

SIEMBRA

EDUCATIVA

3 y 4

REVISTA DEL

**Centro de Investigación, Innovación y
Cooperación en Docencia Universitaria de
Carreras Tecnológicas**

AÑOS 2017 Y 2018

**Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Catamarca**

ÍNDICE

Página

2.....Índice.

3.....Quiénes hacemos **Siembra Educativa 3 y 4**: Directorio. Comité Editorial

4.....Comité Evaluador.

5.....En este número presentamos

7.....Artículos científicos 1):

“Propuesta didáctica de estrategias de comprensión de textos con énfasis en las competencias metafóricas para alumnos de Nivel Superior”. Autoras: Allemand, M. Tejada, M.

17.....Artículos científicos 2):

“Estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica evaluados en la etapa de receptor e ingresar la información”. Autoras: Pulido, M. S. Contrera, G. Perea, J.

29.....Artículos científicos 3):

"Percepción del uso de plataforma Moodle en ciclo profesional de Ing. Agronómica-UNCa"
Autoras: Gonzales, A. Aguirre, L.

40.....Artículos científicos 4):

"Análisis de los estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica, en la etapa de utilizar la información recibida". Autores: Pulido, M. S. Contrera, G. Perea, J. Vildoza, J.

52.....Conferencia:

"M-learning por alumnos de dos carreras de la facultad de Ciencias Agrarias". Autoras: Gonzales, A. Aguirre, L.

62.....Tesis de Maestría:

“Dificultades relacionadas con las herramientas cognitivas y conceptuales para el aprendizaje de *soluciones acuosas* en estudiantes de Ingeniería de Minas, Agrimensura y Electrónica de la UNCa”. Autora: Ocampo, I.

288.....Artículos de difusión:

“Quiénes conforman actualmente la RED de docentes-investigadores del CIIC-DOCATEC: RED del CENTRO de INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA DE DISCIPLINAS TECNOLÓGICAS”

¿Quiénes hacemos Siembra Educativa?

1-Directorio

Mgter. Lidia Aguirre
Dra. Silvia Bistoni
Dra. Ing. Agr. María S. Pulido

2-Comité Editorial

Dra. Ing. Agr. María Shirley Pulido
Mgter. Lidia Aguirre
Dra. Silvia Bistoni
Esp. Ing. Agr. Graciela Elizabeth Contrera
Mgter. Ing. Agr. Julia Perea
Ing. Agr. Jorge Vildoza
Ing. Agr. Amparo Barrionuevo

3-Comité Evaluador

- Dra. Gloria del Valle Quevedo.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

- Dra. María Lencina.

Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.

- Mgter. Ing. Agr. Ricardo Ogas.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

- Dra. Martha Cañas.

Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.

- Mgter. Farm. Irupé Alejandra Ocampo.

Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.

- Mgter. Lidia Aguirre.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

- Dra. Ing. Agr. María Shirley Pulido.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

- Mgter. Ing. Marcelo Omar Sosa.

Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.

- Mgter. Dora Ofelia Galarza.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

- Dra. Lic. Silvia Bistoni.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

- Dra. Lic. Samantha Magali Carrión.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

En este número presentamos

1-Artículos científicos

1-“ Propuesta didáctica de estrategias de comprensión de textos con énfasis en las competencias metafóricas para alumnos de Nivel Superior”. Autoras: Mónica Allemand y Myriam Tejada.

2-“Estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica evaluados en la etapa de receptor e ingresar la información”. Autores: María Shirley Pulido, Graciela Elizabeth Contrera, Julia María Perea, Jorge Vildoza.

3- "Percepción del uso de plataforma Moodle en ciclo profesional de Ing. Agronómica-UNCa". Autoras: González, Ana G. Aguirre, Lidia E.

4- “Análisis de los estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica, en la etapa de utilizar la información recibida” Autores: María Shirley Pulido, Graciela Elizabeth Contrera, Julia María Perea, Jorge Vildoza.

2- Conferencias

1- “M-learning por alumnos de dos carreras de la Facultad de Ciencias Agrarias”. González, Ana G y Aguirre, Lidia E.

3- Tesis de alumnos de postgrado

a) Tesis de Maestría en Docencia Universitaria de Disciplinas Tecnológicas:

Mgter. Farm. Alejandra Irupé Ocampo
Carrera de Maestría en Docencia Universitaria de Disciplinas Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Nacional de Catamarca

Correo E: aiocampo@hotmail.com

Docente de la cátedra de Química 1.
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas
Universidad Nacional de Catamarca.

Integrante del Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

4- Artículos de Difusión

RED del Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.
Integrantes de la RED.

Artículos científicos



TÍTULO:

Propuesta didáctica de estrategias de comprensión de textos con énfasis en las competencias metafóricas para alumnos de Nivel Superior.

AUTORAS:

Esp. Allemand, Monica

Profesora de Inglés, Especialista en Didáctica, docente de la Cátedra de Inglés Técnico, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

Correo E: monica.allemand@gmail.com

Mgter. Lic. Tejeda, Myriam Esther

Mgter. en Didáctica. Docente de la Cátedra de Didáctica. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.

PROPUESTA DIDÁCTICA DE ESTRATEGIAS DE COMPRENSIÓN DE TEXTOS CON ÉNFASIS EN LAS COMPETENCIAS METAFÓRICAS PARA ALUMNOS DE NIVEL SUPERIOR.

(Development of metaphoric competence in higher education)

RESUMEN

El estudio de la metáfora en la ciencia parte de la lingüística cognitiva, ciencia que demuestra que la metáfora es parte constitutiva de nuestro sistema conceptual, proporcionando a los conceptos una proximidad que ayudan a su manejo dentro del sistema conceptual. La manifestación explícita de los conceptos metafóricos puede facilitar la apropiación, interpretación y uso de los conceptos metafóricos de una ciencia. Según Lakoff (1996) a metáfora es un conjunto de correspondencias entre dos dominios conceptuales, esta definición implica la traducción de las metáforas en las correspondencias conceptuales subyacentes. Se realizó un análisis de reconocimiento de metáforas en textos académicos de Humanidades e Ingeniería Agronómica y se diseñó una propuesta didáctica de estrategias de comprensión de textos con énfasis en las competencias metafóricas para alumnos de dichas carreras. Se proporcionará un entrenamiento a los estudiantes para que logren reconocer e interpretar los conceptos metafóricos de la ciencia. Presentaremos en este trabajo los resultados obtenidos.

Palabras clave: competencia metafórica- identificación- interpretación- textos académicos

SUMMARY

The study of metaphors in science originates in Cognitive Linguistics; this science demonstrates that metaphors are a constitutive part of our conceptual system, giving concepts the proximity that helps their command within it. Explicit manifestation of metaphoric concepts can facilitate the appropriation, interpretation, and use of metaphoric concepts of a science. According to Lakoff (1996) a metaphor is set of correspondences between two conceptual domains, this definition implies metaphor interpretation following underlying conceptual correspondences. An analysis of metaphor recognition in Humanities and Agronomic academic texts was done. A teaching design was tested in students of History and Agronomic Engineering; they used comprehension strategies emphasizing metaphoric competences. Training was provided so as students can recognize and interpret metaphoric concepts in science. We present the results obtained.

Key words: metaphoric competence- identification-interpretation- Academic texts

INTRODUCCIÓN

Este trabajo explora la competencia metafórica como destreza, en el sentido de su contribución a todos los aspectos de la competencia comunicativa. Las metáforas son valiosas herramientas con las que los miembros de una comunidad discursiva conceptualizan el mundo. La metáfora es re conceptualizada, no en relación al lenguaje literario, a la poesía, sino como herramienta del conocimiento, como una capacidad que nos permite interpretar conceptos abstractos. La metáfora impregna el lenguaje, el pensamiento al servir para estructurar conceptos. Es un recurso expresivo

muy potente, una herramienta de la comunicación. Proponemos que los estudiantes tomen conciencia del uso creativo de la lengua. Muy a menudo los estudiantes no están conscientes del contenido metafórico de su propia lengua y esta habilidad no se desarrolla espontáneamente. Diseñamos una propuesta didáctica que fue testeada con dos grupos de estudiantes, uno de Humanidades y otro de Ingeniería. Debemos lograr que los estudiantes tomen conciencia de los significados figurados de las metáforas y como resultado se beneficiará su competencia comunicativa. El estudio del lenguaje figurado iniciado por Lakoff y Johnson:1980, llevó a la fundación de una nueva rama de la lingüística, hoy llamada Lingüística Cognitiva. La palabra” cognitiva “remite a que la lengua es un sistema cognoscitivo, que permite procesos como la percepción y razonamiento que dan origen al conocimiento.

Los objetivos de esta investigación fueron:

- a. Reflexionar sobre el valor estratégico y discursivo del lenguaje metafórico.
- b. Definir la metáfora según la lingüística cognitiva.
- c. Explicar en qué consiste la competencia metafórica y qué lugar ocupa con respecto al actual modelo de competencia comunicativa.

MARCO TEÓRICO

En las tres últimas décadas los investigadores han demostrado que la metáfora es motivadora más que arbitraria y sistemáticamente utilizada en el territorio conceptual. La propuesta de la semántica cognitiva se vislumbra como una alternativa potencial en las estrategias de enseñanza.

La metáfora conceptual se puede considerar como uno de los mecanismos cognitivos más importantes y con mayor índice de aplicación dentro del modelo teórico de la lingüística cognitiva. La metáfora conceptual es un fenómeno de la cognición en el que un área semántica o dominio se representa conceptualmente en termino de otro. Es importante distinguir las metáforas conceptuales de las expresiones lingüísticas metafóricas, estas últimas son las expresiones metafóricas que se expresan en el lenguaje. Lakoff y Johnson 1980:42 definen la metáfora como una herramienta cognitiva:

“La metáfora no es solamente una cuestión del lenguaje, es decir, de palabras meramente. Sostenemos que, por el contrario, los procesos del pensamiento humano son en gran medida metafóricos. Esto es lo que queremos decir cuando afirmamos que el sistema conceptual humano está estructurado y se define de una manera metafórica. [...] El concepto se estructura metafóricamente, la actividad se estructura metafóricamente y, en consecuencia, el lenguaje se estructura metafóricamente.”

Por ejemplo la metáfora conceptual según la cual conceptualizamos el tiempo en términos de dinero se denomina convencionalmente EL TIEMPO ES DINERO (Existe la convención tipográfica para referirse a las metáforas conceptuales en versalita.) Esta metáfora o “manera de pensar no literal” se expresa en español (además de en otros idiomas) como *ganar tiempo, malgastar el tiempo, ahorrar tiempo, robar tiempo, invertir tiempo en algo, etc.*. Según Lynne Cameron, 2003, las metáforas lingüísticas están constituidas por palabras o expresiones contextualizadas que forman parte de un texto discursivo, mientras que en las metáforas conceptuales no están en juego las palabras, sino las relaciones abstractas subyacentes entre dos conceptos que representan formas de pensar y/o sentir a través de otro dominio cognitivo (el dominio fuente) que se refiere a entidades concretas y por lo tanto más fácilmente comprensibles. La función cognitiva de las metáforas es la de asociar

entidades provenientes de dos dominios cognitivos diferentes para facilitar la comprensión de realidades que serían difíciles de comprender en sus propios términos.

Es importante distinguir el significado literal del figurado: como significado literal se denomina aquel concepto o idea que se asocia a un signo lingüístico mientras que el significado figurado es aquel que se atribuye a un signo lingüístico cuando las ideas o conceptos que refiere son diferentes a los que literalmente tiene. El significado metafórico no es una clase especial de significado, sino el resultado de un proceso de conceptualización

La Competencia Metafórica

Es necesario definir ahora el concepto de **competencia metafórica**, es decir las habilidades o estrategias que los estudiantes deben desarrollar para una correcta comprensión de metáforas. Littlemore y Low, (2006,p. xio) la definen como “la capacidad, el conocimiento y las destrezas necesarias para adquirir, producir y comprender metáforas en una determinada lengua” .

La competencia comunicativa refiere al conocimiento de una lengua, la competencia metafórica está en la base de la competencia comunicativa. Littlemore y Low (2006) lo explican según el siguiente cuadro:

COMPETENCIA ORGANIZATIVA		COMPETENCIA PRAGMÁTICA	
Competencia Léxico-gramatical	Competencia Textual	Competencia Illocutiva	Competencia sociolingüística

COMPETENCIA ESTRATÉGICA

COMPETENCIA METAFÓRICA

(Littlemore y Low, 2006)

Aquaroni, 2008,216 describe los componentes de la competencia metafórica fluida según Littlemore. El autor considera que se concreta en cuatro componentes:

1. La **originalidad en la producción metafórica** (la habilidad de idear nuestras propias metáforas no convencionales).
2. La **fluidez en la interpretación metafórica** (la habilidad de encontrar más de un posible significado para una única metáfora dada, es decir la capacidad para identificar varios posibles marcos para comparar el tópico y el vehículo).
3. La **capacidad para encontrar significado a una metáfora** (la habilidad de idear un significado plausible para una metáfora novedosa).
4. La **velocidad para encontrar significado** a una metáfora (la habilidad para crear un significado plausible rápidamente).

Aprovechamiento didáctico del fenómeno metafórico:

Aquaroni Muñoz, 2008: pp 131-32 destaca la importancia de Marcel Danesi y Graham Low como autores pioneros en la investigación sobre el lenguaje metafórico dentro del marco de la enseñanza-aprendizaje

Danesi (1988) propone la competencia metafórica como una “tercera competencia” independiente y equiparable a las otras dos (competencia lingüística y comunicativa)

Steen (2007:97) destaca la conveniencia del uso de diccionarios como norma de referencia concreta para la comprensión de metáforas.

Los diccionarios son herramientas que guían al analista en la identificación de metáforas. Se usa el diccionario para la identificación del significado contextual y básico de la unidad léxica en cuestión y luego se contrastan los dos significados. Los sentidos metafóricos dependen del contraste entre el sentido contextual y el más básico. El significado contextual consiste en otorgar el significado correspondiente a una palabra determinada, según el contexto al que va referido la palabra y significado básico es el que aparece en el diccionario.

Siguiendo el proceso de identificación de metáforas creado por Steen, en primer término debemos focalizar conceptos nominales, verbales, adverbiales y adjetivales, y luego proceder a la búsqueda de palabras y conceptos usados metafóricamente. El autor concibe la metáfora como pensamiento, el analista debe encontrar analogías, comparaciones y metáforas. Definimos metáfora según Lakoff 1993 como a un set de correspondencias entre dos dominios conceptuales”, este concepto implica la traducción de las metáforas en las correspondencias conceptuales subyacentes.

METODOLOGÍA:

Los pasos seguidos en la metodología fueron:

- Los alumnos debieron leer y luego escribir sobre un tema solicitado.
- Para ello se partió de una reflexión sobre las metáforas en el lenguaje cotidiano, por ejemplo cómo se conceptualiza la felicidad, el tiempo, la tristeza, la vida etc.
- Luego se diferenciaron las metáforas conceptuales de las metáforas lingüísticas.
- Finalmente se solicitó a los estudiantes que reconocieran las metáforas en textos de la especialidad de cada grupo.

Se trabajó con alumnos de la Facultad de Humanidades (estudiantes de Historia) y de la Facultad de Ciencias Agrarias (estudiantes de Ingeniería Agronómica).

Presentamos a continuación la propuesta de taller implementada con dos grupos de alumnos del profesorado en Historia y de Ingeniería Agronómica. Esta propuesta fue diseñada por Acquaroni Muñoz, 2008, en su tesis doctoral. La autora realiza esta propuesta para aplicar en sus estudiantes de inglés como segunda lengua (L2)

Nosotros la adaptamos para esta investigación. Se parte del uso de metáforas en el lenguaje cotidiano para luego pasar al análisis de un texto científico de la especialidad buscando las expresiones metafóricas presentes en los textos.

Los objetivos a lograr por los alumnos fueron:

- Mejorar su competencia metafórica fluida en la lectura.
- Contribuir al desarrollo de su competencia comunicativa.
- Favorecer el aprendizaje cooperativo y vivencial.

El desarrollo de la competencia metafórica a través de un taller de lecto- escritura creativa

Para mí, la felicidad es...

A. *¿Qué es para ti la felicidad? Coméntalo con tu compañero y escribe tu definición.*

B. *A continuación lean lo que escribieron dos estudiantes para responder a la misma pregunta.*

1. *Para mí la felicidad son muchas cosas diferentes. Felicidad es cuando yo tengo tiempo libre para hacer cualquiera cosa (como leer una novela, dar un paseo, ver una película, etc.) Felicidad también es el tiempo cuando yo paso con mi familia, amigos, y novio. Cuando yo estoy con ellos, lo que hacemos no es importante. Ellos son mi felicidad.*

2. *Para mí, la felicidad viene de ser contento en su vida. Todo está arreglado de una manera que te satisfaga. Si hay una cosa que no está correcta me molesta y se rompe mi felicidad. Pero puedo encontrar felicidad en otros lugares. Por ejemplo, una playa casi vacía con un sol fuerte es felicidad. Solamente puedo oír el mar y nada más. También, una cita buena... una noche de cena y descanso con un hombre, con una conversación inteligente y una botella de vino. Esta es una situación donde puedo encontrar felicidad.*

- *¿Qué diferencias encuentras entre ambos textos? Coméntalas con tu compañero. Compara los dos textos con el tuyo ¿A cuál de ellos se parece más, al A o al B?*

C. *Lee primero este texto y, después, subraya las metáforas que encuentres en las frases siguiente*

[...] la metáfora no es solamente una cuestión del lenguaje, es decir, de palabras meramente. Sostenemos que, por el contrario, los procesos del pensamiento humano son en gran medida metafóricos. Esto es lo que queremos decir cuando afirmamos que el sistema conceptual humano está estructurado y se define de una manera metafórica. [...] El concepto se estructura metafóricamente, la actividad se estructura metafóricamente y, en consecuencia, el lenguaje se estructura metafóricamente Lakoff y Johnson, 1980/1996: 42).

- *Estás malgastando tu tiempo en esa empresa*
- *De Marta guardo muchos recuerdos imborrables*
- *Llegaré hasta el final sin adelantarme a los acontecimientos*
- *Lo que me conquistó fue su mirada*
- *Pedro está muy apagado. No sé qué le pasa*
- *Tu corazón, ya terciopelo ajado (Miguel Hernández)*

D. Relaciona cada metáfora conceptual con su metáfora lingüística correspondiente

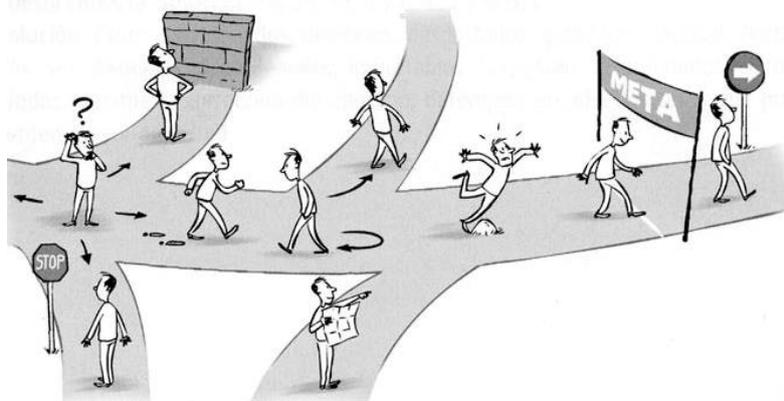
<i>Estás malgastando tu tiempo en esa empresa</i>	<i>Triste es abajo</i>
<i>De marte guardo muchos recuerdos imborrables</i>	<i>El tiempo es dinero</i>
<i>Llegaré hasta el final sin adelantarme a los acontecimientos</i>	<i>El amor es la guerra</i>
<i>Lo que me conquistó fue su mirada</i>	<i>La memoria es una tabla.</i>
<i>Pedro está muy apagad , no sé qué le pasa.</i>	<i>La vida es un viaje</i>

¿Qué es la Competencia Metafórica (CM)?

Definición

Es la capacidad, el conocimiento y las destrezas necesarias para adquirir, producir y comprender metáforas en una determinada lengua (Littlemore y Low, 2006).

Así es la vida...



E. Cuando utilizamos las siguientes palabras y expresiones pensamos en la vida como si fuera:

1) Una aventura 2) un viaje 3) un mapa

Refiere con las siguientes palabras a las distintas opciones del gráfico anterior: salida- tropezar- buscar el camino- desviarse parar llegar al final volver atrás- ir paso a paso- dejar huella- encrucijada- seguir adelante- obstáculo

F. ¿Se les ocurre alguna otra metáfora para imaginar LA VIDA, que no sea la del VIAJE?

G. Lea el siguiente texto y extraiga las expresiones metafóricas que encuentre e infiera el concepto metafórico subyacente en las expresiones.

RESULTADOS: DATOS CUANTITATIVOS

Reconocimiento de Metáforas		
Categoría	Facultad Humanidades Cantidad /%	Facultad Cs. Agrarias Cantidad / %
0-1-2	1 / 10 %	5 / 33%
3-4	0 / 0 %	5 / 33%
5-6	9 / 90 %	5 / 33%

Relacionar M conceptual con M lingüística		
Categoría	Facultad Humanidades Cantidad /%	Facultad Cs. Agrarias Cantidad / %
0-1-2	0 / 0 %	5 / 33%
3	0 / 0%	0 / 0%
4-5	10 / 100%	10 / 66%

Reconocimiento de expresiones metafóricas		
Categoría	Facultad Humanidades Cantidad /%	Facultad Cs. Agrarias Cantidad / %
0-1-2-3	5 / 50 %	6 / 40%
4-5-6	3 / 30 %	7 / 47%
7-8-9-10	2 / 20 %	2 / 13%

En las tablas anteriores se observa que en el reconocimiento de metáforas y en la capacidad de relacionar la metáfora lingüística con la conceptual hay un mejor desempeño en los estudiantes de humanidades.

En cuanto al reconocimiento de expresiones metafóricas en un texto científico los estudiantes de ingeniería alcanzan un muy buen desempeño si consideramos el valor medio y alto conjuntamente.

A partir de estos resultados, también se puede inferir que en el caso de las humanidades, debido a su naturaleza, el trabajo con expresiones metafóricas y la mayor fluidez en el vocabulario se ven favorecidos debido al permanente ejercicio en el manejo de diferentes textos.

Por otra parte, en relación a las ciencias agrarias, el manejo de un vocabulario y de textos técnicos condiciona el análisis e interpretación de metáforas.

ANÁLISIS DE DATOS- ENFOQUE CUALITATIVO

Los **estudiantes de Historia** demostraron una mayor destreza en la identificación y producción de metáforas en el lenguaje coloquial que en el científico.

Se refirieron a la vida utilizando un lenguaje metafórico y recurriendo a expresiones metafóricas tales como: camino, caja de pandora, desafío, aventura. Sin embargo, al analizar el texto académico para reconocer metáforas, se notó mayor dificultad, debido al tipo de lenguaje científico más complejo y abstracto.

Los **estudiantes de Ingeniería** definieron la vida como: como un diagrama de un árbol, en el cual solo podemos elegir una rama y recorrerla hasta el final; una carrera o una jungla, donde la ley del más fuerte es el único credo; un desafío, una incógnita, una caja de sorpresas, un regalo; la vida es un suspiro, rápida y simple, etc.

En cuanto al reconocimiento de expresiones metafóricas en el texto científico, los **estudiantes de ingeniería** abordaron el texto “ *Genes saltarines* ” y *resistencia a los antibióticos sobre las leyes de la genética* y señalaron las siguientes expresiones metafóricas y las explicaron: genes saltarines (que están en continuo movimiento);genes virtuales pasajeros de un expreso (que se transportan de un lugar a otro)los genes volvían a soldarse (refiere a la unión de los genes luego de la transposición),las bacterias resisten al ataque de los antibióticos los genes transposores o saltarines desencadenan la resistencia de los microorganismos.

El uso de *la metáfora terminológica* en un contexto hermenéutico supone otra forma de pensar y otra forma de ver el objeto de descripción. Ésta modifica nuestro conocimiento del mundo y permite revelar uno o varios aspectos de la realidad. Recordemos que la metáfora es pues ese lenguaje que permite nombrar una realidad con los términos de otra realidad y que responde ampliamente al proceso mismo del pensamiento.

El grupo de **estudiantes de Historia** utilizó el texto de Narodowski, Mariano '*El ocaso del moderlo totalizador. Hacia una historia de la educación sin grandes desafíos*' en Tellez, Magaldy (comp.) Educación, cultura y política. Ensayos para la comprensión de la historia de la educación en América Latina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1997. Los alumnos identificaron expresiones metafóricas tales como: el derrumbe de las utopías pedagógicas; reality show de la exaltación de las diferencias; posición light que tolera la convivencia de todas las teorías educativas; Freire era el emisario de la profecía; se termina el reinado del pedagogo de la totalidad; docentes que eligen a la carta sus métodos didácticos; Proponer una cirugía menor, un lifting reconstitutivo que borre las arrugas las frustraciones de la pedagogía moderna.

La importancia del empleo del recurso metafórico en pedagogía permite simplificar nociones complejas. La metáfora piensa el mundo de otro modo y lleva a la comprensión de elementos que podrían escapar al entendimiento racional.

Si consideramos al aprendizaje como una construcción del conocimiento podemos considerar a la metáfora como un instrumento mental imprescindible de gran valor cognitivo ya que ayuda a interpretar la realidad "La metáfora sería, una transposición en la cual el término adquiere un sentido nuevo sin abandonar totalmente su sentido anterior o primigenio. A diferencia de la poesía, en donde la metáfora ejerce un oficio constituyente, en la ciencia ejerce un oficio *suplente*, pero en ambos casos se trata de un procedimiento intelectual a través del cual conseguimos aprehender aquello que se encuentra más allá de nuestro repertorio conceptual. Si el bagaje de conceptos de nuestro lenguaje disponible resulta limitado a la hora de apresar la complejidad de un fenómeno o de su explicación teórica, debemos intentar comprenderlo a partir de metáforas, las cuales pueden provenir o bien de otros ámbitos del conocimiento, o bien del lenguaje ordinario fundado en el sentido común. Estas pueden resultarnos fructíferas para iluminar el asunto, en la medida en que nos permiten asimilarlo a nuestros esquemas previos, o bien al conocimiento teórico disponible." Zavadivker María Natalia (2005:1).

CONCLUSIONES

- Esta propuesta pedagógico- didáctica resulta importante porque permitió consolidar el aprendizaje significativo en la medida en que la metáfora facilitó articular los nuevos conocimientos con los conocimientos previos de los estudiantes.
- Además, contribuyó a aumentar el caudal de conocimientos científicos a los que debían acceder los estudiantes.
- La competencia metafórica y su aplicación, es decir el reconocimiento, producción y comprensión de metáforas, contribuye a que los estudiantes superen sus ideas previas erróneas en relación a conceptos de la ciencia.
- Los docentes al elegir textos técnicos con lenguaje metafórico proporcionan a los estudiantes la posibilidad de practicar el reconocimiento de las metáforas.
- La propuesta desarrollada demostró ser una herramienta eficiente para abordar la problemática de las metáforas conceptuales. Las propuestas didácticas deben proveer a los estudiantes de posibilidades de leer textos académicos con presencia de lenguaje metafórico para contribuir al desarrollo de la competencia metafórica. El camino será partir de la reflexión sobre la presencia de metáforas en el lenguaje cotidiano, para luego pasar al reconocimiento e interpretación de las metáforas de los textos científicos y considerar su importancia para la comprensión profunda de dichos textos.

BIBLIOGRAFÍA

ACQUARONI MUÑOZ, R. (2008): La incorporación de la Competencia Metafórica (CM) a la enseñanza aprendizaje del español como Segunda Lengua (L2) a través de un taller de escritura creativa: Estudio experimental, tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

CUADRADO ESCAPEZ, G. (2004) Metáfora, ciencia y cultura: propuesta de una nueva tipología para el análisis de la metáfora científica, *Ibérica* 7 (2004) : 53-70

DANESI, M. (1988) The Development of Metaphorical Competence: A Neglected Dimension in Second language Pedagogy, en Mancini, A. E., Giordano, P. y Baldini, P. R(eds.): Italiana. RiverForest, IL. RosaryCollege, pp.1-10

LAKOFF, G. y JOHNSON, M. (1996, 1.^a ed. 1980): Metáforas de la vida cotidiana, Madrid, Cátedra.

LITTLEMORE, J: y LOW, G. (2006) Metaphoric Competence and Communicative Language Ability. *Applied Linguistics* 27 (2), p. 268-294

STEEN, G. (2002) Towards a procedure of metaphor identification. SAGE publications. London

STEEN, G. (2007) Finding Metaphor in Grammar and Usage: A metaphorical Analysis of Theory and Research. Amsterdam. John Benjamins.

Zavadivker María Natalia (2005) La metáfora como recurso epistémico. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=4167054>

Artículos científicos



TÍTULO:

“ESTILOS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS DE INGENIERIA AGRONOMICA EVALUADOS EN LA ETAPA DE RECEPTAR E INGRESAR LA INFORMACION”

AUTORAS:

Dra. Ing. Agr. María Shirley Pulido.

Esp. Ing. Agr. Graciela Elizabeth Contrera.

Mgter. Ing. Agr. Julia María Perea

Ayudante Alumno: Jorge Vildoza.

Correo E: marypulido3@hotmail.com

Correo E: gecontrera@hotmail.com

Correo E: jumaal79@hotmail.com

Cátedra de Fitotecnia/ Mejoramiento Genético Vegetal.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca

Palabras claves: estilos- aprendizaje-recepción-ingreso-información

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar los estilos de aprendizaje de los alumnos teniendo en cuenta los sentidos utilizados para aprender. Para ello se trabajó separando al proceso de aprendizaje en cuatro etapas. Esta investigación se localiza en la primera etapa: recepción e ingreso de la información. El tipo de diseño es experimental, predictivo y longitudinal de cohorte. La variable considerada es cualitativa cuantificada, discreta y de razón. Las dimensiones de esta variable son: estilos predominante visual, predominante auditivo, predominante cinético, combinado visual-auditivo, combinado visual-cinético, combinado auditivo-cinético y combinado visual-auditivo-cinético. La mayor frecuencia, 35,3%, corresponde al estilo combinado visual-cinético. Estos alumnos ingresan la información por el canal visual y por el canal cinético de manera indistinta o simultánea, y en mayor proporción que por los otros sentidos. Se caracterizan porque aprenden mejor a través de imágenes, gráficos, videos, dibujos y cuando trabajan con la información, en proyectos, practicando, es decir cuando deben ver y hacer. Sigue en frecuencia, el estilo predominante cinético, con el 23,5%. Quienes tienen este estilo, prefieren estar en actividad durante la clase. Les gusta participar en proyectos, trabajar con objetos y moviéndose, con juegos de roles, construyendo modelos, realizando experimentos y recolectando datos. Estos estudiantes, para poder fijar los contenidos que se transmiten, necesitan hacer. En tercer lugar se halla el estilo predominante visual con 17,6%, estos alumnos aprenden mejor cuando la clase es vistosa y

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

llamativa en formas y colores. Ellos necesitan ver la información para poder fijar los contenidos que se enseñan. El alumno visual piensa en imágenes y tiene facilidad para retener mayores cantidades de información con rapidez. Son quienes receptan e ingresan la información principalmente por el sentido de la vista. Cuarto en frecuencia se halla el estilo combinado visual-auditivo-cinético con el 11,8%. Estos estudiantes tienen mayores oportunidades de aprendizaje ya que independientemente del canal que el docente emplee para transmitir la información, ellos tienen todos los canales bien dispuestos para recibir e ingresar lo enseñado. El estilo que no tuvo representantes es el predominante auditivo. Lo que sigue marcando una tendencia a lo largo de 15 años de estudio de estilos de aprendizaje.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the learning styles of the students taking into account the senses used to learn. To do this, we worked separating the learning process in four stages. This investigation is located in the first stage: reception and entry of information. The type of design is experimental, predictive and longitudinal cohort. The variable considered is quantitative, discrete and reasoned qualitative. The dimensions of this variable are: predominant visual styles, predominantly auditory, predominant kinetic, combined visual-auditory, combined visual-kinetic, combined auditory-kinetic and combined visual-auditory-kinetic. The highest frequency, 35.3%, corresponds to the combined visual-kinetic style. These students enter the information through the visual channel and through the kinetic channel in an indistinct or simultaneous manner, and in a greater proportion than through the other senses. They are characterized because they learn better through images, graphics, videos, drawings and when they work with information, in projects, in practice, that is, when they must see and do. It follows in frequency, the predominant kinetic style, with 23.5%. Those who have this style, prefer to be active during the class. They like to participate in projects, work with objects and moving, with role plays, building models, conducting experiments and collecting data. These students, in order to fix the content that is transmitted, they need to do. In third place is the predominant visual style with 17.6%, these students learn best when the class is showy and striking in shapes and colors. They need to see the information in order to fix the contents that are taught. The visual student thinks in images and has the facility to retain greater amounts of information quickly. They are those who receive and enter the information mainly by the sense of sight. Fourth in frequency is the combined visual-auditory-kinetic style with 11.8%. These students have greater opportunities for learning because regardless of the channel that the teacher uses to transmit the information, they have all the channels well disposed to receive and enter the taught. The style that had no representatives is the predominant auditory. What follows is a trend throughout 15 years of study of learning styles.

Keywords: learning-styles-reception-income-information

INTRODUCCIÓN

Cuando observamos en el aula a nuestros alumnos, a simple vista, podemos detectar sus diferencias ya sea en altura, color de pelo o de piel, en la forma, tamaño y color de sus ojos, en los diferentes rasgos de sus rostros. Esas diferencias también existen a la hora de aprender lo que les enseñamos. Cada uno de nuestros alumnos tiene una manera personal de aprender, tiene un estilo propio de aprendizaje (Pulido, M. S. 2011).

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

Los estudiantes perciben y adquieren conocimientos, tienen ideas, piensan y actúan de manera distinta. Además tienen preferencias hacia una o más estrategias cognitivas que les ayudan a dar significado a una nueva información. Es por ello que cuando se aprende un nuevo concepto, las maneras de receptor e ingresar la información depende de cada aprendiz.

Para receptor la información, el alumno utiliza diferentes canales de ingreso: el visual, el auditivo, el cinético o las combinaciones posibles de los anteriores (Prieto Castillo, D. 1999).

Los expertos aseguran que el reconocimiento de los estilos de aprendizaje de los estudiantes universitarios ayuda a constituir ambientes que propicien una buena disposición para producir un aprendizaje eficaz (Pozo, J. 1996; Camilloni, A. 1996).

Existen numerosas y diferentes definiciones de estilos de aprendizaje. Entre ellas la de Keefe, J. (1988), y Alonso et. al., (2000), que indica que los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que a su vez son indicadores de cómo los alumnos perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje.

Cada estudiante aprende de manera distinta a los demás, utiliza diferentes estrategias, aprende con diferentes velocidades, e incluso con mayor o menor eficacia, aunque tengan las mismas motivaciones, el mismo nivel de instrucción, la misma edad o estén estudiando el mismo tema (Carman, R. 1990).

Según Susana Celman, (2003) el conocimiento de los estilos de aprendizaje resulta útil tanto para el docente como para el estudiante, porque se toma conciencia de: cuáles son las formas en que se aprende mejor; cuándo y porqué aparecen obstáculos; cuáles son los dominios del conocimiento que tiene más desarrollados y cuáles menos y cuál es el grado de conocimiento que se posee sobre las estrategias de aprendizaje, así como su uso y aplicación pertinente a situaciones particulares.

Las diferentes teorías y modelos existentes sobre estilos de aprendizaje forman un marco conceptual que nos ayuda a entender los comportamientos que observamos a diario en el aula, nos orientan para relacionar esos comportamientos con la forma en que están aprendiendo nuestros alumnos y a reflexionar sobre nuestra actuación docente para que el proceso de enseñanza aprendizaje resulte óptimo (Núñez, J. et. al. 1995; Winfred, F. 1999).

El aprendizaje comienza siempre por la captación o recepción de algún tipo de información. De toda la información que recibimos, consciente o inconscientemente, seleccionamos una parte de la misma y la “introducimos” por diferentes canales: el visual, el auditivo o por el tacto. La teoría de la programación neurolingüística explica este proceso de la primera etapa del aprendizaje (Pérez Jiménez, J. 2001).

Siguiendo la propuesta de estudiar los estilos de aprendizaje separando al proceso en cuatro etapas, se observa que en la primera etapa ocurre el primer contacto que tiene el alumno con la información que le brinda el docente. Este contacto será más o menos eficiente, dependiendo de qué canales utilice el docente para transmitir la información y de cuál o cuáles sean los canales que utilice el estudiante para receptorla e ingresarla. El alumno lleva a cabo esta recepción e ingreso de la información a través de sus sentidos. Él percibe, recepta e ingresa esa información siguiendo una manera personal, siguiendo un estilo de aprendizaje propio (Pulido, M. S. 2011).

Se puede afirmar que la primera etapa del aprendizaje es la **etapa más externa** de todo el proceso. Por esta razón brinda al docente una mayor oportunidad de incidir a favor del aprendizaje de sus

alumnos. Antes de transitarla, el profesor tiene decisiones importantes que tomar, ya que puede elegir cuál será el canal o los canales que utilizará para la transmisión de la información (visual, auditivo o cinético), a través de qué métodos lo hará y qué estrategias pondrá en juego (Pulido, M. S. 2011).

Los estudiantes para receptor, ingresar la información e iniciar el proceso de aprendizaje pueden utilizar tres canales: el canal visual, el canal auditivo o el canal cinético. En general, los tres canales pueden ser utilizados para receptor la información. Puede haber casos puntuales en los que no se utiliza uno de los canales, como puede ser el caso de una persona no vidente o hipo acústica.

Existe, sin embargo, una tendencia a utilizar uno de los sentidos con más frecuencia que los otros. Por esta razón es que se habla de **estilo predominante**. El alumno puede también, utilizar dos o tres canales en forma indistinta o al mismo tiempo, para captar la información, en ese caso se habla de alumnos con **estilo combinado**. Mientras más canales de ingreso de la información utilice el estudiante, mayores serán las oportunidades de aprendizaje (Pulido, M. S. 2011).

Se debe considerar que los docentes, en general, tienden a especializarse en transmitir la información por un solo canal, durante sus clases. Ellos no tienen en cuenta que sus alumnos ingresan y receptan la información siguiendo una variedad de estilos y utilizando diferentes canales. Por lo tanto se considera que a estos docentes les resultaría muy útil conocer cómo receptan la información sus alumnos.

Es importante señalar que el conocer, de manera concreta, los estilos de aprendizaje que presentan los estudiantes al momento de procesar, organizar y relacionar la información, es uno de los requisitos de CONEAU para el proceso de acreditación de carreras. (CONEAU, Resolución 334, año 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de diseño de este trabajo es experimental, predictivo y longitudinal de cohorte. Es predictivo ya que al conocer los estilos de aprendizaje de los alumnos se puede predecir qué metodología de enseñanza va a ser mejor receptada por ellos, es decir cual se adecua mejor a los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Es longitudinal por que se tomaron datos a lo largo de todo el año académico 2016.

Es de cohorte porque se hizo recolección de información en varias oportunidades, a lo largo de todo el cursado de la asignatura.

El instrumento utilizado fue la encuesta de estilos de aprendizaje. La misma está conformada por 110 preguntas cerradas, con cuatro alternativas de respuesta cada una (Pulido, M.S. 2011). En este trabajo se analizan los estilos que los alumnos presentan en la primera etapa del proceso de aprendizaje: Recepción e ingreso de la información. La encuesta fue realizada a los estudiantes el primer día de clase.

La población corresponde a todos los alumnos del último año de la carrera de Ingeniería Agronómica, promoción 2016.

El análisis cualitativo de las encuestas permitió obtener una visión particular del estilo de aprendizaje de cada uno de los alumnos. Es decir que mediante la encuesta se determinó la manera

particular y personal de receptor e ingresar la información de cada uno de los estudiantes que conformaron esta promoción.

Luego se trabajó en el análisis estadístico, o cuantitativo, de las encuestas. Dicho análisis permitió obtener una **visión global** de los estilos de aprendizaje de todos los estudiantes de la promoción 2016. Esto permite seleccionar la metodología de enseñanza más adecuada a las características de cada grupo de estudiantes, teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje.

RESULTADOS

El resultado cualitativo de las encuestas, respecto al estilo de aprendizaje de cada uno de los alumnos de la promoción 2016, se encuentra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 1: Estilos de aprendizaje de los alumnos promoción 2016 en la primera etapa: recepción e ingreso de la información.

Alumnos 2016	Estilos de aprendizaje
1- L. M.	Combinado visual-auditivo
2- R. N.	Predominante visual
3- F. S.	Combinado visual-cinético
4- S. D.	Combinado visual-cinético
5- M. B.	Predominante visual
6- R. S.	Predominante cinético
7- A. G.	Combinado visual-audi-cinético
8- H. C.	Predominante cinético
9- J. R.	Combinado visual-cinético
10- F. L.	Predominante cinético
11- R. M.	Combinado visual-cinético
12- E. S.	Predominante visual
13- E. Z.	Combinado visual-audi-cinético
14- A. D.	Combinado auditivo-cinético
15- S. G.	Predominante Cinético
16- D. G.	Combinado visual-cinético
17- B. L.	Combinado visual-cinético

Del cuadro número 1 se infiere que el 58,8% de los alumnos (una mayoría) tiene estilos combinados para dos o tres sentidos, mientras que el 41,18 de los estudiantes (la minoría) presentan estilos predominantes.

Tabla Nro. 1: Parámetros del uso del canal visual, auditivo y cinético. Alumnos 2016

Parámetros	Uso del canal visual	Uso del canal auditivo	Uso del canal cinético
Media	16,70	12,35	16,17
Mediana	17	12	18
Modo	18	10	18
Desviación estándar	3,03	2,47	5,17
Varianza	9,22	6,11	26,77
Rango	12	8	19
Mínimo	9	9	7
Máximo	21	17	26
Percentil 25	14,5	10	11
Percentil 50	17	12	18
Percentil 75	19	14,5	19

Observando la tabla Nro. 1 y si se considera el *uso del canal visual* se observa que el valor de media es el más alto de los tres canales, pero cercano al valor del uso del canal cinético. Los valores de la desviación estándar y de la varianza indican que este grupo de alumnos 2016 es más variable usando el canal visual que utilizando el canal auditivo, pero menos variable si se compara con el uso del canal cinético. Así lo demuestra también el rango de 12 puntos. El valor máximo obtenido, 21, indica que no hay alumnos visuales netos, es decir con características de estilo reforzadas. El 75% de la población alcanzó un valor igual o menor a 19 puntos.

Si se atiende al *uso del canal auditivo* se observa que el valor de media alcanzado es el menor de todos. Los valores de la desviación estándar y de la varianza son menores que para el uso de los otros canales, es decir que en el uso del canal auditivo, esta promoción tiene una variabilidad considerablemente menor. Algo que confirman los valores extremos: 9 y 17. Entre estos estudiantes 2016 no hay alumnos auditivos netos, para lo cual deberían haber alcanzado o superado los 25 puntos. El 75% de la población obtuvo valores de 14,5 puntos o menos. Ello nos da una idea de un menor uso de este canal auditivo con respecto al uso del canal visual y del cinético.

Observando los parámetros del *uso del canal cinético* vemos que el valor de la media es mayor que para el canal auditivo y casi igual que para el visual. Los valores de la desviación estándar y varianza denotan que esta promoción es más variable en el uso del canal cinético que en el uso de los otros canales. El máximo puntaje alcanzado: 26, está indicando que en este grupo hay alumnos de estilo cinético neto es decir que tienen características reforzadas. El 75% de la población alcanzó valores de 19 puntos o menos.

