



## INDAGACIÓN SOBRE ESQUEMAS DE RAZONAMIENTOS LÓGICOS EN ALUMNOS QUE ACCEDEN A LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS (\*)

BEATRIZ GIORGETTA (\*\*)

### INTRODUCCIÓN

Esta investigación educativa intenta profundizar en las causas del fracaso de los estudiantes que cursan la materia *Química General e Inorgánica* en dos aspectos importantes:

- El bajo rendimiento académico manifestado por los alumnos, medido en términos de: falta de estudio (consulta a textos y horarios de consultas), dificultad para comprender los conceptos más abstractos y un alto porcentaje de alumnos que no aprueban evaluaciones con aplicaciones de conceptos.
- La baja retención, por parte de los alumnos, de conceptos desarrollados y evaluados durante el curso, que se pone de manifiesto cuando éstos son requeridos en materias posteriores.

Cierta experiencia docente y el resultado de las distintas modificaciones realizadas en los currículos conducen a afirmar que la mayor parte de los alumnos cursa la materia con el único incentivo de aprobar-

la (lo que no implica «aprenderla») con un mínimo esfuerzo, es decir estudiando *Química* fuera del aula y sólo ante una evaluación. A esta conclusión que subraya la culpabilidad del alumno, se contrapone la bibliografía especializada que pone de relieve la importancia de ciertas condiciones del proceso enseñanza-aprendizaje, así como la responsabilidad que tiene el docente en adecuarlas a la situación específica del aula. Intentar cambiar el signo de la situación actual requiere conocer, en una primera aproximación, la estructura cognitiva de los alumnos.

Los docentes son conscientes de que a un número importante de alumnos les resulta difícil el aprendizaje de los contenidos de la materia, contenidos que, en ocasiones, les parecen incomprensibles. Es alto el consenso al afirmar que tanto los contenidos de estas asignaturas como los tratamientos que el docente realiza sobre ellos, requieren del alumno un alto grado de abstracción (Goodstein *et al.*, 1978; Herron, 1973; Herron, 1978; Niaz, 1987).

Parece evidente que la estructura conceptual de la *Química*, percibida por el especialista, no le brinda al estudiante un marco adecuado para la adquisición y

(\*) Trabajo realizado en el marco del Plan Básico de Formación Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

(\*\*) Universidad de Córdoba (Argentina).

apropiación de los conceptos químicos. La *Química* es una disciplina que presenta un campo de conocimiento complejo (leyes, teorías, modelos de una realidad no perceptible) y las conexiones que el docente realiza entre distintos conceptos (relaciones, proporciones) están muchas veces más allá del desarrollo intelectual y de madurez alcanzado por los alumnos (Beistel, 1975; Bodner, 1991; Goodstein *et al.*, 1978; Herron, 1975; Mezzacasa, 1987; Ver Beek, 1991).

Las investigaciones realizadas por Jean Piaget ofrecen instrumentos válidos tanto para medir el nivel de desarrollo intelectual del alumno como para determinar la complejidad cognocitiva requerida por los materiales que se desean desarrollar en un currículo determinado (Bodner, 1991; Furio Mas, 1987; Goodstein, 1978; Niaz, 1987, Novick *et al.*, 1976).

Para Piaget (Ferreiro, 1993; Inhelder *et al.*, 1975; Piaget, 1967, 1975, 1978; Schwebel *et al.*, 1986) el desarrollo psíquico se inicia al nacer (igual que el crecimiento orgánico) y consiste en una tendencia permanente al equilibrio, en un perpetuo tránsito de un estado de menor equilibrio a otro de equilibrio superior. El desarrollo mental es una construcción continua de estructuras más estables, desencadenada por una necesidad fisiológica, afectiva o intelectual, por lo que este proceso distingue dos aspectos complementarios:

- a) El aspecto funcional que supone la génesis de una estructura: a partir de un estímulo (cambio en el sujeto o en su interrelación con el medio).
- b) El aspecto estructural: las formas sucesivas de equilibrio o estructuras variables son sistemas de organización de la actividad mental tanto motriz-intelectual como afectiva (individual-social). Existen tres factores que condicionan la génesis de una estructura superior: maduración (factor interno, estructural pero hereditario), experiencia física

(percepción del estímulo) y transmisión social (influencia del medio, herencia social).

En el análisis del desarrollo intelectual que Piaget hace se distinguen los cuatro famosos estadios, con sus correspondientes subestadios:

- Estadio senso-motriz: que comprende a su vez el subestadio de los reflejos y las primeras emociones y tendencias intuitivas, el subestadio de los primeros hábitos y percepciones organizadas, y el subestadio de la inteligencia sesoriomotriz o práctica.
- Estadio I o preoperacional: en el que se dan el subestadio I-A, y el subestadio I-B.
- Estadio II u operacional concreto: subestadio II-A o concreto inicial, subestadio II-B o concreto avanzado.
- Estadio III u operacional formal: subestadio formal inicial III-A, subestadio III-B o formal avanzado.

