Concepción, Escuela de Ingeniería, Concepción, Chile

## 1.0 INTRODUCCION

La industria de conversión química en el sector forestal ocupa, actualmente, el primer lugar de importancia relativa en las políticas de desarrollo económico del país. Esta importancia se transfiere directamente a la base técnica del sector y de ahí la necesidad de una alta capacitación científico-tecnológica del personal profesional que allí se desempeña.

Nuestro Laboratorio de Productos Forestales, adscrito al Departamento de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería, cuenta con capacidad docente y de investigación, a través de su personal, formado por quince ingenieros y técnicos, y sus instalaciones completas de laboratorio para efectuar estudios sobre obtención de celulosa, sus tratamientos y control, con un costo total de reposición aproximado de 250.000 dólares.

Por otra parte, la ubicación geográfica de nuestra universidad, en el corazón de la llamada zona pinera del país, donde se encuentra alrededor del 60 % del total de las plantaciones que producen más del 70 % de los productos forestales nacionales, le entrega una responsabilidad especial que justifica la atención preferente del sector.

Estas situaciones básicas nos han movido a iniciar la tarea de formación de profesionales para desempeñarse en la industria de la celulosa y el papel, constituyéndonos en el único grupo, en el país, que ha estado aprovechando sus instalaciones y facilidades para entregar esta especialización.

## 2.0 FORMACION DE TECNICOS UNIVERSITARIOS

Para determinar las perspectivas que tenía esta acción, se realizó una encuesta a nivel industrial sobre la necesidad de técnicos requeridos para hacer frente a las exigencias de calidad que los mercados actuales imponen a la celulosa y sus productos derivados. Los resultados confirmaron la carencia de técnicos con una formación básica adecuada para desempeñarse en posiciones de mando medio.

Con estos antecedentes y considerando que en el país no se prepara un técnico en esta área, se creó en la Universidad de Concepción, en 1971, la carrera de técnicos en celulosa y papel. Por definición, los cursos tuvieron el carácter de transitorios hasta completar el número de profesionales que la industria requiere para su operación normal.

La formación de estos profesionales se realiza teniendo como base los estudios con su licencia secundaria aprobada y una calificación mínima en la prueba de aptitud académica, requisito exigido para ingresar a la universidad. El plan de estudios contempla un año dedicado a las ciencias básicas, con el fin de entregarles los conocimientos necesarios para la comprensión de los ramos de la especialidad, y dos años dedicados a los ramos de la especialidad, visitas industriales y prácticas controladas en las industrias de celulosa y papel.

El plan ha estado sujeto a modificaciones a medida que se ha ido recogiendo la experiencia de los años de funcionamiento de la carrera, hasta estabilizarse en la forma que se muestra a continuación.

## 2.1 Plan de estudios

### CARRERA DE TECNICOS EN CELULOSA Y PAPEL

Semestre	Asignatura	Horas semanales		
		Teór.	Práct.	Total
I	Matemáticas I .....	4	2	6
	Química general I .....	4	3	7
	Inglés I .....	3	0	3
	Industrias forestales .....	2	2	4
	Téc. expres. oral y escrita .....	2	0	2
II	Matemáticas II .....	4	2	6
	Física I .....	4	2	6
	Química gral. e inorgánica .....	4	3	7
	Inglés II .....	3	0	3
	Física de la madera .....	2	3	5
III	Química orgánica .....	3	3	6
	Química cuali y cuantitativa .....	3	3	6
	Mediciones básicas .....	1	3	4
	Física II .....	4	2	6
	Química de la madera .....	2	3	5
IV	Fabricación de pulpa .....	3	6	9
	Tratamiento de pulpa .....	3	6	9
	Estadística .....	2	0	2
	Control técnico I .....	2	2	4
	Balance de materia I .....	4	0	4
V	Instrumento de control .....	2	2	4
	Papeles y cartones .....	2	3	5
	Control técnico II .....	1	2	3
	Balance de materia II .....	2	0	2
	Papeles especiales .....	2	0	2
	Equipos industriales .....	3	3	6

## 2.2 Programas

### *Matemáticas I*

Algebra, funciones trigonométricas, funciones exponenciales y logarítmicas (regla de cálculo).