En las tablas siguientes se encuentran las frecuencias y porcentajes en intervalos de clase para cada canal de recepción:

Tabla Nro. 2: Frecuencias y porcentajes del uso del canal visual. Alumnos 2016

Intervalos de clases	Clases cualitativas	Frecuencias	Porcentajes	% Acumulado
0 a 10	Nada a poco visual	1	5,9	5,9
10 a 20	Medianamente visual	15	88,2	94,1
20 a 30	Acentuadamente visual	1	5,9	100
Total	3	17	100	

De la lectura de la tabla Nro. 2 se infiere que el intervalo más frecuente, es el que corresponde a los alumnos medianamente visuales (88,2%). Los dos intervalos extremos, que consideran a los estudiantes nada a poco visuales y a los acentuadamente visuales, muestran una marcada minoría (5,9%). Como ya se mencionó, no hay en esta promoción alumnos netamente visuales, es decir con características pronunciadas.

Tabla Nro. 3: Frecuencias y porcentajes del uso del canal auditivo. Alumnos 2016

Intervalos de clases	Clases cualitativas	Frecuencias	Porcentajes	% Acumulado
0 a 10	Nada a poco auditivo	5	29,4	29,4
10 a 20	Medianamente auditivo	12	70,6	100
20 a 30	Acentuadamente auditivo	0	0	
Total	3	17	100	

En la tabla Nro. 3 se observa que todo el grupo de estudiantes 2016 se halla concentrado en los intervalos: menor y medio, indicando un menor uso de este canal auditivo.

Se observa que el más frecuente fue el intervalo que agrupa a los alumnos medianamente auditivos: 70,6%.

El intervalo menor, que corresponde a los alumnos que utilizan nada a poco el canal auditivo, alcanzó un porcentaje de 29,4%.

No hay alumnos que utilicen de manera acentuada el sentido del oído.

Se infiere que esta promoción de alumnos 2016, utiliza en menor proporción el canal auditivo para receptor e ingresar la información.

Tabla Nro. 4: Frecuencias y porcentajes del uso del canal cinético. Alumnos 2016

Intervalos de clases	Clases cualitativas	Frecuencias	Porcentajes	% Acumulado
0 a 10	Nada a poco cinético	4	23,5	23,5
10 a 20	Medianamente cinético	11	64,7	88,2
20 a 30	Acentuadamente cinético	2	11,8	100
Total	3	17	100	

En la tabla Nro. 4 se observa que las frecuencias están repartidas en los tres intervalos de clase. Es decir que en esta promoción hay alumnos que utilizan nada o poco el canal cinético, otros que lo usan medianamente y también alumnos acentuadamente cinéticos.

El más frecuente de los intervalos corresponde al que agrupa a los alumnos medianamente cinéticos, con el 64,7%.

Sigue en frecuencia el intervalo que considera a los que utilizan nada a poco este canal, con el 23,5%.

El menos frecuente es el intervalo que reúne a los alumnos acentuadamente cinéticos. Dentro de este grupo el máximo puntaje alcanzado, indica que hay alumnos cinéticos netos, es decir con características reforzadas.

Estilos de aprendizaje según los sentidos utilizados para aprender

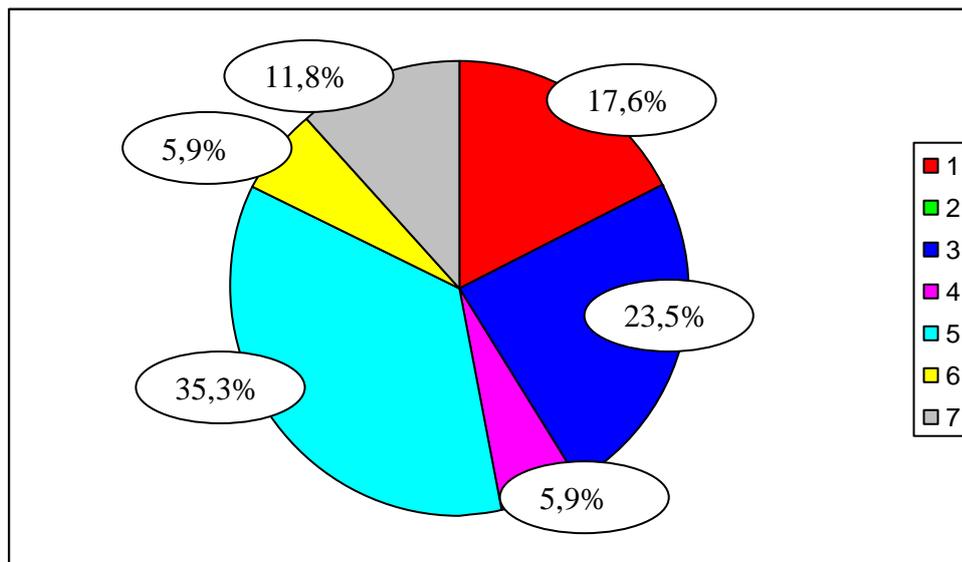
Se observan en la tabla siguiente las frecuencias y los porcentajes generales obtenidos para cada estilo de los alumnos de la promoción 2016, en la primera etapa del aprendizaje:

Tabla Nro. 5: Frecuencias y porcentajes de los estilos de aprendizaje según los sentidos utilizados para aprender. Alumnos 2016

Estilos de aprendizaje	Frecuencias	Porcentajes
Predominante visual: 1	3	17,6
Predominante auditivo: 2	0	0
Predominante cinético: 3	4	23,5
Combinado visual-auditivo: 4	1	5,9
Combinado visual-cinético:5	6	35,3
Combinado auditivo-cinético:6	1	5,9
Combinado visual-auditivo-cinético: 7	2	11,8
Total	17	100

Los datos de la tabla Nro. 5 se vuelcan en el siguiente gráfico para su mejor interpretación:

Gráfico Nro. 1: Distribución de porcentajes de los estilos según los sentidos utilizados para aprender. Promoción 2016



- 1 - Estilo predominante visual
- 2 - Estilo predominante auditivo: sin alumnos
- 3 - Estilo predominante cinético
- 4 - Estilo combinado visual-auditivo
- 5 - Estilo combinado visual-cinético
- 6 - Estilo combinado auditivo-cinético
- 7 - Estilo combinado visual-auditivo-cinético

CONCLUSIONES

- Analizando la tabla Nro. 5 y el gráfico Nro. 1 con los estilos de aprendizaje de los alumnos de la promoción 2016 y considerando la etapa recepción e ingreso de la información, se observa que la mayor frecuencia corresponde al estilo **combinado visual-cinético** con el 35,3%. Estos estudiantes reciben la información por la vista y también a través de sensaciones y movimientos del cuerpo. Ellos pueden recibir e ingresar la información por el canal visual o por el canal cinético, de manera simultánea o por uno a la vez. Este estilo de aprendizaje reúne y combina las características de los estilos predominante visual y predominante cinético. Se recuerda que los alumnos de estilo de aprendizaje combinado, tienen ventajas notables con respecto a los alumnos de estilo predominante porque sus oportunidades de aprendizaje son mayores.
- Sigue con una frecuencia de 23,5%, el estilo **predominante cinético**. Quienes tienen este estilo, prefieren estar en actividad durante la clase. Les gusta trabajar en proyectos, trabajar con objetos y moviéndose, con juegos de roles, construyendo modelos, realizando experimentos y recolectando datos. Estos estudiantes, para poder fijar los contenidos que se transmiten, necesitan **hacer**, es decir trabajar con la información recibida. Es propio de aquellas personas de pensamiento motor. El alumno predominante cinético procesa la información asociándola a sensaciones y movimientos de su cuerpo. Aprender utilizando el canal cinético es lento, mucho más lento que utilizando cualquiera de los otros canales (visual o auditivo) Sin embargo el aprendizaje cinético es profundo, lo que el alumno aprende con su cuerpo, es decir con su memoria muscular, no lo olvida. Los estudiantes que utilizan el canal cinético necesitan más tiempo que los demás para recibir e ingresar la información pero esa lentitud nada tiene que ver con una falta de inteligencia, sino con su **distinta manera de aprender**.
- En tercer lugar se halla el estilo **predominante visual** con el 17,6%. El alumno que tiene este estilo confía en la vista más que en sus otros sentidos. Aprende mejor a través de imágenes, gráficos, videos, dibujos, libros y todos los medios visuales que le resulten atractivos a la vista. Ellos necesitan **ver** la información para poder fijar los contenidos que se enseñan. El alumno visual piensa en imágenes y tiene facilidad para retener mayores cantidades de información con rapidez. En la persona que tiene este estilo, predomina la memoria visual y esto facilita el pensamiento espacial, ya que cuando se piensa en imágenes podemos traer a la mente mucha información a la vez, por eso el alumno que utiliza el sistema de representación visual tiene más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez. La capacidad de abstracción está directamente relacionada con la capacidad de visualizar. También la capacidad de planificar. Visualizar le ayuda al alumno a establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos.

- En cuarto lugar se halla el estilo **combinado visual-auditivo-cinético** con el 11,8%. Este es el estilo que brinda al alumno más posibilidades de aprendizaje, ya que puede captar más fácilmente la información transmitida. Independientemente del canal que el docente emplee para transmitir los contenidos, el alumno combinado visual-auditivo-cinético presenta todos los canales de ingreso, bien dispuestos para receptor e ingresar la información.
- Es importante destacar que en esta promoción 2016, no hay alumnos predominantemente auditivos. Por lo que se concluye que el canal auditivo, en proporción, es el menos utilizado por este grupo de estudiantes. Lo cual indica que el uso de métodos de enseñanza puramente expositivos no sería bien aprovechado por ellos. Hay que destacar que esta tendencia es generalizada. Y que estos resultados se vienen repitiendo a lo largo de 12 años de estudio de estilos de aprendizaje en los cuales los alumnos que utilizan el canal auditivo de manera predominante, son una minoría o directamente no se encuentran. En las aulas. Indicando claramente que el canal auditivo es mucho menos utilizado para receptor e ingresar la información.
- Los estilos de aprendizaje combinados sumaron el 58,9% de los alumnos, mientras que los estilos predominantes el 41,1%. Se infiere entonces que en esta promoción son mayoría los estudiantes que tienen mayores oportunidades a la hora de receptor e ingresar la información.
- Se observa que la preferencia de esta promoción 2016 es hacia el uso de dos canales ya sea en forma combinada o predominante: el canal cinético y el canal visual.
- El análisis realizado es una forma de conocer, de manera concreta, los estilos de aprendizaje que presentan los estudiantes al momento de receptor e ingresar la información. Justamente éste es uno de los requisitos de CONEAU para cumplir con el proceso de acreditación de carreras. (CONEAU, Resolución 334, año 2003). Según dicha resolución dice, en el Estándar Componente 2.2: Procesos de enseñanza-aprendizaje, en el apartado 2.2.3: “La evaluación de los estudiantes es congruente con los objetivos y metodologías previamente establecidos. En dicha evaluación se consideran los aspectos cognoscitivos, actitudinales, el desarrollo de la capacidad de análisis, destrezas y habilidades para seleccionar y procesar información y resolver problemas”.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. ALONSO, C. DOMINGO, y J. HONEY, P. (2000). “Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora”. Ediciones Mensajero. Bilbao.
2. ALONSO RODRIGUEZ, N. (1998). “La dimensión metodológica, significación y alcances en el nivel superior de enseñanza”. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.
3. CAMILLONI, A. (1996). “Corrientes didácticas contemporáneas”. Ed. Paidós.
4. CAMILLONI, A. (1998) “La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo”. Ed. Paidós. Bs. As.
5. CARMAN, R. (1990). “Habilidad para estudiar”. Ed. Limusa.
6. CELMAN, S. (2003). “La evaluación”. Ed. Novedades educativas.
7. CONEAU, (2003). Resolución 334/03. Estándar Componente 2.2: “Procesos de enseñanza-aprendizaje”, apartado 2.2.3. En: www.coneau.gob.ar/archivos/541.
8. KEEFE, J. K. (1988).”Profiling and Utilizing Learning Style”. Reston. Virginia. Ed. NASSP.
9. NÚÑEZ, J. C. y GONZÁLEZ, J. A. (1995). “Dificultades de aprendizaje en psicología diferencial”. Ed. Servicio de publicaciones. Universidad de Oviedo. España.
10. PEREZ JIMÉNEZ, J. (2001). “Programación Neurolingüística y sus estilos de aprendizaje”, disponible en <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/tareas2.asp?which=1683>
11. POZO, J. (1996). “Teorías cognitivas del aprendizaje”. Ed. Morata. Madrid.
12. PRIETO CASTILLO, D. (1999). “La comunicación en el aula”. Ed. Circus. Buenos Aires. Argentina.
13. PULIDO, M. S. (2016) “Estilos de aprendizaje y metodología de enseñanza adecuados para mejorar el proceso educativo” ISBN: 978-987-661-146-6. Editorial Científica Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca. www.editorialcientificauniversitaria.unca.edu.ar
14. WINFRED, F. (1999). “Teorías contemporáneas del aprendizaje”. Ed. Paidós.

Artículos científicos



TÍTULO:

"Percepción del uso de plataforma Moodle en ciclo profesional de Ing. Agronómica-UNCa"

AUTORAS:

Esp. Ing. Agr. González, Ana G.
Cátedra de Economía Agraria.
Mgter. Aguirre, Lidia E.
Cátedra de Inglés Técnico.
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca

RESUMEN:

En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCa, desde el año 2008 se implementa la plataforma Moodle, como complemento de la modalidad presencial. En este trabajo se evalúa la potencialidad y percepción de esta plataforma, a través de los estudiantes inscriptos en la asignatura de Microeconomía (régimen promocional). La metodología empleada se denomina MACCAD, metodología para autoevaluación de calidad de cursos a distancia, utilizada por el Programa de Educación a Distancia, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de San Juan. Para aplicar instrumentos de evaluación se adaptaron cuestionarios de satisfacción de clientes (Bob Hayes). Se agregaron bloques de preguntas de identificación, uso de Internet, para responder a algunas preguntas. Para la interpretación de los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios, se consideró para la evaluación de los ítems números enteros, en un rango comprendido entre 1 y 4 puntos, 1 indica insatisfacción y 4 corresponde alto grado de satisfacción. Concluimos que en cuanto al aula virtual, la bibliografía y ejemplos, fueron considerados como satisfechos (3). La accesibilidad, recursos y usabilidad de la plataforma Moodle, fue valorada por los alumnos como muy buena a buena. Esta metodología de evaluación, permite afianzar aspectos de calidad de la oferta educativa de la FCA-UNCa (Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Catamarca) e implementar mejoras en otras dimensiones que hacen a la integración de las TIC's en el ámbito de la educación superior en agronomía.

Palabras claves: calidad-tecnología-educación-innovación

ABSTRACT

In the Faculty of Agrarian Sciences of the UNCa, since 2008 the Moodle platform has been implemented, as a complement to the classroom modality. The potential and perception of this platform is evaluated, through the students enrolled in the subject of Microeconomics (promotional regime). The methodology used is called MACCAD, methodology for self-evaluation of distance courses, used by the Distance Education Program of the Faculty of Exact Sciences of the National University of San Juan. Questionnaires of customer satisfaction were adapted to apply evaluation instruments (Bob Hayes). Blocks of identification questions, Internet use, were added to answer some questions. For the interpretation of the results obtained from the questionnaires, it was considered for the evaluation of the items whole numbers, in a range comprised between 1 and 4 points, 1 indicates dissatisfaction and 4 corresponds to a high degree of satisfaction. We conclude that regarding the virtual classroom, the bibliography and examples, were considered as satisfied (3). The accessibility, resources and usability of the Moodle platform was valued by the students as very good to good. This evaluation methodology allows us to consolidate quality aspects of the educational offer of the FCA-UNCa (Faculty of Agrarian Sciences of the University of Catamarca) and implement improvements in other dimensions that make the integration of ICTs in the field of education superior in agronomy.

Keywords: quality-technology-education-innovation

INTRODUCCIÓN:

En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCa, desde el año 2008, se implementa la plataforma Moodle, como complemento de la modalidad presencial.

Estos nuevos espacios educativos, denominados Aulas Virtuales tienen su impacto en las enseñanzas convencionales o presenciales, cambia el acceso de los alumnos a materiales de estudio que otras cohortes anteriores no tenían disponibles, estableciendo comunicaciones más fluidas entre docente y alumno que antes no podían ser consideradas en ese contexto virtual.

Es así como se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Las Tic, entornos virtuales son importantes para gestionar competencias profesionales en alumnos de agronomía?

¿Las estrategias de aprendizaje y competencias profesionales, se potencian?

¿Cuáles son las ventajas de incluir y trabajar con nuevas tecnologías de comunicación en un proceso educativo presencial?

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

¿Con las Tics el docente es el centro del proceso o un mediador de los contenidos tratados?

¿Los alumnos perciben la bimodalidad o plataforma Moodle como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje?

El objetivo de este trabajo fue evaluar la potencialidad y percepción de esta plataforma, por los estudiantes inscriptos en la carrera de Ingeniería Agronómica, en quinto año, en la asignatura de Microeconomía (régimen promocional).

Se plantea la hipótesis que la formación de competencias profesionales, apoyadas en las TIC lleva a nuevas concepciones del proceso de enseñanza-aprendizaje que acentúan la implicación activa del alumno en el proceso de aprendizaje.

MARCO TEÓRICO:

¿Qué es un entorno virtual de aprendizaje?

Es un espacio de formación social virtual, sin límites físicos, distal y representacional multicrónico, que depende de internet.

Las instituciones educativas como la universidad, gestionan una oferta presencial, pero actualmente por las innovaciones tecnológicas, existe una bimodalidad¹ al implementar la plataforma moodle, en la oferta educativa de la unidad académica. Esta plataforma virtual, cuyo sitio oficial de Moodle: <http://moodle.org/>, es un sistema creado por Martín Dougiamas, quien era el administrador de WebCT6, en la Universidad Tecnológica de Curtin, quien se basó en las ideas pedagógicas del constructivismo. La palabra Moodle era, al principio, un acrónimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Modular Dinámico Orientado a Objetos), lo que tiene algún significado para los programadores y teóricos de la educación.

Según Dougiamas (2006): “Estoy particularmente influenciado por la epistemología del constructivismo social –que no sólo trata el aprendizaje como una actividad social-, sino que presta atención al aprendizaje que ocurre al construir activamente artefactos (como pueden ser textos) para que otros los consulten o usen” (pág.1).

Estrategias didácticas, de enseñanza y de aprendizaje

Las estrategias didácticas son parte del esfuerzo de una institución para cumplir con su misión, con la lógica de cada espacio curricular, con la concepción que se tiene del alumno y sus posibilidades cognitivas. Una estrategia didáctica siempre hace alusión a la planificación del proceso enseñanza

¹ Englobamos en bimodalidad la construcción de un modelo de gestión académica, propio de las universidades bimodales y los beneficios de la combinación de recursos pedagógicos propios de la presencialidad con los de la virtualidad, para mejorar la enseñanza. Martha Mena (Mayo de 2004)

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

aprendizaje, a la organización de técnicas y actividades a utilizar por parte del docente para cumplimentar metas y aspiraciones propias y de la institución educativa, en este caso la universidad. En cuanto a las estrategias de enseñanza, a pesar de los cambios en los procesos educativos llevados adelante por la sociedad del conocimiento, hay factores invariantes como la existencia de necesidades individuales de aprendizaje de los educandos. Esto es algo que escuchamos frecuentemente y es que no todos los alumnos aprenden de igual manera; por ello las estrategias de enseñanza para gestionar aprendizajes significativos en agronomía, son variadas. En la asignatura Microeconomía en particular hay que promover, lograr una motivación del alumnado pues los contenidos de este espacio curricular están vinculados al análisis de variables causa- efecto y a hechos reales de la economía y su relación beneficio – costo de los sistemas agroproductivos, también la vinculación de estos a la innovación y tecnología en procesos de producción.

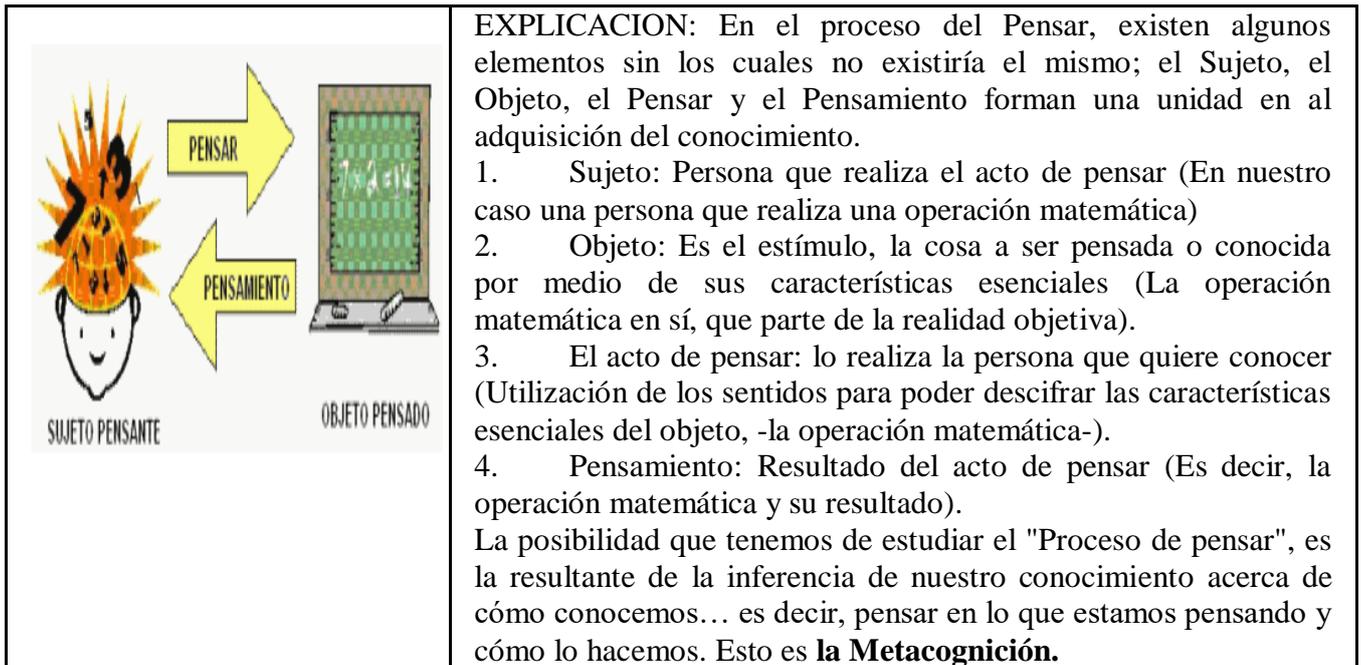
Considerando que la cohorte de alumnos seleccionada son del ciclo profesional de la carrera, que poseen un bagaje previo de conocimientos de los sistemas productivos locales, desde el rol docente se recurrió a contemplar estrategias de enseñanza con una visión integradora, y considerando que los estudiantes tienen conocimientos curriculares con sesgos productivistas, se utilizaron estudios de casos, técnicas de resolución de problemas, uso de tics, edición electrónica, medios audiovisuales, planillas de cálculo, entre otras estrategias de enseñanzas integradoras para gestionar competencias profesionales y aprendizajes significativos.

Las estrategias de aprendizaje, según Monereo (1990), son un conjunto de acciones que se realizan para obtener un objetivo de aprendizaje. Existe polisemia al respecto, relacionándolas con capacidades o resolución de problemas, entre otras. De las estrategias, puede decirse que son conscientes, suponen una respuesta socialmente situada, tienen carácter específico y pueden incluir distintos procedimientos.

Las estrategias cognoscitivas son un "conjunto de operaciones y procedimientos que el estudiante puede utilizar para adquirir, retener y evocar diferentes tipos de conocimiento y ejecución" (Rigney, 1992, p.175).

Las estrategias cognoscitivas son "los procesos de dominio general para el control del funcionamiento de las actividades mentales (...) críticos en la adquisición y utilización de información específica (...) y que interactúan estrechamente con el contenido del aprendizaje" (Chadwick, 1988, p.3)

Proceso de Metacognición: a continuación un gráfico y tabla con la explicación de dicho proceso



Aprendizaje situado²:

Actualmente existen un sin número de enfoques aspirando a expresar el tratamiento de la cognición; encontrándose la teoría de la actividad cultural-histórica, las perspectivas socio-culturales, los modelos de aprendizaje situados y los afirmados en la cognición distribuida.

La cognición situada como tendencia vigente representativa del enfoque socio-cultural, admite diferentes formas y nombres, vinculados con conceptos de aprendizaje situado, participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo o aprendizaje artesanal; el conocimiento puede abstraerse como fruto de la actividad, el contexto y la cultura a la que se destina.

Tal condición desemboca en una orientación instruccional de la enseñanza situada, enfatizando la relevancia de la actividad y el contexto del aprendizaje, reconoce a éste como un proceso de enculturación en el que los estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales, se comparte la idea de que aprender y hacer son acciones inseparables.

Estipulándose la cognición como un fenómeno extendido más allá del individuo, propio de la actividad compartida, el conocimiento se construye socialmente con los esfuerzos en colaboración para lograr los objetivos comunes; del mismo modo la información se procesa a través de los individuos, los instrumentos y artefactos proporcionados por la cultura.

El aprendizaje situado responde a un proceso llamado participación periférica legítima, se refiere a la manera de integrarse con cierta identidad, a las actividades y conocimientos derivados de cada

²Mercado Vargas y Mercado Vargas: (2008) Estrategias educativas, Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2008c/468/
Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

profesión en la práctica socio-cultural de la comunidad, en la cual se activan las intenciones de aprender del alumno y se configura el significado del aprendizaje, a manera de forma metodológica de conjugar la teoría con la práctica profesional.

Las Tics en la educación superior

Las tics ofrecen productos derivados de herramientas como hardware y software, soportes de datos, información, medios de comunicación, que en la educación superior favorece el aprendizaje situado y la gestión de competencias profesionales en alumnos del ciclo profesional de la carrera de ingeniería agronómica. Además, favorece el proyecto educativo, lo dinamiza, pues las herramientas tecnológicas y multimedia en el aula facilitan la interacción y comunicación entre docente y alumnos, en el desarrollo de contenidos disciplinares y al momento de evaluar los procesos educativos.

Las características relevantes de las tics en nuestro espacio curricular son:

Motivación. La asignatura mediada por el uso de herramientas de una plataforma educativa y recursos informáticos de la red logra que el alumno pierda el miedo a los métodos utilizados en la ciencia económica y sus aplicaciones.

Cooperación. Permite a los alumnos desarrollar tareas grupales, por ejemplo en resolución de problemas, en procesos de autoevaluación.

Interés. La forma en que se desarrollan los contenidos de las asignaturas recurriendo a medios audiovisuales y a la utilización de prestaciones de la plataforma Moodle, provoca interés en los alumnos.

Retroalimentación o "FEED BACK". Los docentes y los alumnos interactúan en el proceso enseñanza aprendizaje, para desarrollar tareas, resolver consignas, problemas, se aprende cometiendo y corrigiendo errores.

Creatividad. Estas mediaciones tecnológicas, permiten que los desafíos planteados a los alumnos para resolver o desarrollar proyectos, gestione la autonomía, creatividad y las iniciativas para presentar las resoluciones grupales.

Pueden generarse algunos riesgos o desventajas en las Tics como parte del proceso de bimodalidad, como es la parcialidad en la información, fuente de distracción de los alumnos por las prestaciones y canales de comunicación como foros, wikis, blogs, entre otras.

El rol docente ante el impacto de las tic en el aula

Ante el avance y mediación tecnológica, hay que replantear nuestro rol en el proceso educativo, su reconstrucción, reformulación y replanteo en cuanto al contenido a brindar y la construcción del conocimiento.

Es conveniente que el docente propicie un ambiente, para poner en práctica nuevos aprendizajes, con contenidos de una estructura coherente facilitando su integración con datos e información encontrada en red por los alumnos. En el aula, deberá procurarse el trabajo colaborativo favoreciendo aportes y sugerencias que enriquezcan un ambiente de trabajo.

La evaluación, si es continua y sumativa podrá abarcar todos los aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo al modelo constructivista del aprendizaje, podemos considerar algunos criterios para el rol docente en contexto de bimodalidad; debe gestionar el material didáctico, debe ser confeccionado de tal forma que presente al estudiante los contenidos de la manera más clara y ordenada posible, pudiendo ser textuales, visuales o hipermediales, enriqueciendo así el espacio educativo, para Salinas (2000) “(...) las TIC han venido por una parte a ampliar la oferta educativa para los estudiantes de manera que se les ofrecen nuevos modelos de enseñanza que van desde la presencial a la distancia, sin olvidarnos de las propuestas mixtas donde los alumnos pueden realizar parte de la actividad en el espacio del aula y parte en el ciberespacio”(p.199).

METODOLOGÍA:

Seguimiento para evaluar la potencialidad y percepción de la plataforma Moodle en espacio educativo bimodal.

Por el avance de innovaciones tecnológicas y las incumbencias de estas en los espacios de aprendizaje presencial, los docentes universitarios contemplan la necesidad de implementar más prestaciones en el aula virtual (archivos de textos, foros, wikis, entre otros) para intercambiar conocimientos y opiniones con sus alumnos.

Lo anterior se vuelve relevante ya que se debe tomar en consideración que según Marques (2001, p.3):

Los jóvenes cada vez saben más (aunque no necesariamente del "currículum oficial") y aprenden más cosas fuera de los centros educativos. Por ello, uno de los retos que tienen actualmente las instituciones educativas consiste en integrar las aportaciones de estos poderosos canales formativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, facilitando a los estudiantes la estructuración y valoración de estos conocimientos dispersos que obtienen a través de los "mass media" e Internet.

Por ello, a partir de un modelo constructivista y socio-cultural, que atiende las especificidades de la modalidad a distancia y en el que se han considerado además las dificultades detectadas en los docentes y los lineamientos que orienten en sus prácticas pedagógicas, se organiza el proceso educacional según las siguientes variables:

- **Objetivos de aprendizaje (para qué enseñar).** Los objetivos de aprendizaje expresan la intencionalidad del docente para con los alumnos, son una guía del proceso enseñanza aprendizaje en el espacio curricular que este administra.
- **Contenidos (qué enseñar).** Debe responder a los objetivos. La selección y organización de los contenidos debe realizarse de manera tal que el alumno no quede en el simple conocimiento reproductivo y se favorezcan instancias de comprensión. Perkins (2003) se refiere a la comprensión no como un estado de posesión sino como un estado de capacitación "...cuando entendemos algo, no sólo tenemos información sino que somos capaces de hacer ciertas cosas con ese conocimiento, estas cosas que podemos hacer, que revelan comprensión y la desarrollan, se denominan actividades de comprensión por ejemplo: explicación, ejemplificación, justificación, comparación" (p. 82).
- **Materiales didácticos (con qué enseñar).** Son recursos, como documentos con el tratamiento de contenidos, guías didácticas, actividades prácticas, software específico, entre otros. El uso de videos, imágenes en movimiento resulta de gran utilidad para comprender fenómenos físicos, naturales y sociales.
- **Evaluación (qué, cuándo y cómo evaluar).** Es un proceso importante, que brinda información no sólo a los docentes sino también a los alumnos. Durante el proceso de autogestión del aprendizaje, se debe "monitorear" a los alumnos para diagnosticar si están transitando por el camino apropiado para alcanzar las metas propuestas. Para ello el docente deberá hacerles conocer sus fortalezas y lo que aún falta corregir o afianzar (considerando la evaluación presencial y evaluar el entorno virtual).

La metodología para evaluar las prestaciones de la plataforma Moodle empleada, se denomina MACCAD, Metodología para Autoevaluación de Calidad de Cursos a Distancia, utilizada por el Programa de Educación a Distancia, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de San Juan³. Para aplicar instrumentos de evaluación se adaptaron cuestionarios de satisfacción de clientes (Bob Hayes⁴). Se agregaron bloques de preguntas de identificación, uso de Internet, para responder a algunas preguntas como: ¿Cómo compatibilizar modalidad presencial y las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación)?

³ Myriam G. Llarena

⁴ Hayes Bob E., *Measuring Customer Satisfaction*. ASQC Quality Press. 1992.

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

Para la interpretación de los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios, se consideró para la evaluación de los ítems números enteros, en un rango comprendido entre 1 y 4 puntos, 1 indica insatisfacción y 4 corresponde alto grado de satisfacción.

La encuesta como técnica para realizar entrevistas estructuradas (MACCAD) y recabar información consta de los siguientes bloques de preguntas,

- Bloque de identificación del encuestado/a.
- Uso de Internet y nuevas tecnologías.
- Utilización del aula virtual.

Para recabar información acerca de la utilización del aula virtual:

El modelo MACCAD, se concreta con la determinación de los criterios a valorar durante el proceso, como así también los estándares e indicadores que servirán para medir el cumplimiento de los mismos, que deben estar en relación con los objetivos establecidos por la institución que ofrece el curso⁵.

Los criterios, son aquellos factores considerados críticos para la calidad del curso- servicio, tanto desde el punto de vista de los especialistas en educación de la institución que lo propone, como del de los alumnos -usuarios- del mismo.

Cuando mencionamos valoraciones estándar, es el nivel mínimo de calidad para alcanzar los objetivos institucionales.

RESULTADOS PARCIALES

En esta cohorte de ciclo profesional de la carrera de Ingeniería Agronómica, un 58% de alumnos son varones, el resto mujeres, las edades varían de 22 a 28 años para ambos sexos (la cohorte es de 15 alumnos).

Solo el 30% de ellos dedica entre una y tres horas al día para utilizar internet, son alumnos y alumnas que trabajan, estudian y son padres, madres de familia, el resto de la cohorte utiliza más de tres horas al día para acceder a las redes, plataforma, y lo usual es que utilicen servicios de internet en sus hogares.

En cuanto al uso de internet, el 80% del tiempo es para buscar información académica, el resto del tiempo es para otras prestaciones de la red como chat, lecturas de artículos de interés general, juegos, entre otras opciones consideradas.

⁵ Llarena. Myriam, de Luca, Adriana (2008) METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INTERACCIÓN E INTERACTIVIDAD DE CURSOS A DISTANCIA (MACCAD). Cong. Iberoamericano de Calidad de Educ. a Distancia. -Eje.Calidad.3-13.pdf

En cuanto a la utilización del aula virtual; los contenidos de la asignatura cargados a la plataforma fueron considerados de una distribución adecuada en un 86%, los ejemplos también y ayudaron a la comprensión de temas microeconómicos en igual porcentaje; en cuanto a archivos de lectura complementaria 30%, pues los alumnos se limitan a leer y estudiar materiales didácticos muy relacionados con contenidos mínimos de la asignatura, los demás archivos que están en la plataforma que son sugeridos como enriquecedores, casi no los contemplan pues disponen de poco tiempo para tanto material disponible. La única observación que han planteado los alumnos, un 36%, es el acceso al aula virtual en la unidad académica; esto también hace al criterio de usabilidad, pues existen algunos problemas técnicos que en ocasiones dificultan el acceso del alumno al aula virtual en la unidad académica, pero en general se optimizará con el tiempo.

CONCLUSIONES

Se puede enunciar que las Tics, son relevantes como recurso educativo, institucionalmente hacen accesible la utilización de innovaciones tecnológicas, pues la Bimodalidad es una forma de inclusión de tecnologías en la educación presencial.

También las Tics, son relevantes al proceso enseñanza aprendizaje pues le aportan un carácter innovador, dinamizante, dan acceso a nuevas formas de comunicación; tienen una mayor influencia y benefician en mayor proporción al área educativa, ya que la hace más dinámica y accesible. Se relacionan con el uso de Internet y la informática.

Estas Tics, potencian el aprendizaje significativo y competencias profesionales por cuanto crean situaciones de aprendizaje que estimulen a los estudiantes a desafiar su propio conocimiento y construir nuevos conocimientos, por ejemplo en las técnicas de resolución de problemas o desafíos, donde se les plantea a los alumnos resolver una situación problemática real en un contexto productivo local, como por ejemplo la utilización de residuos de molienda de aceitunas.

Los alumnos perciben la importancia, usabilidad, practicidad de la inclusión de la plataforma Moodle como parte del entorno virtual. A través de la metodología de evaluación, permite afianzar aspectos de calidad de la oferta educativa de la FCA-UNCa (Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Catamarca) e implementar mejoras en otras dimensiones que hacen a la integración de las TIC's en el ámbito de la educación superior en agronomía; un ejemplo es el cambio de rol del docente de ser el centro del proceso enseñanza- aprendizaje a ser un mediador de los contenidos tratados en el nuevo espacio áulico y bimodal.

Con estas innovaciones, la percepción del alumno de la potencialidad de un aula virtual responde con creatividad hacia nuevas experiencias de gestión del aprendizaje, por ejemplo el aprendizaje por

retos o desafíos que requiere herramientas Tic para resolverlos. Esta experiencia instruccional, flexible y colaborativa de resolver el reto o desafío, da como resultado una integración de aprendizaje vivencial; incorporando las NTIC y un modelo de negocios (utilizar residuos para obtener subproductos), con el docente como un co-investigador, diseñador para gestionar el espacio y las herramientas necesarias para resolver el reto. Podemos argumentar que la incorporación de las NTICs en el aprendizaje vivencial posicionó al estudiante en una situación real, relevante y vinculada al entorno provincial y regional como un “profesional”.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Chadwick, C. (1988). El Uso de los Principios de Diseño de Enseñanza- Aprendizaje en la Preparación de Textos Escolares.
- Dougiamas, M. (2006). Antecedentes de Moodle. Recuperado en <http://docs.moodle.org/es/Antecedentes>
- Hayes, B. (1992). Measuring Customer Satisfaction ASQ Quality Pres, Mistwakee Wisconsin, USA.
- Llarena, M. (2008). Metodología para evaluación de la calidad de la interacción e interactividad de cursos a distancia (MACCAD). Cong. Iberoamericano de Calidad de Educ. a Distancia.-Eje.Calidad.3-13.pdf
- Marqués Graells, P. (2001)."Sociedad de la información. Nueva cultura". Revista Comunicación y Pedagogía, núm. 272, pp. 17-19
- Mena, M.; Rodríguez, L. y Diez, M. (2005), “El diseño de proyectos de educación a distancia”. Argentina: La Crujía.
- Mercado Vargas y Mercado Vargas: (2008) Estrategias educativas, Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2008c/468/
- Monereo C. (1990) Las estrategias de aprendizaje en la educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar. Infancia y Aprendizaje.
- Perkins, David. (2003). La escuela inteligente, Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Barcelona. Editorial Gedisa.
- Rigney, J.W. (1992): Learning strategies: a theoretical perspective. En O'Neil, H.F. (Ed.): Learning strategies. Academic Press, New York.
- Salinas, J. (2000). El aprendizaje colaborativo con los nuevos canales de comunicación, 199 – 227; en Cabero, J. (ed.) (2000). Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Madrid: Síntesis.
- Reyes, K. (2008), Aula Virtual Basada en la Teoría Constructivista Empleada como Apoyo para la Enseñanza en los Sistemas Operativos a Nivel Universitario Red; [en línea] consultado el <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54702106>

Artículos científicos



TÍTULO:

ANÁLISIS DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, EN LA ETAPA DE UTILIZAR LA INFORMACIÓN RECIBIDA

AUTORES

Dra. Ing. Agr. María Shirley Pulido. Correo E: marypulido3@hotmail.com

Esp. Ing. Agr. Graciela Contrera. Correo E: gecontrera@hotmail.com

Mgter. Ing. Agr. Julia Perea. Correo E: jumaal79@hotmail.com

Ing. Agr. Jorge Vildoza. Correo E: jlvidoza@hotmail.com

Cátedra de Fitotecnia/ Mejoramiento Genético Vegetal.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo fue determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos del último año de Ingeniería Agronómica. El objetivo específico fue analizar los estilos que los estudiantes presentan en la tercera etapa del proceso de aprendizaje. La variable de estudio: formas de realizar las tareas solicitadas, es cualitativa cuantificada y presenta tres dimensiones. El instrumento utilizado fue la encuesta. Se trabajó con todos los alumnos promoción 2017, del último año de la carrera de Ingeniería Agronómica, es decir con la población. Realizada la encuesta a los estudiantes se determinaron los estilos de aprendizaje de cada uno de ellos. El análisis cualitativo permitió conocer el estilo particular de aprender según la forma de realizar las tareas de cada alumno en particular. El análisis cuantitativo brindó una visión global de los estilos de aprendizaje de toda la promoción en su conjunto. La tercera etapa del proceso de aprendizaje es: Utilización de la información y en ella se determina la variable: Formas de realizar las tareas solicitadas. Aquí los estudiantes pueden presentar tres estilos de aprendizaje diferentes: predominante resolutivo, predominante abierto y combinado resolutivo-abierto. En esta promoción el estilo más frecuente fue el predominante resolutivo, con el 64,7% de los alumnos. Estos estudiantes se caracterizan por ser ordenados con sus cosas y en su escritorio. Sus tareas generalmente son prolijas. Son responsables y cumplen con las fechas límite propuestas por el docente. Sus hábitos de trabajo son serios y generalmente son puntuales. Para ellos realizar una tarea encomendada es como cumplir con una meta más en su proceso de aprendizaje, por eso le atribuyen importancia. Cuando trabajan son estructurados y les agrada planificar sus actividades. Toman decisiones con rapidez y resuelven los problemas de inmediato.

En segundo lugar con el 29,4%, estuvo el estilo combinado resolutivo-abierto. Los alumnos con este estilo se adecuan a diferentes maneras de trabajar y de realizar las tareas. Ellos disfrutaban de lo espontáneo pero al mismo tiempo se adaptan con facilidad a las tareas estructuradas. Les agrada indagar y descubrir con libertad pero además planifican sus actividades. Suelen ser puntuales y también les gusta la informalidad. Los alumnos de estilo combinado, cuando realizan las tareas encomendadas, tienen mayores posibilidades de éxito, ya que su forma de trabajar es altamente flexible y se adaptan a las diferentes condiciones del trabajo encomendado. Tercero en frecuencia se encuentra el estilo predominante abierto, con el 5,9%. Estos estudiantes prefieren aprender indagando y descubriendo, siguiendo su propio ritmo. No les agrada lo estructurado. Realizan las tareas de forma distendida, tomándose su tiempo. Suelen estar dispersos y no se concentran con facilidad mientras trabajan. Tienen problemas para cumplir con las tareas en el tiempo establecido. El orden y la prolijidad no están entre sus prioridades. Les agrada lo espontáneo y piensan que pasar un buen momento es lo más importante.

Conocer de manera concreta los estilos de aprendizaje de los estudiantes al momento de utilizar la información recibida, es uno de los requisitos de CONEAU para el proceso de acreditación de carreras.

Palabras claves: estilos-formas- realizar- tareas

ABSTRACT

The general objective of this work was to determine the learning styles of the students of the last year of Agronomic Engineering. The specific objective was to analyze the styles that students present in the third stage of the learning process. The study variable: ways of performing the requested tasks, is qualitative quantified and has three dimensions. The instrument used was the survey. We worked with all the students promoting 2017, the last year of the Agronomic Engineering career, that is, with the population. Once the student survey was carried out, the learning styles of each of them were determined. The qualitative analysis allowed to know the particular style of learning according to the way of performing the tasks of each student in particular. The quantitative analysis provided a global view of the learning styles of the entire promotion as a whole. The third stage of the learning process is: Use of information and it determines the variable: Ways to perform the requested tasks. Here students can present three different learning styles: predominantly resolute, predominantly open and combined resolute-open. In this promotion the most frequent style was the predominant resolute, with 64.7% of the students. These students are characterized by being ordered with their things and on their desk. Their tasks are usually tedious. They are responsible and comply with the deadlines proposed by the teacher. Their work habits are serious and are usually punctual. For them to perform an entrusted task is like fulfilling one more goal in their learning process, which is why they attribute importance to it. When they work they are structured and they like to plan their activities. They make decisions quickly and solve problems immediately.