Contamos con abundantes datos sobre el desarrollo psicológico en función de la edad para distintas poblaciones de estudiantes; éstos han sido obtenidos mediante entrevistas parecidas a las realizadas por Piaget o test a través de escritos. Estos estudios arrojan serias dudas acerca de la certeza de que las etapas de construcción del pensamiento respondan a los límites cronológicos sugeridos por Piaget. Por ejemplo, Violino (Violino *et al.*, 1981), en sus investigaciones realizadas sobre la población del centro-norte de Italia (sobre una muestra de 580 estudiantes de edades comprendidas, entre los 13 y los 20 años) encuentra que sólo el 35 por 100 de la población ha alcanzado el estadio III-A a los 17 años y el 70 por 100 a los 20; por su parte, Niaz (1987) a través de una serie de estudios realizados en Venezuela, señala que en el momento de ingreso en la Universidad, tan sólo un 6 por 100 de los alumnos se hallan en el estadio formal, frente a un 64 por 100 que parece encontrarse en la fase piagetiana de operacional concreto, y frente a

un 6 por 100 que se encuentra en un período de transición entre estos estadios. Furio Mas (Furio Mas *et al.*, 1987) informa a su vez, de los resulta dos obtenidos en los estudios realizados en 12 colegios y un pre universitario de Valencia (con una muestra de 1.198 estudiantes) y sus conclusiones señalan que un 50 por 100 de alumnos de edades comprendidas entre los 16 y 18 años no habían adquirido todavía la noción de conservación del peso y que el otro 50 por 100 le ocurría lo mismo en cuanto a la noción de masa. Los resultados eran más significativos y alcanzaban a un 75 por 100 de los alumnos al considerar la adquisición de las nociones de peso y medida de los gases. En USA, Goodstein (Goodstein *et al.*, 1978) en relación a los alumnos del curso de ingreso High Scholl Milford señaló que un 45 por 100 de éstos se encontraban en el estadio III-B, un 35 por 100 en el estadio III-A, un 21 por 100 en el estadio II-A y un 4 por 100 en el estadio II-B. Asimismo, Herron, en un estudio realizado por alumnos del curso de ingreso a la Universidad de Oklahoma, aporta información también significativa sobre los estadios de Piaget al señalar que un 50 por 100 de los alumnos del citado curso se encuentran en la fase del operacional concreto, y que otro 20 por 100 de los mismos lo estaban en el estadio del operacional formal.

Con estos datos se podría aventurar que si en países desarrollados, entre el 25 por 100 y 75 por 100 de los alumnos de enseñanza secundaria y de los cursos de ingreso a la Universidad poseen aún patrones de razonamiento concreto, en Argentina (más precisamente al ingreso de esta carrera dentro de un sistema educativo en crisis y con alumnos sin afinidad a la Química y/o Física) el porcentaje de alumnos con ese patrón de razonamiento debería ser significativamente alto.

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

Fueron dos las hipótesis de trabajo:

1. Existe un número significativo de alumnos que pretenden acceder a la Facultad de Ciencias Agropecuarias que no pueden realizar operaciones mentales básicas que caracterizan un estadio de razonamiento formal.
2. Existe una relación entre el tipo de razonamiento alcanzado por el alumno y aspectos tales como: la edad, el sexo, el lugar y tipo de colegio de procedencia.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que se establecieron en la investigación se concretaron de la siguiente manera:

1. Caracterizar la población de alumnos que accedían a la Facultad (ciclo lectivo 1993) de acuerdo a sus posibilidades de razonamiento abstracto para la *Química General e Inorgánica*.
2. Relacionar la edad y sexo, tipo y localización del colegio de enseñanza secundaria y los conceptos químicos adquiridos con el estadio de desarrollo cognitivo alcanzado.

## METODOLOGÍA

### UNIDAD DE ANÁLISIS

**POBLACIÓN:** los alumnos que ingresaban en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ciclo de Nivelación, 1993.

**UNIDAD EXPERIMENTAL:** grupo de alumnos seleccionados al azar.

**UNIDAD DE MUESTREO:** el alumno. La alternativa de no trabajar sobre la población total se tomó por dos razones:

- 1) el test debía ser contestado en una única oportunidad para asegurar igualdad de condiciones en el mues-

treo, lo que condicionó el tamaño de la muestra a la capacidad de una o dos aulas.

- 2) la precisión deseada para la determinación de la proporción de alumnos en estadio de *razonamiento formal versus concreto* fue del 95 por 100 de confianza con un error muestral del 10 por 100.

El número de alumnos a muestrear en estas condiciones se calculó de la siguiente forma:

Se define  $p$  = número de alumnos «formales» + número de alumnos muestreados =  $n'' + n$ .

La proporción esperada es  $p$ , y la desviación estándar  $\sigma = [P(1 - p) + n]^{1/2}$ .

Si  $n$  es suficientemente grande se puede usar la distribución normal en buena aproximación de la binomial, donde el error muestral  $e$  (diferencia entre la proporción de la muestra y la estimada poblacional) es igual a:  $e = Z[p(1 - p) + n]^{1/2}$  y permite calcular con un 95 por 100 de confianza ( $Z = 1,96$ ) el valor de  $n$ :  $n = Z^2 p(1 - p) + e^2 = (1,96)^2 \times 0,25(1 - 0,25) + (0,1)^2 = 72$  (este número se incrementa a 96 si la proporción se acerca a 0,50).