### *Química general I*

Propiedades de la materia, concepto de mol, estequiometría, leyes de los gases, óxido reducción, soluciones, estructura atómica y sistema periódico.

### *Industrias forestales*

El bosque en Chile, disponibilidad de madera. Manejo y explotación racional del bosque. Utilización integral de la madera. Descripción de la industria nacional que utiliza como materia prima la madera.

### *Inglés I y II*

Conocimientos de estructuras básicas del idioma y aplicación. Ejercicios y empleo de vocabulario y gramática con el objeto de traducir y comprender textos científicos y tecnológicos.

### *Técnica de la expresión oral y escrita*

Trabajos de comprensión y redacción con énfasis en la ortografía. Ejercicios de expresión oral.

### *Matemáticas II*

Vectores y escalares, principios de geometría analítica y nociones de cálculo diferencial e integral.

### *Física I y II*

Unidades de medida y patrones, velocidad y aceleración, fuerza y movimiento, trabajo, energía, potencia. Fluidos en reposo y en movimiento, electricidad y calorimetría.

### *Química general e inorgánica II*

Energía de las reacciones químicas, velocidad de reacción, equilibrio de las reacciones químicas en solución, equilibrio en reacciones de óxido reducción.

### *Física de la madera*

Estructura de la madera y sus propiedades.

### *Química orgánica*

Introducción a la química orgánica. Hidrocarburos saturados, hidrocarburos no saturados, hidrocarburos aromáticos, compuestos halogenados, alcoholes, fenoles y ésteres, aldehidos y acetonas, estereoquímica y carbohidratos.

### *Química cualitativa y cuantitativa*

Complementación de la formación básica iniciada en los cursos de química general e inorgánica. Entrenamiento en técnicas de laboratorio y capacitación en separación e identificación de compuestos inorgánicos. Principios básicos de análisis químico cuantitativo, teoría y práctica de análisis químico.

### *Mediciones básicas*

Realizar mediciones de área, densidad, presión, temperatura, viscosidad y caudal, análisis de gases.

### *Química de la madera*

Conocimiento de la composición química de la pared celular y del comportamiento de cada uno de los componentes. Análisis y determinación de cada uno de los componentes de la pared.

#### *Fabricación de pulpa*

Obtención de pulpa mediante los diferentes procesos de pulpaje, usando como materia prima madera de pino insigne y eucalipto.

#### *Tratamiento de pulpa*

Procesos de blanqueo de pulpas mecánicas, químicas y semiquímicas.

#### *Estadística*

Principios básicos de estadística y su aplicación.

#### *Control técnico I y II*

El laboratorio y su función en una fábrica de pulpa y papel. Aplicación de métodos estadísticos en solución de problemas. Mantención de un control de calidad efectivo.

#### *Instrumento de control*

Conocer la construcción, funcionamiento y uso de los instrumentos de medición y control más usados en la industria de celulosa y papel.

#### *Papeles y cartones*

Características de las pulpas y sus relaciones con la calidad del producto a obtener. Preparación de las pastas, refinación y máquina papelera.

#### *Balance de materia I y II*

Aplicación de los principios de física y química a la solución de problemas industriales, usando operaciones aritméticas o algebraicas. Balances de materia aplicados a los diferentes procesos usados en la especialidad.

#### *Papeles especiales*

Técnicas en la fabricación de papeles incluyendo papeles con recubrimientos y con tratamientos adicionales en máquina y fuera de máquina.

#### *Equipos industriales*

Descripción general de los equipos usados en preparación de madera, procesos de pulpaje, proceso de blanqueo y fabricación de papel.

### 3.0 ESPECIALIZACION PARA INGENIERIA QUIMICA

La industria del sector presenta una movilidad anual estimada de 15 ingenieros, lo que establece una exigencia equivalente para la preparación de nuevos elementos que la universidad debe preparar.

Es indudable que si estos profesionales reciben una preparación teórico-práctica adelantada, les permitirá alcanzar rápidamente los niveles de entrena-

miento necesarios para su más eficiente desempeño, lo que constituye un importante apoyo para la industria regional y nacional.