In second place with 29.4%, was the mixed-open style. Students with this style adapt to different ways of working and completing tasks. They enjoy the spontaneous but at the same time adapt easily to structured tasks. They like to investigate and discover with freedom but also plan their activities. They tend to be punctual and also like informality. Combined style students, when they perform the tasks assigned, have greater chances of success, since their way of working is highly flexible and they adapt to the different conditions of the work entrusted. Third in frequency is the predominant open style, with 5.9%. These students prefer to learn by inquiring and discovering, following their own rhythm. They do not like the structured. They perform tasks in a relaxed manner, taking their time. They are usually scattered and do not concentrate easily while working.

They have problems to complete the tasks in the established time. Order and neatness are not among your priorities. They like spontaneity and think that having a good time is the most important thing.

Knowing in a concrete way the learning styles of the students when using the information received, is one of the CONEAU requirements for the career accreditation process.

Keywords: styles-forms-perform-tasks

INTRODUCCIÓN

Cuando observamos en el aula a nuestros alumnos, a simple vista podemos detectar sus diferencias, ya sea en altura, color de pelo o de piel, en la forma, tamaño y color de sus ojos, en los diferentes rasgos de sus rostros. Esas diferencias también existen a la hora de aprender lo que les enseñamos. Cada uno de nuestros alumnos tiene una manera personal de aprender, tiene un estilo propio de aprendizaje.

Los docentes nos preguntamos, con frecuencia, porqué falla la enseñanza con algunos estudiantes. Si en la tarea diaria a todos los alumnos se los trata de igual manera, a todos se les explica de forma idéntica, se los atiende y se les dedica tiempo por igual. Es decir que, en conjunto, reciben la misma enseñanza.

Y justamente ese es el problema, ya que nuestros alumnos no aprenden de igual manera, ni a la misma velocidad. Los estudiantes reciben e ingresan la información que el docente les transmite de diferentes maneras y por diferentes sentidos o canales. Luego procesan, organizan y relacionan los contenidos transmitidos, de formas distintas y para hacerlo necesitan de mayor o menor tiempo. Ellos utilizan la información recibida y realizan las tareas solicitadas de diversas maneras, con posibilidades, capacidades y dificultades diferentes. A su vez los estudiantes socializan y se relacionan, en sus ambientes de aprendizaje, de distintos modos. Es decir que todos tienen maneras particulares de aprender y al hacerlo utilizan distintas velocidades. Algunos lo hacen más rápido, otros más lentamente, pero eso no los hace ni más ni menos inteligentes, solamente diferentes.

En base a esta preocupación planteada, la mirada se dirigió hacia los estilos de aprendizaje, es decir a determinar y poder reconocer las diferentes formas o maneras de aprender que tienen los estudiantes (Pulido, M. S. 2016).

La tercera etapa del proceso de aprendizaje es en la cual el alumno utiliza la información ya recibida, ingresada y procesada. En ella el estudiante trabaja con la información, la manipula, la utiliza, la aplica, y es en ese momento en el que puede verificar si aprendió los contenidos transmitidos por el docente. La manera en que el alumno utiliza la información recibida, también depende de su estilo de aprendizaje, de su modo personal de aprender (Pulido, M. S. 2011).

A su vez el profesor puede determinar la manera más provechosa en que los alumnos utilicen la información, plantear diversas situaciones, determinar las estrategias de enseñanza y al mismo tiempo, verificar el aprendizaje efectivo alcanzado por sus estudiantes.

Los estilos de aprendizaje que los alumnos pueden presentar en esta etapa, están fundamentados en el Modelo de Kolb (Kolb, D. 1984; Orellana, N. et. al. 2002), en la Teoría de las 5 Categorías

Bipolares de Felder y Silverman (Felder, R. Silverman, K. 1998; Cazeau, P. 2005) y en el Modelo de las 4 Dimensiones Unipolares (Honey, P. y Munford, A. 1986).

Según la nueva clasificación de estilos de aprendizaje, los estilos que los alumnos pueden presentar al momento de realizar las tareas solicitadas son tres: predominante resolutivo, predominante abierto y combinado resolutivo-abierto (Pulido, M. S. 2016).

Los alumnos de **estilo predominante resolutivo** se concentran cuidadosamente en todas las tareas de aprendizaje. Son ordenados en su escritorio y sus tareas generalmente son prolijas. Son responsables y tratan de cumplir con las fechas límite propuestas por el docente. Sus hábitos de trabajo son serios. Generalmente son puntuales. Necesitan terminar con las tareas solicitadas, para recién después poder descansar y relajarse. Para ellos realizar una tarea encomendada, es como cumplir con una meta más en su proceso de aprendizaje, por eso le atribuyen una gran importancia. Cuando trabajan son estructurados y les gusta planificar sus actividades de aprendizaje. Toman decisiones con rapidez y resuelven los problemas de inmediato. Son alumnos que prefieren las instrucciones explícitas y ante actividades abiertas o poco estructuradas, se sienten incómodos.

Los alumnos de **estilo predominante abierto** prefieren aprender indagando y descubriendo, siguiendo siempre su propio ritmo. Las tareas estructuradas no son de su agrado. Cuando las realizan, generalmente, están dispersos y no se concentran con facilidad mientras trabajan. Tratan de evitar tener que tomar decisiones. Prefieren postergar el tiempo de hacer las tareas y generalmente lo dejan para último momento. Les gusta dejar que las cosas sucedan sin planearlas. Suelen ser desordenados en su escritorio y les cuesta ser prolijos en sus trabajos y al presentar las tareas. Prefieren realizarlas de forma distendida, tomándose su tiempo y por ende les molestan las fechas límite. Por ello tienen problemas para cumplir con las tareas encomendadas en el tiempo establecido. Piensan que pasarlo bien es lo más importante. Prefieren no planificar sus actividades y les agrada lo espontáneo.

Los alumnos de **estilo combinado resolutivo-abierto** suelen disfrutar de lo espontáneo pero al mismo tiempo se adaptan con facilidad a las tareas estructuradas. Les gusta indagar y descubrir cuando aprenden y pueden al mismo tiempo planificar sus actividades. Suelen ser puntuales y también les gusta la informalidad. Disfrutan de su aprendizaje y logran cumplir sin problemas con las tareas a tiempo. Pueden ser desordenados con sus cosas pero al momento de hacer las tareas tener prolijidad. Los alumnos de estilo combinado, por ende, cuando realizan las tareas encomendadas tienen mayores posibilidades de éxito, ya que su forma de trabajar es altamente flexible y se adaptan bien a las diferentes condiciones del trabajo encomendado.

Es importante señalar que el conocer, de manera concreta, los estilos de aprendizaje que presentan los estudiantes al momento de utilizar la información, es uno de los requisitos de CONEAU para el proceso de acreditación de carreras (CONEAU, Resolución 334, año 2003).

MATERIALES Y METODOS

El diseño del trabajo es experimental, predictivo y longitudinal de cohorte.

La variable considerada fue: formas de realizar las tareas solicitadas. Dicha variable es cualitativa cuantificada, discreta y de razón. Las dimensiones de la variable son tres: predominante resolutivo, predominante abierto y combinado resolutivo abierto.

El instrumento utilizado fue una encuesta de estilos de aprendizaje. La misma está conformada por 110 preguntas cerradas, con cuatro alternativas de respuesta cada una. La encuesta fue entregada a los estudiantes el primer día de clase.

Se trabajó con todos los alumnos, promoción 2017, del último año de la carrera de Ingeniería Agronómica, es decir con la población (17 alumnos).

Cada aspecto analizado, resolutivo o abierto, presenta un marco de puntuación que se encuentra entre 0 y 30 puntos. Se considera que el estilo del alumno es predominante cuando obtiene el mayor puntaje para uno de los aspectos, es decir predominante resolutivo o predominante abierto. Puede suceder que entre el puntaje del aspecto resolutivo y del abierto la diferencia sea de dos puntos o menos, en ese caso se considera que el alumno tiene estilo combinado resolutivo-abierto, es decir que puede emplear ambas formas o maneras al trabajar con la información recibida.

Además, cuando el alumno alcanza 25 puntos o más, para alguno de los aspectos, se dice que tiene las características del estilo reforzadas y se lo denomina neto, por ejemplo: predominante resolutivo neto o predominante abierto neto.

El análisis cualitativo de las encuestas permitió obtener una visión particular del estilo de aprendizaje de cada uno de los alumnos. Es decir que mediante la encuesta se determinó la manera particular y personal de realizar las tareas solicitadas de cada uno de los 17 estudiantes que conformaron esta promoción.

Luego se trabajó en el análisis estadístico o cuantitativo de las encuestas. Dicho análisis permitió obtener una visión global de los estilos de aprendizaje de todos los estudiantes de la promoción 2017. Esta visión global y cuantitativa permitió elegir la metodología de enseñanza y las estrategias de enseñanza más adecuadas a esta promoción.

RESULTADOS

El resultado cualitativo de las encuestas, respecto al estilo de aprendizaje de cada uno de los alumnos de la promoción 2017, se encuentra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 1: Estilos de aprendizaje de los alumnos promoción 2017, según las formas de realizar las tareas solicitadas.

Alumnos 2017	Estilos de aprendizaje
1-	Predominante resolutivo
2-	Predominante resolutivo
3-	Predominante resolutivo neto
4-	Combinado resolutivo abierto
5-	Combinado resolutivo-abierto
6-	Predominante resolutivo neto
7-	Predominante resolutivo
8-	Combinado resolutivo-abierto
9-	Predominante resolutivo
10-	Predominante abierto
11-	Predominante resolutivo neto
12-	Predominante resolutivo
13-	Combinado resolutivo-abierto
14-	Predominante resolutivo
15-	Predominante resolutivo neto
16-	Predominante resolutivo
17-	Combinado resolutivo-abierto

Del cuadro número 1 se infiere que cinco de los alumnos presentan estilo predominante resolutivo neto. Estos estudiantes alcanzaron o superaron los 25 puntos para el aspecto resolutivo por lo cual se infiere que presentan las características del estilo reforzadas o pronunciadas.

Considerando la variable: Formas de realizar las tareas solicitadas, y de acuerdo a los datos del cuadro anterior, encontramos los siguientes estilos en esta promoción

- 1 - Predominante resolutivo: 64,7% (11 alumnos)
- 2 - Predominante abierto: 5,9% (1 alumno)
- 3 - Combinado resolutivo-abierto: 29,4% (5 alumnos)

Luego del análisis estadístico de los datos recogidos en las encuestas de estilos de aprendizaje de los alumnos promoción 2017, surgieron los parámetros para cada aspecto: resolutivo y abierto. Esos datos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla Nro. 1: Parámetros de los aspectos resolutivo y abierto. Alumnos 2017

Parámetros	Resolutivo	Abierto
Media	17,82	12,35
Mediana	18	13
Modo	14	16
Desviación estándar	3,86	3,74
Varianza	14,90	13,99
Rango	15	13
Mínimo	13	4
Máximo	28	17
Percentil 25	14	9
Percentil 50	18	13
Percentil 75	20	15

De la lectura de la tabla Nro. 1 y al considerar los parámetros del aspecto **resolutivo** se infiere que los valores de la media y de la mediana son mayores si se comparan con la media y mediana del aspecto abierto. Se observa que los valores de la desviación estándar y varianza son semejantes para ambos aspectos. Ello indica que la variabilidad de este grupo de alumnos 2017, es similar en ambas maneras de realizar las tareas, ya sea de forma resolutiva o abierta.

Se observa que el puntaje máximo alcanzado es 28, lo cual señala que en esta promoción hay alumnos resolutivos netos, es decir con características reforzadas.

El 75% de la promoción obtuvo un puntaje de 20 o menos.

Al considerar los parámetros del aspecto **abierto** se deduce que los valores de la media, la mediana y del modo no coinciden entre sí, lo cual indica que la distribución de frecuencias es asimétrica. Se observa que el valor de la media y mediana son menores si se comparan con el aspecto resolutivo. El puntaje mínimo alcanzado, 4, es menor comparado con el mínimo del resolutivo. Lo mismo sucede con el valor máximo. A su vez se deduce que en esta promoción 2017 no hay alumnos netamente abiertos, ya que el máximo puntaje fue 17.

El 75% de la población obtuvo puntajes de 15 o menos.

Se infiere que la tendencia de este grupo de alumnos es hacia el aspecto resolutivo más que hacia el abierto.

Se observa en las siguientes tablas la distribución de las frecuencias y porcentajes en los intervalos de clase, para ambos aspectos resolutivo y abierto:

Tabla Nro. 2: Frecuencias y porcentajes del aspecto resolutivo. Alumnos 2017

Intervalos de clases	Clases cualitativas	Frecuencias	Porcentajes	% Acumulado
0 a 10	Nada a poco resolutivo	0	0	0
10 a 20	Medianamente resolutivo	13	76,5	76,5
20 a 30	Acentuadamente resolutivo	4	23,5	100
Total	3	17	100	

De la lectura de la tabla Nro. 2 se deduce que el segundo intervalo es el más frecuente. En él se concentra el 76,5% de esta promoción, y corresponde a los estudiantes medianamente resolutos. Se observa que sigue en frecuencia el tercer intervalo, que abarca a los alumnos acentuadamente resolutos, y por el máximo puntaje alcanzado se infiere que hay alumnos netamente resolutos en esta promoción 2017. Se observa que el primer intervalo no tiene representantes, es decir que no hay alumnos nada a poco resolutos

En la siguiente tabla se observa la distribución de las frecuencias y porcentajes en los intervalos de clase, para el aspecto abierto:

**Tabla Nro. 3: Frecuencias y porcentajes del aspecto abierto.
Alumnos 2017**

Intervalos de clases	Clases cualitativas	Frecuencias	Porcentajes	% Acumulado
0 a 10	Nada a poco abierto	5	29,4	29,4
10 a 20	Medianamente abierto	12	70,6	100
20 a 30	Acentuadamente abierto	0	0	
Total	3	17	100	

En la tabla Nro. 3 se observa que el intervalo más frecuente corresponde al segundo, es decir a los alumnos medianamente abiertos, y reúne al 70,6% de la promoción. El siguiente intervalo en frecuencia es el que abarca a los estudiantes nada a poco abiertos. Se observa que el intervalo tercero, que abarca a los alumnos acentuadamente abiertos, no tiene representantes

Lo analizado señala una tendencia de este grupo de alumnos 2017 hacia la manera de trabajar seria y estructurada, es decir hacia el modo resolutivo.

**Análisis general de los estilos de aprendizaje según la forma de realizar las tareas solicitadas.
Promoción 2017**

Analizados por separado los aspectos resolutivo y abierto, se realiza un análisis integrador de todos los estilos de aprendizaje presentes en esta promoción 2017. Los mismos se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla Nro. 4: Frecuencias y porcentajes de los estilos según la forma de realizar las tareas.
Alumnos 2017**

Estilos de aprendizaje	Frecuencias	Porcentajes
Predominante resolutivo : 1	11	64,7
Predominante abierto: 2	1	5,9
Combinado resolutivo-abierto: 3	5	29,4
Total	17	100

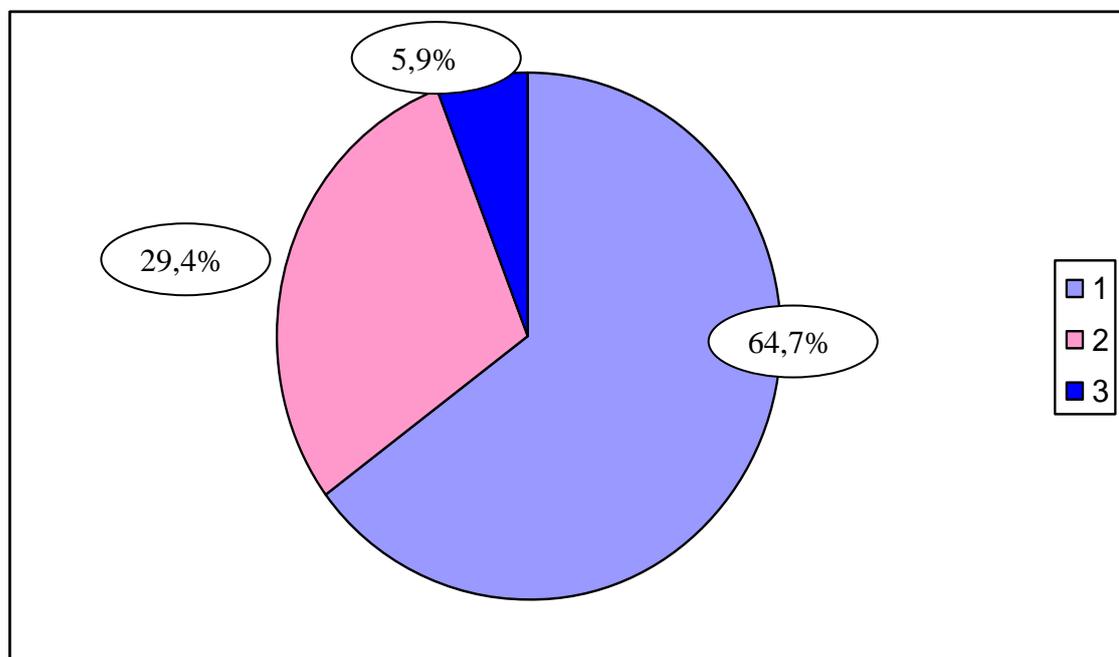
De la lectura de la tabla Nro. 4 se observa que el **estilo predominante resolutivo** es el más frecuente con el 64,7% de los estudiantes. Este grupo se concentra cuidadosamente en todas las tareas de aprendizaje. Son ordenados en su escritorio y sus tareas generalmente son prolijas. Son responsables y tratan de cumplir con las fechas límite propuestas por el docente. Sus hábitos de trabajo son serios y estructurados. Son alumnos que prefieren las instrucciones explícitas y ante actividades abiertas o poco estructuradas, se sienten incómodos.

Se observa que el estilo que sigue en frecuencia es el **estilo combinado resolutivo-abierto**. Los alumnos que tienen este estilo de aprendizaje disfrutaban de lo espontáneo pero al mismo tiempo se adaptan con facilidad a las tareas estructuradas. Les agrada indagar y descubrir cuando aprenden y pueden al mismo tiempo planificar sus actividades. Suelen ser puntuales y al mismo tiempo les gusta la informalidad. Se recuerda que los alumnos de estilo combinado, cuando realizan las tareas encomendadas tienen mayores posibilidades de éxito, ya que su forma de trabajar es flexible y se adaptan bien a las condiciones del trabajo encomendado.

Si se considera al estilo de menor frecuencia, con el 5,9% de la promoción, corresponde al **estilo predominante abierto**. Estos alumnos prefieren aprender indagando y descubriendo y las tareas estructuradas los incomodan. Ellos realizan las tareas de forma distendida, tomándose su tiempo y por ende les molestan las fechas límite. Prefieren no planificar sus actividades y les agrada lo espontáneo.

En el siguiente gráfico se observan las frecuencias en porcentajes para cada estilo de aprendizaje de la promoción 2017:

Gráfico Nro. 1: Distribución de porcentajes de los estilos según la forma de realizar las tareas solicitadas. Promoción 2017



- 1- Estilo predominante resolutivo
- 2- Estilo combinado resolutivo-abierto
- 3- Estilo predominante abierto

CONCLUSIONES

- De la lectura de la tabla Nro. 5 se infiere que el estilo **predominante resolutivo** es el más frecuente con el 64,7% de los alumnos. Ello indica una tendencia del grupo de alumnos 2017, hacia el trabajo serio, responsable y planificado. Estos estudiantes se caracterizan por ser estructurados al momento de realizar los trabajos y generalmente puntuales en el cumplimiento de las tareas solicitadas. Los alumnos de estilo predominante resolutivo se concentran cuidadosamente en las tareas de aprendizaje. Son ordenados en su escritorio y presentan sus tareas con prolijidad. Para ellos, realizar una tarea encomendada, es como alcanzar una meta más en su proceso de aprendizaje, por ello le atribuyen importancia y se preocupan por cumplir. Cuando trabajan son estructurados y les gusta planificar sus actividades de aprendizaje. Toman decisiones con rapidez y resuelven los problemas de inmediato. Son alumnos que prefieren las instrucciones explícitas y ante actividades abiertas o poco estructuradas, se sienten incómodos.
- Se observa que en segundo lugar, y con el 29,4% de los alumnos, se halla el estilo **combinado resolutivo-abierto**. A este grupo pertenecen los alumnos que se adecuan bien a las maneras diferentes de trabajar y realizar las tareas, sin problemas. Los alumnos que tienen este estilo de aprendizaje suelen disfrutar de lo espontáneo y al mismo tiempo se adaptan con facilidad a las tareas estructuradas. Indagan y descubren cuando aprenden y pueden al mismo tiempo planificar sus actividades. Los alumnos de estilo combinado, cuando realizan las tareas encomendadas tienen mayores posibilidades de éxito, ya que su forma de trabajar es flexible y se adaptan bien a las diversas condiciones del trabajo encomendado.
- La menor frecuencia corresponde al estilo **predominante abierto**. Ellos prefieren aprender indagando y descubriendo, siguiendo siempre su propio ritmo. Las tareas estructuradas no son de su agrado. Cuando las realizan, generalmente, están dispersos y no se concentran con facilidad mientras trabajan. Tratan de evitar tener que tomar decisiones. Prefieren postergar el tiempo de hacer las tareas y generalmente lo dejan para último momento. Les gusta dejar que las cosas sucedan sin planearlas. Suelen ser desordenados en su escritorio y les cuesta ser prolijos en sus trabajos y al presentar las tareas. Prefieren realizar las tareas de forma distendida, tomándose su tiempo y por ende les molestan las fechas límite. Por ello tienen problemas para cumplir con las tareas encomendadas en el tiempo establecido. Piensan que pasarlo bien es lo más importante. Prefieren no planificar sus actividades y les agrada lo espontáneo.
- Esta promoción 2017, sigue la tendencia que se observa desde hace 15 años, estudiando los estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica. Es decir que el grupo fuertemente mayoritario es el de estilo predominante resolutivo. Es una característica de nuestros alumnos de Agronomía.
- El análisis realizado es una forma de conocer, de manera concreta, los estilos de aprendizaje que presentan los estudiantes según sus formas personales de trabajar, utilizar la información y de realizar las tareas solicitadas. Este es uno de los requisitos de CONEAU para cumplir con el proceso de acreditación de carreras (CONEAU, Resolución 334, año 2003). Según dicha resolución dice, en el Estándar Componente 2.2: Procesos de enseñanza-aprendizaje, en el apartado 2.2.3: “La evaluación de los estudiantes es congruente con los

objetivos y metodologías previamente establecidos. En dicha evaluación se consideran los aspectos cognoscitivos, actitudinales, el desarrollo de la capacidad de análisis, destrezas y habilidades para seleccionar y procesar información y resolver problemas”.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- CAZEAU, P. (2005). “Estilos de aprendizaje. Generalidades” http://galeon.hispavista.com/pcazau/guía_esti01.htm
- CONEAU, (2003). Resolución 334/03. Estándar Componente 2.2: “Procesos de enseñanza-aprendizaje”, apartado 2.2.3. www.coneau.gob.ar/archivos/541.
- FELDER, R. y SILVERMAN, K. (1998). “Learning and Teaching Styles in Engineering Education”. Engineering Education. Vol. 78, Nro. 7.
- HONEY, P. y MUNFORD, A. (1986). “The Manual of Learning Styles”. Ardingly House.
- KOLB, D. (1984) “Experiential learning: experience as the source of learning and development. Prentice Hall, Englewood cliff, n.j.
- ORELLANA, N. BELLOCH, C. y ALIAGA, F. (2002). “Estilos de aprendizaje y utilización de las TIC en la enseñanza superior”. Unidad de Tecnología Educativa. Dpto. MIDE. Universidad de Valencia.
- PULIDO, M. S. (2016) “Estilos de aprendizaje y metodología de enseñanza adecuados para mejorar el proceso educativo”. Editorial Científica Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca.

Conferencias

TÍTULO:

"M-LEARNING POR ALUMNOS DE DOS CARRERAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS"

AUTORAS:

Esp. Ing. Agr. González, Ana G.

Cátedra de Economía Agraria.

Mgter. Aguirre, Lidia E.

Cátedra de Inglés Técnico

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca

RESUMEN:

Esta sociedad del conocimiento sometida a constantes transformaciones por la celeridad de cambios tecnológicos, exige a los individuos un proceso de aprendizaje constante. Según Krugër el concepto actual de la sociedad del conocimiento no está centrado en el progreso tecnológico, sino que lo considera como un factor de cambio social entre otros la expansión de la educación. El uso de tecnologías móviles (M-learning) ha impactado la forma que entendemos como comunicación y educación, por ello nos preguntamos cómo afectan a los estudiantes de carreras técnicas los efectos de esta generalización sobre su vida académica. El objetivo de este trabajo, es perfilar con nitidez las actividades en redes sociales y web social (blogs, WhatsApp con tecnología móvil) en períodos lectivos, por alumnos del ciclo profesional de la carrera de Ingeniería agronómica y los alumnos de la carrera de Tecnicatura de Agroalimentos de la Fac. de Cs. Agrarias. Para abordar este estudio utilizamos un cuestionario para análisis de usos de tecnologías móvil y social en relación con actividades, desarrollo de tareas, interacciones y con la creación de entornos de aprendizaje. Este avance de las TIC (tecnología de información y comunicación) provoca una reevaluación de los procesos de enseñanza aprendizaje tradicionales, sobretudo en las ciencias agropecuarias, agroalimentarias. Actualmente por los datos relevados el mayor porcentaje de alumnos (mayor al 50%) utilizan las tecnologías móviles con fines sociales más que académicos; no obstante, reconocen que existen aplicaciones educativas con las que podrían realizar actividades que apoyaran su desempeño académico.

Palabras claves: Tecnología móvil-Educación mediática-Tendencias educativas.

1-Introducción

Esta “sociedad del conocimiento”, sometida a constantes transformaciones por la celeridad de los cambios tecnológicos, exige a los individuos un proceso de aprendizaje constante. Según Krugër (2006:5, 6) “El concepto actual de la “sociedad del conocimiento” no está centrado en el progreso tecnológico, sino que lo considera como un factor de cambio social entre otros, como, por ejemplo, la expansión de la educación”.

El uso de tecnologías móviles (M-learning) ha impactado la forma en que entendemos la comunicación y la educación, por ello nos preguntamos cómo afectan a los estudiantes de carreras técnicas los efectos de esta generalización sobre su vida académica.

¿Qué es la sociedad del conocimiento?

¿Qué son los dispositivos móviles?

¿Cómo impactan las tecnologías móviles en estudiantes universitarios?

¿Qué factores o tecnologías facilitan esta innovación pedagógica?

¿Ha modificado las estrategias de aprendizaje el m-learning?

¿Ha modificado las actividades colaborativas de los alumnos universitarios?

¿Cómo impacta el m-learning en competencias como el aprender a aprender y lectura comprensiva?

El objetivo de este trabajo, es perfilar con nitidez las actividades en redes sociales y web social (blogs, WhatsApp con tecnología móvil) en períodos lectivos, por alumnos del ciclo profesional de la carrera de Ingeniería agronómica y los alumnos de la carrera de Tecnicatura de Agroalimentos de la Facultad de Cs. Agrarias.

Habría que considerar si estos alumnos socializan las prestaciones de los teléfonos inteligentes, al igual que el impacto en los espacios áulicos.

2- La sociedad del conocimiento, el rol del docente universitario

Hay varios conceptos que son similares, pero no significan lo mismo; la sociedad de la información, es un concepto más vinculado a la era post industrial, pues en esta se da la producción, la distribución de la información, así como su manipulación; este término se usaría básicamente cuando se trata de aspectos tecnológicos y sus consecuencias en el crecimiento económico y el empleo.⁶

La diferencia entre ambos conceptos, sociedad de la información y del conocimiento estaría en que esta última trata de disociar las innovaciones tecnológicas de una dimensión social, cultural, más

⁶ Krugër, 2006, Dra. en Sociología, Universidad de Barcelona
Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

representativas en el tratamiento de temas académicos y socio-culturales, siendo el conocimiento el eje estratégico, estructurador para una sociedad moderna.

Como exponía Krugër (2006), la sociedad del conocimiento es una expresión que se originaría en los años sesenta, posteriores a otras como sociedad de la información y sociedades en red, expresiones que surgieron de una sociedad post industrial.

“Este tipo de sociedad está caracterizada por una estructura económica y social en la que el conocimiento ha sustituido al trabajo, a las materias primas y al capital como fuente más importante de la productividad, crecimiento y desigualdades sociales”⁷

Estos cambios o nuevos paradigmas impactan en todos los ámbitos, principalmente en la educación en todos sus niveles afectando el rol docente, la enseñanza o la opción de educar. Según Meirieu (2001, p.19) “(...) la gestión educativa es una profesión bajo sospecha, como enuncian algunos autores”.

“De todos los trabajos que son o que aspiran a ser una profesión, sólo de la enseñanza se espera que cree habilidades y capacidades humanas que deben permitir a individuos y organizaciones sobrevivir y tener éxito en la sociedad del conocimiento actual. Se espera de los docentes, más que de cualquier otra profesión, que construyan comunidades de aprendizaje, que creen la sociedad del conocimiento y que desarrollen las capacidades para la innovación, la flexibilidad y el compromiso con el cambio que son esenciales para la prosperidad económica. Al mismo tiempo, se espera de los docentes que mitiguen y contrarresten muchos de los inmensos problemas que crean las sociedades del conocimiento, tales como un consumismo excesivo, una pérdida del sentido de comunidad y la ampliación de las brechas entre ricos y pobres. En cierto modo, los docentes deben apañárselas para alcanzar a la vez estos objetivos, aparentemente contradictorios. Esta es su paradoja profesional” (Hardgreaves, 2003:19).

Por otra parte, en el caso específico del rol del docente universitario, vemos que cambió de ser el centro o eje del proceso enseñanza aprendizaje a ser coordinador de espacios educativos bimodales.

3-Acerca de los dispositivos móviles

Cuando comenzamos a analizar el tema de aprendizaje móvil, nos preguntamos ¿qué es un dispositivo móvil, qué diferencia hay entre un Smartphone, una tablet o una notebook?

¿Cuáles son los aspectos que debemos considerar para diferenciar un dispositivo móvil de otros dispositivos electrónicos?

⁷ Krugër remite a la obra de Drucker de 1994 (2006:2)

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

Según Baz et all. (2009). Para éste, un dispositivo móvil es un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales. Bajo esta definición están cobijados una gran diversidad de dispositivos electrónicos, tales como los PDA, las videoconsolas portátiles, los reproductores de audio y video, los navegadores GPS, los teléfonos móviles, los Smartphone, las tabletas, y otros.

En cuanto Smartphone al primer aspecto, suelen ser dispositivos electrónicos pequeños fácilmente transportables por los usuarios, gracias a los adelantos tecnológicos recientes, Smartphone tienen capacidades de procesamiento que son similares a los portátiles de 10 pulgadas, como tablets, esto se refleja en la encuesta tomada a los alumnos, quienes tienen celulares con memorias ampliadas y no utilizan tablets.

4-Las tecnologías móviles y su apropiación en estudiantes universitarios

Los dispositivos móviles utilizados con mayor frecuencia por estudiantes universitarios son los Smartphone, últimamente más que notebooks o tablets, pues los alumnos disponen de ellos en cualquier momento y lugar, en el hogar o en un establecimiento escolar,

Alfredo Álvarez Rivera (2013), acerca del uso de Tics, telefonía móvil, aplicaciones didácticas o apps a través de dispositivos móviles, mencionó en página web, lo siguiente:

Aun así, no puedo dejar de decir que soy de los que piensan que los ultraportátiles o notebooks se están quedando obsoletos, están perdiendo la batalla y pienso que el futuro está en las tabletas y Smartphone. No voy a entrar en las múltiples razones que me llevan a este pensamiento pero sí quiero señalar una que para mí es fundamental: las administraciones, que no suelen estar en la vanguardia, todavía siguen repartiendo, en el marco de sus distintos programas, ultraportátiles por muchos de sus centros. Esto es, cuando muchas de nuestras escuelas e institutos estén llenos de notebooks, estos dispositivos ya no existirán en el mundo real por obsoletos, como antes ha ocurrido ya en tantas ocasiones. Otra vez más la escuela distanciada de la realidad social circundante”.⁸

El M-Learning que es un modelo de aprendizaje, con el fin de desarrollar nuevas habilidades entre los estudiantes para enfrentar los nuevos requerimientos que exige la sociedad, las competencias profesionales se ven enriquecidas con su utilización. Algunas ventajas del alumno que las utiliza en ciencias agropecuarias es por ejemplo su utilidad para estudios de delimitación de áreas geográficas

⁸ <http://www.educaweb.com/noticia/2013/03/11/dispositivos-moviles-aulas-6038/>

Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

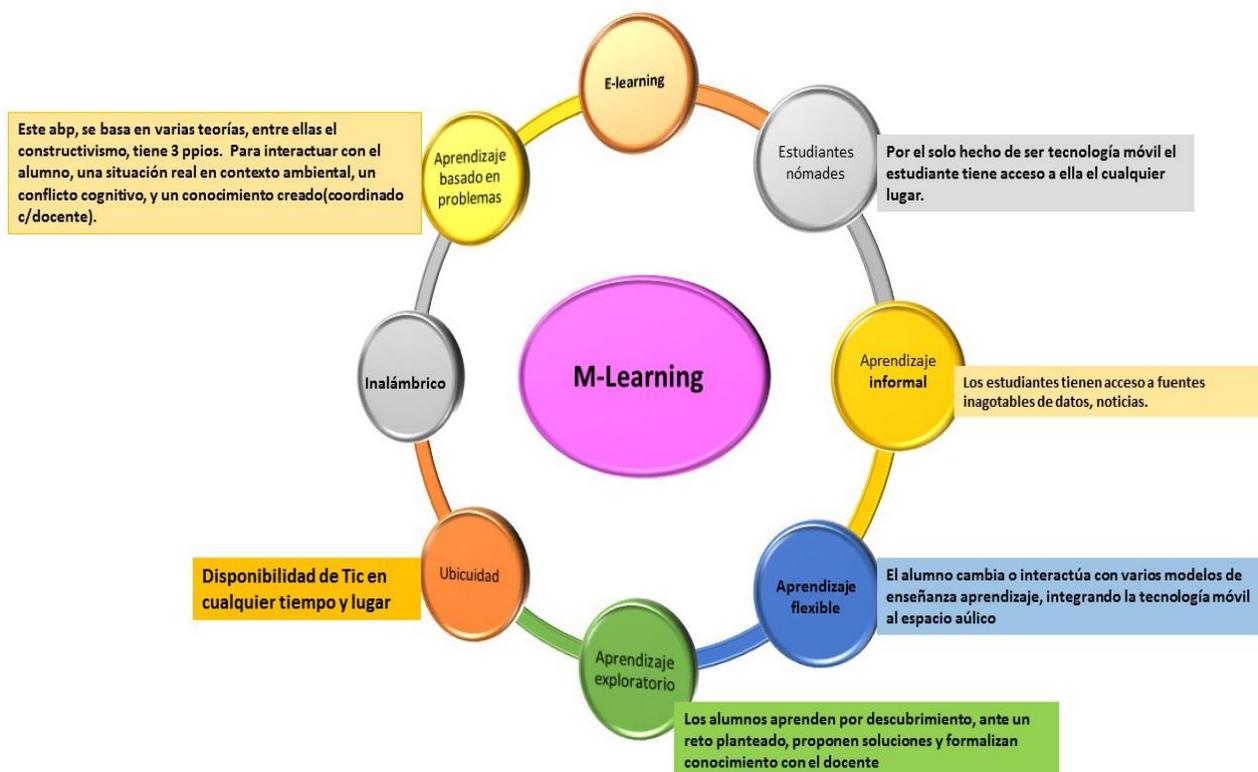
con GPS, localización, monitoreo de plagas y enfermedades, características de tiempo, clima de localidades, cálculos de maquinarias, entre otros.

De acuerdo a Fernando Lema (2015, p.15) "Deben formarse individuos adaptables y críticos frente a las propuestas de transformación de un mundo diferente, capaces de comprender y organizar la complejidad de la información, que integren en su cultura los nuevos conocimientos pero también el impacto ético, social y ambiental que estos producen".

El m-learning es el aprendizaje que tiene lugar a través de dispositivos móviles, que facilita un proceso de aprendizaje contextualizado, en relación directa con el contexto, integrándose en las actividades cotidianas, y, como afirmaba Naismith (2004), potenciando la capacidad para captar los detalles (cuándo aprendemos, dónde estamos, quién nos rodea, qué nos rodea).

Las tendencias actuales se encaminan hacia un u-learning, que se logra en cualquier momento o lugar. A partir del e-learning que conocíamos como aprendizaje a distancia, virtualizada por medios electrónicos por computadoras de escritorio, luego notebooks, llegamos al m-learning: aprendizaje por dispositivos móviles. Luego la tendencia es el u-learning o aprendizaje apoyado en la tecnología que es ubicuo.

Figura N°1-Influencias del M-learning



Fuente: adaptación de Scopeo, GRIAL – Universidad de Salamanca

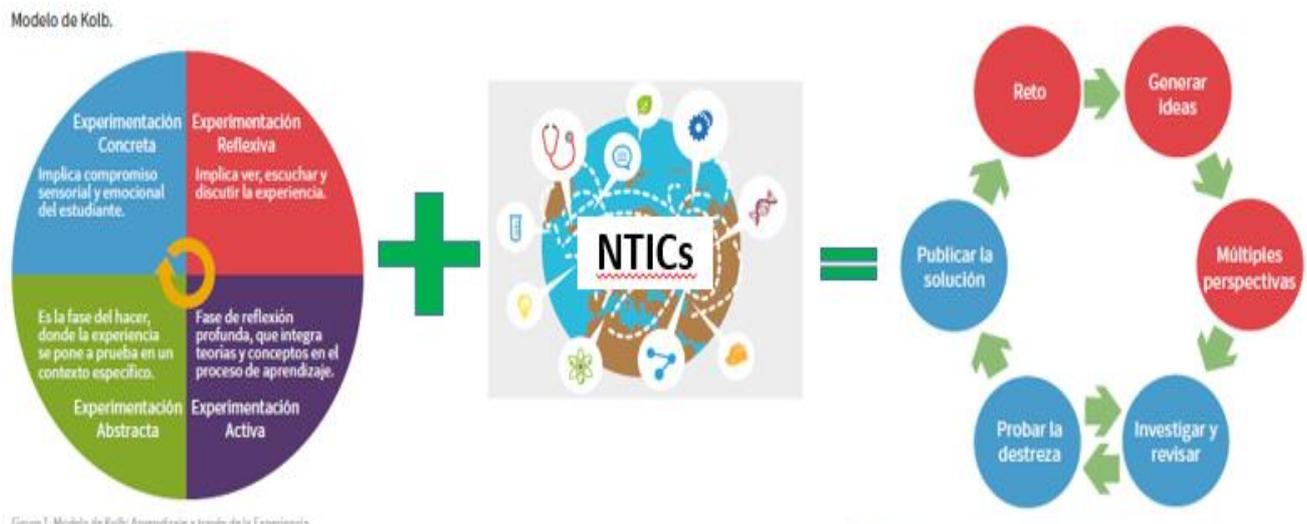
5-Ubicuidad, Tics, aprendizajes

Lo que caracteriza a las TIC es la ubicuidad, lo que hace que como innovación pedagógica genere tremendos impactos en los procesos de enseñanza aprendizaje, por lo tanto impacta tanto en las estrategias docentes, de enseñanza como en las estrategias de aprendizaje de los alumnos universitarios. Los docentes en aulas universitarias se limitaban a dar clases magistrales o en algunos casos extremos a leer power points a sus alumnos, lo cual distracción y aburrimiento, ya que los alumnos obtienen mucha información de los temas a tratar en redes, archivos de textos, visuales, lo cual conduce a cambios en las estrategias y modelos educativos. El rol del docente es ser un mediador de conocimientos y aplicaciones que existen en las redes, que puede presentar a sus alumnos retos o desafíos e investigar con ellos las posibles soluciones.

A los alumnos, si se les presentan técnicas como análisis de casos, aprendizaje basado en problemas, retos o desafíos, aprendizaje vivencial, se los incita a investigar y aprender a seleccionar datos, noticias, generar nuevos conocimientos, posibles soluciones en contextos reales. Ellos reconocen que a través de dispositivos móviles pueden investigar, presentar informes y no solo utilizar estas tecnologías para usos sociales como mensajerías, como es el caso de WhatsApp.

En la siguiente figura podemos visualizar un ejemplo de las nuevas estrategias y destrezas utilizadas por alumnos de agronomía para resolver un reto o tarea.

Figura N°2-Aprendizaje vivencial con M-learning



Fuente: Adaptación del Reporte Edu Trends- Aprendizaje Basado en Retos

Se plantea un desafío a resolver, simulando un contexto regional, el grupo de alumnos en base a información secundaria (NTICs), utilizando m-learning o celulares de media a alta gama, establecen

una solución, con un tiempo límite para ordenar la exposición, describir y elaborar un video y demostrar ante un jurado evaluador la viabilidad de esa solución.

Este modelo, comienza con una experiencia concreta en el aprendizaje vivencial teniendo la limitante que es el tiempo, a la hora de resolver un problema particular.

En la figura N°3, podemos visualizar una situación real donde se modelizó una situación de aprendizaje por retos o desafíos. Los alumnos trabajan con docentes en forma interdisciplinaria, utilizando Tics con dispositivos móviles y notebooks; con un tiempo otorgado de 48 horas para resolver esta situación.

FiguraN°3-Aprendizaje vivencial, por desafío, una situación real



Fuente: propia, lugar Fac.de Cs. Agrarias-UNCa

De las ventajas del uso educativo de los teléfonos celulares, tanto docentes como estudiantes consideran la posibilidad de comunicarse con sus respectivos compañeros o colegas o en la búsqueda/consulta de información.

Esto coincide con los planteamientos de Brown (2005, p.11) quien sostiene que una “teoría para el aprendizaje móvil o m-educativa debe considerar dos ejes: de comunicación y de acceso a la información”.

En la práctica, los estudiantes señalaron ciertas acciones educativas apoyadas desde su teléfono celular, como tomarle una fotografía al pizarrón o a los apuntes del compañero/a, acceder a información vía Internet, grabar en audio/video la clase del docente, visualizar documentos PDF.

6- Metodología

Este avance de las TIC (tecnología de información y comunicación) provoca una reevaluación de los procesos de enseñanza aprendizaje tradicionales, sobre todo en las ciencias agropecuarias y agroalimentarias.

El cuestionario se empleó con dos cohortes de alumnos de dos carreras de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca, una cohorte con 14 (100%) alumnos del quinto año, ciclo profesional de la carrera de Ingeniería Agronómica y la segunda cohorte cuatro alumnos (100%) de la carrera TUPA (Tecnicatura Universitaria en Procesos Agroalimentarios).

Para abordar el objetivo de este trabajo de investigación se utilizó una encuesta

“CUESTIONARIO PARA ANÁLISIS DE USOS DE TECNOLOGÍA MÓVIL Y SOCIAL EN RELACIÓN CON ACTIVIDADES, DESARROLLO DE TAREAS, INTERACCIONES Y CON LA CREACIÓN DE ENTORNOS DE APRENDIZAJE”.