Como este número supera el 10 por 100 de la población ( $N = 458$ ) debe hacerse una corrección por finitud como:  $n = n' + \{[n' + (N - 1)] + N\} = 72 + \{[72 + (458 - 1)] + 458\} = 62$ .

Según este cálculo, el tamaño de la muestra resultó ser de unos 62 alumnos para una proporción esperada igual o menor al 25 por 100 de alumnos con razonamiento formal (35 para el 10 por 100 ó 77 para el 50 por 100).

Sobre un listado alfabético de los alumnos que se habían inscrito para cursar el Ciclo de Nivelación que proporcionó el Despacho de Alumnos y previendo deserciones y errores por exceso en la lista, se seleccionaron al azar 80 alumnos, a los que se citó con tres días de anticipación para realizar la prueba el día 16 de febrero de 1993. El método utilizado consistió en

la selección con reemplazo mediante uso de una tabla de números aleatorios.

## INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para indagar sobre el nivel de razonamiento de los alumnos en aspectos necesarios para el aprendizaje de la Química, se elaboró un test escrito (ANEXO 1) que tenía tres ítems:

ÍTEM A: un típico test piagetiano llamado «Test de Las Islas» (Herron, 1978; Violino, 1981) ideado para obtener información sobre la habilidad de reflexionar en función de una relación de variables.

ÍTEM B: un problema sobre densidad con cuestiones de complejidad creciente que pone a prueba la habilidad de razonar en término de proporciones.

ÍTEM C: es una entrevista estructurada escrita sobre la actitud hacia la Química, y el empleo de conceptualizaciones.

El test fue puesto a prueba con docentes del área, estudiantes y especialistas (docentes de la Unidad Pedagógica). Esta prueba piloto permitió realizar ajustes de redacción y formato de los ítems.

Otro instrumento empleado fue la entrevista oral individual (sobre las respuestas del test escrito) con la que se intentaba conocer la respuesta a algunas de las preguntas que los alumnos no habían contestado en el test escrito y/o ampliar información sobre alguna de las respuestas dadas.

## RESULTADOS

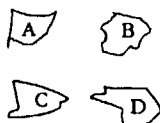
El test se aplicó sólo a 36 alumnos de los 80 convocados, siendo las principales causas de inasistencia: una actividad extraprogramática no planificada con antelación a la que los alumnos ese día fueron invitados (observación de tacto rectal en el Campo Experimental de la Facultad), el carácter no obligatorio de la prueba y las dificultades de transpor-

ANEXO I  
*Encuesta ciclo de nivelación 1993*

**LEA ATENTAMENTE LOS SIGUIENTES ÍTEMS Y RESPONDA FUNDAMENTANDO SU RESPUESTA:**

**ÍTEM A:**

Existen 4 islas en el océano denominadas A, B, C y D.



Sus habitantes pueden viajar de una a otra en bote, pero recientemente se ha establecido un servicio aéreo entre ellas con las siguientes pautas:

- La gente puede viajar en avión entre las islas C y D.
- La gente no puede viajar entre las islas A y B.
- La gente puede viajar en avión entre las islas B y D.
- Cuando un vuelo es posible en una dirección, también lo es en el sentido inverso.
- El vuelo entre islas puede ser directo o incluir escalas y/o cambios de avión.

¿Puede la gente viajar en avión entre las islas A y C?

**ÍTEM B:**

Se denomina densidad de una sustancia a la relación masa/volumen de la misma. Por ejemplo: la densidad de la leche entera a 15°C es de 1,032 g./ml., lo que indica que 1,032 g. de leche entera ocupan 1 ml.

- ¿Qué masa de leche entera ocupa 2 ml.?
- Un vaso de leche (180 ml.) ¿qué masa contiene?
- Si 3,5 ml. de materia grasa de leche (crema) contiene 3,255 g. de crema, ¿cuál es su densidad?
- ¿Qué ocupará mayor volumen, 100 g. de leche entera o 100 g. de crema de leche?
- La densidad de la leche descremada ¿es mayor, menor o igual a la de la leche entera?

**ÍTEM C:**

1. Nombre las tres materias del Secundario que más le gustaron (en orden de prioridad).
2. Nombre tres conceptos aprendidos en Química.
3. ¿Para qué sirve cada uno de ellos?
4. Tome uno de estos conceptos y escriba cómo se lo explicaría a un compañero.

**LOS SIGUIENTES DATOS TIENEN RESERVA ESTADÍSTICA**

Apellido y nombres:

Fecha de nacimiento:

Colegio secundario en el que cursó sus dos últimos años (tipo, localidad y fecha de egreso):

Otros estudios realizados (nombre y fecha):

tes que tenían algunos alumnos residentes fuera del núcleo urbano.

Se observaron escasas respuestas en blanco, y muchas de ellas fueron salvadas en la entrevista una vez aplicado el test escrito. El test se perfiló después de tener una discusión, en el Ciclo de Nivelación, sobre el concepto de densidad lo que hubo de favorecer, en principio, el empleo de algoritmos en la resolución del ÍTEM B.