Por otra parte, pensamos que las necesidades antes mencionadas, no justifican la generación de un ingeniero en celulosa y papel específico, sino, más bien, la especialización de otros profesionales afines, dándoles un espectro más amplio de posibilidades de ejercicio profesional.

Es así como, desde 1973, se están dictando cursos secuenciales de tecnología de la celulosa y el papel para estudiantes de ingeniería civil química. Los cursos son curriculares y se ofrecen con carácter electivo, en paralelo con otras tecnologías, desde el equivalente al tercer año de estudios. La secuencia completa incluye 8 cursos, con una asignación de 16 créditos, correspondientes a 816 horas de trabajo efectivo. Alrededor del 30 % de este tiempo está dedicado a trabajos prácticos de laboratorio y visitas industriales.

Los estudiantes deben acumular requisitos para el avance en la secuencia, que incluye la aprobación de materias propias de la carrera de ingeniería química. Además, cada curso de la secuencia es prerrequisito para el resto, salvo en los casos en que se dictan en paralelo.

Los 8 cursos que forman la secuencia son:

1. *Físico-química de la madera I y II.* Se dicta en dos semestres continuados y necesita como prerrequisitos haber aprobado química orgánica II y físico-química I.

Este curso pretende entregar un conocimiento detallado de las características de la materia prima madera, considerando la biogénesis de sus componentes, la estructura química y física de la pared celular, las características macroscópicas y sus propiedades. Se incluyen prácticas de laboratorio en que se hacen análisis químicos y físicos de maderas.

2. *Industrialización de la madera.* Se dicta en un semestre, en paralelo con la segunda parte del curso anterior. Corresponde a una revisión global de las posibilidades de la madera, vista como materia prima industrial. Se hace una descripción de los distintos procesos que la utilizan y de los tratamientos que mejoran su uso. Incluye visitas industriales de conocimiento.

3. *Procesos de pulpage.* Se dicta en un semestre con un fuerte apoyo de prácticas de laboratorio. Se revisan las distintas etapas del proceso y cada metodología, con detalles; los estudiantes tienen oportunidad de experimentar con materias primas industriales típicas.

4. *Fabricación del papel.* Se dicta en un semestre. Está destinado a conocer las distintas etapas del proceso, comenzando por el estudio de la estructura del papel y su relación con las propiedades. También incluye prácticas de laboratorio en refinación, aditivos y otros.

5. *Equipos y control I y II.* Se dicta en dos semestres consecutivos. Se revisan los diferentes equipos empleados desde la etapa de preparación de la madera. Se conocen los instrumentos de control y se completa con una revisión de los análisis y controles en el proceso y en producto terminado. Incluye prácticas y visitas industriales.

6. *Derivados de la celulosa.* Es el último curso de la secuencia. Pretende completar la visión de las posibilidades de la celulosa como materia prima para conversión química. Revisa los procesos de producción de fibras celulósicas artificiales y otros derivados importantes comercialmente.

#### 4.0 RESULTADOS

Hasta la fecha han egresado 23 técnicos en celulosa y papel, que se complementarán con 10 egresados en junio de 1977 y otros 10 en diciembre del mismo año.

La secuencia en celulosa y papel ha tenido 9 egresados, que se complementarán con otros 9 en diciembre próximo.

Del total de técnicos egresados hay 13 ubicados en empresas regionales, 7 sin ubicación y 3 fuera del país.

Del total de ingenieros egresados de la secuencia en celulosa y papel hay 4 ubicados en industrias del sector, 3 proseguirán estudios de postgrado y el resto está buscando su colocación.

No es posible hacer una evaluación de la respuesta de la industria al esfuerzo que hemos hecho, puesto que ha coincidido con el período de crisis de los mercados de celulosa y papel y, por ende, ha habido restricciones lógicas. Podemos decir que la respuesta ha sido moderada hasta aquí; puede esperarse que mejore a medida que las necesidades se normalicen.

La experiencia acumulada por nuestro laboratorio, a través de la labor de formación profesional efectuada, es importante para el desarrollo de la programación de sus trabajos futuros, que consigna la dictación de cursos de perfeccionamiento y de postgrado.