Este cuestionario consta de cinco bloques de preguntas para análisis de usos de tecnologías móvil y social en relación con actividades, desarrollo de tareas, interacciones y con la creación de entornos de aprendizaje.

7-Resultados

Al inicio del cursado de la asignatura, el mayor porcentaje de alumnos relevados (mayor al 50%) utilizaban las tecnologías móviles con fines sociales más que académicos, no obstante reconocieron que existen aplicaciones educativas con las que podrían realizar actividades que apoyaran su desempeño académico.

Al final del cuatrimestre se les tomó una encuesta, la cual se implementó en el total de la cohorte de alumnos del quinto año de la carrera de Ingeniería Agronómica y en el primer año de la carrera de la Tecnicatura Universitaria en Producción Agroalimentaria (TUPA). En la carrera de ingeniería agronómica, la cohorte tiene un 58% de los alumnos que son varones, el resto mujeres. Las edades varían entre 21 y 28 años. En TUPA el 50% de la cohorte (2 alumnos) son varones y el otro 50% mujeres, las edades varían entre 30 y 44 años.

En la tecnicatura, los alumnos en general no utilizan el celular más que en sus prestaciones usuales de comunicación personal, no consideran la opción de que este sea una herramienta de vinculación tecno-académica.

En cuanto a la tecnología móvil utilizada por los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica, celulares conectados a internet, 4G o wifi, más del 90% de los alumnos utilizan WhatsApp, twitter

un 71%, sin embargo, utilizan para intercambiar archivos en extensión pdf más del 90%, las tablets no son utilizadas en trabajos colaborativos, menos del 20% de alumnos poseen alguna.

En actividades áulicas o trabajos colaborativos o participaciones en foros en los cuales los alumnos realicen interconsultas, su uso es de un 27%, para intercambiar archivos de trabajos grupales terminados; en cuanto a consulta a los docentes tutores a través de las app del aula virtual o de mensajes de celular, un 20%.

En el uso de entornos sociales, en un 80% se usa Facebook y google como espacios de comunicación, como fuentes de información, investigación e intercambio de datos o noticias.

Los lugares en los que utilizan preferentemente las tecnologías móviles para estudio y aprendizajes, que a veces no son posibles con otras tecnologías, son en la casa. Más del 90% de los alumnos tienen acceso a otros centros de estudios, al aula virtual, realizan consultas, ven tutoriales, están en contacto en época escolar más del 90% de su tiempo.

También más del 40% aprendieron otras técnicas de estudios, como mapas conceptuales, costos agropecuarios, y les ayudó en trabajos de investigación a campo-toma de datos, GPS, entre otros.

8-Conclusiones

En esta “sociedad del conocimiento”, sometida a constantes cambios por la celeridad y globalización de las Tics, la ubicuidad de las mismas, exigen a los individuos un proceso de aprendizaje constante, tanto para docentes como para alumnos.

En la práctica, los estudiantes señalaron ciertas acciones educativas apoyadas desde su teléfono celular, como tomarle una fotografía al pizarrón o a los apuntes del compañero/a, acceder a información vía Internet, grabar en audio/video la clase del docente, visualizar documentos PDF, consulta con compañeros/as vía voz o mensajes cortos (SMS), entre otras acciones.

En la universidad actual habría que pensar en que los itinerarios curriculares incluyan el m-learning en su concepción y desarrollo como parte de estrategias didácticas y de aprendizaje, ya que los alumnos se comunican entre sí aún en clases (SMS, WhatsApp) ya sea para consultas, puntos de vistas, a veces en evaluaciones de control (lo cual produce distracción). Por ello habría que recurrir a otras planificaciones, modelos de clases que involucren dispositivos, formalizando más la intervención de estos aparatos.

Por ello, es necesario seguir avanzando en la investigación en torno a las mejores vías para orientar los esfuerzos didácticos y de aprendizaje de la comunidad académica actual.

9-Referencias bibliográficas

- Álvarez Rivera, A. (2013). Dispositivos móviles en las aulas. I.E.S. Salvaterra de Miño en Pontevedra. España. Recuperado en <http://www.educaweb.com/noticia/2013/03/11/dispositivos-moviles-aulas-6038/>
- Baz Alonso, A.; Ferreira Artime, I.; Álvarez Rodríguez & García Baniello, R. (2009) Dispositivos móviles. Ingeniería de telecomunicación. Universidad de Oviedo. Recuperado de <http://156.35.151.9/~smi/5tm/09trabajos-sistemas/1/Memoria.pdf>
- Brown, T. (2005). Beyond constructivism: Exploring future learning paradigms. Education Today, 2, Recuperado de http://pedagogy.ir/images/pdf/beyond_constructivism.pdf
- Drucker, Peter. (1994).Gerencia para el futuro. Barcelona. Grupo Editorial Norma.
- Krugüer, K. (2006) El concepto de la sociedad del conocimiento, en Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales (Serie documental de Geo Crítica), Universidad de Barcelona. Volumen XI, N° 683, 25 de octubre de 2006. www.ub.edu/geocrit/b3w-683.htm
- Hargreaves, A. (2003). Enseñar en la sociedad del conocimiento. Madrid, España: Octaedro.
- Lema, Fernando (2001).Sociedad del conocimiento ¿Desarrollo o dependencia? Montevideo: Cinterfor, 387 p. (Herramientas para la transformación, 15). Recuperado de http://www.ilo.org/public//spanish/region/ampro/cinterfor/publ/gen_sur/index.htm
- Meirieu, P, 1994a, Apprendre... oui, mais comment. 12.^a ed., París, Esf. [1.a ed., 1987]. 2001b, La opción de educar: ética y pedagogía, Barcelona, Octaedro. (Le choix d'éduquer: étique et pédagogie, París, Esf, 1991).
- Monográfico Scopeo (Vol. 3). (2011). Salamanca, Spain: Universidad de Salamanca. Recuperado de <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/04/scopeom003.pdf>
- Naismith, L. (2004). Literature review in mobile technologies and learning. NESTA Futurelab series, report 11. Bristol: NESTA Futurelab.SCOPEO. M-learning en España, Portugal y América Latina Scopeo.
- Reporte EduTrends. (2015). Aprendizaje basado en retos. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. México. Recuperado en Junio de 2017 <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsabr/>

Tesis de alumnos de postgrado

Tesis de Maestría en Docencia Univertsitaria de Disciplinas Tecnológicas:

Título:

“Dificultades relacionadas con las herramientas cognitivas y conceptuales para el aprendizaje de *soluciones acuosas* en estudiantes de Ingeniería de Minas, Agrimensura y Electrónica de la UNCa”

Autora:

Mgter. Farm. Alejandra Irupé Ocampo
Carrera de Maestría en Docencia Universitaria de Disciplinas Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Nacional de Catamarca

Correo E: aiocampo@hotmail.com

Docente de la cátedra de Química
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas
Universidad Nacional de Catamarca.

Integrante del Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MAESTRIA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA DE DISCIPLINAS TECNOLOGICAS

Trabajo Final

**“Dificultades relacionadas con las herramientas
cognitivas y conceptuales para el aprendizaje de
soluciones acuosas en estudiantes de Ingeniería de
Minas, Agrimensura y Electrónica de la UNCa”**

Farm. Alejandra Irupé Ocampo

**Directora: Dra. Martha S. Cañas
Co-Director: Dr. Pedro G. Enriquez**

Agradecimientos

A Martha Cañas, amiga y directora de tesis por su dedicación, compromiso y entrega; y por la búsqueda constante de mejorar la profesión docente. Gracias por los mates, por las largas horas de estudio, por los oídos atentos y por la voz dispuesta a construir. Gracias por el hombro y los pañuelos, por los abrazos y por tenderme la mano cuando sentía que ya no daba más.

A Pedro Enriquez, amigo y codirector, por su tiempo y generosidad, porque a pesar de la distancia estuvo siempre a mi lado.

A mis amigos y compañeros de cátedra, Carolina Mohaded y Luís Palomeque, por su afecto, compañía y tolerancia. Gracias mis queridos.

A Mary Pulido, amiga y compañera, gracias por existir.

A la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas por la posibilidad de realizar la labor que más amo: la docencia.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a todas las personas que dirigen y coordinan esta carrera, en especial al Ing. Ángel Miranda y al Dr. Elio Navarro, por ofrecer a los docentes catamarqueños una excelente alternativa de formación.

A la SECyT - UNCa por las becas otorgadas, que de alguna manera estimularon la culminación de esta etapa de investigación.

A todas aquellas personas que me acompañaron en este viaje.

Por último dedico este trabajo a mis estudiantes, ya que sin ellos mi labor no tiene sentido.

GRACIAS A TODOS.

Índice

Introducción

Introducción.....	1
-------------------	---

Capítulo 1

1. Contexto de la Investigación	4
1.1. Marco académico-institucional	4
1.1.1. El perfil del ingeniero y su formación profesional.....	4
1.1.2. Las ciencias básicas en la formación del ingeniero.....	7
1.1.3. La química en la Ingeniería.....	8
1.1.4. Química en el Ciclo Común de Articulación (CCA).....	11
1.1.5. Química en la F.T.yC.A. - UNCa.....	15
1.1.6. Características del ingresante a las carreras de la F.T.yC.A.....	18
1.2. La química como objeto de estudio.....	20

Capítulo 2

Encuadre de la Investigación	22
2.1. Planteamiento del Problema	22
2.2. Objetivos	24
2.2.1. Objetivos Generales.....	24
2.2.2. Objetivos Específicos.....	25
2.3. Justificación	26
2.4. Antecedentes	27
2.5. Metodología	32
2.5.1. Etapa 1	32
2.5.1.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
2.5.1.2. Selección de los sujetos	33
2.5.1.3. Instrumento de recolección de datos	34
2.5.1.4. Categorías de análisis	35
2.5.1.5. Análisis de datos	37

2.5.2. Etapa 2	37
2.5.2.1. Tipo y diseño de investigación	37
2.5.2.2. Selección de los sujetos	38
2.5.2.3. Instrumento de recolección de datos	38
2.5.2.4. Categorías de análisis	40
2.5.2.5. Análisis de datos	41

Capítulo 3

3. Marco Teórico	43
3.1. Teorías del aprendizaje	44
3.1.1. Teoría genético – epistemológica de Piaget (1896-1980)	50
3.1.2. La escuela histórico-cultural de Vygotski (1896-1934)	53
3.1.3. Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1918-2008).....	57
3.1.3.1. Condiciones para el aprendizaje significativo	57
3.1.3.2. Tipos de Aprendizajes Significativos	58
3.1.3.3. Categorías de aprendizaje significativo	61
3.2. Dificultades en el aprendizaje de las Ciencias	67
3.2.1. La resolución de problemas	70
3.2.2. Las ideas previas	77
3.2.2.1. Hipótesis sobre la construcción del conocimiento escolar	82
3.2.2.2. El conocimiento escolar y las relaciones entre el conocimiento científico y cotidiano	84

Capítulo 4

4. Análisis de las herramientas cognitivas necesaria para la resolución de situaciones problemáticas de “soluciones acusas”.	
4.1. Introducción	92
4.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas	93
4.3. Resultados y Discusión	96
4.4. Consideraciones generales del capítulo	103

Capítulo 5

5. Análisis de las ideas previas y los conocimientos previos relacionados a “soluciones acuosas”.

5.1. Introducción	106
5.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas	108
5.3. Resultados y Discusión	111
5.3.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.)	111
5.3.2. Proceso de Disolución (P.D.)	123
5.3.3. Constitución de las Soluciones (C.S.)	133
5.3.4. Relaciones Cuantitativas en las Soluciones Acuosas (R.C.)	135
5.4. Consideraciones finales del capítulo	144

Capítulo 6

6. Análisis de las herramientas conceptuales empleadas en la resolución de situaciones problemáticas formales de “soluciones acuosas”.

6.1. Introducción	149
6.1.1 Aspectos adicionales de la resolución de problemas	151
6.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas	153
6.3. Resultados y Discusión	154
6.3.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.)	154
6.3.2. Proceso de Disolución (P.D.)	161
6.3.3. Constitución de las Soluciones (C.S.)	170
6.3.4. Relaciones Cuantitativas en las Soluciones Acuosas (R.C.)	173
6.3.5. Cálculo de la Concentración para Soluciones Acuosas (C.C.)	186
6.3.6. Análisis de las respuestas dadas en los exámenes finales en relación con las categorías S.S.M., P.D. y C.S.	189
6.3.7. Análisis de las respuestas dadas en las evaluaciones parciales en relación con las categorías R.C. y C.C.	195
6.3.8. Análisis comparativo realizado entre el postest y parcial para el cálculo y manejo de las unidades de concentración	203
6.4. Consideraciones finales del capítulo	208

Conclusiones

Conclusiones	213
--------------------	-----

Referencias Bibliográficas

Referencias Bibliográficas.....	216
---------------------------------	-----

Anexos A

A.1.- Pretest ciclo lectivo 2005	225
A.2.- Postest ciclo lectivo 2005.....	226
A.3.- Pretest ciclo lectivo 2006.....	227
A.4.- Postest ciclo lectivo 2006.....	230

Anexos B

B.1.- Programa analítico de contenidos conceptuales	233
B.2.- Orden de los Trabajos prácticos	235
B.3.- Cronograma de actividades. Año 2006	236

Índice de Cuadros

Cuadro 1.1. Contenidos mínimos y la carga horaria para Química (CCA).....	13
Cuadro 2.1. Detalle de la categorías y sub-categorías el análisis de cada situación problemática (pretest y postest)	36
Cuadro 2.2. Detalle de preg. e ítems correspondientes analizados para cada categoría (pretest y postest).....	42
Cuadro 3.1. Teorías Ambientalista de Aprendizaje	46
Cuadro 3.2. Aportes de las teorías de Piaget, Vygotski y Ausubel.....	66
Cuadro 4.1. Categorías y subcategorías de análisis.....	94
Cuadro 5.1. Expresiones de los estudiantes con relación a sistemas materiales (preg. 1.a – Pretest)	115
Cuadro 5.2. Expresiones de los estudiantes con relación a la clasificación del sistema material (preg. 1.c - Pretest).....	118
Cuadro 5.3. Expresiones de los estudiantes con relación al proceso de disolución (pretest).....	127
Cuadro 6.1. Expresiones de los estudiantes con relación a sistemas materiales (preg. 1.a - Postest).	156
Cuadro 6.2. Expresiones de los estudiantes con relación a la clasificación del sistema material (preg. 1.c - Postest).	159
Cuadro 6.3. Expresiones de los estudiantes con relación al proceso de disolución (postest).....	165
Cuadro 6.4. Expresiones de los estudiantes, en respuesta a la preg. 2.b del Postest.....	176

Índice de Figuras

Figura 3.1. Clasificación de las situaciones de aprendizaje según Ausubel y col.	59
Figura 4.1. Análisis de las estrategias de resolución de problemas	98
Figura 4.2. Análisis del tratamiento lógico – matemático	99
Figura 5.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.). Porcentaje de respuestas para los ítems a, b y c de la preg.1-Pretest	112
Figura 5.2. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.). Porcentaje de respuestas para ítem a de la preg. 3 del Pretest	122
Figura 5.3. El proceso de disolución (P.D.). Porcentaje de respuestas para los ítems d, e, y f de la preg. 1 del Pretest	124
Figura 5.4. Constitución de las soluciones (C.S.). Porcentaje de respuestas para el ítem g y h de la preg. 1 del Pretest.....	133
Figura 5.5. Relaciones Cuantitativas (R.C.). Porcentaje de respuestas para los ítems a, b y c de la preg. 2 del Pretest.....	138
Figura 5.6. Relaciones Cuantitativas (R.C.). Porcentaje de respuestas para el ítem b de la preg. 3 del Pretest.....	139
Figura 5.7. Relaciones Cuantitativas (R.C.). Porcentaje de respuestas para ítems a, b y c de la preg. 4 del Pretest.....	141
Figura 6.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.). Porcentaje de respuestas para ítems a, b y c de la preg.1 del Postest	154
Figura 6.2. El proceso de disolución (P.D.). Porcentaje de respuestas para los ítems d, e, y f de la preg. 1 del Postest.....	163
Figura 6.3. Constitución de las soluciones (C.S.). Porcentaje de respuestas para el ítem g y h de la preg. 1 del Postest.....	171
Figura 6.4. Relación Cuantitativa (R.C.). Porcentaje de respuestas para los ítems a, b y e de la preg. 2 del Postest	174
Figura 6.5. Relación Cuantitativa (R.C.). Porcentaje de respuestas para el ítem a y b de la preg. 3 del Postest	180
Figura 6.6. Relación Cuantitativa (R.C.). Porcentaje de respuestas	

para ítem b de la preg. 4 del Postest	184
Figura 6.7. Cálculo de la Concentración (C.C.). Porcentaje de respuestas para la preg. 2 ítem c y la preg. 4 ítem d del Postest	187
Figura 6.8. Cálculo de la Concentración (C.C.). Porcentaje de respuestas para el ítem d de la preg. 2 del Postest	188
Figura 6.9. Se expresa el porcentaje de respuestas para la preg. 5 ítem a y b, y para la preg. 6. Parcial de Química, 2006	197
Figura 6.10. Contrastación de los resultados entre el postest y el parcial para el cálculo de molaridad (Bloque 1)	205
Figura 6.11. Contrastación de los resultados entre el postest y el parcial para el cálculo de g de soluto (Bloque 2)	206
Figura 6.12. Contrastación de los resultados entre el postest y el parcial para el cálculo y procedimientos de dilución (Bloque 3)	207

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Detalle de conformación de la muestra analizada durante el ciclo lectivo 2005	34
Tabla 2.2. Detalle de conformación de la muestra analizada durante el año 2006	38
Tabla 3.1. Diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental	74
Tabla 4.1. Porcentaje de respuestas correctas para cada categoría en el pretest y en el postest	97
Tabla 5.1. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a esquema representativo del proceso de disolución y tipo de fenómeno involucrado	128
Tabla 5.2. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a conservación de la masa en formación de una solución y esquema representativo del proceso	131
Tabla 5.3. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a tipo de fenómeno y conservación de la masa durante el proceso de disolución	132
Tabla 5.4. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. 2 ítem a del pretest. Relación (RC)/(RT)	136
Tabla 5.5. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. 2 ítem b del pretest. Relación (RC)/(RT)	137
Tabla 5.6. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. 4 del pretest. Relación (RC)/(RT)	143
Tabla 6.1. Porcentaje de respuestas correctas para Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.); pretest – postest	161
Tabla 6.2. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a esquema representativo del proceso de disolución y tipo de fenómeno involucrado	166
Tabla 6.3. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a conservación de la masa y esquema representativo	

del proceso de disolución.....	167
Tabla 6.4. Frecuencias absolutas según el cruce de respuestas a tipo de fenómeno y conservación de la masa durante el proceso de disolución	168
Tabla 6.5. Porcentaje de respuestas correctas para la categoría Proceso de disolución (P.D.), pretest – postest	169
Tabla 6.6. Porcentaje de respuestas correctas a la categoría Constitución de las Soluciones (C.S.); pretest - postest	172
Tabla 6.7. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. 2 ítem a del postest. Relación (RC)/(RT)	175
Tabla 6.8. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. 2 ítem b del postest. Relación (RC)/(RT)	177
Tabla 6.9. Estudiantes que respondieron correctamente a la categoría Relación Cuantitativa (R.C.), pretest - postest.	185
Tabla 6.10. Estudiantes que respondieron correctamente a la preg. el examen parcial	203

Índice de Imágenes y Esquemas

Imagen 6.1.	Ejemplos de respuestas incorrectas para la preg. 3 ítem a del Postest	181
Imagen 6.2.	Ejemplos de respuestas incorrectas para la preg. 3 ítem a del Postest	182
Imagen 6.3.	Copia del esquema realizado por E1 sobre el Proceso de Disolución;examen final oral	191
Imagen 6.4.	Imagen tomada del examen de E3 con relación al Proceso de Disolución.....	193
Imagen 6.5.	Imagen tomada del examen de E4 con relación al Proceso de Disolución.....	194
Imagen 6.6.	Ejemplos de respuestas correctas para la preg. 5 ítems a y b del tema 1 y 2 del examen parcial.....	198
Imagen 6.7.	Ejemplo de respuesta incorrecta para la preg. 5 ítems a y b, del tema 2 del examen parcial	199
Imagen 6.8.	Ejemplos de respuestas correctas para la preg. 6 del tema 1 del examen parcial	200
Imagen 6.9.	Ejemplos de respuestas incorrectas para la preg. 6 del tema 1 y 2 del examen parcial	201
Esquema 1.	Esquema general de la investigación	3
Esquema 5.2.	Esquema conceptual utilizado en clases	109

Introducción

Abordar la problemática del aprendizaje de las ciencias es de significativa importancia, ya que aporta datos valiosos en torno a una serie de dificultades presentes en el proceso de comprensión y apropiación del conocimiento científico. Sobre la base de las mismas, el docente podrá diseñar y planificar nuevas estrategias de enseñanza, que faciliten el aprendizaje en los estudiantes.

Química es una de las asignaturas correspondientes a las Ciencias Básicas que se dictan en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la U.N.Ca; y junto con la Física y la Matemática, participa en la "construcción" de las carreras de Ingeniería. El tema "soluciones acuosas" constituye uno de los contenidos curriculares mínimos acordados para esta disciplina, en el marco del Ciclo Común de Articulación (CCA)," para las carreras de Ingeniería de las Universidades del NOA.

Dado que, frente a situaciones problemáticas relativas a "soluciones acuosas", los estudiantes, en general, realizan procesos algorítmicos mecánicos de resolución, sin alcanzar la comprensión y la construcción real de los conceptos; resultó de interés averiguar cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes para el aprendizaje de "soluciones acuosas".

Considerando que el aprendizaje de los conceptos científicos supone una articulación dinámica entre un conjunto de ideas y conocimientos previos y el nuevo conocimiento, se realizó esta investigación en torno a dos ejes. Por un lado se buscó indagar sobre aquellas capacidades cognitivas puestas en juego por los estudiantes durante la actividad misma de la resolución de problemas; y por otro lado, se consideró analizar en los estudiantes la dinámica de su sistema de conocimientos. Para ello, se trabajó contraponiendo dos contextos de aplicación diferente; el contexto cotidiano y el académico-científico.

La primera parte de este trabajo, de naturaleza teórica, se estructura de la siguiente manera: en el primer capítulo, se presenta la descripción del contexto general en el cual se desarrolló la investigación; en él se incluyen no sólo los aspectos académicos-institucionales, sino además, una serie de particularidades inherentes a la Química como área de estudio. A continuación, en el capítulo dos, denominado encuadre de la *Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

investigación, se plantean el problema y los objetivos del trabajo, algunos antecedentes relacionados a la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, entre ellas la Química y con “soluciones acuosas” en particular, realizando además la descripción de la metodología de trabajo desarrollada. Finalmente, en el capítulo tres correspondiente al marco teórico, se exponen las teorías y los elementos conceptuales más importantes que orientaron el proceso de investigación. Dado que, las dificultades de aprendizaje que manifiestan el alumnado a lo largo de su proceso educativo, han sido estudiadas desde múltiples perspectivas y han generado marcos conceptuales y modelos explicativos diversos, en este apartado se explicita la postura teórica adoptada al respecto.

La segunda parte, de naturaleza empírica, consta de tres capítulos, en los cuales se presentan y discuten los resultados obtenidos en relación con las herramientas cognitivas y conceptuales relativas a la resolución de problemas de “soluciones acuosas”. Cada uno de los capítulos destinados a resultados, consta de una breve introducción teórica, relacionada específicamente al aspecto analizado en el mismo, las consideraciones metodológicas particulares para esa etapa de investigación, los resultados obtenidos y su discusión, así como una serie de consideraciones finales en relación con lo expuesto. En el último capítulo se presentan las conclusiones finales de la investigación.

1. Contexto de la investigación

En cualquier situación educativa existe: un sujeto que aprende, un sujeto que enseña, un objeto de conocimiento y un contexto en donde se producen interacciones. Así, todo docente universitario está inserto en una determinada realidad institucional y se especializa en un área de conocimiento.

Con relación a estos dos últimos aspectos, se realizará a continuación, un análisis del marco institucional en el cual se plantea la problemática de aprendizaje que motiva la presente investigación; como así también, se hará referencia a algunos aspectos lógico - epistemológicos que caracterizan a la Química, objeto de estudio al que refiere dicha problemática.

1.1. Marco académico-institucional

El contexto socio-profesional y el marco socio-institucional delimitan los procesos de enseñanza y aprendizaje de una determinada disciplina. Esto incluye el perfil profesional del estudiante que se está formando, el rol de la disciplina en la formación profesional, las características de la Institución Educativa, entre otros.

1.1.1. El perfil del ingeniero y su formación profesional

Según el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI):

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales (Reimundín, 2004:7).

Dentro de esta definición se encuentran ciertos elementos fundamentales que describen la esencia de la ingeniería.

- La ingeniería es una profesión que aspira a lograr elevados patrones de conducta, y reconoce la responsabilidad hacia los destinatarios, hacia los mismos ingenieros y hacia la sociedad en su conjunto.
- La Ingeniería está basada en un cuerpo especial de conocimientos y sus miembros adquieren la categoría de profesional mediante sendas bien definidas de educación y entrenamiento.

A criterio de CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería), la práctica de la Ingeniería comprende:

El estudio de la factibilidad técnico económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente, constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la Ingeniería debe observar (Reimundín, 2004:8).

Por su parte, la CAI (Comisión de Enseñanza del Centro Argentino de Ingenieros) define un conjunto de cualidades que configuran el perfil del ingeniero (Reimundín, 2004), entre las cuales pueden destacarse las siguientes:

- Poseer conocimientos sólidos de las ciencias básicas constituidas por la matemática, la física y la química, a fin de obtener rigor lógico en sus juicios y capacidad para abordar las ciencias de la Ingeniería, eslabón necesario entre las ciencias básicas y las tecnologías.
- Capacidad de análisis de los fenómenos naturales comprendidos en su especialidad, como así también de los aspectos económicos, jurídicos y sociales inherentes a su profesión, de forma de proponer, desarrollar y dirigir las transformaciones tecnológicas correspondientes a sus proyectos.
- Capacidad para concebir proyectos, aplicando criterios de diseño, cálculo, medición, construcción, operación y mantenimiento de sistemas propios de su especialidad.
- Capacidad para participar o dirigir investigaciones en los campos de la ciencia aplicada y de las ciencias puras, sea para lograr desarrollos originales como para

mejorar los existentes. Tendrá asimismo, los atributos para cumplir una carrera en la docencia.

- Poseer sólidos conocimientos sobre Administración de la Gestión Empresarial, lo que involucra poder dominar la previsión, el planeamiento, la organización, la conducción y el control de las organizaciones puestas bajo su dirección.
- Lograr un nivel de conocimientos y habilidades suficientes para utilizar la informática en los procesos de toma de decisiones y en el diseño y administración de sus proyectos.
- Desarrollar un elevado nivel de creatividad, racionalidad e iniciativa en la aplicación de los recursos humanos, naturales, físicos, técnicos, financieros y de información puestos bajo su responsabilidad, de forma de lograr los mejores resultados.
- Poseer conocimientos adecuados sobre la naturaleza del hombre como persona, para poder comunicarse en ambientes culturales variados y encontrar la forma de ejercer un natural liderazgo de los grupos que deba conducir.
- Capacidad de integración de grupos interdisciplinarios de trabajo, teniendo en claro el rol que como ingeniero le competará en los mismos.
- Vocación para comprometerse con un proceso de aprendizaje de por vida, teniendo la mente abierta y receptiva a nuevos conocimientos y a nuevas formas de hacer.

Además, el autor expresa que una de las coincidencias básicas logradas en las Jornadas sobre “La Formación de los Ingenieros en la Argentina de Hoy y del Siglo XXI”, se refiere a lo necesario que resulta para el Ingeniero, un adecuado conocimiento del medio, lo cual permite seleccionar, de todo el progreso técnico, aquellos aspectos más apropiados. Teniendo en cuenta que el propio país o región no es una copia ni un espejo de otros países o regiones y, por lo tanto, el color local es un factor que contribuye decisivamente a la calidad de vida, un objetivo irrenunciable de la Ingeniería.

En el mismo documento el autor afirma que el Ingeniero debe ser consciente del paradigma del desarrollo sustentable y sostenible, pues estará involucrado en las alteraciones del ambiente físico y social mediante sus realizaciones y la evaluación, selección, utilización y difusión de metodologías y tecnologías en permanente evolución.

Es fundamental, por tanto, inculcar en los estudiantes de Ingeniería el respeto por el medio ambiente.

1.1.2. Las ciencias básicas en la formación del ingeniero

Otra de las conclusiones de las Jornadas sobre “La Formación de los Ingenieros en la Argentina de Hoy y del Siglo XXI” puntualiza lo absolutamente fundamental que resulta para el ingeniero, la formación en las ciencias básicas (matemática, física y química), las que, junto con las ciencias de la Ingeniería (mecánica, termodinámica, electrotécnica, etc.) son una condición “sine qua non” de su formación, otorgando al ingeniero su perfil característico y su especial criterio para el enfoque de los problemas (Reimundín ,2004).

Es sabido que el mundo de la tecnología y del trabajo está siendo continuamente redefinido, y gran parte de los conocimientos específicos que los estudiantes universitarios aprenden en su formación de grado, perderán vigencia rápidamente. Por lo tanto, se requiere una formación que valore las áreas básicas y contribuya a desarrollar la capacidad intelectual de los estudiantes, preparándolos para el cambio y permitiéndoles operar criteriosamente con los avances tecnológicos y la diversidad económica y cultural.

El Ciclo Básico o Módulo de Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería es una etapa fundamental para la formación del Ingeniero, en la que se procura que el estudiante alcance niveles superiores en su capacidad de entender conceptualmente fenómenos físicos y químicos y de hacer uso de ellos para explicar procesos tecnológicos. Al mismo tiempo, se fortalecen las competencias para el campo de las matemáticas y la representación gráfica, la iniciación en informática y la capacidad de trabajo en equipo. También se procura incentivar la creatividad y la originalidad del estudiante a partir del análisis y la discusión de los pasos que llevaron al descubrimiento de las leyes fundamentales de las Ciencias de la Ingeniería (Donzelli, 2004).

1.1.3. La química en la Ingeniería

Según lo expresado en el trabajo de Wottitz y Cañas (2004), la ingeniería nació con los primeros problemas que los hombres tuvieron que resolver para lograr sobrevivir. Ha evolucionado y se ha desarrollado como un arte práctico y como una profesión a lo largo de más cincuenta siglos de historia documentada. En un sentido amplio se puede rastrear

sus raíces hasta el nacimiento de la civilización misma, y su progreso ha sido paralelo al progreso de la humanidad.

Nuestros antepasados remotos intentaron controlar y utilizar los materiales y las fuerzas naturales para una mayor calidad de vida, tal como lo seguimos haciendo en la actualidad. Se dedicaron a estudiar y observar las leyes de la naturaleza, y desarrollaron un conocimiento de las ciencias y las matemáticas.

En la búsqueda de soluciones para los problemas, los ingenieros utilizan los materiales y las fuerzas naturales. Existe una lista casi ilimitada de materiales, tanto naturales como procesados, que pueden utilizar los ingenieros para hacer sus diseños. Ellos seleccionan los materiales apropiados según su disponibilidad, costo y propiedades físicas y químicas. Así mismo, buscan soluciones que resulten económicas: esto es, que los beneficios excedan a los gastos. Pero también deben cuidar el medio ambiente donde tienen lugar, de modo que, en definitiva todas las obras de ingeniería, desde las más pequeñas hasta las más grandes deben beneficiar a la humanidad.

Tanto el ingeniero como el científico reciben educación completa en matemáticas y ciencias naturales, sólo que el científico usa su conocimiento principalmente para adquirir nuevos conocimientos, mientras que el ingeniero lo aplica para diseñar y desarrollar dispositivos, estructuras y procesos utilizables (Wright, citado por Wottitz y Cañas, 2004:52).

La ingeniería es una profesión diversificada. Se compone de varias ramas principales o campos de aplicación, y docenas de ramas menores, las que han sido creadas como respuesta al constante incremento de los conocimientos fundamentales.

Independientemente de la especialidad de ingeniería considerada, todas ellas tratan con materiales. Probablemente la importancia de los materiales en nuestra cultura es mayor de lo que realmente se piensa. Cada segmento de nuestra vida cotidiana está influido en mayor o menor medida por los materiales: transporte, vivienda, vestimenta, comunicación, recreación y alimentación. En los últimos 50 años se han desarrollado decenas de miles de materiales distintos para satisfacer las necesidades de nuestra moderna y compleja sociedad.

La producción de nuevos materiales y el procesado de éstos hasta convertirlos en productos acabados, constituyen una parte importante de la economía. Por ello es importante que los ingenieros conozcan la estructura interna y las propiedades de los

mismos, para seleccionar los más adecuados para cada aplicación (Callister, citado por Wottitz y Cañas, 2004:52).

Hablar de materiales significa en esencia hablar de la materia y sus cambios, área del conocimiento que es abordado por la *Química*. La materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un volumen. Todo lo que nos forma y rodea es materia y energía. En los cursos básicos de química se empieza el camino para comprender las leyes que rigen los cambios de la materia.

De esto se desprende la necesidad que todos los ingenieros tienen (aún aquellos cuyo eje principal no es la química) de los conocimientos básicos de esta ciencia. La química constituye uno de los pilares fundamentales para la comprensión de otras disciplinas científicas y tecnológicas, y junto con la Física y la Matemática participan en la "construcción" de las carreras de Ingeniería.

La Resolución N° 1232/01 MECyT puntualiza como objetivo de esta disciplina para el ciclo básico de las carreras de Ingeniería:

"Proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de su empleo en la Ingeniería".

Acorde con ello, en la misma resolución se fijan como contenidos mínimos para química aquellos relacionados con la *estructura de la materia, equilibrio químico, metales y no metales, y cinética básica*.

Así mismo, Wottitz y Cañas (2004) expresan que, para comprender cómo se transforma la materia en cualquier proceso de Ingeniería, desde lo más cotidiano hasta las grandes obras, se deben tener en cuenta, por lo menos:

- ¿Cuál y cuánto producto (o servicio) se puede obtener como máximo? ¿Cuántos recursos se necesitan?
- El proceso elegido, ¿es energéticamente viable?
- ¿Cuál es la velocidad del proceso?
- ¿Cuál es el rendimiento real del proceso? ¿De qué depende? ¿Cómo se puede mejorar?

Es a partir de la Química que se comprenden las leyes básicas que rigen la naturaleza y la relación entre las propiedades macroscópicas y la estructura microscópica de los materiales.

Si bien las teorías fundamentales de la ciencia cambian relativamente poco, el volumen de información que se obtiene y se acumula a diario es inmenso. Por eso, uno de los objetivos de la enseñanza de la Química en las carreras de Ingeniería, es lograr que los estudiantes seleccionen la información relevante, y desarrollen la capacidad de apropiarse de los conocimientos científicos y de utilizarlos. Ello permitirá la adaptación del futuro profesional a situaciones cambiantes y la adquisición de estos nuevos conocimientos.

En este contexto, el papel de las Ciencias Básicas en general y el de la Química en particular, resulta fundamental como eje formativo de la educación tecnológica, pues para el logro del perfil profesional no se puede prescindir de un aprendizaje riguroso de la ciencia en un mundo en que la generación y aplicación del conocimiento es la principal fuerza productiva.

1.1.4. Química en el Ciclo Común de Articulación (CCA)

Como respuesta a la convocatoria que la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación realizara en el año 2002, las cinco Universidades del Noroeste Argentino (NOA) conformaron un Consorcio y elaboraron el subproyecto AA5, bajo la denominación "Familia de Carreras de Ingeniería. Propuesta de Articulación Horizontal y Vertical en el NOA" (Fase I), el cual continuó posteriormente en una segunda fase bajo la denominación "El Ciclo Común de Articulación en Carreras de Ingeniería: Su Implementación y Extensión a otras Universidades" (Fase II). El mismo se gestó con el deseo de contribuir significativamente a la creación de un espacio de articulación y de flexibilización de los planes de estudio en las carreras de Ingeniería. Así, se describió como objetivo general del subproyecto, el diseño de un ciclo general básico para la familia de Ingenierías, estableciendo mecanismos de articulación y acreditación a través del armado de redes de cooperación académica del NOA.

El Ciclo Común de Articulación (CCA), resultado de la primera fase del subproyecto, registró un proceso de debate constructivo y de intercambio de experiencias, que implicó en su momento, etapas de reconocimiento mutuo de identidades institucionales, de

diagnóstico de la situación regional, de planificación conjunta de alternativas de consulta, de construcción de acuerdos y compatibilización de propuestas.

El diseño del CCA implicó discusiones que en principio se limitaron a los contenidos y a la carga horaria de las materias de los primeros años que pudieran considerarse equivalentes en las distintas Unidades Académicas del Consorcio. Sin embargo, durante el proceso se discutieron, además, aspectos cualitativos de la actividad académica, llegando a establecerse algunos consensos en relación con las metodologías y la planificación de cada materia. El marco legal en el que se dieron estas discusiones lo constituye la Resolución N° 1232/01 del MECyT, que trata la homogeneización curricular de carreras de Ingeniería.

El CCA se organizó a partir de áreas curriculares identificadas como básicas para la formación profesional de los ingenieros en el marco del CONFEDI y de la mencionada Resolución N° 1232/01 del MECyT, teniendo como característica:

- Duración de un año, ubicado en el 1° año de las carreras de Ingeniería.
- Estructura curricular conformada por cinco áreas curriculares: Matemática, Física, Química, Sistemas de Representación e Informática. Actualmente se está trabajando en la incorporación de un sexto espacio, equivalente a las asignaturas denominadas Introducción a la Ingeniería o Ingeniería y Sociedad.
- Contenidos y bibliografía básica comunes.
- Rango de carga horaria para cada una de las áreas.
- Rango de carga horaria total.
- Desarrollo curricular establecido por cada Unidad Académica, independiente tanto de la modalidad, metodología y sistema de evaluación adoptado, así como de la disponibilidad de infraestructura y recursos humanos, organización y reglamentaciones de cada institución.

En el Cuadro 1.1, se detallan los contenidos mínimos y la carga horaria para el área curricular "Química", tal como figura en el documento correspondiente al Convenio de Articulación entre las Universidades del Consorcio.

El programa sintético de Química sobre la base de los contenidos mínimos es el siguiente:

- I. Principios de la química
- II. Estructura atómica, sistema periódico y uniones químicas
- III. Estados de la materia
- IV. Soluciones
- V. Termodinámica química
- VI. Cinética química.
- VII. Equilibrio químico
- VIII. Equilibrio químico en soluciones acuosas
- IX. Electroquímica

Cuadro 1.1. Contenidos mínimos y la carga horaria para Química (CCA).

ÁREA	CONTENIDOS BÁSICOS	CARGA HORARIA TOTAL
Q U I M I C A	-Principios de la Química -Materia: Propiedades. Leyes fundamentales de la química. -Estructura Atómica, Sistema Periódico y Uniones Químicas: Estructura atómica. Estructura de la tabla periódica. Uniones químicas -Estados de la materia: Estado gaseoso. Fenómenos críticos. Estado líquido. Equilibrio líquido-vapor. Estado sólido. -Soluciones: Soluciones, componentes - Solubilidad. Propiedades coligativas. -Termodinámica Química: Primera ley de la termodinámica. Termoquímica. Funciones de estado. -Cinética Química: Velocidad de reacción. Factores que afectan la cinética de una reacción. -Equilibrio Químico: La constante de equilibrio. Factores que afectan el equilibrio. Principio de Le Chatelier. Equilibrio heterogéneo. -Equilibrio Iónico: Teorías ácido-base. Hidrólisis de sales. Autoionización del agua. pH. -Electroquímica: Reacciones de oxido-reducción. Electrolisis. Conductividad eléctrica. Celdas galvánicas. Corrosión.	75-90 hs.

Así mismo, la bibliografía también fue acordada por los miembros del Consorcio para el área Química.

Se lograron acuerdos respecto al número y tipo de trabajos prácticos a realizar. Especialmente en lo que respecta a los trabajos prácticos de laboratorio (TPL), los

docentes del área química del Consorcio acordaron en realizar alrededor de seis TPL, los cuales incluyen experiencias básicas relacionadas a la separación de mezclas, preparación de soluciones, interpretación de sistemas en equilibrio, electroquímica, entre otras.

Sin embargo, todavía no pudieron establecerse criterios y requisitos comunes para la regularización y aprobación de la asignatura, como así tampoco respecto a la forma de evaluar los aprendizajes de los estudiantes.

Los últimos trabajos en comisión de pares disciplinares realizados, tuvieron como uno de sus objetivos el establecer capacidades y competencias específicas para cada una de las áreas curriculares que componen el CCA.

Así, en el Taller Regional Chaco-Corrientes (septiembre de 2005) se identificaron las *capacidades* que deberían desarrollarse en un estudiante de Ingeniería desde la perspectiva de la química. Lo siguiente está tomado textualmente a partir del acta labrada en dicho taller.

Capacidades requeridas a los estudiantes:

- Desarrollo del pensamiento crítico;
- Comprensión y análisis de problemas reales, de la vida cotidiana;
- Comparación y asimilación;
- Comprensión e interpretación de textos; contextualización de situaciones problemáticas;
- Interpretación de fenómenos químicos a través de datos numéricos;
- Comprender la realidad como un todo (interrelación de contenidos);
- Manejo y uso adecuado de materiales de laboratorio;
- Manipulación de materiales con actitud crítica y responsable.

En el Taller Regional Córdoba (noviembre de 2005) se avanzó un poco más, porque se logró establecer algunas competencias para el área química, a saber:

1. Analizar críticamente las situaciones problemáticas planteadas, con el fin de identificar diferentes formas de resolución.

2. Internalizar los vínculos entre los conceptos teóricos y prácticos en la resolución de situaciones problemáticas planteadas, a fin de adquirir un juicio crítico sobre los resultados obtenidos.
3. Emplear adecuadamente el lenguaje simbólico específico de la química, con el fin de manejar la información pertinente y lograr así una buena comunicación.
4. Emplear modelos de representación simples para interpretar situaciones problemáticas y resolverlas adecuadamente.
5. Emplear adecuadamente materiales y procedimientos en la realización experiencias de laboratorio, aplicando los conocimientos teóricos correspondientes.

En cada una de las etapas transitadas hasta el momento, el fortalecimiento del CCA, se produjo y se produce a través de distintos aspectos. Uno es la revalorización del rol de las llamadas materias básicas, entre ellas Química, en la formación integral del ingeniero, las que favorecen el desarrollo del rigor lógico en los juicios y la capacidad para abordar las Ciencias de la Ingeniería.

Otro, es la integración de docentes pertenecientes a distintos campos disciplinares que lograron concertar sus perspectivas curriculares para la formación del futuro ingeniero. En este sentido, una herramienta valiosa para arribar a consensos en los talleres fue la construcción de matrices para la articulación horizontal y vertical de contenidos. En el primer caso al interior del CCA, y en el segundo, integrando conocimientos y procedimientos de asignaturas correspondientes a Tecnologías Básicas y Tecnologías Aplicadas de cada carrera de Ingeniería.

Los acuerdos alcanzados en las distintas áreas curriculares se complementaron con la preparación y la publicación de material didáctico, producido con el objeto de servir de orientación para el trabajo de docentes y estudiantes. Con ello, cada área curricular pretende asegurar un nivel básico común en la formación de los estudiantes de la región.