Para procesar los datos obtenidos del test y encontrar un modelo estadístico explicativo, se procedió a organizar las respuestas en variables alfabéticas (Tabla I), categorizadas de la siguiente manera:

A = Número de orden (alumno).

B = Número de orden en la inscripción, tomado del listado de Despacho de Alumnos.

C = Sexo, categorías: 1 = masculino 2 = femenino.

D = Edad.

E = Instrucción previa, categorizada con tres dígitos. El primer dígito categoriza el tipo de colegio como: 1 = Comercial; 2 = Bachiller; 3 = Técnico Agropecuario; 4 = Otros (otros Técnicos, Perito Mercantil, Terciario completo, Adultos). El segundo dígito categoriza la ubicación del colegio: 1 = Córdoba capital; 2 = interior provincial, ciudad importante; 3 = interior provincial, ciudad pequeña; 4 = Norte del país; 5 = Centro o Sur del país. El tercer dígito categoriza la fecha de entrada en la Facultad: 1 = anterior a 1990; 2 = entre 1990 y 1991; 3 = en 1992; 4 = otros estudios realizados en relación a la Química.

F = Afinidad por la Química, categorías: 1 = ninguna; 2 = menciona Física y/o Matemáticas; 3 = menciona Química.

G = Mide el nivel de conceptualización alcanzado en Química y expresado en el ÍTEM C, categorizada con tres dígitos. El primer dígito categoriza el tipo de concepto rescatado (conocimiento teórico): 0 = no contesta; 1 = conceptos puntuales (fórmulas); 2 = conceptos más generales (procesos); 3 = conceptos incluyentes o fundamentales. El segundo dígito categoriza la aplicación reconocida para los conceptos seleccionados (conocimiento práctico): 0 =

no contesta; 1 = intenta definir o describir, da ejemplos; 2 = para aprobar, saber, comprender otros conceptos químicos; 3 = menciona aplicaciones prácticas específicas o generales. A su vez, el tercer dígito categoriza la conceptualización de acuerdo a: 0 = no contesta; 1 = interpretación consistente sin contradicciones y con respecto a un solo aspecto, con causa-efecto parcialmente estructurada, pensamiento asociativo (aplicaciones, ejemplos, etc.); 2 = conceptos bipolares, pensamiento comparativo simple y elemental; 3 = pensamiento descriptivo, re-describe en función de varios aspectos por separado; 4 = define por sus características propias o diferencias específicas, pensamiento explicativo.

H = Mide la capacidad de relacionar variables, ÍTEM A, categorías según responda: 0 = no contesta; 1 = contesta mal, no puede ordenar los datos; 2 = (no), menciona únicamente la relación A-C; 3 = (no), menciona otras relaciones, emplea reversibilidad, ordena datos, relación bipolar; 3 = (no), relación múltiple usando condicional si A-C ... no A-B.

I = Categoriza el empleo de proporciones en ÍTEM B, con cinco dígitos (uno por cuestión) y de acuerdo a: 0 = no contesta; 1 = contesta mal (no asume relación m/v o manifiesta falta de criterio en los resultados numéricos); 2 = contesta mal (asume relación m/v); 3 = bien, pero no justifica; 4 = bien y justifica.

J = Califica errores matemáticos cometidos en el ÍTEM B: 0 = no; 1 = si (error en sumas, restas, divisiones, multiplicaciones o en el uso de fórmulas).

K = Nivel de desarrollo intelectual estimado (PREO = preoperacional; CI = operacional concreto inicial; CA = operacional concreto avanzado; CA-FI = transicional concreto-formal; FI = operacional formal inicial; FA = operacional formal avanzado).

L = Condición alcanzada en las cuatro asignaturas del Ciclo de Nivelación al finalizar éste (concluidos los exámenes recuperatorios) categorizada con cuatro letras según el orden Biología, Física-Química, Matemáticas y Organización de las Ciencias Agropecuarias, empleándose L = libre, R = regular y P = promovido.