1.1.5. Química en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa

La Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (F.T.yC.A.) de la Universidad Nacional de Catamarca ofrece un total de cuatro carreras de Ingeniería, una licenciatura, un ciclo básico de Ingeniería y dos títulos intermedios de pregrado universitario.

La Facultad creció significativamente en los últimos ocho años, a partir de la incorporación de la carrera de Ingeniería Electrónica, los títulos intermedios de Técnico en Cartografía Digital y Analista Universitario de Sistemas, y la transformación de la Licenciatura en Sistemas de Información en Ingeniería en Informática.

Desde el año 2002, los procesos de acreditación de carreras se instalaron en las carreras de Ingenierías de nuestro país. A partir de entonces, el tema de la articulación se convirtió en eje prioritario de las políticas del Ministerio de Educación de la Nación y en particular de la Secretaría de Políticas Universitarias. Como consecuencia de ello, una clara política de articulación fue adoptada por las universidades de la región del NOA coincidiendo con políticas académicas globales, que se orientaron a brindar continuidad a los procesos de reformas y actualizaciones curriculares, a reforzar la formación práctica en carreras de grado, a promover el aprendizaje autónomo de los estudiantes, a generar políticas activas para mejorar el rendimiento estudiantil y a disminuir el desgranamiento y deserción, entre otros aspectos. En este contexto, las Facultades de Ingeniería de las Universidades Nacionales del NOA, coordinadas por la Secretaría Académica de la Universidad Nacional de Tucumán formaron un consorcio y como integrantes del mismo analizaron discutieron e implementaron un ciclo básico común, denominado Ciclo Común de Articulación (CCA).

Hasta el año 2003 la cátedra de Química de la F.T.yC.A. dictaba dos asignaturas diferentes: "Química General e Inorgánica" (para las carreras de Ingeniería de Minas, Ingeniería Civil y la Licenciatura en Geología) y "Química General" (para la carrera de Ingeniería Electrónica). En ese año, y debido a cambios en los planes de estudio, se dictó además la asignatura "Química" para las carreras de Ingeniería en Informática e Ingeniería en Agrimensura. Si bien los contenidos mínimos de todas las asignaturas eran básicamente los mismos, existía mucha disparidad entre las cargas horarias de cada una y, por ende, en la profundidad y el enfoque con que se abordaban los distintos temas del programa. Esto constituía un verdadero problema para la cátedra, a lo que se sumaba el escaso recurso humano con que se contaba para el desarrollo de las distintas actividades curriculares.

En el año 2004, la implementación del CCA en la Facultad permitió, entre otros, compatibilizar contenidos y cargas horarias, optimizar los recursos humanos, a la vez que aprovechar mejor la infraestructura para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Básicas en General y de Química en particular. Más aún, el CCA promovió fructíferas

discusiones al interior del Departamento de Formación Básica, acerca de la metodología de enseñanza, la relación teoría-práctica, la estructuración de las cátedras, la articulación horizontal y vertical de contenidos conceptuales y procedimentales, entre otros.

La revalorización de las "asignaturas básicas" en el contexto de las diferentes carreras fue otro de los grandes beneficios del CCA en la Facultad. Efectivamente, el tratamiento de las reestructuraciones necesarias a los Planes de Estudio, se convirtió en un verdadero análisis del rol de los conocimientos básicos en la formación integral del ingeniero.

En relación con la articulación, el Departamento de Formación Básica desarrolló un Proyecto de Articulación Horizontal entre las Cátedras del CCA, cuya puesta en marcha constituyó uno de los compromisos acordados ante el Ministerio de Educación como parte del plan de mejoras propuesto en el marco del PROMEI (Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería), implementado a partir de la acreditación ante CONEAU de las Carreras de Ingeniería de Minas, Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Agrimensura.

Particularmente, las reuniones metodológicas propuestas en el marco del proceso de articulación, tuvieron como uno de sus objetivos acordar estrategias relacionadas con el desarrollo de capacidades necesarias para la integración de las competencias profesionales de los ingenieros. De esta forma, las diversas cátedras del Ciclo Básico se abocaron a desarrollar herramientas fundamentales para la resolución de Problemas Abiertos de Ingeniería.

La adquisición de equipamiento y construcción de infraestructura para laboratorios, entre ellos el de Química, constituyó un elemento básico en el mejoramiento de la calidad en el dictado de las asignaturas de Formación Básica.

La cátedra de Química (CCA) tiene a su cargo el dictado de esta asignatura, que es común a las cuatro carreras de Ingeniería que se dictan en la Facultad. La carga horaria total es de 90 horas y la distribución de la misma responde a un 50 % de horas destinadas a la formación teórica y 50 % destinada a la formación práctica (formación experimental 22% y resolución de problemas 28%), respondiendo a lo aconsejado por CONEAU durante el proceso de acreditación de las carreras de Ingeniería de Minas e Ingeniería Electrónica.

1.1.6. Características del ingresante a las carreras de la F.T.yC.A. de la UNCa

Desde el año 2003 se inscriben y cursan el ciclo de nivelación de la F.T.yC.A. alrededor de 400 estudiantes cada año. Estos estudiantes presentan, en general, características comunes, independientemente de la carrera que elijan, y también falencias similares a los problemas detectados en todas las carreras de Ingeniería del país. Estas características se encuentran detalladas en el Informe de Auto-evaluación para la Acreditación de las Carreras de Ingeniería que la F.T.yC.A. presentara ante la CONEAU durante el año 2003; ella son:

- Bajo nivel de capacitación del nivel medio de enseñanza (polimodal – escuela secundaria).
- Poca claridad vocacional. Por datos de otras unidades académicas, se conoce que estudiantes que no superan el curso de nivelación de la F.T.yC.A., se inscriben en carreras que se dictan, por ejemplo, en la Facultad de Humanidades.
- Situación socio-económica, en general, desfavorable.

Son conocidos los altos índices de deserción y desgranamiento registrados durante el primer año de las carreras universitarias. En la F.T.yC.A., sus valores relativos varían año a año con las distintas cohortes, pero en general se puede afirmar lo siguiente:

- En el primer año el desgranamiento es de aproximadamente el 50 %, de los cuales el 15 % se da en las primeras tres semanas.
- El efecto de la deserción-desgranamiento se produce con intensidad en el primer cuatrimestre.

Desde la implementación del Ciclo de Nivelación para Ingresantes a la F.T.yC.A. en el año 2001, se obtuvo como resultado inicial una mejora en los índices de desgranamiento. La ventaja del sistema radicó en que no sólo se produjo una nivelación de conocimientos, sino también en que la matrícula fue más real de la que se mantenía durante el año académico.

Al momento de la presente investigación, el ciclo de nivelación consistía en un curso de seis (6) semanas con setenta y dos (72) horas cátedra para los contenidos de Matemática y Física, además de doce (12) horas cátedra para Técnicas de Trabajo Intelectual. Para superarlo y obtener así la matrícula, los estudiantes debían aprobar los Trabajos Prácticos correspondientes, y cumplimentar con la exigencia de un 80 % de asistencia a los

mismos. Dado que este ciclo de nivelación no incluía contenidos de Química, los conocimientos básicos de esta disciplina debían, por tanto, incluirse en la asignatura "Química" del CCA.

Los estudiantes que logran ingresar a las distintas carreras y comienzan a cursar Química (CCA), presentan, en general, falencias al nivel de:

- *Los contenidos específicos.* Esto se debe a la falta de un aprendizaje efectivo de los conceptos básicos durante el E.G.B. o Nivel Polimodal; o, en el común de los casos, por la ausencia de espacios curriculares de Química en su plan de formación durante este último ciclo. De aquí que, en la asignatura deba dedicarse una parte importante del curso (primeras tres semanas) al desarrollo de los "*conceptos fundamentales de Química*", que son indispensables para la adquisición de otros conceptos y sistemas de conceptos de mayor complejidad propios de la asignatura.
- *La metodología de aprendizaje.* Básicamente pueden destacarse en los estudiantes dificultades relacionadas a:
 - a) Resolución de problemas. No están preparados para resolver problemas, incluso de escasa complejidad;
 - b) Interpretación de consignas. Les resulta dificultoso entender qué es lo que se les solicita.
 - c) Hábitos de estudio y consulta de libros de texto. No están acostumbrados a estudiar de libros de textos, y no poseen claras estrategias de estudio
 - d) Conocimientos elementales de matemáticas que son necesarios para resolver problemas de Química; como por ejemplo, despejar ecuaciones, resolver reglas de tres simple, manejar y relacionar distintas unidades de medición, etc.
 - e) Interpretación de textos. Les resulta muy difícil acceder al conocimiento porque no comprenden lo que leen, y por lo tanto no pueden transferir los conceptos teóricos a la resolución de problemas.
 - f) Forma de expresarse. Se expresan incorrectamente, por lo cual tampoco tienen precisión al plantear sus dificultades.
 - g) Grado de madurez. No son conscientes del cambio de etapa que han encarado en su formación y, por lo tanto, no cambian su actitud con respecto al aprendizaje.

1.2. La química como objeto de estudio

Si bien las ciencias básicas tienen por objetivo proporcionar los conceptos fundamentales para el conocimiento de otras disciplinas que integran la formación del futuro Ingeniero, debe entenderse que la Química tiene además otros propósitos que justifican su inclusión en los planes de estudio de las Ingenierías tanto químicas como no químicas. Más allá de su aplicación como herramienta o fundamento para otras disciplinas, como suele considerarse, la química realiza un aporte particular a la formación del Ingeniero desde una perspectiva procesual de la disciplina, además de lo meramente conceptual. Esto puede entenderse mejor, analizando los aspectos lógico-epistemológicos, los cuales están referidos al análisis del propio objeto de conocimiento.

La Química (como la física, la biología, entre otras) es una ciencia fáctica o empírica; entendiéndose por éstas a aquellas ciencias cuyo objeto de estudio son hechos, fenómenos o sucesos de la realidad (natural, social y/o cultural). Estas ciencias buscan la coherencia entre los hechos y la representación mental de los mismos; lo cual es necesario pero no suficiente, porque además exigen la observación y la experimentación, siendo su criterio de verificación la llamada contrastación empírica.

La Química, como toda ciencia, es simultáneamente un *producto* y un *proceso*. El producto de la ciencia es el *conocimiento científico*, en tanto campo conceptual o sistema de conocimientos en permanente cambio y superación. El proceso de la ciencia es su *método* de abordaje de la realidad. Esto implica, por un lado, las metodologías, los procedimientos y técnicas empleadas en los procesos experimentales de investigación; y por otro, los procesos cognitivos (análisis, síntesis, inferencia, interpretación, generalización, etc.) involucrados en la actividad científica. Como proceso, la ciencia es una actividad investigativa permanente de resolución de problemas; es un conjunto de procedimientos para estudiar un conjunto de problemas a través del cual se construyen los conocimientos científicos.

Sin embargo, en la educación científica contemporánea en general, y en la enseñanza de las ciencias básicas en el ámbito universitario en particular, se pone más énfasis en la “adquisición” y comprensión de conceptos y teorías que en la apreciación general de los métodos y los procesos de la ciencia. No se presenta el conocimiento científico como una

construcción social, como un proceso social de producción y apropiación, que responde a una determinada finalidad, en el marco de un particular sistema de valores.

Es sabido que la mayoría de los estudiantes que cursan Química tienen dificultades en aplicar sus conocimientos y tienen la sensación de que la química no les sirve para “explicar”. Pero si la química ha de contribuir a la formación científica de los estudiantes, particularmente futuros ingenieros, precisamente es su capacidad de explicar fenómenos relevantes lo que debería priorizarse.

2. Encuadre de la Investigación

2.1. Planteamiento del Problema

Desde la cátedra de Química, asignatura que se dicta en primer año de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (F.T.yC.A.) de la Universidad Nacional de Catamarca (U.N.Ca), se observa desde hace algunos años, que la implementación de diferentes estrategias didácticas para el desarrollo de un tema fundamental de la química como es “soluciones acuosas”, no logra que los estudiantes internalicen y puedan operar con los diferentes conocimientos relacionados al mismo.

Sobre la base de las observaciones realizadas en el aula y a través de las distintas instancias evaluativas, se puede apreciar que frente a situaciones problemáticas relacionadas a la temática, los estudiantes, en general, realizan procesos algorítmicos, mecánicos de resolución, sin alcanzar un *aprendizaje significativo*.

Ante esta particular situación problemática, resulta de interés analizar ***cuáles son las principales dificultades que presentan los estudiantes de primer año de Ingeniería (de Minas, Agrimensura y Electrónica) para el aprendizaje del tema: “soluciones acuosas”***.

Dado que, la expresión “dificultad de aprendizaje” tiene diversas interpretaciones, cabe explicitar en primer lugar que la línea teórica que sustenta esta investigación es aquella propuesta por autores como Kempa (1991) y Suárez Yáñez (citado por Cárdenas y González, 2005:1); quienes delimitan el uso del término “*dificultad de aprendizaje*” cuando lo que se busca es describir una situación en la cual un estudiante o grupo de estudiantes no logra aprender un concepto o una idea y no tiene éxito en la resolución de los problemas propuestos. Esta situación puede deberse a uno o más de los siguientes factores: la naturaleza de las ideas previas o su poca adecuación para establecer con ellas conexiones significativas con los conceptos que se quiere aprender; las relaciones entre la demanda o complejidad de la tarea aprender y la capacidad del estudiante para organizar y procesar información, la competencia lingüística y la poca coherencia entre el estilo de aprendizaje del estudiante y el estilo de enseñanza del docente (Cárdenas y González, 2005).

Por ello, para detectar las dificultades más sobresalientes que presentan los estudiantes testeados, se consideran dos grandes aspectos, los cuales están referidos a las distintas herramientas a las que los estudiantes deberían recurrir al abordar la **resolución de problemas de soluciones acuosas**. Ellos son:

- Las *herramientas cognitivas*, relacionadas a procesos mentales y comunicacionales involucrados en el aprendizaje.
- Las *herramientas conceptuales*, pertenecientes al sistema de conocimientos que da sustento a dicho aprendizaje.

Se entiende por *herramientas cognitivas*, a todas aquellas facultades que se ponen en juego ante una determinada situación, y que permiten al sujeto interiorizar, aprender, construir, hacer, transferir o comunicar a otros sus ideas, en un lenguaje determinado o específico. En última instancia, las herramientas cognitivas permiten al sujeto actuar de forma racional para conseguir objetivos. Por tanto, estas herramientas incluyen todas aquellas capacidades cognitivas que permiten a los sujetos pensar, formar imágenes mentales de las cosas y fenómenos, razonar y resolver problemas; como así también, observar, reconocer y dotar de significado a lo que se observa; hablar, comprender el lenguaje y comunicar.

De las *herramientas cognitivas* mencionadas, sólo se tuvieron en cuenta aquellas *capacidades cognitivas* básicas necesarias para abordar la *resolución de problemas de soluciones acuosas*.

Se consideran *herramientas conceptuales* a todos aquellos elementos pertenecientes al sistema de conocimientos (conjunto de ideas, conocimientos, conceptos, principios, leyes, etc.), a la manera de definirlos y representarlos y su aplicación. En definitiva, estas herramientas permiten a los sujetos atribuir significado a la realidad, mediante la descripción, comprensión y explicación de determinados sistemas o fenómenos.

La definición misma de las *herramientas conceptuales* orienta a considerar que las mismas forman parte de lo que se ha denominado *herramientas cognitivas*. No obstante, a los fines de este trabajo, se realiza una distinción entre ambas; aunque sin perder de vista que, dado el carácter inclusivo de las herramientas cognitivas, en muchos aspectos deban analizarse de manera conjunta con las herramientas conceptuales.

Cabe aclarar que, dada la complejidad del problema abordado, esta investigación está fuertemente orientada al análisis de lo que se podría denominar la “dimensión conceptual y procedimental”; sin embargo, no se desconoce la importancia de otros aspectos que también influyen en el aprendizaje, tales como: la motivación, los intereses, la afectividad, el contexto de la clase, entre otros, aunque los mismos serán objeto de estudio en etapas posteriores a este trabajo.

La investigación se realiza contraponiendo continuamente dos maneras de presentar a los estudiantes situaciones problemáticas similares: en lo que se denomina *contexto o ámbito cotidiano* (situaciones formuladas en un lenguaje que, aunque formal, sencillo), y en lo que se denomina *contexto o ámbito académico-científico* (situaciones formuladas mediante un lenguaje químico específico).

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivos Generales

- ✓ Analizar de qué manera los estudiantes de primer año de Ingeniería (Electrónica, en Agrimensura y de Minas), emplean las herramientas cognitivas para resolver situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”, planteadas en el ámbito cotidiano y en el contexto académico-científico, en orden a detectar cual o cuales de ellas constituyen una dificultad para el aprendizaje del tema.
- ✓ Analizar de qué manera los estudiantes de primer año de Ingeniería (Electrónica, en Agrimensura y de Minas), emplean las herramientas conceptuales para abordar situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”, planteadas en el ámbito cotidiano y en el contexto académico-científico; en orden a detectar cual o cuales de ellas constituyen una dificultad para el aprendizaje del tema.

2.2.2. Objetivos Específicos

Para el logro del primer objetivo general, se trabajo con los estudiantes de primer año que cursaron química durante el ciclo lectivo 2005, con el objeto de:

- ✓ Analizar cómo emplean las estrategias de resolución de problemas relativos a “soluciones acuosas” cuando se presentan situaciones de la vida cotidiana, y cuando las situaciones están planteadas en un lenguaje químico específico.
- ✓ Examinar cómo utilizan las herramientas matemáticas para el tratamiento lógico – matemático de las situaciones problemáticas relativas a “soluciones acuosas”, planteadas en el ámbito cotidiano y en el contexto académico-científico.

Para el logro del segundo objetivo general, se trabajó con los estudiantes de primer año que cursaron química durante el ciclo lectivo 2006, con el objeto de:

- ✓ Analizar acerca de sus ideas y conocimientos previos relacionados a “soluciones acuosas”.
- ✓ Examinar de qué manera utilizan sus ideas y conocimientos en una instancia postinstruccional.
- ✓ Comparar cómo emplean su sistema de conocimientos en las etapas pre y postinstruccional, analizando qué elemento/s del mismo representa/n una dificultad para el aprendizaje de “soluciones acuosas”.

2.3. Justificación

La Comisión de Enseñanza del Centro Argentino de Ingenieros (CAI) definió un conjunto de cualidades que configuran el perfil del ingeniero. Entre ellas se destaca la importancia que reviste para los estudiantes de ingeniería un sólido conocimiento de las ciencias básicas (constituidas por la Matemática, la Física y la Química), a fin de obtener rigor lógico en sus juicios y capacidad para abordar las ciencias de la Ingeniería (Reimundín, 2004). En este sentido, la Química constituye uno de los pilares fundamentales para la comprensión de otras disciplinas científicas y tecnológicas, y junto con la Física y la Matemática, participa en la "construcción" de las carreras de Ingeniería.

Así, las investigaciones educativas en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias básicas de la Ingeniería son de gran importancia en ámbitos académicos específicos, ya que las mismas brindan la base teórica y metodológica, que permite dar sustento al resto de las disciplinas que integran el plan de estudios de las carreras de ingeniería.

Dentro de los contenidos mínimos especificados para el área curricular “Química” del Ciclo Común de Articulación (CCA), surgido en el marco del Convenio de Articulación entre las Universidades del NOA, se encuentra como uno de los temas básicos el estudio de las “soluciones o disoluciones acuosas”.

Particularmente, este tema resulta de gran interés debido a que en la naturaleza, la materia se presenta generalmente formando mezclas; las *soluciones* son mezclas homogéneas que se generan cuando una sustancia denominada *soluto* se disuelve en otra sustancia denominada *solvente*. Las soluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas, siendo el solvente quien determina el estado de agregación de la mezcla. Siempre que el agua esté presente y por ser el agua el solvente por excelencia, las mezclas reciben el nombre de *soluciones acuosas* y una gran cantidad de procesos físico-químicos tienen lugar en ellas. Además, las “soluciones” constituyen una de las formas más convenientes de movilizar determinados sustancias desde los sustratos que las contienen.

Es importante mencionar que esta temática es abordada en clases, teniendo en cuenta las construcciones teóricas que explican el fenómeno de disolución, las diferentes expresiones de concentración utilizadas comúnmente en soluciones acuosas, y el proceso de dilución; posteriormente en las clases prácticas, se proponen situaciones problemáticas en las cuales prima el uso de las unidades de concentración tanto físicas como químicas, como así también los cálculos y procedimientos asociados al proceso de dilución.

Los diferentes tópicos de este tema, utilizan de base los conceptos propuestos en clases anteriores; como por ejemplo, los relacionados con enlaces químicos y fuerzas intermoleculares de atracción y el “*mol*” como única unidad química utilizada en las expresiones de concentración, entre otros. Posteriormente y hasta culminar la asignatura, los conocimientos involucrados en este apartado, son aplicados a diferentes temáticas. De allí, la importancia que reviste para los docentes, el poder identificar cuáles son las dificultades más sobresalientes que se presentan en torno al tema en cuestión.

2.4. Antecedentes

Los trabajos encontrados en torno a la temática específica, si bien analizan la problemática desde un posicionamiento diferente al propuesto en esta investigación, sirvieron de base para poder ir reformulando ciertas cuestiones que fueron surgiendo en el camino lógico de la investigación.

Se consultaron los trabajos de Miguens y Garrett. (1991), Campanario y Moya (1999), De Cudmani y col. (2000) sobre la **problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias** en general desde diversas perspectivas. Pozo y col. (1991) y Carretero (2000) estudiaron sobre las ideas de los alumnos respecto a las ciencias, analizadas desde la psicología cognitiva. Por su parte, Campanario y Otero. (2000) examinaron las pautas de pensamiento y las estrategias metacognitivas de los estudiantes de ciencias. En relación a esto último, Coutinho (2006) examinó en un grupo de estudiantes universitarios con una media de 19 años, la relación existente entre el desarrollo de la cognición y de la metacognición con la performance académica.

En el área de la **Química** los estudios acerca de las **ideas previas** de los estudiantes sobre el estado gaseoso (Furió y Hernández, 1983; Geneviève Séré, 1999), el enlace químico (De Posada, 1999; Núñez y col., 2001), la estructura atómica (Gutiérrez y Capuano., 2000), como así también sobre las concepciones acerca de la constitución y estructura de la materia (Nussbaum, 1999; Maguna y col., 2001), proporcionan pistas para entender las herramientas conceptuales y cognitivas que emplean los estudiantes para aprender este campo de estudio.

Saul y Kikas (2003) de la Universidad de Estonia analizaron las **capacidades** verbales, matemáticas, espaciales y lógicas de razonamiento en relación con conceptos considerados básicos en el área de la química en estudiantes de entre 14 y 17 años. Ejemplo de ello son: noción de elemento químico: características y relación con la expresión macroscópica; átomos y moléculas: características y funciones en procesos químicos visibles; como así también, la función y la importancia del lenguaje simbólico y su significado macroscópico y microscópico. Los autores destacan la importancia del desarrollo en los estudiantes de habilidades espaciales, matemáticas, verbales y lógico-deductivas, para el entendimiento de los principios teóricos antes mencionados y para la química en general.

En torno a las investigaciones sobre las **representaciones mentales** resultan de interés los trabajos sobre los estudiantes de química realizados por Cataldi y Lage (2001) y de física por Greca y Moreira (1998); como así también, sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos referidos a cantidad de sustancia y mol llevados a cabo por Furió y col. (2002).

Nusirjan and Peter Fensham (1987), analizaron las ideas de un grupo de estudiantes de nivel secundario de Indonesia, en relación con los fenómenos químicos que ocurren en las soluciones. Para los autores es razonable que, las ideas erróneas manifestadas por los estudiantes acerca de los fenómenos analizados, así como la información que ellos conocen, fueron desarrollándose desde el primer hasta el tercer año de secundaria.

Solsona (2001) y Jiménez Liso y col. (2002) desde la mirada de la química cotidiana para la alfabetización científica, hacen hincapié en la importancia de la interacción del estudiante con el entorno; con la idea de que si se capacita al estudiante para comprender mejor el mundo donde vivimos, pueden sentirse motivados para buscar una razón o justificaciones a los fenómenos que observan. En esa misma línea, Izquierdo (2004) propone contextualizar la enseñanza y recuperar la capacidad explicativa de una química para todos.

En cuanto a la **resolución de problemas** en ciencias, Gil Pérez y Martínez Torregrosa (1988) aportan algunas estrategias para superar los inconvenientes en la resolución de ejercicios, específicamente en relación con la matemática y la física. La resolución de problemas es una de las líneas de investigación prioritarias en esta última, por lo cual es frecuente encontrar abundante bibliografía al respecto.

Así, en el área de la *física*, Escudero y Moreira (1999) analizan la utilización de la V epistemológica aplicada a algunos enfoques en la resolución de problemas. En el área de la *biología*, Sigüenza y Sáez (1990) proponen la resolución de problemas como estrategia de enseñanza, ya que supone una concepción dinámica de la educación basada en la comprensión.

La resolución de problemas y el desarrollo cognitivo es tratado por Pómes Ruiz (1991), Perales Palacios (1993) y por Amestoy de Sánchez (2002), entre otros. Esta última autora investigó sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamientos.

Pozo y col. (1994) plantean diferentes líneas de análisis en relación con los procesos de aprendizaje involucrados en la resolución de problemas, como así también, el planteo de esta actividad como estrategia de aprendizaje. Estos autores destacan que, en las diferentes áreas del conocimiento, preparar a los estudiantes a resolver problemas supone poner énfasis en la enseñanza de los procedimientos, sin perder de vista la

importancia de conceptos y actitudes, siendo de fundamental importancia en este proceso la intervención del docente.

En el área de la *Química* particularmente, García García (2000) presenta los resultados obtenidos luego de la aplicación de una estrategia didáctica basada en la enseñanza problémica para sistemas gaseosos; Palacios y López Rupéres (1992) enfatizan la enseñanza de la química a través de mapas conceptuales y su utilizad para resolver problemas. Así mismo, Cervellini y col. (2004) analizan las dificultades asociadas al aprendizaje de la concentración de las soluciones, puestas de manifiesto en la resolución de problemas.

Los trabajos publicados en revistas científicas de circulación internacional, referidos específicamente a “**soluciones acuosas**”, son pocos y en algunos casos de difícil acceso. Aquéllos cuyos aportes resultan valiosos para esta investigación se comentan a continuación.

Çalik (2005) analiza en relación con el concepto de disolución, la diferencia entre las concepciones alternativas manifestadas por estudiantes de 7^{mo} a 10^{mo} grado; resaltando la importancia de la comprensión de conceptos relacionados tales como enlace químico, evaporación y condensación, para el aprendizaje mismo de dicho concepto. El autor expresa, así mismo, que la investigación, en un futuro, debería centrarse en la forma en la que los estudiantes clasifican las respuestas en términos de categorías, como también en la comprensión de proposiciones, cadenas, imágenes, episodios, en las capacidades intelectuales y estrategias cognitivas.

Çalik y col. (2005), en su trabajo “*A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students’ Conceptions*” examinan un gran número de investigaciones realizadas en las dos últimas décadas en torno a las concepciones de los estudiantes sobre “soluciones químicas”. Básicamente, detallan los objetivos perseguidos en cada uno de los trabajos y el método de exploración utilizado para recabar información sobre las concepciones de los estudiantes, conocimientos generales, manejo de conceptos y dificultades asociadas a estos, entre otros.

Selley (2000) por su parte, menciona una serie de investigaciones realizadas en torno a diferentes aspectos de **soluciones acuosas**; así por ejemplo, hizo referencia a los trabajos de Novick y Nussbaum y el uso de dibujos para la representación de un

fenómeno; se refiere también a las investigaciones de Driver, en relación con las ideas que tienen los niños acerca del cambio de estado y de la disolución. Así mismo, Selley destaca las aportaciones de Holding relacionadas al uso del modelo de partícula y destaca los estudios de Jhonson con estudiantes entre 11-14 años, en el cual se observó que para estos sujetos, inicialmente las partículas se ubican en un continuo en una sustancia y que, con el paso de los años, este modelo gradualmente va mejorando.

De Berg (2006) hace un aporte didáctico en relación al proceso de disolución, sugiriendo a los profesores enseñar a los estudiantes cómo se construye el conocimiento científico. Así, propone utilizar la controversia histórica que se planteó alrededor del proceso de disolución, entre los modelos explicativos más divulgados a fines del siglo IX y a principios de siglo XX (a- el modelo de disociación propuesto principalmente por los científicos Arrhenius, Ostwald y Van't Hoff; y b- el modelo de asociación, con sus propulsores Armstrong, Pickering, Fitzgerald y Herroun).

En relación a las **prácticas docentes**, Saribas y Koseoglu (2006) presentan un informe sobre los efectos de la aplicación de técnicas de enseñanza constructivista en el logro del cambio conceptual en estudiantes de una universidad de Turquía. Los tópicos desarrollados, se encuentran vinculados al aprendizaje de soluciones acuosas, como por ejemplo: configuración electrónica de los átomos, enlaces químicos, electroquímica, reacciones químicas, solubilidad y precipitación. Los autores concluyen que el ambiente de aprendizaje puede permitir a los estudiantes comunicarse entre ellos y construir así sus propias ideas relacionándolas con sus conceptos previos. Reportan además, que la utilización de métodos de aprendizaje con recursos visuales, ayudan a los estudiantes a representar los eventos químicos en sus mentes, propiciando una mejor comprensión de los conceptos científicos. El uso de analogías, demostraciones y presentaciones gráficas son cruciales en este aspecto.

2.5. Metodología

Esta investigación se divide en dos etapas: la primera (ETAPA 1), fundada en una lógica cuantitativa, fue realizada con los estudiantes que cursaron Química en el año 2005; y la segunda (ETAPA 2), con una lógica cuali-cuantitativa, se llevó a cabo con los estudiantes

que cursaron Química en el ciclo lectivo 2006. Cada una de estas etapas da cuenta por separado de los objetivos generales planteados y en su conjunto dan respuesta a la pregunta central, motivo de esta investigación.

A continuación, se hace referencia a cada una de estas etapas, indicando el tipo y diseño de investigación, la selección de los sujetos, la descripción del instrumento y de las categorías de análisis, y finalmente cómo se efectuó el análisis de los datos obtenidos. Todos estos aspectos constituyen en definitiva, el conjunto de procedimientos que posibilitaron la confrontación entre lo teórico-conceptual y lo empírico, permitiendo abordar los diferentes aspectos de la problemática planteada.

2.5.1. Etapas

Esta fase de investigación está orientada principalmente a analizar de qué manera los estudiantes testeados, emplean las *herramientas cognitivas* (ver Sección 2.1) al abordar situaciones problemáticas relativas a “soluciones acuosas”, planteadas en el ámbito cotidiano y en el contexto académico-científico.

2.5.1.1. Tipo y diseño de investigación

La lógica de todo trabajo de investigación se relaciona con las estrategias de razonamiento seleccionadas, y es un procedimiento que permite caracterizar al conocimiento como producto de una actividad; de esta manera se definen las características de la investigación.

Según la naturaleza de la información, esta etapa se considera de naturaleza cuantitativa. Es descriptiva ya que se buscará representar una realidad en particular, mediante la utilización de una determinada estrategia, de la que se espera obtener información que permita caracterizar el “fenómeno” que se analiza y posibilite algunas respuestas a los interrogantes planteados. En ese sentido, Sabino (1992) explica que una investigación descriptiva va más allá de la toma y tabulación de datos; supone además, un elemento interpretativo del significado o importancia de lo que describe, combinando así el contraste, la interpretación y la evaluación.

Así mismo, esta etapa adopta ciertos presupuestos dentro de los trabajos pre-experimentales con diseño pretest - postest. El investigador se limita a la observación de cada una de las situaciones que analizará y realiza la medición del fenómeno. Cabe aclarar que se trabajó con un único grupo (sin grupo control) y que el instrumento pretest y el postest no fueron iguales.

2.5.1.2. Selección de los sujetos

En primer año de las carreras de Ingeniería Electrónica, de Minas y Agrimensura, que se dictan en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa, durante el año 2005 se inscribieron aproximadamente 150 estudiantes para cursar por *primera vez* Química (ingresantes).

Para el dictado de la asignatura, los estudiantes son divididos generalmente en cuatro comisiones para asistir a las clases de trabajos prácticos de resolución de problemas y de laboratorio. Durante el 2005, dos de estas comisiones, estuvieron a cargo del mismo docente y, con ellas se realizó la primera etapa de este estudio.

Sólo algunos de los estudiantes de ambas comisiones participaron de los test. El pretest fue respondido por un total de 54 estudiantes, y el postest por 68. De esta fase de recolección, se consideraron sólo los test que fueron respondidos por el mismo estudiante en las dos instancias.

Luego de este proceso, la **muestra** quedó conformada por 30 estudiantes ingresantes (n=30) que cursaron química durante el primer año de las carreras de Ingeniería Electrónica, de Minas y Agrimensura que se dictan en la F.T.yC.A. (UNCa). En la tabla 2.1 se describen las características de la muestra.

De esta manera, el muestreo fue no probabilístico del tipo “muestra de propósito o intencional” ya que fueron seleccionados aquellos casos que pertenecen a ciertos subgrupos de la población, con la intención de generar hipótesis comprensivas (Yuni y Urbano, 2003).

Tabla 2.1. Detalle de conformación de la muestra analizada durante el ciclo lectivo 2005. I.M.: Ingeniería en Minas; I.A.: Ingeniería en Agrimensura; I.E.: Ingeniería en Electrónica.

Grupo 2005	Muestra	Edad (años)	Sexo	Carreras		
				I.M	I.A	I.E
Ingresantes	30	17-19	F=9	6	2	1
			M=21	7	8	6

Excepto para edad, los valores corresponden a cantidad de estudiantes.

2.5.1.3. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para la obtención de datos, a los que denominamos “test”, fueron aplicados a los estudiantes que cursaron en el ciclo lectivo 2005, en dos instancias diferentes:

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

1- Pretest: consta de tres (3) situaciones problemáticas, referidas a hechos de la vida cotidiana, con distinto grado de complejidad, en donde las consignas estuvieron redactadas en un lenguaje, aunque formal, sencillo (Anexo A.1). El mismo fue respondido por los estudiantes unos días antes de abordar en clases el tema “soluciones acuosas”.

En esta instancia, los estudiantes debieron poner en juego para la resolución de los problemas propuestos, las mismas herramientas cognitivas involucradas en el aprendizaje y en la aplicación de los conceptos académico-científicos correspondientes a soluciones acuosas. Por ejemplo, establecer proporcionalidades directas, en especial referidas a relaciones masa/volumen; aplicar las nociones de diluido y concentrado, y contrastarlas a través de cálculos numéricos; realizar una serie de razonamientos y procedimientos similares a los que se aplican al establecer relaciones masa - cantidad de sustancia (mol), entre otras.

2 - Postest: contiene tres (3) situaciones problemáticas presentadas según el formato clásico de los problemas de química, empleando un lenguaje académico-científico específico (Anexo A.2).

El postest se aplicó a los mismos estudiantes que respondieron el pretest, unos días después de finalizado el desarrollo en clases del tema.

2.5.1.4. Categorías de análisis

A los fines de este estudio, se consideraron las instancias o pasos generales por los que transitan comúnmente los “solucionadores” (estudiantes) para la resolución de problemas. Esta secuencia lógica de pasos ponen en juego las *capacidades cognitivas* necesarias para ello. Así mismo, se consideraron las herramientas matemáticas necesarias para la resolución de problemas de “soluciones acuosas”; como así también, se realizó una aproximación a conocer si los estudiantes manejan ciertos aspectos teóricos básicos relacionados al tema.

A continuación se describen las categorías consideradas en esta etapa:

✓ Estrategias de resolución de problemas

Para indagar sobre las estrategias de resolución de problemas, se consideraron las siguientes subcategorías en relación con distintas capacidades del estudiante, a saber:

- *Identifica datos*: identifica los datos necesarios para la resolución del problema.

- *Realiza algoritmos*: realiza un proceso algorítmico de resolución acorde con una secuencia lógica de pensamiento.

- *Alcanza resultado*: logra el resultado final correcto.

✓ Tratamiento lógico-matemático

Para el tratamiento lógico-matemático se consideró si el estudiante:

- *Utiliza m y v*: utiliza correctamente las unidades de masa y volumen.

- *Establece relaciones*: establece correctamente relaciones entre las distintas magnitudes involucradas.

✓ Nociones básicas conceptuales

A los fines de conocer si los estudiantes manejan ciertas nociones básicas del campo de la química necesarias para resolver las situaciones problemáticas propuestas, se examinaron en los estudiantes las siguientes capacidades:

- *Utiliza M*: utiliza correctamente la unidad química Molaridad (M).

- *Aplica las nociones de dilución*: utiliza correctamente las nociones relacionadas al proceso de dilución.

En esta etapa de investigación, entonces, las **herramientas cognitivas** consideradas en el análisis corresponden a cada una de las subcategorías incluidas en “*estrategias de resolución de problemas*” y “*tratamiento lógico-matemático*”.

Cabe aclarar, que dadas las características de cada una de las situaciones problemáticas planteadas en cada test, no todas las subcategorías fueron chequeadas en cada uno de ellas. En el cuadro 2.1 se muestran tildadas aquéllas observadas para cada caso.

Cuadro 2.1. Detalle de la categorías y sub-categorías consideradas en el análisis de cada situación problemática (SP), tanto para el pretest como para el postest.

Categoría de análisis		Sub-categorías de análisis	Pretest			Postest		
			SPN°1	SPN°2	SPN°3	SPN°1	SPN°2	SPN°3
Herramientas cognitivas	Estrategias de resolución de problemas	Identifica datos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Realiza algoritmos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Alcanza resultado	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tratamiento lógico-matemático	Utiliza m y v	✓	✓	✓	✓	✓	---

		Establece relaciones	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nociones básicas conceptuales	Utiliza M		---	---	---	✓	✓	✓
	Aplica nociones de dilución		✓	---	✓	---	---	✓

Aquellas sub-categorías comunes a ambos test, permitieron hacer los cruces de información necesarios para analizar la incidencia del contexto en el que se plantearon las situaciones problemáticas (formal o no formal), sobre la manera en la que los estudiantes utilizan una serie de **herramientas cognitivas** que, se supone, deben ponerse en juego al momento de la resolución de las mismas.

2.5.1.5. Análisis de datos

La información recabada fue procesada en un primer momento, por separado; esto es, se analizó inicialmente el pretest y luego el postest. En un segundo momento, se integró la información obtenida, lo cual permitió realizar el análisis comparativo (pretest-postest) para las variables correspondientes a esta etapa de la investigación.

Se calculó el porcentaje de estudiantes que demostraron las capacidades correspondientes a cada subcategoría, y luego el porcentaje global por categoría. Los resultados se presentan en el capítulo 4.

2.5.2. Etapa 2

En esta segunda fase de investigación se analiza la manera en que los estudiantes testeados emplean las *herramientas conceptuales* (ver Sección 2.1), al abordar situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”, contraponiendo para ello los resultados obtenidos cuando los problemas planteados pertenecen a situaciones del ámbito cotidiano, con aquéllos obtenidos a partir de situaciones problemáticas propuestas en el contexto académico-científico.

2.5.2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta segunda fase de investigación es de naturaleza cuali-cuantitativa.

A semejanza de la Etapa 1, esta fase es descriptiva y pre-experimental con diseño pretest – postest.

2.5.2.2. Selección de los sujetos

Durante el año 2006, se inscribieron por *primera* vez alrededor de 170 estudiantes para cursar Química en primer año de las carreras de Ingeniería Electrónica, de Minas y Agrimensura. A este grupo se agregaron además, cerca de 60 estudiantes denominados *recursantes*.

Durante el año 2006, los estudiantes fueron divididos en tres comisiones, cada una a cargo de un docente diferente. Por tanto, este estudio se realizó con los estudiantes de una sola comisión, la cual estuvo a cargo del mismo docente que fuera responsable del grupo en estudio durante la Etapa 1. El proceso de selección de los sujetos fue similar al realizado en esa etapa.

Luego de la aplicación del pretest y del postest, se consideraron sólo aquellos test que fueran realizados por el mismo estudiante en las dos instancias, resultando una **muestra** total de 37 estudiantes. A estos se los separó en dos grupos: los test pertenecientes a ingresantes (26 estudiantes) y a recursantes (11 estudiantes). De esta manera quedo conformada la muestra analizada para la Etapa 2, según se detalla en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Detalle de conformación de la muestra analizada durante el año 2006.
I.M.: Ingeniería en Minas; I.A.: Ingeniería en Agrimensura; I.E.: Ingeniería en Electrónica

Grupo 2006	Muestra (n=37)	Edad (años)	Sexo	Carreras		
				I.M	I.A	I.E
Ingresantes (I)	26	17-18	F=11	11	0	0
			M=15	3	3	9
Recursantes (R)	11	18-20	F=3	1	2	0
			M= 8	2	4	2

Excepto para edad, los valores corresponden a cantidad de estudiantes.

2.5.2.3. Instrumentos de recolección de datos

En esta etapa de investigación los instrumentos de recogida de datos fueron:

- A) Test: pretest y postest
- B) Exámenes parciales
- C) Exámenes finales

A) Los test utilizados en la obtención de datos para los estudiantes del ciclo lectivo 2006 fueron aplicados, al igual que en la etapa anterior, en dos instancias diferentes; y, aunque

apuntan a diferentes objetivos, éstos poseen características similares a aquéllos aplicados a los estudiantes en el año 2005.

1- Pretest: consta de cuatro (4) situaciones problemáticas, referidas a hechos de la vida cotidiana, en donde las consignas están redactadas en un lenguaje común, no formal (Anexo A.3); a excepción de la pregunta número uno (1), que incluye nociones conceptuales básicas y específicas, que fueron desarrollados en clases. El pretest fue respondido por los estudiantes unos días antes de abordar en clases el tema “soluciones acuosas.

En esta instancia, los estudiantes debieron poner en juego algunos conocimientos teóricos específicos y un conjunto de ideas y concepciones relativas a soluciones acuosas para dar respuestas a situaciones cotidianas sencillas. Por ejemplo: comportamiento homogéneo de las soluciones; nociones de proporcionalidad entre sus componentes; nociones sobre soluciones diluidas y concentradas, entre otras.

2 - Postest: consta de cuatro (4) situaciones problemáticas redactadas en un lenguaje académico-científico específico, y se aplicó a los mismos estudiantes que respondieron el pretest, unos días después de finalizado el desarrollo del tema (Anexo A.4). La primera pregunta presentada es exactamente igual a la formulada en el pretest.

Cabe aclarar que los instrumentos diseñados para ambas etapas de esta investigación, fueron elaborados a instancias de la misma; ya que en la bibliografía consultada no se encontraron antecedentes de trabajos similares, por lo que no fue posible acceder a instrumentos o dispositivos ya elaborados y probados. Por este motivo, los test fueron sujetos a una serie de correcciones antes de su aplicación definitiva. Esta etapa de prueba consistió en presentarlos para su análisis y discusión, ante otros docentes de química y ante un par de estudiantes avanzados que aceptaron realizar la prueba.

B) Exámenes parciales: corresponden a las evaluaciones parciales (escritas y prácticas) que durante el cuatrimestre el estudiante debe ir superando para alcanzar la regularidad de la asignatura. Esta instancia se desarrolló normalmente, y sólo fueron analizados los exámenes de los 26 ingresantes y 11 recursantes que participaron en los test.

C) Exámenes finales: corresponden a las evaluaciones orales o escritas necesarias para aprobar la asignatura. Se analizó el examen de 1 (uno) sólo de los estudiantes testeados;

como así también los exámenes de diferentes estudiantes que desarrollaron durante el examen el tema “soluciones acuosas”.