TABLA I  
*Resultados sistematizados del test*

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	381	1	18	323	3	213	3	44.440	0	CA	LPFP
2	85	2	19	113	3	113	2	41.221	1	CI	PPFP
3	163	1	19	330	1	0	3	44.431	0	CA	LLLL
4	365	1	19	333	1	130	3	44.422	0	CA	PRFP
5	178	1	18	333	1	120	1	10.001	0	PREO	LLLL
6	231	1	20	134	1	0	2	44.442	0	CA-FI	LRFP
7	324	2	18	133	3	222	2	41.211	1	CI	PRLP
8	276	1	20	123	3	0	2	41.422	1	CI	PPLR
9	397	2	22	211	2	320	1	44.440	0	CA	PPFP
10	81	1	19	333	3	111	2	44.433	0	CA-FI	PPFP
11	67	1	22	131	2	0	2	33.322	0	CA	LLFP
12	119	2	21	412	2	0	1	44.433	0	CA-FI	LLLL
13	161	1	19	213	2	324	1	44.442	1	CA-FI	PPFP
14	8	1	32	412	4	320	3	33.332	1	CA-FI	LLLL
15	379	1	18	333	1	211	2	44.442	0	CA-FI	LPFR
16	283	1	22	321	1	0	3	44.222	1	CA	PRLR
17	162	1	20	351	1	0	2	44.412	0	CI	LRLP
18	371	2	18	243	1	231	1	44.000	0	CI	RLRL
19	348	2	20	132	3	100	3	42.412	1	CI	LPLP
20	250	1	18	123	3	0	4	33.332	1	CA-FI	RPLP
21	177	1	18	113	2	123	2	44.442	0	CA-FI	PPFP
22	330	2	18	233	1	0	1	44.442	0	CA-FI	PPFP
23	291	1	18	133	1	231	3	44.122	0	CI	RPPF
24	133	1	19	333	2	310	2	44.432	0	CA-FI	LLLL
25	425	2	35	441	2	1	1	44.442	0	CA	LRFP
26	363	1	21	232	2	0	1	44.411	1	CI	LLLR
27	262	1	20	112	2	300	1	44.422	0	CA	LLRR
28	368	1	18	143	3	110	1	44.001	1	CI	LLLL
29	121	1	22	242	3	131	1	42.211	1	CI	LLLL
30	326	1	19	413	1	0	2	44.422	1	CA	LRLP
31	451	1	22	211	2	111	1	44.412	1	CI	LRLI
32	29	1	19	112	2	123	1	44.112	1	CI	LRLI
33	240	2	28	152	1	321	1	44.422	0	CA	LLLL
34	268	2	19	114	2	303	3	44.412	0	CA	PPFP
35	272	1	18	143	2	0	1	44.412	0	CI	LRLP
36	117	2	18	213	1	0	2	44.412	1	CI	PLLP

Los resultados se presentan en los Gráficos 1-4. En ellos se puede observar que:

- Ningún alumno contestó el test empleando esquemas de razonamiento pleno formal (Gráfico I); sólo un 14 por 100 de los alumnos de la muestra expresa un nivel de razonamiento típico del estadio IIIA (formal inicial) al operar con proporciones y densidades y un 3 por 100 lo hace al establecer relaciones o conceptualizaciones químicas. Sólo un 28 por 100 de la muestra se encontraría en un nivel de transición concreto-formal; se observó un caso preoperatorio (Gráfico I).

- El 33 por 100 de alumnos de la muestra tienen 18 años al acceder a la Facultad (regreso del ciclo secundario de 5 años en 1992). La mitad del grupo manifiesta un nivel de pensamiento concreto inicial. Sin embargo, el grupo de alumnos de 19 años (25 por 100 de la muestra) denota mayor frecuencia de jóvenes con esquemas concreto-avanzado (44 por 100). Pero a pesar de ello, el porcentaje de alumnos con esquemas de pensamiento transicional concreto-formal resulta ser el mismo (33 por 100) para ambas edades, decreciendo ligeramente para los alumnos de edades comprendidas entre los 20 y 21 años, y de una manera drástica para los alumnos de mayor edad (un solo caso y atípico porque posee un año de experiencia previa universitaria en Ciencias Químicas) (Gráfico II).

- Los alumnos procedentes de los colegios Comercial y Bachiller presentan una distribución muestral semejante con alta proporción en estadio concreto inicial (50 y 63 por 100 respectivamente). Los alumnos que han cursado estudios en Institutos Técnicos Agropecuarios (25 por 100 de la muestra) caracterizan el grupo de mejor nivel intelectual: 44 por 100 en el estado concreto avanzado y 33 por 100 en transición concreto-formal (Gráfico III).

- El 80 por 100 de los alumnos procedentes del norte del país manifestó un bajo nivel de razonamiento (concreto inicial); mientras que este porcentaje es mínimo para aquellos que provienen del interior de la provincia, de ciudades im-

portantes (25.000 habitantes). En este último grupo resulta elevado el porcentaje (60 por 100) de los alumnos que presentan esquemas intelectuales concretos avanzados, siendo su distribución de frecuencia (número de alumnos con igual nivel de razonamiento) opuesta a la observada en el grupo procedente de ciudades pequeñas (Gráfico IV), donde el 47 por 100 de la muestra manifiesta esquemas operacionales de transición.

Otro resultado preocupante obtenido del análisis de las respuestas numéricas de los alumnos resulta del hecho de que 15, de los 36 evaluados, tienen dificultades para resolver operaciones (suma, división y/o multiplicación) con números decimales.

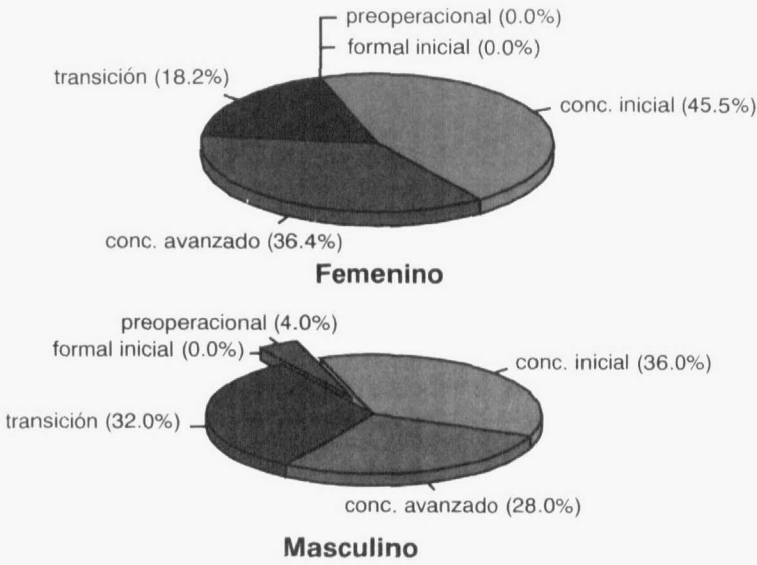
Consultados con respecto a sus preferencias en cuanto a asignaturas cursadas en la enseñanza secundaria, 15 alumnos citan Química y otros 13 materias afines como Física y/o Matemáticas. Por otra parte, sólo 22 alumnos pueden citar conceptos químicos, 12 pueden asociar una aplicación a los conceptos y 15 intentan definirlos; únicamente 13 responden de forma completa a todos los apartados de cada ítem. El análisis de las respuestas dadas por el ÍTEM C se presenta en la Tabla II.

En las conceptualizaciones que expresan los alumnos del curso de ingreso (sólo el 42 por 100 de la muestra) se observa un predominio de pensamiento asociativo (concreto inicial) o descriptivo (formal inicial). Sin embargo, si se relacionan, por individuo, las tres respuestas (tipo de conceptos, aplicación y conceptualización) se descubre que sólo 7 alumnos mencionan tres conceptos químicos de relevancia, que ninguno los asocia con aplicaciones prácticas específicas y que sólo 4 los asocian con aplicaciones teóricas (por ejemplo, para comprender otros conceptos o «para saber...») y que sólo un alumno puede definirlo formalmente. Sólo 2 alumnos de los 36 de la muestra pudieron definir correctamente un concepto químico libremente elegido.



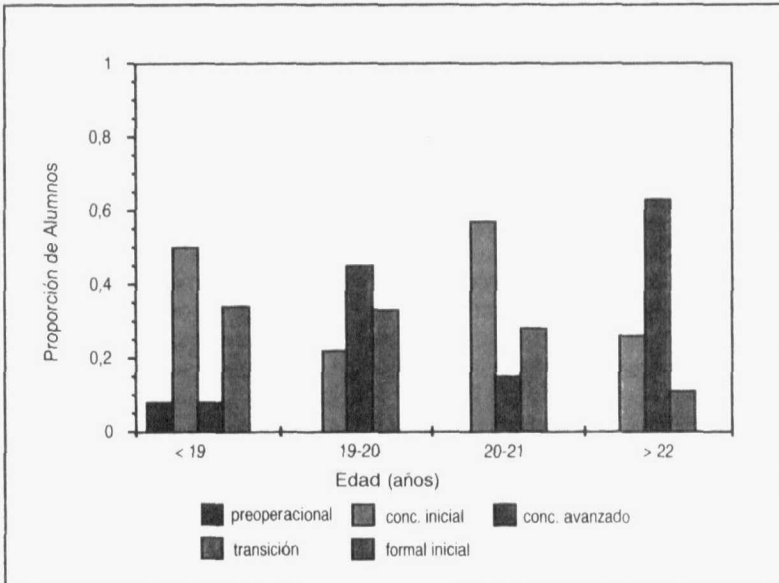
### GRÁFICO I

Distribución de niveles de desarrollo intelectual estimados según el sexo de los alumnos que ingresan en la facultad



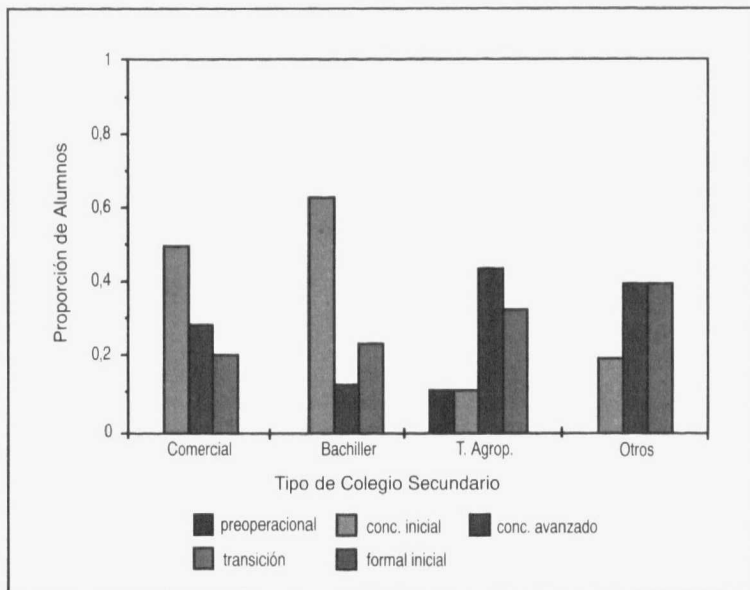
### GRÁFICO II

Distribución de niveles de desarrollo intelectual estimado según la edad de los alumnos que ingresan en la facultad