2.5.2.4. Categorías de análisis

El instrumento fue diseñado teniendo como base aquellos aspectos teóricos-prácticos que, en este trabajo, se consideran centrales para el aprendizaje de “soluciones acuosas”. Estos aspectos se organizan en distintas categorías de análisis, las cuales corresponden de alguna manera, a lo que se definió como **herramientas conceptuales**.

A continuación se describen las categorías de análisis para esta etapa:

✓ Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M)

El análisis de los ítems que componen esta categoría, apunta a detectar si el estudiante es capaz de reconocer a las “soluciones acuosas” como un sistema material homogéneo, además de ser capaz de justificarlo teóricamente.

✓ Proceso de disolución (P.D.)

El análisis de esta categoría permite averiguar si el estudiante puede reconocer que el fenómeno implicado en el proceso de disolución es físico; y en relación con ello, si puede distinguir cuál es la representación iconográfica (esquema o modelo) que simboliza de manera simplificada dicho proceso. Además, en esta categoría se busca averiguar si el estudiante aplica las nociones establecidas en la ley de conservación de la masa.

✓ Constitución de las soluciones (C.S.)

En esta categoría, se analiza si el estudiante puede distinguir los componentes de una solución acuosa; como así también, si es capaz de relacionar la composición de la solución con su estado físico.

✓ Relaciones Cuantitativas en las “soluciones acuosas” (R.C.)

Esta categoría permite analizar la manera en que el estudiante maneja las relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución; y a su vez, cómo aplica en la resolución de las situaciones problemáticas planteadas, las nociones de diluido y concentrado.

✓ Cálculo de la Concentración de una Solución acuosa (C.C.)

En esta categoría se analiza la manera en que el estudiante resuelve las situaciones propuestas, en relación con el cálculo de concentración de soluciones acuosas, utilizando para ello la unidad física “porcentaje masa en volumen” (% m/v) y la unidad química “Molaridad” (M).

Esta categoría fue analizada únicamente en el postest, dado que al ser un conocimiento meramente disciplinar, no pudo establecerse una correspondencia directa entre éste y alguna situación que transcurra en el ámbito cotidiano.

2.5.2.5. Análisis de datos

Al igual que en la primera etapa, se analizó en un primer momento el pretest, y luego el postest. En un segundo momento, se realizó la integración de la información obtenida, lo que permitió el análisis comparativo (pretest-postest, postest-examen parcial, postest-examen final) para las distintas variables correspondientes a esta etapa de la investigación. Los resultados se muestran en los capítulos 5 y 6.

Para cada uno de los ítems contenidos en las diferentes situaciones problemáticas, se calculó el porcentaje de estudiantes que eligió una opción determinada o el porcentaje de estudiantes que respondió de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron, dependiendo esto del tipo de pregunta formulada. Además, se extrajeron para su análisis las expresiones vertidas por los estudiantes en aquellas situaciones en donde fueron requeridas.

Así, los resultados se presentan en tablas, gráficos y cuadros, mostrando en términos de porcentajes relativos, los diferentes niveles definidos, y luego el porcentaje global para cada categoría en particular y diferenciando ambos grupos observados (ingresantes y recursantes).

Siempre que fuera posible, se consideró el grado de coherencia entre las repuestas vertidas por los estudiantes ya sea, entre los diferentes ítems correspondientes a una misma categoría o entre aquellos ítems que, aunque pertenecientes a distintas categorías, tuvieran una correspondencia directa entre los mismos.

En el cuadro 2.2 se detallan las diferentes situaciones problemáticas consideradas para cada una de las categorías de análisis, según el instrumento de recolección de datos utilizado en la Etapa 2.

Cuadro 2.2. Detalle de las categorías consideradas en el análisis de cada pregunta (y sus correspondientes ítems), tanto para el pretest como para el postest, y en las instancias evaluativas parcial y final.

Categoría	Pretest		Postest		Exámenes	
	Pregunta	Ítem	Pregunta	Ítem	Parcial	Final
S.M.M.	1	a	1	a	---	✓
		b		b		
		c		c		
	3	a	---	---		
P.D.	1	d	1	d	---	✓
		e		e		
		f		f		
C.S.	1	g	1	g	---	✓
		h		h		
R.C.	2	a	2	a	5	b
		b		b		
		c		e		
	3	b	3	a	---	---
				b		
	4	a	4	b	6	---
b						
c						
C.C.	---	---	2	c	5	a
				d		
				4	a	---

3. Marco Teórico

Desde una perspectiva general, los procesos de enseñanza y aprendizaje constituyen fenómenos sociales bastante complejos, que implican una diversidad de aspectos y están sujetos tanto a factores internos como externos, individuales y sociales, entre otros. En tal sentido, se considera que la enseñanza y el aprendizaje no son procesos aislados que se relacionan, sino que, por el contrario, ambos van conformando un entramado de relaciones en el que los actores participantes van realizando aportes, interviniendo activamente.

Ausubel y col. (1983) expresan que enseñar y aprender no son procesos coextensivos, pues enseñar es sólo una de las condiciones que puede influir en el aprendizaje. Además, puede que los estudiantes aprendan sin ser enseñados, o sea, enseñándose a sí mismos. Por lo tanto, concluye Ausubel, las teorías del aprendizaje y las de enseñanza son más interdependientes que mutuamente exclusivas. Ambas son necesarias para una ciencia pedagógica completa y ninguna de ellas es sustituto adecuado de la otra. Las teorías de la enseñanza deben basarse en teorías del aprendizaje, pero deben tener también un enfoque más amplio; esto es, ocuparse más de la manera de manejar los problemas.

En relación a esto Carretero (1998) expresa que todo lo que tiene que ver con la enseñanza siempre implica un compromiso didáctico, una suerte de ponerse en el lugar de la comprensión del otro.

En esta etapa de investigación, se ha centrado la mirada en el sujeto que aprende, considerando que es necesario, en primera instancia, aproximarse a la comprensión de algunas problemáticas de aprendizaje; para que, en una etapa posterior y desde la posición del sujeto que enseña, se pueda repensar en el diseño y aplicación de diversas estrategias de enseñanza, que faciliten y favorezcan el aprendizaje en los estudiantes.

Es por ello que se considera de gran valor el aporte que brinda el estudio de las teorías del aprendizaje, ya que, de alguna manera, estas pueden orientar y acompañar la labor educativa, dentro y fuera del salón de clases.

3.1. Teorías del aprendizaje

Las teorías del aprendizaje conforman un conjunto sistemático de explicaciones que procuran dar cuenta de los diferentes componentes que intervienen en este proceso. Claro está, que no existe una única teoría que contenga el suficiente contenido teórico necesario para justificar, explicar y predecir cómo aprenden los sujetos; es por ello, que el estudio y análisis de las mismas, contribuye a la visión misma del proceso educativo, proporcionando desde diferentes posicionamientos o paradigmas, los fundamentos explicativos necesarios que pueden servir de base para la construcción de las propias prácticas docentes.

Los registros muestran que desde el siglo XVII, han ido surgiendo teorías que intentan explicar de alguna manera el proceso de aprendizaje; y que, en general, las nuevas concepciones se iban oponiendo a las teorías existentes en la época. Es a partir del siglo XIX, que las teorías que se posicionaron más fuertemente en las aulas fueron las investigadas por los profesionales del campo de la psicología. Desde aquellos pioneros hasta la fecha, se pueden reconocer en las aulas, cuál de ellas da sustento a las prácticas de cada maestro o profesor; no sólo por lo que ellos puedan expresar formalmente, sino sobre la base de cómo desarrollan su labor. En tal sentido, Bigge (1997) menciona que todo lo que hace un maestro se ve matizado por la teoría psicológica que sostiene.

Sin lugar a dudas, y más allá de las diferentes clasificaciones que se puedan encontrar en la bibliografía, se reconocen dos grandes corrientes psicológicas que marcaron tendencias totalmente opuestas en sus estudios sobre el aprendizaje.

Por un lado, las denominadas *Teorías Ambientalistas*, y por otro las *Teorías cognitivistas*. Cada uno de estos enfoques psicológicos agrupa una serie de trabajos que, a pesar de la diversidad en sus planteamientos teóricos, tienen en común una apreciación particular sobre los factores que influyen y determinan el aprendizaje.

Para generalizar, las *teorías ambientalistas* en relación al aprendizaje, otorgan mayor importancia al ambiente externo (generador de estímulos) que a la actividad cognitiva del sujeto; y como antítesis a esta postura, las teorías cognitivas, ponen en primer término la actividad cognitiva del sujeto, sobre la influencia del ambiente.

En la Cuadro 3.1, se encuentran resumidas las ideas principales de los máximos exponentes de la corriente ambientalista. Para la elaboración del mismo, se tomaron como referencia los trabajos de, Martínez Escárcega, Pozo (1987, 1996 a y b) y Bigge (1997), entre otros.

Hasta la década de los cincuenta, la psicología se caracterizaba por un fuerte auge del conductismo, que había surgido en los años veinte como movimiento dominante (Carretero, 1998). Este movimiento se impuso por su rigor metodológico y porque sentaba las bases para la psicología científica de la época. Pero a mediados del siglo XX, acentuada la crisis conductista, y a partir de la publicación de algunas obras innovadoras en el área (Bruner, Goodnow y Austin; Chomsky y Miller, citados por Pozo, 1996-a y Carretero, 1998), se produce un giro importante en torno a la visión del aprendizaje.

Así es que, a mediados de la década del 50, apoyándose en la metáfora del ordenador (enfoque que tiene sus inicios como respuesta al nuevo mundo científico y tecnológico, consecuencia de la revolución post-industrial), se tornan relevantes las investigaciones en torno a los procesos mentales, constituyéndose de esta manera las *Teorías Cognitivas o Cognoscitivas*.

El principal objetivo de esta corriente psicológica es el estudio científico de los procesos cognitivos que realiza la mente humana para conocer su entorno, y que pueden estar relacionados directa o indirectamente con el comportamiento.

Según las teorías cognitivas, el aprendizaje se caracteriza (más que en términos de productos o resultados) en términos de procesos, fenómenos o estados mentales que no pueden reducirse a simple conexiones entre estímulo-respuesta (tal lo planteado por algunas escuelas ambientalistas).

Dentro de este nuevo enfoque psicológico, y con una fuerte influencia desde las ciencias informáticas y las ciencias de la comunicación, surge la teoría o el modelo de *procesamiento de información*. Según Gimeno Sacristán (1981) esta teoría tiene como concepto antropológico que el hombre es un procesador activo de información, cuya actividad fundamental es recibirla, elaborarla y actuar de acuerdo a ella.

Desde esta perspectiva claramente cognitivista, que implica la primacía de los procesos internos, recuperando la noción de mente e integrando la información subjetiva como un dato útil a la investigación, se da inicio a una nueva concepción del aprendizaje, siendo

sus referentes: Newell, Shaw y Simón, Chomsky, Millar, Norman, Neiser, Mahoney, Atkinson y Siffrin; Klahr y Wallace, entre otros (Gimeno Sacristán, 1981).

A pesar de que el procesamiento de información pretendió dar cuenta de las funciones cognitivas como la percepción, el aprendizaje y el pensamiento, se le consideraron algunas limitaciones, a saber: el paralelismo entre la máquina y el hombre, la laguna afectiva (ya que no considera los aspectos motivacionales y afectivos que intervienen en el proceso de aprendizaje); y por último, el ignorar la dimensión del comportamiento del desarrollo humano, percibiéndose una disociación entre conocimiento y conducta originada por las emociones, tendencias y expectativas individuales y sociales.

Según Pozo (1996-a) actualmente puede hablarse legítimamente de la existencia de dos *tradiciones cognitivas* distintas. Una, la dominante, de naturaleza mecanicista y asociacionista, representada por el *procesamiento de la información*. La otra, de carácter organicista y estructuralista, representada principalmente por las teorías de Piaget, Vygotski, Bartlett o la escuela de la Gestalt. A decir del autor (pp. 166 - 167): “Tal vez, la diferencia esencial entre el procesamiento de información y el estructuralismo cognitivo resida en la unidad básica de análisis de la que parten. Mientras el procesamiento de información es elementalista y parte de las unidades mínimas, considerando que una totalidad puede descomponerse en sus partes, el otro enfoque cognitivo parte de unidades más molares, en las que el todo no es simplemente la suma de sus partes componentes”; [...] “al admitir que los conceptos no son simples listas de rasgos acumuladas, sino que forman parte de teorías o estructuras más amplias, el aprendizaje de conceptos sería ante todo, el proceso por el que cambian las estructuras. Por tanto, el proceso fundamental del aprendizaje sería la reestructuración de las teorías de la que forman parte los conceptos. Dado que las teorías o estructuras de conocimiento pueden diferir entre sí en su organización interna, la reestructuración es un proceso de cambio cualitativo y no meramente cuantitativo”.

Desde esta perspectiva el autor sostiene que las teorías de la reestructuración difieren de las teorías asociacionistas en varios rasgos generales. Así, en su mayor parte, las teorías de la reestructuración consideran el cambio como un proceso inherente al organismo, adoptando una posición organicista. De igual forma, se ocupan de conocimientos más complejos organizados en formas de teorías, entre ellos conceptos científicos investigadores como Vygotski, 1943; Piaget, 1970; Ausubel, Novak y Hanesian, 1978;

Carey, 1985 (citados por Pozo, 1996-a:168) o incluso de la propia creación del conocimiento científico, como ser Wertheimer, 1945; Piaget y García, 1983 (citados por Pozo, 1996-a:169).

Más aún, según el autor, la diferencia fundamental entre ambos enfoques al abordar el aprendizaje de conceptos, reside en la posición constructivista que adoptan. Así el asociacionismo computacional parte de un constructivismo estático que, respetando el principio de correspondencia entre las representaciones y el mundo, asume que el sujeto interpreta la realidad a partir de sus conocimientos anteriores. En cambio las teorías de la reestructuración asumen un constructivismo dinámico por el que no sólo se construyen interpretaciones de la realidad a partir de los conocimientos anteriores, sino que también se construyen esos mismos conocimientos en forma de teorías. La diferencia entre el constructivismo dinámico y estático remite, en último extremo, a la propia naturaleza mecanicista y organicista de los dos enfoques.

Si bien el constructivismo no es una teoría en sí misma, sino más bien un concepto que engloba una serie de ellas, en la actualidad, se suele denominar a los autores de las mismas como "constructivistas" a pesar de que, como ya se ha mencionado, mantienen ciertas diferencias de enfoque y de contenido.

En este sentido, Chadwick (2001) expresa que es posible plantear al constructivismo como una forma o tal vez una extensión del cognitivismo y que se pueden buscar allí lineamientos que ayuden a entender más dicho enfoque.

Existen líneas del constructivismo en las que por ejemplo, se enfatiza la creación individual del conocimiento y la construcción de conceptos, basándose en los procesos de asimilación y acomodación, tal el caso de la teoría de Jean Piaget. Otra línea, denominada constructivismo educacional, tiene un fuerte perfil social y destaca la importancia del grupo para el desarrollo y validación de ideas, siendo su representante Lev Vygotski. En este mismo sentido, David Ausubel, se concentra en la importancia de los "puentes o relaciones cognitivas" para que el aprendizaje sea significativo.

De cualquier manera, estas líneas de pensamiento consideran el aprendizaje como un proceso continuo de construcción, donde se van articulando y reestructurando nuevos y viejos conocimientos; es decir, implican un cambio en las estructuras cognitivas del sujeto que aprende.

Chadwick (2001) expresa claramente que las estructuras cognitivas son las representaciones organizadas de las experiencias previas. Son relativamente permanentes y sirven como esquemas que funcionan activamente para filtrar, codificar, categorizar y evaluar la información que uno recibe en relación con alguna experiencia relevante. La idea principal aquí es que mientras capta información, el sujeto está constantemente organizándola en unidades con algún tipo de orden que llamamos "estructura". Así también explica que, generalmente, la nueva información está asociada con información ya existente en estas estructuras, y a la vez esta información puede reorganizar o reestructurar la información existente. Según el autor (pp.113) estas estructuras han sido reconocidas por psicólogos desde hace algún tiempo; por ejemplo Piaget (1955) las llamo "esquemas"; Kelley (1955) "constructor personales"; Millar, Galanter y Pribham (1960), "planes" y Bandura (1978), "autosistemas".

A continuación, se resumen los principales aportes desde el cognitivismo en relación a cómo los sujetos construyen su propio sistemas de conceptos. El mismo fue realizado utilizando los textos de Ausubel y col. (1983), Vygostki (1979), Piaget (1991), Pozo (1996 a y b) y Carretero (1998).

3.1.1. Teoría genético – epistemológica de Piaget (1896-1980)

El constructivismo piagetiano, se basa en el conocimiento sobre la forma de construir el pensamiento de acuerdo con las etapas psicoevolutivas de los niños (*epistemología evolutiva*). Piaget determinó que el desarrollo cognitivo del niño se produce en cuatro estadios, los que se encuentran relacionados con la edad y con las actividades propias del conocimiento (pensar, reconocer, percibir, recordar, etc.). Al abordar el estudio del desarrollo y nacimiento de la inteligencia en el niño, Piaget parte del análisis entre la razón y la organización biológica, ya que es evidente la existencia de ciertos factores hereditarios que condicionan el desarrollo intelectual.

Considera en su teoría, que el aprendizaje de *conocimientos específicos* dependen del desarrollo de estructuras cognitivas generales. Así, el aprendizaje en sentido estricto está subordinado al aprendizaje en sentido amplio. El sujeto sólo puede aprender aquello que corresponda a su estado de desarrollo psicogenético, y a sus posibilidades de *asimilación* y *acomodación* del conocimiento. A esto lo llamó "equilibración".

El concepto de equilibrio tiene en cuenta la organización de la información, la cual se considera inseparable de la función de adaptación; son dos procesos complementarios de un mecanismo único, siendo la organización el mecanismo interno del ciclo y la adaptación el externo. Por lo que, la *adaptación* sería la concordancia del pensamiento con las cosas y la *organización* la concordancia del pensamiento consigo mismo.

Según Piaget, el pensamiento se organiza a sí mismo adaptándose a las cosas y es a través de la acción de organizarse a sí mismo, como puede estructurar las cosas. Cuando se asimila un conocimiento nuevo, éste puede integrarse a las estructuras ya existentes modificándolas, puede constituirse como un saber aislado o bien puede reestructurar por completo los conocimientos anteriores. De esta manera la asimilación y la acomodación se van relacionando en busca de un equilibrio, el cual ayudaría a cometer cada vez menos errores en la interpretación de las cosas; la acomodación es una reestructuración de la asimilación y el equilibrio entre ambos es la adaptación. En este marco, el desequilibrio entre estos procesos, produce el *cambio cognitivo*.

Para Piaget, el descubrimiento es equiparable a la reestructuración; por ello, una de las críticas a su teoría, es que reduce todo el aprendizaje al desarrollo, a las adquisiciones espontáneas y necesarias, minimizando así la importancia de la interacción social y de la instrucción.

En la tesis piagetiana, una de las etapas psicoevolutivas corresponde al desarrollo de las **operaciones formales** característica de la adolescencia; esta etapa es considerada el estadio final de la psicogénesis, en la cual se desarrolla una forma superior de inteligencia. Es aquí donde se adquiere una sistematización del pensamiento que le permite al sujeto, en etapas posteriores, la adquisición de conocimientos científicos. De alguna manera, se ilustra la importancia de este estadio para el aprendizaje de las ciencias cuando el autor expresa que “razonar formalmente es razonar de un modo científico” (Pozo 1996-b:114).

En el estadio de las operaciones formales, los sujetos deben generar estrategias de pensamiento que vayan más allá de la realidad concreta (etapa de desarrollo anterior). Esto requiere, como explica Pozo, de un nivel de abstracción que trasciende lo real, el aquí y ahora, para poder plantearse en el análisis de un problema, lo potencial y lo posible; así lo real pasa a ser un conjunto de lo posible. Para que esto se logre, el pensamiento formal requiere de un sistema de codificación o de un formato simbólico

particular que permita realizar *representaciones proposicionales* de los objetos más allá del objeto mismo. Por ejemplo, la química tiene un lenguaje y un sistema de símbolos que le son propios y, a través de los mismos y de ciertos modelos explicativos, se representan las sustancias y los fenómenos físico-químicos, a una escala no visible o tangible.

Por otra parte, en este estadio no sólo se buscan explicaciones que superen la realidad inmediata y que se generen representaciones al respecto, sino que, además, se requiere de una confirmación de las mismas utilizando sistemas de comprobación. Esto da cuenta de la *naturaleza hipotético-deductiva* de esta fase del pensamiento formal y la importancia de su desarrollo para el acercamiento científico a los problemas planteados en las aulas.

En relación a ello, Pozo señala lo difícil que es pensar en alguna forma de actividad científica, que no trascienda lo real por medio de un lenguaje que implique un dominio de representación propio, y que no se base en procedimientos de formulación y comprobación de hipótesis. Continúa la idea expresando que la comprensión de la ciencia, y con ella de los contenidos científicos escolares, requiere continuamente del adolescente el uso de un pensamiento formal, que tal vez no se halle plenamente desarrollado o dominado por los estudiantes.

Los esquemas operatorios formales, como los resume Pozo en el mismo texto, serían aquéllos relacionados con: las operaciones combinatorias, las proporciones, la coordinación de dos sistemas de referencia, la noción de equilibrio mecánico, la noción de probabilidad, la noción de correlación, las compensaciones multiplicativas y las formas de conservación que van más allá de la experiencia.

En el mismo texto, el autor expone que para Inhelder y Piaget estos esquemas se adquieren de modo homogéneo; esto es que, la capacidad o la competencia para operar con los mismos se adquieren simultáneamente. Estas formas de pensar o conceptualizar del pensamiento formal se pueden ir actualizando, dependiendo de ciertas tareas concretas a la que los sujetos acceden, ya sea de manera espontánea o a través de la instrucción.

Carretero (2000) comenta que, muchos didactas de las ciencias, fieles a los principios de esta línea de pensamiento, sostenían que el pensamiento formal permitía a los sujetos enfrentarse con éxito a todo tipo de problema. De alguna manera, esta lógica de

razonamiento se convertía en una especie de fórmula infalible, a la que el autor define como “herramienta todo-terreno” que nos permite comprender las ciencias.

La teoría general de desarrollo cognitivo de Piaget permitió dar un paso adelante a los educadores, y a pesar de no dar hoy respuestas a los nuevos interrogantes, al menos permitió que éstos surgieran y que se abrieran a partir de ello, nuevas líneas de pensamiento. Un aprendizaje eficaz requiere que los alumnos operen activamente en la manipulación de la información, pensando y actuando sobre ella para revisarla, expandirla, asimilarla. Este es el verdadero aporte de Piaget según lo señala Chadwick (2001).

3.1.2. La escuela histórico-cultural de Vygotski (1896-1934)

Lo que destacó y destaca cada vez más a este psicólogo del resto de las teorías de la reestructuración, es la importancia que le otorga al medio social o al contexto en cuanto al proceso del desarrollo intelectual de los sujetos. Considera que el conocimiento es algo que se construye por medio de operaciones y habilidades cognoscitivas que se inducen en la interacción social. Vygotski concibe al sujeto como un ser social y al conocimiento mismo como un producto social.

De esta manera, la adquisición de conocimientos es posible si se realiza la *internalización* de la información. Vygotski llama internalización a la reconstrucción interna de una operación externa. Por ello, el aprendizaje es primero interpersonal y luego intrapersonal. La transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos. El proceso, aún siendo transformado, continúa existiendo y cambia como una forma externa de actividad durante cierto tiempo antes de internalizarse definitivamente.

Uno de los puntos en los que difiere con Piaget, es el considerar que no existe un esquema universal que sea capaz de representar adecuadamente la relación entre los aspectos internos y externos del desarrollo de cualquier niño. Así, pone énfasis en el aprendizaje socialmente elaborado; teniendo en cuenta, que el desarrollo de las funciones mentales superiores están totalmente configuradas y se transmiten culturalmente. Para este investigador es un poco incierto considerar que los mismos esquemas mentales se repiten en “todos” los niños, sin tener en cuenta el contexto y el ambiente en el que se desarrollan.

Otro de los aspectos fuertemente desarrollados por Vygotski es la importancia que le otorga al lenguaje, teniendo en cuenta que es el medio a través del cual se realiza la consideración y elaboración de la experiencia; así es que la relación entre individuo y sociedad se convierte en un proceso dialéctico. Es importante además, el uso de los *signos* (entre ellos el lenguaje), ya que estos se encuentran orientados al interior del ser humano y constituyen un medio destinado al dominio de uno mismo; en contraste, las *herramientas* están orientadas externamente y servirían para dominar la naturaleza. En sus estudios sobre la formación de conceptos expresa que, durante el proceso de formación, además de las asociaciones, la imaginación, la atención, entre otros, es fundamental el uso del signo o de la palabra.

En el ámbito educativo el contenido del conocimiento debe estar socialmente elaborado y los estudiantes deben poder internalizarlo mediante el uso de determinadas estrategias cognitivas. Un concepto fundamental en el pensamiento vygotskiano es justamente, la “zona de desarrollo próximo”, ya que es a través de ella que se centra el interés en indagar no sólo lo que el niño es, sino lo que el niño puede llegar a ser.

La *zona de desarrollo próximo* es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz.

En relación a las implicancias educacionales de esta teoría, Vygotski diferencia la educación escolar de la educación en un sentido amplio, dada la diferencia que se presenta en el proceso de adquisición de los *conocimientos científicos* y de los *conocimientos cotidianos*. Según este psicólogo, los conceptos verdaderos son los conceptos científicos y éstos se adquieren a través de la instrucción; por lo tanto la *sistematización* de los conceptos y la toma de *conciencia* hacia los propios conceptos, constituyen dos de los rasgos fundamentales para el aprendizaje de los mismos. En contraste, la adquisición de los conceptos espontáneos parte de un camino inverso; van de una realidad concreta hacia lo abstracto; aquí la conciencia del sujeto está dirigida hacia los objetos.

De esta manera, Vygotski establece así una pirámide, en la cual se diferencian y se jerarquizan las diferentes formas de adquirir conocimientos. Explica que el aprendizaje en el niño (adquisición espontánea de conocimientos cotidianos), parte de un conjunto de

objetos dispares, carentes de significados denominados *cúmulos no organizados* o conglomeraciones sincréticas; y, a partir de ellos, se van transformando en una etapa posterior (cuando adolescente y adulto), en grupos de objetos organizados, con algún rasgo perceptible a los que se reconocen como *pseudoconceptos* y así finalmente, y a través de la instrucción, se pueden llegar a construir los verdaderos *conceptos*.

Dentro de este camino hacia la construcción conceptual, los pseudoconceptos constituyen, en ciertos ámbitos, la manera predominante de conceptualización. Pozo (1996-a) en su análisis sobre esta teoría, expresa que para Vygotski, los pseudoconceptos están basados en un "parecido familiar". Esto es, los cúmulos sincréticos serían como los nombres propios de cada uno de los integrantes de una familia y un pseudoconcepto el apellido que comparten. De esta manera los pseudoconceptos, al basarse en generalizaciones a partir de rasgos particulares, constituirían un eslabón importante en la construcción de conceptos.

Los *conceptos científicos* pueden distinguirse de los conocimientos cotidianos ya que éstos sólo se adquieren a partir de la instrucción y de la toma de conciencia de actividad mental por parte del sujeto que aprende; los conceptos científicos forman parte de un sistema y el sujeto (su estructura interna conceptual) debe relacionarse con el objeto de estudio de manera tal que pueda ser capaz de internalizar la esencia del concepto.

En la adquisición de *conceptos espontáneos* la actividad mental del sujeto no está dirigida hacia sí mismo sino que está puesta directamente sobre el objeto; los conceptos se adquieren y se definen partiendo de referencias concretas del objeto.

La construcción de los conceptos cotidianos van de lo concreto a lo abstracto (vía ascendente) y los conceptos científicos van de lo abstracto a lo concreto (vía descendente) ya que van teniendo significado en la medida en que se relacionan de manera jerárquica con otros conceptos ya adquiridos, conformando así una especie de pirámide conceptual.

En síntesis, la teoría socio-cultural-constructivista propuesta por Vygotski, permite reflexionar sobre el hecho educativo, ya que según la misma *aprender es una experiencia social*; y, la interacción de los estudiantes con los especialistas y con sus pares, puede ofrecer un "andamiaje" donde el estudiante puede apoyarse.

Según Alonso (2000), actualmente el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje situado, en los cuales se destaca que todo aprendizaje tiene lugar en un contexto en el que los participantes negocian los significados, se recogen los planteamientos postulados por Vygotski. El aula debe ser un campo de interacción de ideas, representaciones y valores. La interpretación es personal, de manera que no hay una realidad compartida de conocimientos. Por ello, los estudiantes individualmente obtienen diferentes interpretaciones de los mismos materiales, cada uno construye (reconstruye) su conocimiento según sus esquemas, sus saberes, experiencias previas y su contexto.

3.1.3. Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1918-2008)

En esta línea de pensamiento se resalta la importancia del *significado* como parte fundamental del proceso educativo; la teoría de Ausubel, concentra varios aspectos de las teorías ya mencionadas, y es una de las pocas que se ocupa de los procesos de enseñanza, además de los procesos de aprendizaje. Su visión aportó ideas para la enseñanza, considerando importante: la *estructuración cognitiva* preexistente en el estudiante y la *organización* del conocimiento que se presenta (debe ser funcional, integrable, coherente y potencialmente significativo).

Así, Ausubel acuña en su teoría un nuevo concepto de aprendizaje, (básico en el constructivismo moderno) que le valió para diferenciarlo o distinguirlo del aprendizaje repetitivo o memorístico, al que denominó "*aprendizaje significativo*".

Se denomina *aprendizaje significativo* a la adquisición de significados nuevos; el aprendizaje significativo es posible cuando lo que se trata de aprender logra relacionarse de forma *sustantiva* y *no arbitraria* con lo que ya conoce quien aprende; es decir, con aspectos relevantes y preexistentes de su estructura cognitiva. Presupone una tendencia al aprendizaje significativo y una tarea potencialmente significativa. Esta relación o anclaje del contenido que se aprende con la estructura cognitiva del sujeto que aprende, tiene consecuencias trascendentes en la forma de abordar la enseñanza.

3.1.3.1. Condiciones para el aprendizaje significativo

La adquisición de nuevos significados y el surgimiento de éstos, implica en el sujeto la culminación de un proceso. Para que esto se lleve a cabo, deben procurarse

determinadas condiciones, a saber: el material presentado a los estudiantes no debe ser arbitrario, lo cual significa que el material en sí mismo debe mostrar intencionalidad, relacionando sustancialmente las ideas contenidas que se pretende sean asimiladas por los aprendices; para ello sus elementos deben estar organizados en una estructura lógica, de forma tal que las diferentes partes de esa estructura se relacionen entre sí, de modo no arbitrario por supuesto. De esta manera, se le brinda al estudiante la posibilidad de que pueda relacionar sus ideas o conocimientos previos con el contenido del material presentado.

Para que se produzca aprendizaje significativo, además del contenido y la estructura lógica del material, es fundamental que el aprendiz esté predispuesto a hacerlo, que experimente deseos de aprender y que sea capaz de esforzarse para lograrlo; en definitiva lo que se requiere es de una actitud positiva. Además, es necesario que el sujeto cuente con una serie de ideas, concepciones y conocimientos en su estructura cognitiva, que le permitirán establecer relaciones con el nuevo material.

La *asimilación* de los conceptos científicos (conocimientos verdaderos) a través de la instrucción es posible, si se considera lo que el estudiante ya sabe sobre aquello que se pretende enseñar. Aprender implica comprender, ergo, el estudiante aprenderá y podrá recordar sólo aquellos conocimientos que comprenda. Es por ello importante el papel del docente (mediador), ya que es el responsable de identificar cuáles son los conceptos básicos de la disciplina que enseña, y organizarlos y jerarquizarlos para que cumplan con su papel de organizadores avanzados.

Ausubel define como *organizador* a todo aquel material introductorio que se presenta de antemano y en un nivel más alto de generalidad, inclusividad y abstracción que la tarea de aprendizaje en sí, y se relaciona explícitamente no sólo con las ideas relevantes existentes en la estructura cognitiva del sujeto, sino también con la tarea de aprendizaje misma. Un organizador está diseñado para promover el aprendizaje inclusivo, incrementando la distinción entre las nuevas ideas que van a ser aprendidas y las ideas ya existentes en el sujeto. Se puede decir que los organizadores ayudarían a salvar algún tipo de obstáculo existente entre lo que el aprendiz ya conoce y lo que necesita conocer para poder aprender significativamente.

3.1.3.2. Tipos de Aprendizajes Significativos

Para Ausubel es importante considerar que los sujetos aprenden de diferentes maneras y que, distinguir los diferentes tipos de aprendizajes, puede posicionar al docente de mejor manera en el salón de clases. Sugiere así la existencia de dos ejes en su definición del campo global del aprendizaje: por un lado, sobre el eje perpendicular, se encuentra el continuo que enlaza el aprendizaje por repetición, en el extremo más bajo, con el aprendizaje significativo, en el otro más alto; y sobre el eje horizontal, el que enlaza el aprendizaje por recepción con el aprendizaje por descubrimiento, con dos etapas: aprendizaje por descubrimiento guiado y aprendizaje por descubrimiento autónomo (Figura 3.1).

De esta forma, Ausubel ejemplifica o esquematiza la manera en que ambos ejes se pueden cruzar, considerando que es posible aprender significativamente tanto por recepción como por descubrimiento, y que el aprendizaje por repetición, en una etapa posterior, puede ser significativo.

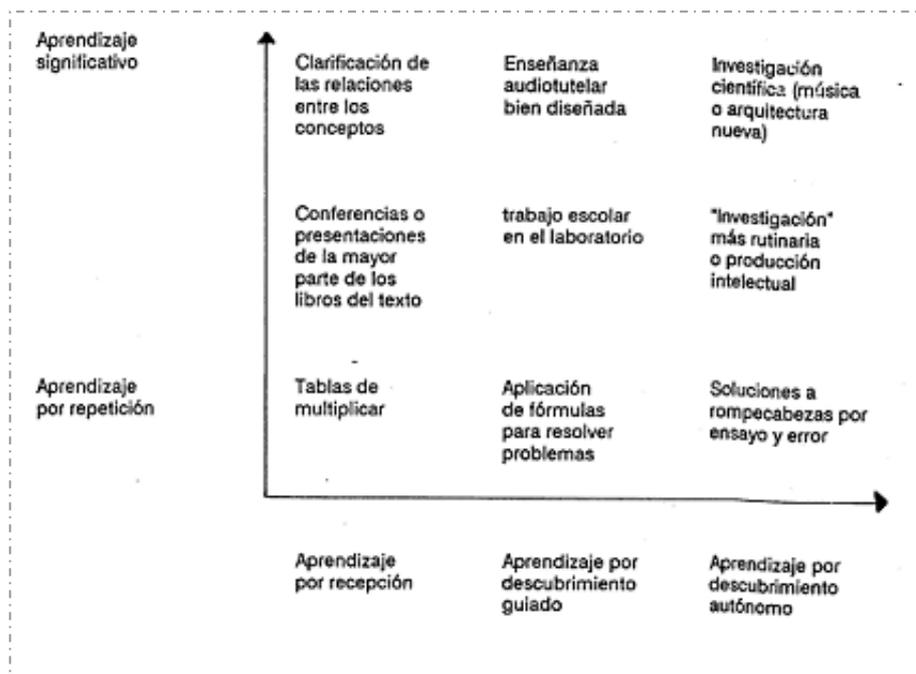


Figura 3.1. Clasificación de las situaciones de aprendizaje según Ausubel y col (1983). Extraído de Pozo (1996-a:211).

- Distinción entre el aprendizaje por recepción y por descubrimiento: el aprendizaje por *recepción* se da cuando el contenido total de lo que se debe aprender se presenta al aprendiz más o menos en su forma final; se espera que el estudiante no realice ningún tipo de descubrimiento, sino que incorpore el material tal cual le es dado y que

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

posteriormente sea capaz de reproducirlo. Este tipo de aprendizaje puede ser entonces por *repetición* (por ejemplo: aprender las tablas de multiplicar) o *significativo* según sea la forma en que lo internalice el sujeto. El aprendizaje por recepción será probablemente significativo, siempre y cuando se den las condiciones anteriormente mencionadas para el mismo.

En el aprendizaje por *descubrimiento*, el contenido de lo que será aprendido no se proporciona o presenta de manera explícita, sino que debe ser descubierto por el aprendiz antes de que pueda asimilarlo en su estructura cognitiva. El aprendizaje por descubrimiento puede darse por *repetición* o bien puede llegar a ser *significativo*. Se espera que el estudiante reordene la información, la integre a su estructura y que pueda reorganizarla de manera tal que se produzca el producto final.

- Distinción entre el aprendizaje por repetición y aprendizaje significativo: los conocimientos que se adquieren y retienen por medio de estos dos tipos de aprendizajes presentan diferencias *cualitativas* de procesos. En el aprendizaje *memorístico* o por *repetición* se producen asociaciones totalmente arbitrarias entre la información nueva y la estructura cognitiva del sujeto. El aprendiz incorpora los nuevos conocimientos de manera no sustantiva, arbitraria y verbalística. Cuando se da el aprendizaje memorístico el conocimiento almacenado no puede ser utilizado de forma novedosa o innovadora, sino que el mismo se “repite” tal cual le fue mostrado al aprendiz. Como el saber adquirido de memoria está al servicio de un propósito inmediato, suele olvidarse una vez que éste se ha cumplido. Claro que este tipo de aprendizaje puede ser utilizado en determinadas etapas de formación y para la incorporación de determinado tipo de información. Ausubel y col. (1983) cita como ejemplo al aprendizaje de las tablas de multiplicar, a la aplicación de fórmulas para resolver problemas y a la solución de rompecabezas por ensayo y error.

Según el autor, el *aprendizaje significativo* es posible si la tarea de aprendizaje puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra), con lo que el estudiante ya sabe y si éste adopta la actitud de aprendizaje correspondientes para hacerlo así. Por “no arbitrario” se entiende a que el material potencialmente significativo que le es presentado al estudiante, no se relaciona con cualquier aspecto de su estructura cognitiva, sino que debe hacerlo con aquella información o idea que tenga que ver con ella. A este conjunto de ideas, conceptos, proposiciones o conocimientos presentes en la estructura cognitiva del sujeto que hacen posible la relación, Ausubel los

llamó *subsumidores*. Por “sustantiva” se entiende que lo importante es aprender la esencia misma del conocimiento más allá de retener precisamente las palabras que la definen.

El *aprendizaje significativo por recepción* es considerado un *proceso activo*, porque requiere que el sujeto realice algún tipo de análisis cognoscitivo para averiguar cómo puede relacionar la nueva información con las ideas preexistentes en su estructura cognitiva; esto implicaría aprehender las similitudes y las diferencias entre lo “nuevo” y lo “viejo” y poder resolver las contradicciones, para ser luego capaz de reformular la información recibida e incorporarla significativamente a su estructura.

3.1.3.3. Categorías de aprendizaje significativo

En función de la naturaleza del conocimiento, Ausubel diferencia tres categorías de aprendizaje significativo: de representaciones, de conceptos y de proposiciones, siendo las primeras más simple que las subsiguientes.

El *aprendizaje representacional o de vocabulario* supone el aprendizaje del significado de los símbolos o de las palabras como representación simbólica; Ausubel considera que las palabras particulares representan y significan las misma cosas que sus referente. Esta adquisición de vocabulario puede ser tanto previa como posterior a la de formación de conceptos. Por ejemplo, de niño se aprenden palabras que representan objetos o hechos reales de manera no categórica, luego se adquieren los primeros conceptos y, por consiguiente, se aprende un nuevo vocabulario que lo represente.

Los *conceptos*, según este autor, son objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes y que se designan mediante algún signo o símbolo (típicamente una palabra con un significado genérico). Los conceptos pueden ser considerados “abstracciones” ya que representan tan sólo una de las muchas maneras posibles de definir una clase y no tienen existencia real en el mundo físico; pero en términos psicológicos, los conceptos son reales ya que pueden ser adquiridos, percibidos, entendidos y manipulados (por ejemplo, la cultura).

El *aprendizaje de conceptos* puede producirse mediante dos vías básicas, la de formación y la de asimilación, dando ambas como resultado la adquisición de los mismos. La *formación* de conceptos presente generalmente en edad preescolar, se caracteriza por la adquisición espontánea e inductiva de ideas genéricas, fundadas en experiencias del

tipo empírico-concretas. El niño puede saber los conceptos de mamá, mesa, perro o casa por ejemplo, a partir de la experiencia directa con los mismos y a través de sucesivas etapas de encuentro; de esta manera el niño va generalizando los atributos de criterio que componen el concepto "cultural" de cada uno de éstos; así se va enriqueciendo cada vez más el vocabulario.

Ausubel sostiene que la mayoría de los niños en edad escolar, así como adolescentes y adultos, ya han desarrollado un conjunto de conceptos que permiten el aprendizaje significativo. Tomando ese hecho como punto de partida, se llega a la adquisición de nuevos conceptos a través de la *asimilación*, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora de los mismos. El proceso de asimilación conceptual es posible debido a que los atributos de criterio de los conceptos nuevos se pueden definir por medio del uso de los referentes ya existentes en nuevas combinaciones disponibles en la estructura cognitiva del sujeto.

Por último, el *aprendizaje de proposiciones* implica aprender el significado de una nueva idea expresada en forma de oración que se compone de dos o más conceptos; está más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que componen la proposición. Un ejemplo de esto sería "las soluciones son mezclas homogéneas formadas por dos o más componentes".

Dado que, en general, las proposiciones implican la relación entre varios conceptos, las mismas se pueden adquirir mediante el proceso de asimilación. La relación entre el material potencialmente significativo y la estructura cognitiva del sujeto que aprende, son indispensables para este proceso. Cada sujeto acumula en su estructura cognitiva un conjunto de conceptos; por lo tanto, cada persona construirá diferentes enlaces conceptuales aunque esté involucrado en la misma tarea de aprendizaje.

Ausubel diferencia las formas de aprendizaje significativo por asimilación en función de la relación jerárquica que se puede presentar entre las ideas ya existentes y las nuevas. Así surge el aprendizaje *subordinado*, *superordinado* y el *combinatorio*. En su teoría de asimilación el autor expresa que la nueva información es vinculada a los aspectos relevantes y preexistentes en la estructura cognoscitiva, y en el proceso se modifican la información recientemente adquirida y la estructura preexistente.

Aprendizaje subordinado: para Ausubel, es la principal forma de aprendizaje significativo, y se produce cuando las nuevas ideas son relacionadas subordinadamente con ideas relevantes de mayor nivel de abstracción, generalidad, e inclusividad. Estas ideas o conceptos previos de nivel superior son llamados “inclusores” o “subsumidores” y sirven de anclaje para las nuevas ideas o conceptos.

El aprendizaje subordinado puede suceder por: *Inclusión derivativa*, cuando los nuevos conceptos tienen un carácter de ejemplo o ilustración de los conceptos ya existentes; esto es, el material nuevo presentado es sólo corroborador o derivable directamente de algún otro concepto o proposición ya existente en la estructura cognitiva del sujeto. Otro tipo de subordinación más general, se da por *Inclusión correlativa*: ésta se produce cuando las nuevas ideas son una extensión, elaboración, modificación o limitación de los conocimientos ya aprendidos por el sujeto. A pesar de que la nueva idea pueda ser incorporada e interactuar con los inclusores pertinentes, su significado no necesariamente se encuentra implícito en ellos.

Aprendizaje supraordenado: los conceptos o ideas relevantes existentes en la estructura cognoscitiva del sujeto son de menor nivel de generalidad, abstracción, e inclusividad que los nuevos conceptos a aprender; esto es, las ideas establecidas se reconocen como ejemplos específicos de la idea nueva y se vinculan a ésta. Este tipo de aprendizaje se da cuando el sujeto integra conceptos ya aprendidos anteriormente dentro de un nuevo concepto integrador más amplio e inclusivo.

Aprendizaje combinatorio: se caracteriza por el hecho de que los nuevos conceptos no pueden relacionarse, ya sea de forma subordinada o supraordinada, con ideas relevantes específicas en la estructura cognoscitiva del sujeto. Así, la nueva idea se encuentra en relación con las ideas existentes, pero no es más inclusiva ni más específica que éstas, aunque puede tener algún aspecto en común con las mismas.

Ausubel explica que durante el curso del aprendizaje significativo ocurren dos procesos relacionados de gran importancia educativa: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

La *diferenciación progresiva* ocurre en los procesos de inclusión (aprendizaje subordinado), aquí los conceptos inclusores se modifican y desarrollan, haciéndose cada vez más diferenciados. Esto se debe a que la nueva idea se va incorporando o es incluida

en los conceptos o proposiciones ya existentes, produciendo una modificación en ellos. En estos procesos se va de lo general a lo particular.

El *proceso de reconciliación integradora* se refiere a la combinación de los elementos existentes; en el curso del aprendizaje significativo supraordinado o combinatorio, las ideas establecidas en la estructura cognitiva del sujeto se pueden reconocer al encontrar su relación en el curso de un nuevo aprendizaje; así pues, la nueva información es adquirida y los elementos existentes de la estructura pueden asumir una nueva organización y con ello un significado nuevo.

Según el autor, todo aprendizaje producido por reconciliación integradora dará lugar a una mayor diferenciación de los conceptos o proposiciones existentes. Por ello, la reconciliación integradora es una forma de diferenciación progresiva de la estructura cognitiva que ocurre en el aprendizaje significativo.

Coll (1985) rescata y desarrolla, de manera clara y precisa, las contribuciones de cada uno de los autores mencionados anteriormente. Así, de Piaget rescata la importancia en el desarrollo de la competencia cognitiva general del niño (nivel de desarrollo operatorio) y reconoce, como Ausubel, la existencia de conocimientos previos. Además, sugiere que en los currículos escolares se debe contemplar la relación entre el estado de desarrollo operatorio y los conocimientos, para establecer una diferencia entre lo que el alumno es capaz de aprender solo y lo que es capaz de aprender junto a otros, tomando de esta manera la esencia de Vygotski. La finalidad educativa, por tanto, debería promover aprendizajes significativos, considerando que la significatividad está relacionada directamente con la funcionalidad.

En definitiva, estas líneas teóricas sustentan sus postulados en que la construcción del conocimiento es un proceso que realiza cada sujeto; en dicho proceso intervienen sus ideas y conocimientos previos y además, la manera en la que el sujeto se relaciona física y mentalmente con el medio que lo rodea.

En la Cuadro 3.2 y a manera de síntesis, se mencionan los aportes más relevantes realizados por Piaget, Vygotski y Ausubel. La elección de estas tres teorías de la corriente cognitivista se fundamentó en los aportes que cada una de ellas realiza respecto a la formación de conceptos; como así también, a las particularidades en el enfoque relativo a la construcción del conocimiento cotidiano y el conocimiento científico. No obstante, sea

cual fuere la teoría considerada, todas enfatizan o destacan, en mayor o menor grado, la relación existente entre las estructuras mentales internas o estructuras cognitivas, las ideas previas, y la adquisición del conocimiento.

De esta manera, gran parte de las investigaciones científicas de las últimas décadas, han colocado al sujeto que aprende en el eje del proceso enseñanza-aprendizaje, proporcionando una serie de conocimientos acerca de las concepciones con las que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de los conocimientos científicos en las aulas. Además, de manera implícita o explícita, dichos trabajos plantean el problema en torno a la construcción y a la transformación conceptual con la intención de avanzar de manera significativa sobre nuevas propuestas didácticas.

3.2. Dificultades en el aprendizaje de las Ciencias

Las dificultades de aprendizaje que manifiestan los estudiantes a lo largo de su proceso educativo, han sido estudiadas desde múltiples perspectivas y han generado marcos conceptuales y modelos explicativos diversos. Así, este tema ha sido tratado por autores pertenecientes a diversos campos (medicina, pedagogía, psicología), utilizando cada uno de ellos terminología específica y señalando como relevantes determinados aspectos y rechazando otros según su orientación y especialidad (Mesonero Valhondo y Nuñez Pérez, 1995).

Entre todas estas corrientes resulta de interés para esta investigación destacar las ideas de Suárez Yáñez (citado por Cárdenas y González, 2005:1) quien considera que las dificultades de aprendizaje pueden ser de origen interno al aprendiz o de origen externo. Según el autor, son dificultades de origen interno aquellas derivadas del estilo de aprendizaje, de la capacidad del estudiante para organizar y procesar información o de la competencia lingüística; mientras que, se consideran dificultades de aprendizaje externas al individuo, la naturaleza propia del objeto de aprendizaje, la demanda de la tarea y el estilo de enseñanza, entre otras.

Según Kempa (1991), la expresión “*dificultad de aprendizaje*” aplicada al campo de la educación en ciencias, se refiere a cualquier situación en la que un alumno no logra captar un concepto o una idea como resultado de uno o más de los siguientes factores:

- i. La naturaleza de las ideas y el sistema de conocimientos ya poseído por el estudiante, o la falta de adecuación de tales conocimientos en relación al concepto a ser adquirido.
- ii. La demanda y la complejidad de una tarea de aprendizaje en términos de procesamiento de la información, en comparación con la capacidad de manejo de la información que tienen los estudiantes.
- iii. Los problemas de comunicación derivados del uso del lenguaje, por ejemplo, en relación con los términos técnicos o de carácter general que tienen un significado en función del contexto, o la complejidad de la estructura de la oración y la sintaxis utilizada por el profesor (en comparación con la capacidad de lenguaje propia del estudiante).
- iv. La falta de concordancia entre los métodos de enseñanza utilizados por el profesor y el modo de aprendizaje del alumno (estilo de aprendizaje).

Campanario y Moya (1999) sobre la base de investigaciones realizadas en torno a las dificultades en los procesos de aprendizajes de las ciencias, han propuesto como “clásicas” a las siguientes:

- a- La estructura lógica de los contenidos conceptuales.
- b- El nivel de exigencia formal de los mismos.
- c- La influencia de los conocimientos previos y preconcepciones de los estudiantes.
- d- La escasa competencia lingüística.
- e- La falta de preparación para apropiarse de conceptos abstractos y para resolver problemas.
- f- Las nociones y expectativas del estadiante sobre el dominio disciplinar.
- g- El tipo de enseñanza, etc.

En cuanto al aprendizaje de la química, hay aspectos particulares que deben considerarse: la Química es difícil de entender, porque es al mismo tiempo una ciencia

muy concreta (se refiere a una gran diversidad de sustancias) y muy abstracta (se fundamenta en unos 'átomos' a los que no se tiene acceso); y porque la relación entre los cambios que se observan y las explicaciones no es evidente, ya que se habla de los cambios químicos con un lenguaje simbólico que es muy distinto del que conocen y utilizan los estudiantes al transformar los materiales en la vida cotidiana. Incluso el objeto de la química (comprender y gestionar la transformación de los materiales) queda lejos de los intereses de los estudiantes, que ya están acostumbrados a aceptar los fenómenos más llamativos sin tener necesidad de comprenderlos (Izquierdo Aymerich, 2004).

Según el mismo autor, existirían dos posibles causas del desinterés que muestran muchas veces los estudiantes por la química: En primer lugar, que el cuerpo de conocimientos de esta ciencia se presenta de manera demasiado dogmática, alejada de las finalidades y valores de los estudiantes; y, en segundo lugar, que quizás no se tienen tanto en cuenta como se debiera las dificultades conceptuales que le son propias, y que se derivan del desajuste entre la teoría y sus ejemplos modelos o campo de aplicaciones.

Otra de las dificultades que plantea la química es la relación asimétrica que existe entre la estructura de las sustancias y sus propiedades. En efecto, si bien los sistemas con idéntica estructura microscópica han de tener las mismas propiedades macroscópicas, no ocurre lo mismo a la inversa: dos sistemas que presentan una determinada propiedad macroscópica pueden ser diferentes a nivel microscópico y esto resulta desconcertante y genera muchos errores entre los estudiantes. Es decir, que en Química las relaciones deben investigarse empíricamente, una por una, y no pueden generalizarse de manera sencilla.

Las concepciones predominantes que los estudiantes tienen acerca de las ciencias y del conocimiento científico, son un punto clave a tener en cuenta, ya que existen un grupo de creencias que no favorecen al aprendizaje significativo. Vázquez Alonso y Manassero Mas (1999), mencionan como ejemplos las siguientes creencias y certezas:

- Visión algorítmica de la metodología científica: considerada como una serie de etapas prefijadas que se deben seguir mecánicamente y que llevan a resultados seguros.
- Visión algorítmica de los procesos, acompañada de la opinión que éstos son conocimientos definitivos e incuestionables.

- Carácter acumulativo del proceso científico. Capacidad del mismo para dar respuestas a “todas” las necesidades humanas.
- Carácter neutral y objetivo de la ciencia, aislada de la cultura y de la influencia de las subjetividades.
- Conocimiento científico compuesto por una colección de conceptos, fórmulas y datos relacionados entre sí.

Estas *concepciones epistemológicas*, operan como un conjunto de ideas que tienen los estudiantes acerca del conocimiento en general y específicamente sobre el conocimiento científico, y gravitarán en su mirada acerca de cómo se estructura, cómo evoluciona y cómo se produce el conocimiento (Hammer, citado por Campanario y Moya 1999:179). Por lo tanto, dichas concepciones se encuentran inevitablemente relacionadas a la manera en la que los sujetos aprenden.

A las dificultades mencionadas en relación con el aprendizaje de las ciencias se agrega además, la falta de desarrollo de ciertas capacidades o habilidades cognitivas para la **resolución de problemas**, tarea que, se considera, es fundamental en áreas como la química y la física. Por lo tanto, esto adquiere relevancia, dado el alto nivel de desarrollo teórico y práctico que sustenta a estas disciplinas.

3.2.1. La resolución de problemas

En los años setenta, surgen ciertas dudas e inquietudes alrededor de esta temática, cuando docentes de niveles universitarios se plantean notables descensos en el desempeño intelectual de los jóvenes, sin causas claramente establecidas. Como consecuencia, se plantean estudios sobre la detección de dificultades de los estudiantes para aprender, resolver problemas, tomar decisiones, etc., y se proponen nuevos posicionamientos en cuanto a las formas de enseñar, con énfasis en el diagnóstico de necesidades y en la aplicación de estrategias que estimulen el aprendizaje significativo, y el desarrollo de habilidades para resolver problemas. De hecho algunos investigadores como Clement (citado por Amestoy de Sánchez, 2002:3), propusieron estrategias de investigación para analizar el procesamiento de la información que realizan los estudiantes mientras resuelven problemas.

Esta preocupación por los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias experimentales se hace notable, ya que en algunos sectores se introduce en los proyectos curriculares la *resolución de problemas* como un proceso clave en la educación (Sigüenza y Sáez, 1990).

Según Perales Palacios (1993), el *problema* adquiere dos dimensiones: una de actividad de enseñanza y aprendizaje, que involucra tanto conceptos como habilidad; y otra evaluadora, que no sólo abarca el aprendizaje sino que también incluye los propios mecanismos cognitivos puestos en juego por el educando.

La “resolución de problemas” tiene múltiples interpretaciones y puede reunir diversas tareas. Así, se entiende la resolución de problemas como el proceso mediante el cual, una situación incierta (problema) es clarificada mediante la aplicación de conocimientos y procedimientos por parte del que se aboca a esta tarea; así también como la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva que involucra el aprendizaje (Gagné, Novack citados por Perales Palacios, 1993:170).

En este mismo sentido, autores como Pozo y col. (1994), entienden que un problema es una situación nueva, diferente de las situaciones conocidas, que debe resultar interesante y/o inquietante, en la cual el sujeto advierte el punto inicial o de partida y un punto final o de llegada, pero desconoce los procesos mediante los cuales puede resolverla. En esta situación, los sujetos deben poner en juego diferentes tipos de saberes, relacionados con los conceptos, los procedimientos y/o las actitudes.

La palabra “resolución” sirve para designar la actividad que consiste en resolver el problema desde la lectura del enunciado, pudiendo establecerse una distinción entre el tratamiento lógico-matemático y la propia actividad de resolución, analizada a menudo en términos de encadenamiento de procesos, y la solución o respuesta, producto de dicha actividad (Dumas – Carré, citado por Perales Palacios, 1993:170).

Según Ausubel y col. (1983), la resolución de problemas constituye una actividad en la cual la representación cognitiva de la experiencia previa como así también los componentes de una situación problemática, deben ser reorganizados para lograr un objetivo determinado. Esta actividad, involucra tanto el aprendizaje por descubrimiento como el aprendizaje por recepción y ambos pueden o no, ser significativos. Aprendizaje por descubrimiento, ya que exige la transformación y la reintegración del conocimiento

existente para adaptarse a las demandas de una meta específica o de una relación medios-fines; y por otro lado, la comprensión de las condiciones del problema y la asimilación de la solución del mismo constituyen formas de aprendizaje por recepción.

La diferencia entre estas dos formas de entender el aprendizaje significativo que puede darse frente a la resolución de problemas, radica en que para que se genere el “descubrimiento”, el contenido principal de lo que se va a aprender no es presentado de manera explícita al estudiante, sino que es el estudiante quien debe descubrirlo, incorporarlo a su estructura cognitiva y luego hacerlo significativo; en el aprendizaje por recepción el contenido que se va a aprender, es presentado directamente al sujeto y se espera que éste lo internalice o lo incorpore de manera que puede recuperarlo en una situación posterior.

Es importante percibir que la capacidad de los estudiantes para resolver problemas está condicionada por una variedad de factores, como por ejemplo: es necesario que el estudiante tenga conocimientos sobre el área o la disciplina en la que se propone la situación problemática y que de alguna manera se encuentre familiarizado con la lógica de la misma. Otro rasgo a tener en cuenta, es lo que Ausubel y col. (1983) llamaron “determinantes cognoscitivos” refiriéndose a la sensibilidad al problema que experimenta el sujeto, a su originalidad y curiosidad intelectual, al estilo cognitivo, al conocimiento de las estrategias de resolución, etc. Y no menos importante, son también los rasgos de personalidad (flexibilidad, ansiedad, pulsión, etc.).

De las variantes mencionadas, es evidente que sólo algunas de ellas pueden ser consideradas cuando se utilizan técnicas de enseñanza para preparar a los estudiantes en los procesos de resolución de problemas; por lo que la atención debería estar centrada en el conocimiento de la asignatura, en la lógica de la misma y las estrategias de resolución.

Como ya se ha señalado, son numerosos los factores a considerar cuando se indaga empíricamente sobre la resolución de problemas, y a grandes rasgos, se mencionaran la naturaleza del problema, el contexto de la resolución y el “solucionador”, tal como lo denomina Cohen (citado en Perales Palacios, 1993:171).

✓ La *naturaleza del problema* tiene que ver con los aspectos formales del mismo, su estructura, lenguaje, complejidad, tareas requeridas, de solución abierta o cerrada, etc.

- ✓ El *contexto* tiene que ver con todo lo que rodea al solucionador, como por ejemplo la consulta o no de fuentes de información, si se suministra o no el algoritmo puesto en juego, el tiempo de resolución, etc.
- ✓ Las características de *quien soluciona el problema* (solucionador) tiene que ver con el conocimiento teórico, las habilidades cognitivas, la creatividad, la actitud, ansiedad, edad, sexo, etc.

De lo anterior surge que, para poder resolver un problema, el sujeto necesita utilizar de manera apropiada, los conocimientos adquiridos en etapas previas, conjuntamente con sus estrategias y habilidades cognitivas; además, debe saber apropiarse de otros nuevos conocimientos, para lograr con éxito su objetivo.

Con respecto al *conocimiento específico* de la materia por parte del solucionador, se pueden diferenciar cuatro componentes propuestos por Ferguson-Hessler y De Jong (citados por Perales Palacios, 1993:174); ellos son:

1. Conocimiento declarado: determinado por las definiciones, teoremas, ecuaciones, etc.;
2. Conocimiento de procedimiento: cómo aplicar una ecuación dada, cómo elegir una superficie gaussiana, uso de técnicas específicas, etc.;
3. Conocimiento de selección: cómo ser capaz de reconocer características relevantes de la situación dada y combinar éstas con las condiciones de validez de las fórmulas y procedimientos conocidos a fin de seleccionar uno o más para la solución;
4. Conocimiento de estrategia: sucesiones de acciones que se realizan a fin de alcanzar una solución.

La resolución de problemas tiene un carácter esencialmente procedimental, ya que requiere que los sujetos pongan en marcha una secuencia de pasos de acuerdo con un plan preconcebido y dirigido al logro de una meta. Aunque, la resolución de problemas no pueda desvincularse de los contenidos conceptuales o actitudinales, parte de sus rasgos como contenido del aprendizaje se derivan de ese carácter procedimental debido a la necesidad de saber hacer algo, y no sólo en decirlo o comprenderlo.

En la tabla 3.1 se resumen las principales diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental, de acuerdo con Anderson (extraído de Pozo y col., 1994:181):

Tabla 3.1. Diferencias entre el conocimiento declarativo y procedimental

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

Conocimiento declarativo	Conocimiento procedimental
<ul style="list-style-type: none">• Consiste en saber qué.• Es fácil de verbalizar.• Se posee todo o nada.• Se adquiere de una vez.• Se adquiere por exposición (adquisición receptiva).• Procesamiento esencialmente controlado.	<ul style="list-style-type: none">• Consiste en saber cómo.• Es difícil de verbalizar.• Se posee en parte.• Se adquiere gradualmente.• Se adquiere por práctica (adquisición por descubrimiento).• Procesamiento esencialmente automático.

Esta distinción es válida, si se tiene en cuenta que las personas disponemos de dos formas diferentes, y no siempre relacionadas, de conocer el mundo. En este sentido Pozo y col. (1994:181) expresan: por un lado, sabemos *decir* cosas sobre la realidad física y social; por otro, sabemos *hacer* cosas que afectan a esas mismas realidades. Aunque ambos tipos de conocimiento deberían en muchos casos coincidir, en otros muchos no es así. En el caso de la solución de problemas, es obvio que los estudiantes muchas veces tienen conocimientos conceptuales o verbales que no son capaces de utilizar en el contexto de una tarea concreta. Saben decir algo (y lo hacen eficientemente el día del examen) pero no saben hacer nada o casi nada con ese conocimiento.

En cuanto a las *estrategias o procedimientos* utilizados para resolver problemas, los solucionadores ponen en marcha, de manera intencional, una serie de procesos cognitivos; este procesamiento requiere por lo tanto, la expresión o manifestación de capacidades que permitirán al sujeto organizar, planificar y gestionar las acciones.

Básicamente, la secuencia lógica a seguir por los estudiantes en la resolución de problemas, puede percibirse en los cuatro pasos propuestos y desarrollados por Polya (1981):

1. Comprensión del problema: significa la toma de conciencia de que se está frente a una situación problemática; para esta instancia como factores esenciales, se consideran el grado de conocimiento que el sujeto tenga de la situación y la significación. Según el autor, para que un estudiante se plantee un problema, primero debe entenderlo y desear resolverlo.

2. Concepción y diseño de un plan para resolverlo: aquí es donde se comienzan a proyectar las posibles respuestas, es la fase de formulación de hipótesis. Estos supuestos deberán estar basados en datos que pueden estar presentes en el mismo problema y/o formando parte del bagaje de conocimientos que tenga el estudiante; aquí, deberán

apelar a la recuperación de sus conocimientos y al empleo de estrategias propias del razonamiento.

3. Ejecución del plan: se ponen en marcha las estrategias indispensables para hacer efectiva la decisión de seguir el camino elegido y, a partir de aquellas, determinar en qué medida sus capacidades les permiten resolver la dificultad planteada. En esta etapa se ponen a prueba las hipótesis y se buscan datos para comenzar a afirmarlas o a rechazarlas.

4. Visión retrospectiva: etapa relacionada con el examen o el análisis de la solución; es la verificación de los pasos seguidos y de alguna manera, la validación de la hipótesis inicial como respuesta al problema.

Posteriormente, y una vez analizados los datos, es necesario traducir formalmente la información empleando estrategias cognitivas de selección y comunicación.

Según Pozo y col. (1994), a pesar de que este esquema analizado no pueda ser enseñado a los estudiantes como tal sin llenarlo del contenido propio de cada materia, constituye un instrumento conceptual útil para comprender el proceso de solución de problemas. Estas pautas (comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y examinar la solución) se pueden corresponder con traducción y solución del problema en el área de Matemáticas o con las distintas fases del método científico en el área de Ciencias de la Naturaleza o con el esquema básico de problemas sociales. Al mismo tiempo, para completar esas distintas fases o pasos en la solución de un problema, los estudiantes necesitarían adquirir procedimientos específicos para cada una de esas áreas. Aunque los procedimientos sean distintos en cada una, su función dentro del proceso de aprendizaje es relativamente similar.

Así, atendiendo a la función que cumplen los procedimientos o estrategias para la solución de un problema, y que quizás permita un análisis más detallado de los procedimientos requeridos para la solución de los mismos, facilitando su entrenamiento diferencial y específico, Pozo y col. (1994) han propuesto cinco instancias:

1. Adquisición de la información.
2. Interpretación de la información.
3. Análisis de la información y realización de inferencias.

4. Comprensión y organización conceptual de la información.

5. Comunicación de la información.

Estas instancias, comparadas con las propuestas por Polya (1981), si bien no presentan correspondencias unívocas, directas, apelan básicamente, a una secuencia lógica de pensamiento formal, muy similares.

Con esto, es importante aclarar que no toda resolución de problemas implica necesariamente del mismo tratamiento de los cinco tipos de procedimientos propuestos, ni que éstos deban seguir el mismo orden secuencial; ya que, en muchos casos y dependiendo del área específica del conocimiento en el cual se plantean los problemas, estas fases pueden estar interconectadas de forma compleja existiendo una continua reformulación de cada una de ellas.

3.2.2. Las ideas previas

A lo largo de sus vidas, los estudiantes han ido incorporando información de diferentes maneras y por diversos medios, lo cual ha permitido conformar ideas acerca de la realidad e incorporar cierto conocimiento científico. Según Willians Pinto (2009) este conocimiento actualmente llega a todas las personas por diversas fuentes, y representa un conjunto de ideas que se han ido acentuando en el saber cotidiano popular, ya sea de forma correcta o desvirtuada. Según el autor, la información recibida en el transcurso del proceso de escolarización y también aquella recibida del entorno, conforman un conjunto de ideas que preceden al aprendizaje formal del conocimiento científico; por lo cual resulta importante considerar estas concepciones previas al comenzar un nuevo aprendizaje, ya que éstas representan una de las dificultades que a veces los profesores encuentran al introducir a los educandos en nuevos conocimientos y aprendizajes.

Si se asume que una persona aprende cuando es capaz de integrar conocimientos nuevos a sus estructuras cognitivas previas, es necesario entonces conocer las “ideas” que los estudiantes poseen respecto a un determinado tema, y enseñar conforme a las mismas.

Actualmente, es sabido que al abordar un curso de ciencias, los estudiantes poseen su propio bagaje de ideas acerca de los fenómenos de la naturaleza. Estas ideas son identificadas bajo diferentes denominaciones; y, la utilización de estos términos tiene que

ver principalmente con el posicionamiento teórico del investigador. Así se las conoce como “ideas previas”, “concepciones alternativas”, “preconcepciones”, “concepciones espontáneas”, “errores conceptuales”, entre otras, y han sido objeto de numerosos estudios en el área de la química (Pozo y col., 1991; Gutiérrez y Capuano, 2000; Selley, 2000; Padilla y col., 2005; Talanquer, 2005).

Inhelder y Piaget (1972) realizaron uno de los primeros trabajos sobre *ideas previas*, reconociendo la existencia de representaciones o concepciones en los sujetos sobre algunos fenómenos. Posteriormente, Ausubel y col. (1983), propusieron que la verdadera asimilación de conceptos, exige un proceso activo de relación, diferenciación y reconciliación integradora con los conceptos pertinentes que ya existen en el sujeto. Desde esta concepción, presentó el concepto de aprendizaje significativo y enfatizó la importancia de las estructuras conceptuales que poseen los estudiantes. Tal como se detallara anteriormente, en su teoría se destacan dos puntos fundamentales: la estructura conceptual de los contenidos (a cargo del docente) y la importancia de las ideas previas (lo que el alumno ya sabe). Según el autor, las ideas previas o preconceptos sobre la realidad, se encuentran relacionadas y forman teorías implícitas en el estudiante, condicionando la adquisición de los nuevos conocimientos.

Osborne y Wittrock (1983), siguiendo la línea de Ausubel, recomendaron conocer los conocimientos previos de los estudiantes como punto de partida para la enseñanza, afirmando que los estudiantes desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia, y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y porqué las cosas se comportan como lo hacen.

Existe una amplia evidencia acerca de las dificultades que se presentan durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Las causas de estas dificultades son muy variadas, y por tanto difíciles de ser abordadas simultáneamente. Según Campanario y Otero (2000) existe un conjunto de causas que tienen un factor común, y que están referidas a: lo que los estudiantes saben (ideas previas), a lo que saben hacer (estrategias de razonamiento), a lo que creen (concepciones epistemológicas) y a lo que creen que saben (metacognición); fundamentando que, de alguna manera, en el origen y persistencia de las ideas previas de los estudiantes, se encuentra muchas veces el de estrategias inadecuadas de pensamiento y razonamiento. Asimismo, las concepciones

epistemológicas de los estudiantes sobre el contenido científico y el aprendizaje de las ciencias estarían relacionadas con su conocimiento acerca de su propio conocimiento.

Diversos autores, como Pozo y Carretero (1987), Hierrezuelo y Montero (1991), Cubero (1994) y Carretero, (2000), entre otros, han desarrollado y descrito las características más relevantes con relación a las ideas previas, a saber:

- ✓ Son espontáneas: surgen naturalmente y se originan en la interacción con la gente y el mundo.
- ✓ Son construcciones personales, es decir, producto de su experiencia personal y no adquiridas a través de la enseñanza formal.
- ✓ En general, son científicamente incorrectas desde el punto de vista formal de la ciencia, pero son útiles en un contexto cotidiano extraescolar.
- ✓ Se encuentran implícitas en el alumno y por lo tanto a éste no le resulta fácil exteriorizarlas.
- ✓ Suelen tener un grado de coherencia y solidez variable, y presentarse en forma incoherente o contradictoria. Esto significa que pueden constituir representaciones difusas y más o menos aisladas, o bien pueden formar parte de un modelo mental explicativo con cierta capacidad de percepción (Carretero, 2000).
- ✓ Se caracterizan por ser resistentes al cambio; esto se explica teniendo en cuenta su propio origen.

La construcción de las ideas previas está asociada a explicaciones causales (Pozo, 1996-b) y a la construcción de esquemas relacionales. Por lo tanto, son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar los fenómenos naturales; sin embargo, se encuentran presentes de manera semejante en grupos de diversas edades, género y culturas (Carretero, 2000). Además, se ha considerado que estas ideas guardan ciertas semejanzas con las documentadas a lo largo de la historia de la ciencias (De Berg, 2006).

Los estudios de carácter descriptivo realizados sobre la ciencia intuitiva, concepciones espontáneas, preconceptos, ideas previas o concepciones erróneas sobre los fenómenos científicos que poseen los estudiantes, coinciden en que las mismas están implícitas en el sujeto y que son generalmente contrarias a los conceptos científicos que se pretenden

transmitir. Como ya se mencionara, dichas ideas se caracterizan por ser resistentes al cambio, en general tienen su origen en el entorno cotidiano y, tal como lo señala Pozo (1996-b), permanecen inalteradas incluso tras largos períodos de instrucción.

Como una consecuencia casi natural de las investigaciones realizadas en torno a las ideas previas, se destaca la necesidad de su transformación o de modificación como una meta educativa, hacia el aprendizaje de los conceptos científicos. Pozo (1996-b) señala que debido a la existencia en los alumnos de estas concepciones erróneas, surgieron hace algunos años diversas teorías del aprendizaje de conceptos científicos, que conciben éste como un proceso de cambio conceptual o de transformación de conceptos espontáneos en conceptos científicos. Estas teorías del *cambio conceptual* tienen en común el abordar el aprendizaje de conceptos desde una perspectiva instruccional.

No obstante, la concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo, que abarcan desde las posiciones más radicales, los sustitucionalista, que proponen reemplazar totalmente las ideas previas por los conceptos científicos; hasta posiciones gradualistas que proponen modificar paulatina y parcialmente las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará determinado por el contexto social y fuertemente determinado por aspectos afectivos (Bello, 2004).

Según Pozo (1996-a:243), y teniendo como base el análisis de diversas teorías, el cambio conceptual se produce bajo las siguientes condiciones:

- a) El aprendizaje de conceptos científicos no consiste en reemplazar unas ideas cualesquiera por otras científicamente aceptadas, sino que en el aprendizaje existe una cierta conexión genética entre la teoría espontánea del alumno y la teoría científica que se le pretende transmitir. Enseñar ciencia no consiste en proporcionar conceptos a los alumnos sino en cambiar los que poseen. No basta con exponer al alumno un modelo explicativo mejor, hay que hacerle ver que es mejor.
- b) Para que el alumno pueda comprender la superioridad de la nueva teoría, es preciso enfrentarle a situaciones conflictivas que supongan un reto para sus ideas; así, el alumno deberá darse cuenta de que su teoría previa es errónea en ciertas

situaciones y que lo conducen a predicciones que no se cumplen. El *conflicto cognitivo* es muy importante, más no suficiente, para el avance conceptual.

- c) A partir de lo antes expuesto, puede decirse que la toma de conciencia de sus ideas (de carácter implícito) por parte del alumno, es un paso indispensable para el cambio conceptual. La reflexión que hará el alumno sobre ellas será fundamental en el aprendizaje de conceptos científicos.

Tamayo (2001) afirma que el estudio de los conceptos científicos ha sido abordado desde diferentes campos, como el de la filosofía y la psicología, con el interés de precisar su origen y como se produce el cambio. Por el contrario, desde la didáctica de las ciencias, el estudio de conceptos ha estado más dirigido a establecer su carácter de científico o de cotidiano, además de estudiar la posible evolución como resultado de procesos de enseñanza.

Según el autor, la evolución de los conceptos requiere que el alumno tome conciencia de las relaciones existentes entre sus modelos interpretativos, los que le fueron proporcionando su acercamiento a las ciencias y sus propias concepciones alternativas. Esta conciencia metacognitiva está relacionada con la actitud de los estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias. En consecuencia, la *evolución conceptual* debe reunir el estudio de las concepciones alternativas de los estudiantes, con sus motivaciones frente al aprendizaje de las ciencias, sus habilidades cognitivo-lingüísticas y sus conocimientos metacognitivos. En este sentido, considera que el estudio de conceptos desde la integración de las múltiples dimensiones, permite una mejor comprensión de los complejos procesos que participan en la evolución conceptual.

En relación con la formación y evolución de los conceptos, la discusión para el autor está planteada en definir si para el aprendizaje de los conceptos se parte de los conocimientos anteriores; o en considerar que no sólo se construyen interpretaciones de la realidad a partir de los conocimientos anteriores, sino que además se construyen esos conocimientos en forma de teorías.

No obstante, las investigaciones realizadas en estas áreas, han logrado pocos acuerdos entre la comunidad científica respecto a qué es y cómo se produce la evolución conceptual, aceptándose la existencia de cambios superficiales dentro de dominios específicos; como así también, la dificultad en lograr cambios profundos o radicales.

Existe, así mismo, consenso generalizado respecto a la importancia de “cambiar” las concepciones alternativas de los alumnos por concepciones científicas.

En este escenario, de acuerdos y desacuerdos, se reconocen posturas claramente diferenciadas con relación al conocimiento cotidiano y al conocimiento científico en torno al cambio conceptual.

3.2.2.1. Hipótesis sobre la construcción del conocimiento escolar

Según García (1998) y en relación con la naturaleza y génesis del conocimiento escolar, se han planteado varias hipótesis, que atienden a diferentes dimensiones de análisis, a saber:

- El grado de continuidad-discontinuidad existente entre el conocimiento cotidiano y el científico, el que sean o no formas de conocimiento comparables y, por tanto, la mayor o menor posibilidad de interacción entre ambas formas de conocimiento en la elaboración del conocimiento escolar.
- El grado de generalidad de las estructuras de conocimiento propias del conocimiento escolar.
- La posibilidad o no de sustituir, en el contexto escolar, el conocimiento cotidiano por el científico, así como el tipo de cambio (fuerte o débil) que supone esa sustitución.
- La posibilidad o no de aplicar lo aprendido en la escuela a las situaciones cotidianas.

A partir de estas cuatro dimensiones, se desarrollaron las siguientes hipótesis:

a) *Hipótesis de la compatibilidad*, en la que se considera que hay continuidad entre el conocimiento cotidiano y el científico (serían epistemológicamente similares), siendo posible el paso de una a otra forma de conocimiento sin necesidad de un cambio fuerte en las ideas de los sujetos, por lo que el cambio es factible incluso sin instrucción. Además, no sólo sería posible la construcción de conocimientos específicos, relativos a contenidos y situaciones concretas, sino que también se construirán conocimientos generales, independientes y aplicables a diferentes contenidos y situaciones. Según esta hipótesis sería viable la aplicación de los conocimientos aprendidos en la escuela a la vida cotidiana.

b) *Hipótesis de la sustitución*, en la que las epistemologías del conocimiento científico y cotidiano serían incompatibles y muy diferentes (discontinuidad entre ambas formas de conocimiento), lo que no impide el paso de una a otra mediante cambios fuertes que sólo tendrían lugar en las instrucción. Desde este enfoque, se entiende que la función de la escuela es sustituir las ideas intuitivas de los alumnos por las ideas científicas, pero en el marco de cada disciplina concreta, de manera que el conocimiento escolar resultante sería un conocimiento específico de cada dominio concreto de conocimiento. También se considera posible la aplicación de los conocimientos aprendidos en la escuela a la vida cotidiana, en la medida que la ciencia aporta un tratamiento más complejo de los problemas socioambientales.

c) *Hipótesis de la independencia-coexistencia*, en la que se considera que las epistemologías del conocimiento científico y cotidiano no sólo son diferentes, sino que además se generan y aplican en contextos que son también diferentes, por lo que no cabe la transición de unas formas a otras sino la activación diferenciada de las mismas según el contexto. Según este planteamiento, sólo se construyen conocimientos específicos, referidos a contextos concretos, lo que dificulta, además, la aplicación de lo aprendido en la escuela a la vida cotidiana.

d) *Hipótesis de la integración- enriquecimiento del conocimiento cotidiano*, se adopta el principio de complementariedad: frente a la dicotomía conocimiento cotidiano-conocimiento científico propone la interacción y evolución conjunta de ambas formas de conocimiento; frente a la dicotomía conocimientos generales-conocimientos específicos asume que en un sistema de ideas puede haber subsistemas con muy diverso grado de coherencia y generalidad. Además, se postula no tanto la sustitución como el enriquecimiento del conocimiento cotidiano, de forma que la escuela propicie un cambio radical, la sustitución de formas de pensamiento cotidiano simples por otras complejas, que afecte profundamente a la forma de interpretar y de actuar en el mundo de los sujetos.

3.2.2.2. El conocimiento escolar y las relaciones entre el conocimiento científico y cotidiano

Este análisis se desarrolla básicamente sobre cuatro dimensiones que fueron propuestas por Rodrigo (citado por García, 1998:28), desde una noción de constructivismo diferencial,

no único, y que están relacionadas a las siguientes cuestiones: *qué* mundos construyen los individuos en cada forma de conocimiento, *para qué* se construyen, *cómo* se construyen y *cuál* es el escenario en que se realiza dicha construcción.

Tanto la hipótesis de *sustitución* como la de *independencia-coexistencia*, sostienen que existe una importante discontinuidad e incluso incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico; y, desde diferentes posiciones numerosos autores analizaron las características epistemológicas del conocimiento científico y del cotidiano (Claxon, Guidoni, Reif y Larkin, Pozo, Rodrigo, Driver y col, citados por García, 1998:28).

Así, en relación a *qué mundos se construyen*, dichos autores coinciden en que el conocimiento cotidiano sería un conocimiento experiencial, muy contextualizado, ligado a la acción, a la resolución de problemas prácticos y concretos y a la descripción de fenómenos propios del mesocosmos (a lo evidente e inmediato). En contraposición, el conocimiento científico sería un conocimiento que se aproxima al mundo de forma más general y descontextualizada, describiendo los fenómenos propios del microcosmos y del macrocosmos. Ambos conocimiento, se refieren en realidad, a distintas entidades ontológicas, por lo que la organización de las ideas también sería diferente. En la vida cotidiana los conceptos están poco definidos y las conexiones entre los mismos poco especificadas; mientras que en la ciencia los conceptos se definen con precisión y se organizan en sistemas conceptuales muy complejos y con una clara lógica interna. Por último, el conocimiento cotidiano tendría un carácter básicamente implícito, frente al carácter explícito y público del conocimiento científico.

En cuanto al *para qué de la construcción del conocimiento*, también coinciden en que los fines son diferentes pues en el conocimiento cotidiano se busca la utilidad y en el científico la certeza; de esta manera el conocimiento cotidiano tiene un carácter funcional y adaptativo, siendo un saber válido para el tratamiento de los problemas propios de la vida cotidiana.

En relación con la manera *como se construye el conocimiento*, señalan que el hombre de la calle no utiliza procedimientos de indagación complejos y exhaustivos, sino procedimientos heurísticos que le permiten rentabilizar al máximo sus experiencias pasadas; los conceptos cotidianos se organizan aditivamente, mediante procesos asociativos, y sin integraciones globales que vayan más allá de lo local y episódico,

existiendo sólo procesos similares en el caso de los métodos informales relacionados con la resolución de problemas.

Por último, en relación con los *escenarios de construcción del saber*, se plantea que las estructuras de conocimiento se originan y aplican en contextos de experiencias concretos.

A pesar de que los investigadores mencionados coinciden en lo antes expuesto, los próximos a la hipótesis de la sustitución ven factible la transición entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico; dejando claro, entre líneas, que el conocimiento científico es una forma superior de conocimiento al que todo sujeto debe aspirar. Por otra parte, los cercanos a la hipótesis de independencia-coexistencia manifiestan grandes dudas de que dicha transición sea posible, ya que consideran que ambas formas de conocimiento coexisten en el mismo sujeto, activándose una u otra según se encuentre en un contexto cotidiano o escolar.

Para García (1998), los argumentos propuestos hasta aquí proponen una polarización total entre ambos conocimientos, ya que se realiza desde una visión de la ciencia muy tradicional y de un conocimiento cotidiano muy simple y estereotipado.

Con relación a la hipótesis de compatibilidad, y desde la concepción de un constructivismo único y común a las diferentes formas de conocimiento, el autor señala que esta hipótesis se sostiene en que no hay discontinuidad radical, oposición o incompatibilidad entre los conceptos científicos y los cotidianos; en la medida que los conceptos científicos se elaboran sobre la base de la experiencia anterior del sujeto, esto es, de su conocimiento cotidiano.

Así mismo señala, que desde la idea de continuidad entre las diferentes formas de conocimiento, se propone la existencia de un doble gradiente: de lo cotidiano a lo científico, con una gran diversidad de tipos de conocimientos intermedios, y de lo simple a lo complejo, dentro de cada una de las diferentes formas establecidas. Desde esta postura, al conocimiento cotidiano se le otorga un carácter extremadamente descontextualizado y ligado a lo concreto y se lo tilda por tanto de incoherente, carente de organización o con una organización muy pobre; cuando pareciera en realidad, que el carácter organizado es una característica común a cualquier sistema del conocimiento cotidiano.

En cuanto al *para qué de la construcción del conocimiento*, considera que desde estas posturas no parece claro que los fines sean tan diferentes. Si se asume la idea de una gran diversidad de formas de conocimiento, cabría admitir también una gran variedad de problemas y de respuestas a los mismos, por lo que no todos los problemas de la vida cotidiana serían problemas “prácticos”, ajenos a la búsqueda de regularidades y certidumbres.

En relación con *la manera en que se construye el conocimiento*, considera que es discutible si el hombre de la calle utiliza o no procedimientos simples y el científico utiliza procesos complejos. Considera que si bien cada sujeto construye sus propios modelos sobre la realidad, no se puede desconocer la existencia de mecanismos comunes entre sujetos, en el proceso de construcción. Por otra parte, Gómez-Granell (citado por García, 1998:34), considera que los estudios sobre el conocimiento cotidiano, las ideas previas o las teorías personales, han dicotomizado excesivamente el pensamiento científico del cotidiano, si se considera que en el proceso de construcción de la ciencia los procesos intuitivos propios del pensamiento cotidiano han jugado un papel esencial.

Finalmente, y en relación a la *hipótesis de la independencia – coexistencia*, García realiza un extenso análisis, del que se extrajeron algunos aspectos relevantes. Así, sobre la construcción y organización del conocimiento se propone desde esta postura, la coexistencia en un mismo sujeto, de distintas formas de pensamiento, independientes unas de otras, que se activarían diferencialmente según situaciones y contenidos concretos. De esta manera, se asume la yuxtaposición entre los conocimientos originados en la comunidad de práctica cotidiana y los originados en la comunidad de práctica escolar. El autor considera que se pone en duda tanto la posibilidad de sustituir el conocimiento cotidiano por el científico, como la posibilidad de que los estudiantes puedan transferir los conocimientos adquiridos en la escuela a su vida cotidiana.

En relación al escenario y desde una perspectiva vygotskiana, los investigadores cercanos a esta hipótesis otorgan mucha importancia al escenario sociocultural en el que se construye el conocimiento. Según Cubero y de la Mata (citados por García, 1998:44), en cada escenario de actividad se genera una determinada manera de pensar, un modo de resolver problemas que está adaptado y es específico de cada contexto. Se postula un pluralismo cognitivo: existen diferentes formas de pensamiento, coexistentes en el sujeto, que se utilizan prioritariamente en una u otra situación. Esta heterogeneidad no supone

superioridad ni sustitución de unas formas a otras, sino convivencia y uso diferencial según las demandas del contexto.

Ante la dificultad manifiesta, según los investigadores de esta línea, de conectar el conocimiento científico con el cotidiano, se propone la coexistencia en los sujetos de diferentes estructuras conceptuales de distinto grado de complejidad; las más complejas las utilizarían en la escuela y las menos complejas en los contextos informales cotidianos. Rodrigo (citado por García 1998:46), resume de manera clara la disyunción entre lo cotidiano y lo escolar:

- Es difícil integrar el conocimiento cotidiano con el escolar en la medida en que no hay una continuidad natural entre uno y otro, y se sitúan en planos epistemológicos diferentes.
- Ambos deben coexistir y activarse diferencialmente, facilitando su comparación, interacción y enriquecimiento mutuo, pero manteniéndose cada uno en su correspondiente ámbito de aplicación.
- Hay que considerar a la hora de optar por una postura de integración, sustitución o activación diferencial del conocimiento cotidiano, el tipo de contenido de que se trate y la meta educativa que nos propongamos según el nivel educativo.