### GRÁFICO III

*Distribución de niveles de desarrollo intelectual estimados según el tipo de colegio del cual provienen los alumnos que ingresan en la facultad*



### GRÁFICO IV

*Distribución de niveles de desarrollo intelectual estimado según la localización del colegio en el que realizaron sus estudios pre-universitarios los alumnos que ingresan en la facultad*

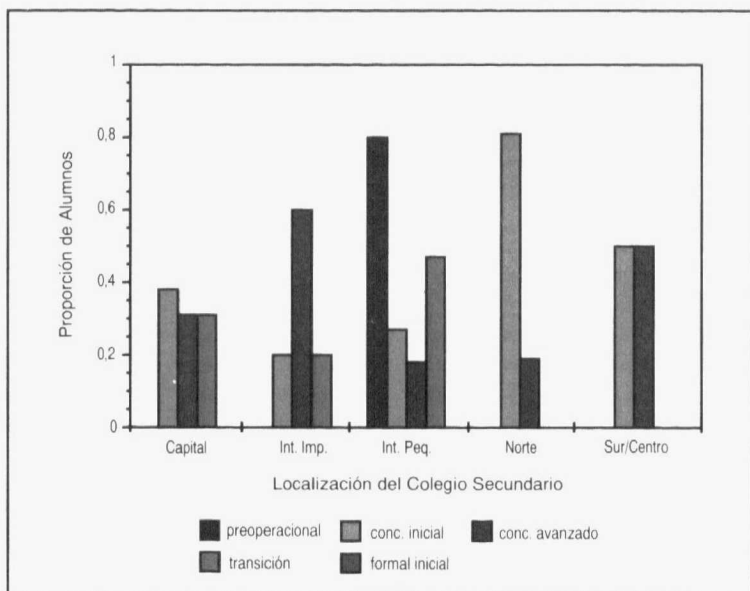


TABLA II  
*Análisis cuali-cuantitativo del ítem C del test*

Ítem	Conceptos	%	Aplicaciones	%	Conceptualización	%
0	Confunden o no contestan	39	Confunden o no contestan	47	Confunden o no contestan	58
1	Puntuales	28	Re-describe	19	Asociativa	22
2	Generales	14	Teórica	22	Comparativa	3
3	Fundamentales	19	Prácticas	11	Descriptiva	14
4	—	—	—	—	Explicativa	3

Respecto a la entrevista se pudo observar un notorio desconocimiento sobre los contenidos e importancia de la Química. En términos generales, el alumno se mostró propenso a justificar la escasa información volcada en el ÍTEM C, a hablar de sus experiencias en el Secundario o de las dificultades actuales, siendo reiterativa la respuesta oral «que la Química le había servido para aprobar la materia». Es importante considerar esta descalificación que el alumno realiza, porque ausmir que no sabe nada de Química y que le va a «costar» mucho aprender esta materia condiciona fuertemente el futuro aprendizaje.

El tratamiento estadístico de las respuestas categorizadas (Tabla I) mediante el análisis factorial de correspondencias múltiples, corrobora la afirmación del condicionamiento que ejerce sobre los alumnos la presencia de «conceptos equivocados» puesto que es el componente principal (variable G: tipo y utilidad de conceptos químicos) que pesa negativamente sobre el rendimiento académico del Ciclo de Nivelación. El segundo componente principal de incidencia es la procedencia de los alumnos.

## DISCUSIÓN

Si bien el trabajo es cuantitativo reconoce que la mera cuantificación de los alumnos con determinados esquemas intelectuales no es lo importante, pues se acepta que una evaluación de este tipo resulta incompleta y relativa a las cuestiones planteadas a los alumnos. La resolución correcta de un problema pone a prueba además de su capacidad de razonamiento hipotético-deductivo, la experiencia previa en relación a la cuestión en juego. Sin embargo, debe marcarse que, en el caso del ÍTEM B, la cuestión planteada hace relación a un esquema más amplio que a un concepto particular químico (o físico), puesto que más allá del grado de escolarización, la alta relación que esta noción tiene con los problemas cotidianos y domésticos, debería haberse ya alcanzado (por ejemplo, el tamaño de un paquete de azúcar con respecto a otro de yerba de «igual peso»). Las operaciones matemáticas puestas a prueba en relación a la noción también trascienden a la Química (elección de compra en función de la relación precio-tamaño o cantidad).

No todos los alumnos manifestaron en sus respuestas la adquisición de la noción de conservación del peso, propia del estadio concreto avanzado; el 17 por 100 demuestra haber adquirido la de la conservación del volumen (transición) y únicamente el 14 por 100 puede relacionar ambas (formal inicial) aunque no logre resolver situaciones al respecto por su falta de capacidad para operar con proporciones no enteras.

Quizás los resultados no sean estadísticamente extrapolables, no tanto por su tamaño muestral sino por su repetición en el tiempo, pero indudablemente reflejan la realidad observada en las clases de Química en las que los alumnos reconocen sus dificultades para pensar, por ejemplo: resolver un problema de aplicación (interpretar enunciados, ordenar datos), relacionar conceptos incluyentes (incorporar más de un aspecto en la observación) y no poder operar matemáticamente, especialmente por no tomar conciencia de las operaciones que a diario realiza.

La mayoría de los alumnos no poseen conocimientos químicos y los que expresan alguno lo hacen de manera incompleta y equívoca. Si bien la carencia es preocupante, la presencia de «conceptos equivocados» observada lo es más aún, porque estos esquemas intelectuales son difíciles de revertir y obviamente dificultan la generación de un esquema superior en relación a la noción o de otras que la involucren.

La importancia de la experiencia previa de los alumnos se pone de manifiesto cuando se relaciona la procedencia y edad de los alumnos con el nivel de es-

quemas intelectuales alcanzado, ya que sería el tipo de colegio el que marca la diferencia porque los colegios técnicos agropecuarios se localizan en su mayoría en ciudades importantes del interior y que cuenta con pocos alumnos.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que los resultados parecen preocupantes puesto que indicarían la existencia de una seria dificultad para emplear esquemas de pensamiento formal en relación a cuestiones básicas tales como: operar con proporciones o más de una variable, conceptualizar, adquisición de las nociones de conservación de masa y peso, materia, densidad, etc. También resulta preocupante la ausencia de conceptualización química observada, pero lo es más aún la presencia de «conceptos equivocados» por el condicionamiento que ejercen sobre los futuros aprendizajes.

Las condiciones de aprendizaje de los alumnos no parece guardar estrecha relación con la edad de los mismos pero sí con su procedencia (tipo de colegio y localización).

De ser extrapolables los resultados a la población de alumnos que acceden a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, reflejarían una estructura cognitiva del alumnado muy por debajo de la requerida para la estructura conceptual de un curso de Química universitaria, y de hecho de la currícula de Asignatura Química General e Inorgánica (\*).

---

(\*) Quiero mostrar mi agradecimiento al Equipo Técnico Asesor de Nivel Medio de la Dirección de Apoyo Escolar Interdisciplinario (DAEI) de la provincia de Córdoba (Coord. Lic. M. Angélica Möller), por el estímulo y las sugerencias recibidas, y al Ingeniero Agrónomo Fernando Casanoves del Laboratorio de Computación (Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC) por su colaboración en los análisis estadísticos realizados.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEISTEL, D. W.: «A Piagetian approach to general chemistry», *Journal of Chemical Education*, 52, 1975, pp. 151-152.
- BODNER, G. M.: «The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate student», *Journal of Chemical Education*, 68, 1991, pp. 385-388.
- FERREIRO, E.: *Piaget*, Buenos Aires, Ed. Página 12, 1993.
- FURIO MAS, C. J.; HERNÁNDEZ PÉREZ, J. y HARRIS, H. H.: «Parallels between adolescent's conception of gases and the history of chemistry», *Journal of Chemical Education*, 64, 1987, pp. 616-618.
- GOOD, R.; KROMHOUT, R. A. y MELLON, E. K.: «Piaget's work and chemical education», *Journal of Chemical Education*, 56, 1989, pp. 426-430.
- GOODSTEIN, M. P. y HOWE, A. C.: «Application of Piagetian Theory to introductory chemistry instruction», *Journal of Chemical Education*, 55, 1978, pp. 171-173.
- HERRON, J. D.: «Piaget for Chemist». *Journal of Chemical Education*, 52, 1975, pp. 146-150.
- HERRON, D. W.: «Piaget in the classroom». *Journal of Chemical Education*, 55, 1978, pp. 165-170.
- INHOLDER, B. y PIAGET, J.: *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*, Buenos Aires, Ed. Paidós-Psicología Evolutiva, 1975.
- MEZZACASA, J. L.: «Las condiciones psicológicas del aprendizaje», *Manual de metodología de enseñanza de la química*, Córdoba, Ed. N. Schinitman, 1987.
- NIJAZ, M.: «Relation between M-space of students and M-demand of different items of General Chemistry and its interpretation based upon the Neo-Piagetian Theory of Pascual-Leone», *Journal of Chemical Education*, 64, 1987, pp. 502-505.
- NOVICK, S. y MENIS, J.: «A study of student perceptions of the mole concept», *Journal of Chemical Education*, 53, 1976, pp. 720-722.
- PIAGET, J.: «El desarrollo mental del niño», *Seis Estudios de Psicología*, Buenos Aires, Seix Barral, 1967.
- *Introducción a la Epistemología Genética. Tomo I. El pensamiento matemático*, Buenos Aires, Paidós, 1975.
  - «El preadolescente y las operaciones proposicionales». *Psicología del niño*, Buenos Aires, 1978.
- SCHWEBEL, M. y RAPH, J.: *Piaget en el aula*. Buenos Aires, Huemul, 1986.
- VER BEEK, K. y LOUTERS, L.: «Chemical language skills», *Journal of Chemical Education*, 68, 1991, pp. 389-391.
- VIOLINO, P. y DI GIACOMO, B. S.: «An investigation of Piagetian stages in Italian secondary school students», *Journal of Chemical Education*, 58, 1981, pp. 639-641.