En relación a las observaciones realizadas sobre esta hipótesis, el autor expone que si bien cada escenario de construcción tiene sus fines, actores, formas, etc. que le son propios, no considera que por ello se excluya la posibilidad de que los sujetos apliquen la información adquirida en unos escenarios a otros diferentes. Además, considera que en el planteamiento de la coexistencia no debería ignorarse las consecuencias sociales que la siguen; esto es, la peligrosidad de considerar que las aportaciones de otras formas de pensamiento más compleja (pensamiento científico) sólo serían útiles en el contexto escolar, de forma que se obvia el papel de la escuela como ámbito de reflexión y discusión sobre los problemas complejos presentes en la vida cotidiana. De esta manera, considera que en la hipótesis de coexistencia se resuelve inadecuadamente el problema del sentido que debe tener la acción educativa y el contenido que hay que dar al conocimiento escolar, en la medida en que divorcia la escuela de su medio.

A pesar de la diversidad de posiciones teóricas que se encuentran al respecto, la mayoría de los autores reconocen que el cambio conceptual es un proceso largo, complejo y no

lineal, que implica avances, regresiones y titubeos, influenciados por cuestiones sociales y personales. Por lo tanto, tal como lo señala Bello (2004), no se espera que se pueda lograr en un solo período escolar; pero sí, es indispensable que el docente conozca las principales ideas previas que pueden tener sus estudiantes, las que él o ella mismo(a) puede tener, las que se encuentran en materiales didácticos y libros de texto, y que busque permanentemente las estrategias de enseñanza que promuevan el cambio conceptual entre los estudiantes.

En este sentido, tal como lo señala Toulmin (citado por García, 1998:51), hay que admitir que los conocimientos cotidianos cambian con más lentitud que los científicos, y que de alguna manera están sometidos a los mismos procesos generales de evolución conceptual.

Tamayo (2001) propone en su tesis doctoral, el estudio de la evolución conceptual desde una perspectiva holística que integre aspectos conceptuales, cognitivos, metacognitivos, lingüísticos y motivacionales. Esta concepción multidisciplinaria parte de una serie de supuestos provenientes de diferentes ámbitos del saber, que se detallan a continuación:

1. Los estudiantes generan continuamente aprendizajes sobre la base de sus propias acciones, percepciones y conocimientos anteriores.
2. La perspectiva multidimensional en el estudio de la evolución conceptual integra puntos de vista de la filosofía de las ciencias, de las ciencias cognitivas, de la lingüística, entre otras.
3. Mediante el análisis del discurso (escrito) de los estudiantes es posible investigar los procesos de evolución conceptual.
4. El conocimiento de los procesos cognitivos de los estudiantes es posible a partir del estudio profundo de las acciones por ellos realizadas, a partir de sus contribuciones verbales y no verbales.
5. Los condicionantes culturales y los múltiples usos del lenguaje son fundamentales en la construcción y en la evolución conceptual.
6. Para que la construcción de conceptos y la evolución conceptual sean significativas debe haber coincidencia y control consciente del proceso que condujo al cambio y de los logros alcanzados con él; es decir, el desarrollo de habilidades metacognitivas y autorreguladoras son cruciales para el aprendizaje de los conceptos científicos y para la evolución conceptual.

A partir de lo antes expuesto, el autor considera que en el estudio de la evolución conceptual, se pueden integrar aportes del modelo cognoscitivo de la ciencia, con la posibilidad que tiene el estudiante de mantener diferentes concepciones o modelos explicativos de los fenómenos que observa o que analiza. Dentro de los aspectos que lo llevan a proponer la integración entre la evolución conceptual cita:

- a) Los conceptos científicos y los cotidianos pueden pertenecer a categorías ontológicas diferentes, lo cual puede demandar para su aprendizaje caminos diferentes relacionados con su profundidad y naturaleza.
- b) Inexistencia de modelos explicativos únicos definidos racionalmente. Frente al aprendizaje de diferentes puntos de vista sobre un fenómeno, los estudiantes interpretan el hecho de partir de sus propios marcos conceptuales y procedimentales.
- c) Desde esta postura se acepta que los estudiantes tienen un conjunto de modelos explicativos, los que pueden activar de manera independiente frente a las diferentes situaciones que se les presentan. Cada uno de estos modelos es adecuado para representar un conjunto determinado de fenómenos y para actuar sobre ellos.
- d) La evolución conceptual estaría determinada por el empleo de modelos explicativos en los cuales se establezcan relaciones más significativas entre los hechos y las teorías de los estudiantes.
- e) El establecimiento de relaciones de semejanza y de diferencia entre los hechos y las distintas teorías de los estudiantes son importantes en el proceso de evolución conceptual, en la medida que permite emplear diferentes modelos explicativos de manera más significativa según distintos contextos.

4. Análisis de las herramientas cognitivas necesaria para la resolución de situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”

4.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la primera etapa de investigación. La misma se llevó a cabo con un grupo de estudiantes que cursaron química durante el segundo cuatrimestre del año 2005; analizando la manera en que los estudiantes de Ingeniería (Electrónica, en Agrimensura y de Minas), emplean las herramientas cognitivas necesarias para resolver situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”.

Al respecto, debe considerarse que se han detectado diversas dificultades que presentan los estudiantes en su intento de resolver problemas (Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 1988; Sigüenza y Sáez, 1990; Pómes Ruiz, 1991; Perales Palacios, 1993; Escudero y Moreira, 1999; Amestoy de Sánchez, 2002). Entre éstas, Genyee (1983) menciona las siguientes:

- a- La ausencia de habilidades matemáticas específicas.
- b- Las deficiencias en la capacidad de razonamiento formal.
- c- La incapacidad o actitud negativa para construir una representación física apropiada dado un problema en forma escrita.
- d- La creencia errónea de que para cualquier problema existe una fórmula o procedimiento donde introducir números.
- e- La ansiedad sobre los problemas cuantitativos debido a dificultades pasadas con problemas de este tipo.
- f- El estilo cognitivo y la creatividad.

En relación con las capacidades cognitivas puestas en juego en el proceso de resolución, algunos autores como Sternberg y Swerling (1999), han clasificado a las mismas en: capacidades analíticas, creativas y prácticas.

Se considera que el potencial de cada de una de estas capacidades se pone de manifiesto cuando el sujeto es capaz de:

- comparar, contrastar, analizar, argumentar, criticar → *capacidades analíticas*.
- elaborar, inventar, imaginar, diseñar, anticiparnos → *capacidades creativas*.
- aplicar, manipular, poner en práctica, utilizar, demostrar → *capacidades prácticas*.

Como se puede apreciar, al abordar empíricamente el estudio de las dificultades que poseen los estudiantes para la resolución de problemas, son demasiados los factores que deben tenerse en cuenta; motivo por el cual en este apartado, y centrando la atención en los solucionadores, se indagó acerca de lo que para esta investigación se ha denominado *herramientas cognitivas*.

Desde este posicionamiento, se considera que para la resolución de los problemas propuestos en las clases de Química, es necesario que cada sujeto utilice las herramientas cognitivas que la estrategias misma de resolución de problemas supone; conjuntamente con la realización de operaciones matemáticas necesarias para formalizar el proceso de pensamiento puesto en marcha para solucionar el problema. Este proceso deberá realizarse sobre la base de un bagaje teórico-conceptual (o de conocimientos) al que se apelará en cada instancia y que dará significado al mismo.

4.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas

Cabe recordar que en esta primera etapa de investigación se analizaron las respuestas dadas, tanto en el pretest como en el postest (Anexo A.1 y A.2), por 30 estudiantes que cursaron química durante el ciclo lectivo 2005.

A continuación, en el cuadro 4.1, se muestra de manera resumida, las categorías y subcategorías de análisis; la descripción de las mismas fue detallada en la sección 2.5.1.

Cuadro 4.1. Categorías y subcategorías de análisis

Categoría de análisis		Sub-categorías
σ ∞	Estrategias de resolución de problemas	Identifica datos

		Realiza algoritmos
		Alcanza resultado
	Tratamiento lógico-matemático	Utiliza m y v
		Establece relaciones
Nociones básicas conceptuales		Utiliza M
		Nociones de dilución

Los principales aspectos observados en esta instancia se encuentran relacionados principalmente con aquellas herramientas cognitivas que los estudiantes deben poner en juego al momento de la resolución de problemas. A modo de aproximación a los campos conceptuales específicos de la química, se analizó además, la manera en la que los estudiantes utilizan las nociones de diluido y concentrado, y cómo utilizan la unidad de concentración molar (M).

De acuerdo con esta última categoría (*nociones básicas conceptuales*), los estudiantes deberían demostrar el manejo de ciertos aspectos teóricos, considerados básicos para la resolución problemas de soluciones acuosas, a saber:

Para una solución dada, la cantidad de soluto disuelto en una cantidad dada de disolvente o de solución es su *concentración*. La misma puede expresarse ya sea cualitativa o cuantitativamente. Los términos *diluida* y *concentrada* se utilizan para describir una solución en forma cualitativa. Las soluciones que poseen una concentración relativamente alta se denominan soluciones concentradas, mientras que aquellas de baja concentración se denominan soluciones diluidas.

Por tanto, la concentración de una solución expresa la *proporción que hay de soluto y de solvente en una solución*. Puede también indicar la *proporción entre soluto y el total de la solución*.

Cuantitativamente se puede expresar la concentración de las soluciones en dos tipos de unidades: unidades físicas y unidades químicas.

1) *Unidades físicas*: indican las partes de soluto, en masa (m) o en volumen (v), que están disueltas en un determinado número de partes, en masa o en volumen, de solvente o de solución. Por lo general, se expresan sobre 100 partes de solución, en cuyo caso nos referimos a soluciones al tanto por ciento (%), ya sea en masa o en volumen. Cuando se expresan en 1.000.000 de partes de solución hablamos de partes por millón (*ppm*). Forman parte de estas unidades el % m/m; % m/v; % v/v; g/L y ppm.

La unidad física utilizada en esta oportunidad es el porcentaje masa en volumen, % m/v, la cual indica los gramos de soluto disuelto en 100 mL de solución.

2) *Unidades Químicas*: varias expresiones de concentración están basadas en el *número de moles* de uno o de más componentes de la solución. Se emplean comúnmente tres unidades:

Fracción molar, molaridad y molalidad. Dentro de esta categoría podemos mencionar también la normalidad.

La unidad química utilizada en esta oportunidad es la Molaridad (M) que indica el número de *moles de soluto* contenidos en un *litro de solución*.

Las escalas volumétricas de concentración, como la concentración molar y la normalidad, son aquellas en las cuales se expresa la concentración como la cantidad de soluto por volumen fijo de la solución. Cuando la concentración se expresa sobre una escala volumétrica, la cantidad de soluto contenido en un volumen dado de solución es igual al producto del volumen y la concentración.

$$\text{Cantidad de soluto} = \text{volumen} \times \text{concentración}$$

Si una solución es diluida, el volumen aumenta y la concentración disminuye, pero la cantidad total de soluto es la misma. Por tanto, dos soluciones con concentraciones diferentes pero que contienen las mismas cantidades de soluto están relacionadas entre sí de la siguiente manera:

$$\text{Volumen1} \times \text{concentración1} = \text{volumen2} \times \text{concentración2}$$

Si se conocen tres términos cualquiera en la ecuación anterior, se puede calcular el cuarto. Las cantidades en los dos lados de la ecuación deben expresarse en las mismas unidades.

En este apartado se consideró la manera en la que los estudiantes abordan la resolución de diferentes situaciones problemáticas planteadas en dos ámbitos de conocimiento diferentes (cotidiano y académico-científico). Se analizó, por tanto, si los estudiantes fueron capaces de razonar una situación determinada; si pudieron identificar y extraer del problema los datos necesarios; si fueron capaces de elaborar o diseñar un plan de resolución aplicando en él los elementos matemáticos y conceptuales específicos del área, necesarios para alcanzar un resultado correcto (ver *Sección 2.5.1*).

4.3. Resultados y Discusión

En la tabla 4.1 se presentan los resultados obtenidos en el pretest y en el postest, indicándose el porcentaje de estudiantes que demostraron poseer las capacidades correspondientes a cada categoría de análisis. Los espacios en blanco corresponden a categorías no evaluadas en una situación dada.

Como puede observarse, en el **pretest** la mayoría de los estudiantes pudo resolver las situaciones propuestas, sin dificultades tanto en el nivel de las estrategias de resolución como en la selección de las herramientas lógico-matemáticas que les permitieron alcanzar un resultado correcto.

A pesar de ello, menos del 50% de los estudiantes pudo interpretar correctamente el proceso de dilución incluido en la situación problemática N° 1. Con relación a este punto, cabe destacar que 7 de los 17 estudiantes que interpretaron mal este proceso, utilizaron como equivalentes los términos “disolución” y “dilución”; o, más aún, confundieron ambos procesos. En la situación problemática N° 3, un porcentaje inferior al 50% de los estudiantes resolvió correctamente el ítem que implicaba un grado de dificultad importante en el tratamiento de las proporciones, para la resolución de un problema de dilución. No obstante, el inconveniente surgió al solicitar interpretación de los datos, evidenciándose que más de la mitad de los estudiantes no manejaban las nociones teóricas básicas suficientes para dar explicaciones sobre el proceso de dilución.

En general, los estudiantes en el pretest demostraron un buen rendimiento en cuanto a la resolución matemática de las tres situaciones problemáticas propuestas según un contexto cotidiano, con una media de respuestas correctas superior al 80%.

En el **postest**, el porcentaje total de aciertos para las dos primeras categorías de análisis fue cercano al 50%. Sin embargo, la categoría que presentó un bajo nivel de aciertos correspondió nuevamente a *nociones de dilución*.

Además, la situación problemática N° 3 fue claramente la que presentó mayor dificultad de las tres propuestas en el postest, dado que menos de la mitad de los estudiantes que resolvieron de manera correcta las situaciones problemáticas N° 1 y 2, pudieron resolver este problema.

Tabla 4.1. Porcentaje de estudiantes que demostraron poseer las capacidades correspondientes a cada categoría de análisis, tanto en el *pretest* como en el *postest* (SP: situación problemática). Los valores corresponden al promedio (\pm el desvío estándar) de aquéllos obtenidos en las distintas subcategorías analizadas.

Categoría de análisis	Pretest				Postest			
	SP N°1	SP N°2	SP N°3	Promedio Categoría	SP N°1	SP N° 2	SP N° 3	Promedio Categoría
Estrategias de resolución	85,5 \pm 6,9	95,6 \pm 5,1	86,7 \pm 3,4	89,3 \pm 5,0	65,6 \pm 22,2	60 \pm 8,8	35,6 \pm 31	53,7 \pm 20
Tratamiento lógico-matemático	91,7 \pm 1,9	95 \pm 1,9	93,3 \pm 0,0	93,3 \pm 1,3	56,7 \pm 14,1	63,3 \pm 16	26,7 \pm 0,0	48,9 \pm 7,8
Nociones básicas conceptuales	43,3	-	46,7	45,0 \pm 2,4	40,0	53,3	10,0 \pm 0,0	34,4 \pm 17

Promedio S.P	73,5±26,5	95,3±0,4	75,6±25,2	-	54,1±13	59± 6,5	24,1±13	-
--------------	-----------	----------	-----------	---	---------	---------	---------	---

En comparación con los resultados obtenidos en el pretest puede observarse que, en el postest los porcentajes obtenidos para las diferentes categorías analizadas fueron menores. Esto estaría indicando que aquellas nociones y capacidades puestas en juego en la resolución de situaciones problemáticas planteadas en el ámbito cotidiano, no resultaron útiles o apropiadas a los estudiantes para resolver problemas específicos del área de la química.

Para poder visualizar de manera más clara los resultados obtenidos para las dos primeras categorías, comunes a ambos test, se confeccionaron gráficos de barras para cada una de ellas, teniendo en cuenta las tres situaciones problemáticas y las correspondientes subcategorías de análisis.

En la Figura 4.1 se presentan los resultados obtenidos del análisis de la categoría *estrategias de resolución de problemas*, indicando el porcentaje de estudiantes que demostraron las capacidades correspondientes a cada subcategoría de análisis, tanto en el pretest como en el postest.

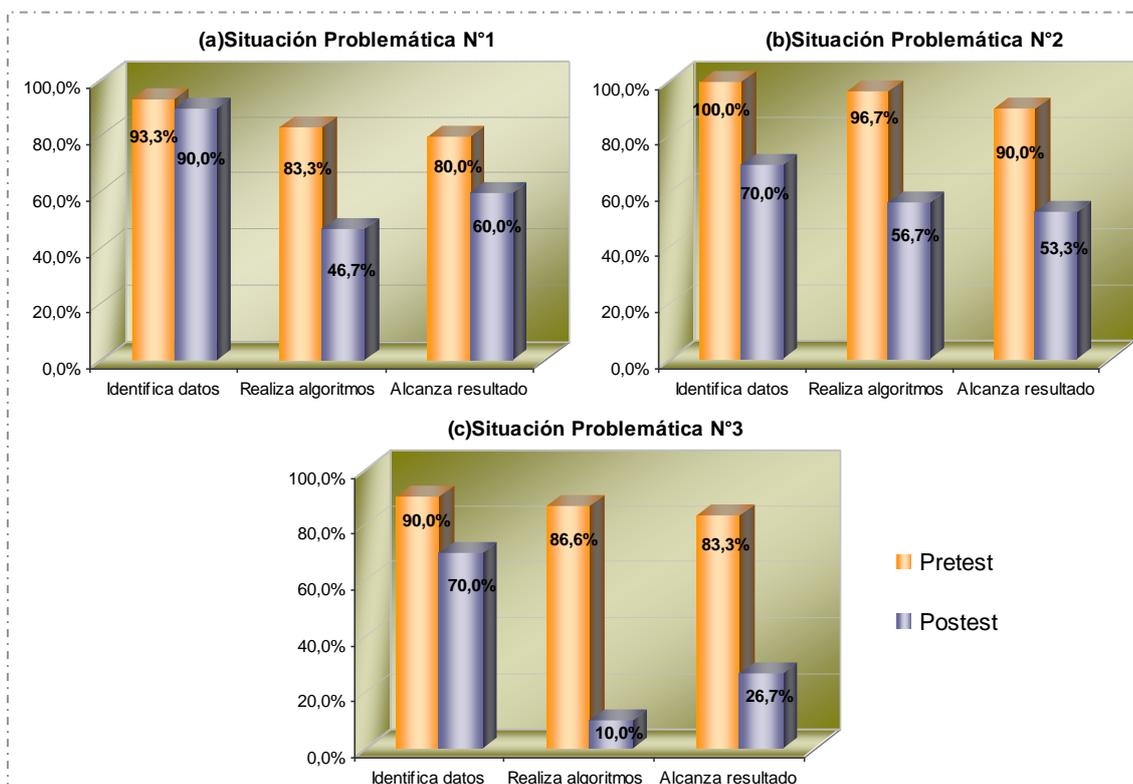


Figura 4.1. Análisis de las *estrategias de resolución de problemas*. Se indica el porcentaje de estudiantes que demostraron las capacidades correspondientes a cada subcategoría de

análisis, tanto en el pretest como en el postest.

Como puede observarse, en el *pretest* los estudiantes no presentaron mayores dificultades, pudiendo en las tres situaciones problemáticas propuestas, identificar los datos, utilizar algoritmos valederos y alcanzar correctamente el resultado. Sin embargo, en general, el porcentaje de aciertos para cada subcategoría disminuyó en el *postest*, siendo más notable esta tendencia en aquella correspondiente a la realización de un proceso algorítmico, lo cual implica una secuencia lógica de pensamiento y resolución.

Para la categoría *tratamiento lógico – matemático*, en la Figura 4.2 se muestra el porcentaje de estudiantes que demostraron las capacidades correspondientes a cada subcategoría de análisis, para las tres situaciones problemáticas tanto en el pretest como en el postest aplicado.

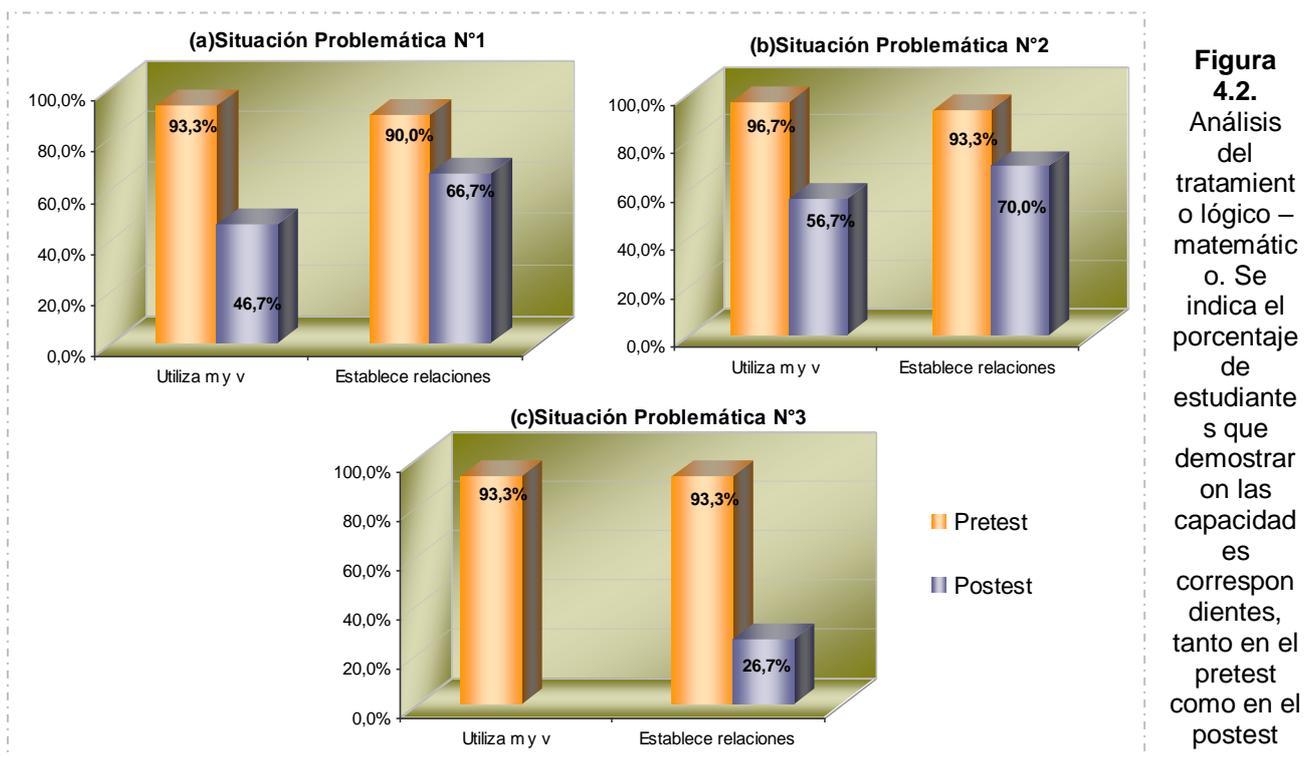


Figura 4.2. Análisis del tratamiento lógico – matemático. Se indica el porcentaje de estudiantes que demostraron las capacidades correspondientes, tanto en el pretest como en el postest

En general, se puede observar que en el *pretest* casi la totalidad de los estudiantes realizó un adecuado tratamiento lógico-matemático de las situaciones problemáticas planteadas. Sin embargo, al analizar los resultados del *postest* se evidencia que las mismas herramientas matemáticas que se aplicaron correctamente en el primer test, no resultaron

de utilidad para resolver situaciones problemáticas similares, pero planteadas desde la química.

Así, el porcentaje de respuestas correctas en todas las situaciones propuestas en el postest, fue notablemente menor en relación al pretest; más aún, la diferencia más marcada se visualizó en la situación problemática N° 3, resultándoles dificultoso poder establecer relaciones entre las variables en cuestión y calcular el volumen final para la obtención de una solución más diluida.

En relación con la categoría *nociones conceptuales básicas*, cabe aclarar que las herramientas conceptuales químicas en sentido estricto, como la Molaridad, solamente tiene presencia en el campo disciplinar; y es por ello que no se pudo construir un instrumento de investigación que fuera válido para contrastar esta categoría con situaciones cotidianas planteadas en el pretest.

Por tal motivo, se analizarán a continuación los resultados obtenidos respecto de las estrategias de resolución de problemas y del tratamiento lógico-matemático de las situaciones problemáticas planteadas, en relación con la naturaleza de los conceptos específicos de la química que las actividades del postest presuponen. Estos incluyen aquellos aspectos conceptuales que deben ser considerados al resolver problemas de soluciones acuosas, y cuyo escaso manejo puede influir negativamente sobre el tratamiento matemático de los mismos.

En el postest, más de la mitad de los estudiantes alcanzaron los resultados correctos en la situación problemática N° 1 (Figura 4.1 (a)). De ellos, la mayoría no presentó mayores dificultades en el cálculo de % m/v; sin embargo se observaron ciertos inconvenientes en el cálculo de la molaridad (M). Cabe destacar que quienes cometieron errores en este punto, emplearon indistintamente la unidad de concentración Molaridad (M) y la unidad química de cantidad de sustancia (mol). Esto demuestra que los estudiantes, en esta etapa, no manejan correctamente ambos conceptos, y por tanto, no diferencian los términos.

En la situación problemática N° 2 del postest (Figura 4.1 (b)), la dificultad se presentó al plantearles el ejercicio a la inversa que en la situación N° 1; es decir, cuando la concentración pasa a ser un dato y no la incógnita. Por lo que era necesario que el estudiante conociera el concepto de Molaridad y que fuera capaz de transformar

magnitudes (mol a gramos y viceversa). Para esta situación se evidenció que aproximadamente el 40% de los estudiantes no pudo realizar una secuencia lógica de resolución que los llevara al resultado correcto.

Dado que este tipo de situaciones requiere de una comprensión y nivel de abstracción mayores a lo requerido en el punto anterior, este resultado estaría denotando la falta de significado que tiene la unidad de concentración química para el estudiante. En el análisis del test se observó que los estudiantes, en general, al calcular la molaridad (situación problemática N° 1) realizan un proceso algorítmico de resolución, guiados por la definición misma de esta unidad de concentración. Pero, este mismo mecanismo de análisis no es válido para la segunda situación propuesta.

Estos resultados aportan evidencias respecto a que, aunque los estudiantes puedan conocer la definición de las unidades de concentración empleadas, ello no significa que hayan comprendido los conceptos básicos que subyacen a cada una de ellas. Así, los estudiantes no pudieron en esta instancia realizar correctamente un procedimiento de resolución, perdiéndose en la mayoría de los casos en un montón de reglas de tres sin sentido.

El hecho que los estudiantes sólo puedan utilizar de forma directa el concepto operativo de molaridad estaría indicando que, tal como expresa Perales Palacios (1993), el conocimiento declarado está presente generalmente de forma reproducible, pero suele no ser aplicable a un problema dado.

En la situación problemática N° 3 propuesta en el postest, debe tenerse en cuenta que, para su resolución, los estudiantes requirieron no sólo de un manejo de conceptos, sino también de una clara interpretación del proceso de "dilución". Así, resultó que sólo el 10% realizó un algoritmo matemático que demuestra la secuencia lógica de la resolución del problema de dilución; sin embargo un poco más de un cuarto de los estudiantes alcanzó el resultado correcto (Figura 4.1 (c)). Si bien es de esperar que, si la secuencia de pasos para resolver el problema no es la adecuada, alcanzar un resultado correcto sea poco probable; sin embargo, pudo observarse que, aún cuando fue bajo el porcentaje de estudiantes que aplicó algoritmos correctamente, un mayor porcentaje de éstos pudo responder a esta situación apelando quizás, a deducciones teóricas guiadas posiblemente por un razonamiento intuitivo, más que formal o académico. Esto también se pudo observar en la situación N° 1.

Es importante destacar respecto al postest que, en general, los estudiantes se abocaron a alcanzar la respuesta numérica a los problemas planteados, sin poder luego explicar el significado de los resultados. Esto estaría denotando que, aun cuando los procesos algorítmicos utilizados fueran correctos, evidentemente carecen de algún significado físico-químico para ellos. Podría también suponerse que, en última instancia, los estudiantes no pueden representar mentalmente los fenómenos que se están planteando, y por ende, la solución al problema es un simple número sin sentido.

Debe considerarse que la resolución de problemas en química es un proceso basado en la comprensión del área de conocimiento, porque presupone un dominio conceptual de esta ciencia. En química, toda respuesta numérica tiene que dar cuenta de un fenómeno real, al cual describe cuali y cuantitativamente; por lo tanto, los problemas de química no pueden ser resueltos mediante el recuerdo, el reconocimiento, la reproducción o la aplicación de un único algoritmo. Más aún, dado su carácter explicativo, el resultado de una situación problemática dada, debe ser en algún grado predecible para los estudiantes sobre la base del conocimiento, tanto teórico como empírico, de la situación planteada.

En este sentido, Concari (2000) expresa que las estrategias de resolución de un problema no derivan automáticamente del cuerpo de conocimientos teóricos, sino que son también construcciones tentativas que parten del análisis cualitativo realizado. La resolución de un problema no se restringe a una sencilla aplicación de ecuaciones sino que se caracteriza por una estrecha interacción entre las hipótesis, el sistema de conceptos que posee y las ecuaciones de que se dispone; en esta interacción, las hipótesis y/o la aproximación cualitativa a un resultado, deberían ejercer un decisivo papel orientador en el proceso de resolución.

Los resultados anteriores ponen de manifiesto la dificultad que tienen los estudiantes para la formalización de un problema químico, aún cuando esto requiera de un abordaje similar o equivalente al de una situación planteada desde lo cotidiano. En este sentido, el contexto académico-científico aparece como un condicionante importante a la hora de aplicar las herramientas cognitivas necesarias para la resolución de problemas químicos, aún cuando las mismas herramientas sean empleadas correctamente en situaciones cotidianas. A este particular fenómeno se lo denominará en este trabajo "obstáculo topognoseológico" (de *topo* = lugar; *gnosos*, relativo al conocimiento); entendiendo por

éste, a la dificultad del sujeto para resignificar sus conocimientos conforme a los escenarios donde opera.

4.4. Consideraciones generales del capítulo

En relación con los resultados obtenidos de ambos test puede puntualizarse que, en general, en el pretest fue mayor el número de estudiantes que aplicaron correctamente las estrategias necesarias para la resolución de situaciones problemáticas de índole cotidiana, aun cuando las mismas requirieran de un tratamiento similar al empleado en la resolución de problemas clásicos de “soluciones acuosas” (postest).

La mayoría de los estudiantes en el pretest utilizó correctamente las herramientas matemáticas necesarias para la resolución de los problemas propuestos. Sin embargo en el postest, disminuyó el porcentaje de estudiantes que fueron capaces de establecer las relaciones matemáticas necesarias para alcanzar el resultado correcto.

De manera similar, en el pretest la mayoría de los estudiantes demostró contar con una serie de nociones conceptuales básicas útiles para el tratamiento posterior de soluciones acuosas, manejando correctamente las ideas en relación con soluciones diluidas y concentradas. A pesar de ello, no pudieron aplicar las mismas en el postest, ya que para ello, era necesaria la utilización de la unidad química molaridad (M).

Es importante, así mismo, destacar la dificultad demostrada por los estudiantes al momento de justificar un resultado o explicar un fenómeno determinado, lo cual denota en ellos una falta de desarrollo de la capacidad de expresión, más allá de la comprensión.

El contexto académico-científico en que se plantean las situaciones problemáticas, juega por tanto un papel fundamental al momento de poner en práctica las herramientas cognitivas que disponen los estudiantes frente al tratamiento cuantitativo de “soluciones acuosas”. Esto estaría explicado, por lo que en este trabajo se ha denominado **obstáculo topognoseológico**; en tanto que, los sujetos pudieron utilizar un conjunto de herramientas cognitivas para resolver situaciones problemáticas relacionadas al campo de la química pero presentadas en un contexto con sentido para ellos como es su mundo cotidiano; pero resultándoles dificultoso utilizar dichas herramientas en el contexto formal.

A partir de esta primera aproximación al tema de estudio, se puede decir que, si bien en el postest los estudiantes testeados pudieron manejar algunos conceptos relativos al tema “soluciones acuosas”, éstos aparentemente no tendrían significado para ellos; no pudieron o les resultó difícil interpretar, explicar y resignificar sus ideas (su “saber cotidiano”) con el nuevo conocimiento científico. Pudieron, por tanto, resolver problemas aplicando algoritmos de manera mecánica, pero les resultó dificultoso, trasladar el tratamiento matemático a “situaciones químicas” concretas, así como establecer relaciones entre éstas y lo cotidiano.

Los estudiantes adquieren, entonces, un conocimiento del tipo operativo, reglas y algoritmos, que les permiten resolver problemas cuantitativos; este conocimiento pareciera no estar asociado a los conceptos científicos respectivos, por lo cual ellos no pueden valorar correctamente sus resultados numéricos.

A diferencia de lo observado, los estudiantes deberían ser capaces de interpretar los resultados, de manera tal que ésta misma interpretación sirva como un mecanismo de control de los procesos matemáticos realizados; ya que la solución numérica a un problema debe tener coherencia tanto física como química, al corresponder a un fenómeno determinado. Se puede decir que la obtención del resultado debería implicar una especie de “evaluación” o verificación para el estudiante, que permitiese detectar algún error cometido en el proceso o alguno ocasionado por el uso incorrecto de las herramientas usadas en el cálculo.

Queda demostrado, por tanto, que la mayoría de los estudiantes testeados aplican de manera correcta un conjunto de herramientas cognitivas cuando el problema presentado se encuentra relacionado a situaciones de la vida cotidiana; y que las mismas pierden peso cuando el problema es planteado en un contexto académico químico, en cual a su vez, se requiere de un manejo conceptual del área.

El contexto de aplicación surge, entonces, como una de las probables dificultades para el aprendizaje de este tema. No obstante, resta indagar en profundidad otros aspectos relacionados a herramientas conceptuales que podrían así mismo generar algún tipo de dificultad para el aprendizaje de “soluciones acuosas”. Para ello, en el próximo capítulo se analizarán las ideas y conocimientos previos de estudiantes que cursaron química durante el año 2006 relativos al tema; para evaluar finalmente en el capítulo 6, la modificación o no de estas concepciones luego de un proceso instruccional.

5. Análisis de las ideas previas y los conocimientos previos relacionados a “soluciones acuosas”

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del pretest (Anexo A.3), aplicado a un grupo de estudiantes de Ingeniería (de Minas, Electrónica y Agrimensura), que cursaron química durante el ciclo lectivo 2006; analizando el conjunto de ideas y conocimientos previos que los mismos manifestaron en relación con “soluciones acuosas”, en una instancia previa al abordaje en clases del tema en cuestión.

A lo largo de la vida, y comenzando ya desde la más temprana infancia, la mayoría de las personas están sometidas, a través de la interacción de los sentidos con el medio circundante, a una serie de experiencias físicas comunes, independientemente del medio social y cultural en el que se desarrollen. El carácter reiterativo, sensorial y directo de dichas experiencias y, fundamentalmente, la forma habitual de interpretarlas mediante la utilización del pensamiento ordinario, conducen a interiorizar determinadas explicaciones como evidencias incuestionables. Además, el hecho de que estas *concepciones* funcionen aparentemente bien y no lleven a resultados contradictorios en las experiencias personales que habitualmente se tienen, lleva a que se fijen en la mente con un vigor que las convierte en verdaderas barreras epistemológicas, haciendo realmente difícil que se puedan apreciar las ventajas del punto de vista científico (Carrascosa Alís, 2005).

Si bien como se mencionara en la *sección* 3.2.2, existe una gran diversidad terminológica cuando lo que se investiga son las ideas “no científicas” expresadas por los estudiantes, en este trabajo se hará una distinción entre “ideas o concepciones previas” y “conocimientos previos”.

Se entenderá por “**ideas o concepciones previas**”, a todas aquellas ideas o conceptos que construyen los sujetos, como respuesta a la necesidad de “interpretar” los fenómenos naturales, y que, en general, son útiles o sirven para “moverse” en la vida, conformando así el *conocimiento cotidiano*. Por el contrario, se considerará que los “**conocimientos previos**” constituyen un conjunto de “ideas” o “conceptos” que se adquieren a través de la instrucción formal, en los distintos niveles educativos, conformando el *conocimiento*

académico o escolar. Ambos, ideas y conocimientos previos, forman parte del corpus de conocimiento al que el sujeto debe recurrir o apelar para adquirir nuevos conocimientos.

García Pérez (2003) expresa que las ideas de los alumnos pueden considerarse como sistemas en constante evolución; se construyen en interacción con el medio y orientan su comportamiento en el mismo. En estos sistemas existe una jerarquía y unas relaciones que pueden ser muy diferentes en cuanto a su coherencia y organización, de unas ideas a otras incluso en la misma persona. Esos sistemas incluyen componentes de conocimiento cotidiano o escolar, los cuales no deben ser considerados de diferente calidad dado que en el conocimiento cotidiano hay también bagaje académico.

Cabe destacar que, desde esta perspectiva, las ideas previas no son estrictamente erróneas (aunque sean diferentes a las científicas), sino por el contrario, válidas y útiles si se tiene en cuenta el contexto cotidiano de su aplicación y utilización. Claro está entonces que, este conjunto de concepciones diferentes a las científicas, podría impactar de manera negativa durante el aprendizaje formal de temas relacionados a las mismas; o por el contrario, podrían persistir sin interferir en la construcción y adquisición del conocimiento científico.

Una de las funciones del sistema cognitivo es representar y manipular adecuadamente la información y poner en marcha funciones más complejas como la percepción, la memoria, el lenguaje y el pensamiento. En relación con esto, Greca y Moreira (1998) opinan que los seres humanos no aprehendemos el mundo directamente, sino que lo hacemos a través de las representaciones que tenemos de él. La construcción de representaciones mentales, son producto de esta percepción, de la interacción social y/o de la experiencia interna.

Según Moreira y col. (2002) una representación es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que caracteriza alguna cosa, refiriéndose a algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia. Las representaciones mentales son internas. Son maneras de "representar" internamente, en nuestras mentes, el mundo externo.

Desde la perspectiva del presente trabajo, las representaciones mentales de los fenómenos en sentido amplio, forman parte del conjunto de herramientas conceptuales al igual que las ideas y conocimientos previos a los que se hizo referencia anteriormente.

Si bien el estudio de las ideas previas y/o conocimientos previos no muestran cómo el sujeto llega a tales construcciones, este enfoque proporciona elementos de análisis importantes. Así, en el proceso de construcción y adquisición formal de conocimientos podrá entonces analizarse, si estas ideas se mantienen, se modifican, cambian o evolucionan hacia los conceptos aceptados por la ciencia.

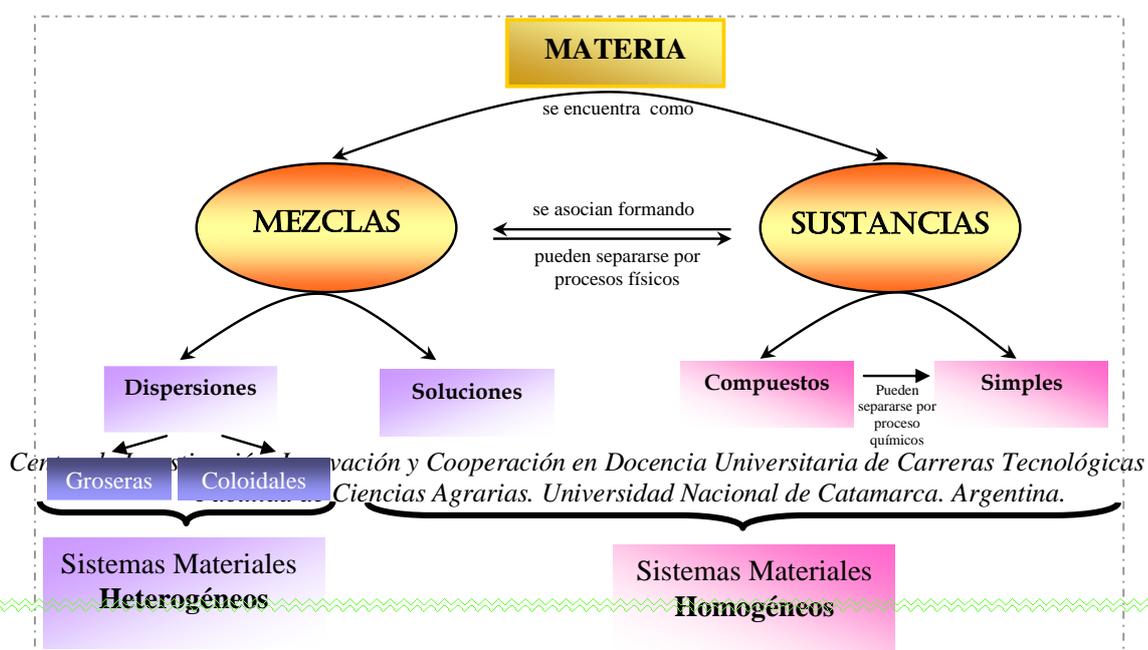
Particularmente, y a los fines de este trabajo es necesario indagar acerca de los conocimientos e ideas que expresan los estudiantes relacionadas al tema “soluciones acuosas”, previas a la enseñanza formal del mismo.

5.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas

En el desarrollo de la asignatura “Química (CCA)”, durante las tres primeras semanas de clases, se consideran todos aquellos conceptos básicos de la disciplina que dan sustento a la construcción posterior de otros de mayor complejidad; estos se organizan en el primer núcleo temático del programa de contenidos de la asignatura, denominado “Algunos conceptos fundamentales de Química” (Anexo B.1).

Con ello se pretende que los estudiantes adquieran en esta etapa, aquellos conceptos o elementos teóricos que posteriormente podrán actuar como “subsumidores”. Los subsumidores, fueron definidos por Ausubel y col. (1983) como todos aquellos conceptos, ideas y proposiciones ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto que aprende, que sirven de anclaje para que la nueva información pueda adquirir significado.

Para el desarrollo en clase de estos temas, se utiliza al comienzo de la misma, un esquema conceptual similar al esquema 5.1 que se presenta a continuación:



Esquema 5.1. *Esquema conceptual* utilizado en clases donde se puede visualizar la relación entre los conceptos.

De esta manera, se recuperan los conceptos básicos y generales, lo que permite visualizar cómo éstos se van relacionando con los nuevos conceptos, más específicos.

Las principales consideraciones teóricas (conceptos básicos) que se realizan respecto a “soluciones acuosas” son las siguientes:

Un sistema material es homogéneo cuando las partículas que lo constituyen tienen un *tamaño inferior a una milimicra o nanometro (10^{-9} m)* y por lo tanto no pueden ser visualizadas mediante el ultramicroscopio. *Todas las porciones de estos sistema, poseen igual composición y propiedades intensivas*, resultando imposible diferenciar unas de otras. Los sistemas homogéneos son *monofásicos* y pueden estar *formados por uno o más componentes*. Por ejemplo, una sustancia pura como el agua, H_2O , es un sistema homogéneo no fraccionable, porque sólo cuenta con un componente; a diferencia de las “soluciones” que son fraccionables, porque sus componentes son separables por procedimientos físicos.

Las soluciones, por lo tanto, son mezclas homogéneas que se generan cuando una sustancia denominada soluto se disuelve en otra sustancia denominada solvente. Las soluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas, siendo el solvente quien determina el estado de agregación de la mezcla. Generalmente en Química, se emplean soluciones líquidas, comúnmente compuestas por sólidos, líquidos y gases que han sido disueltos en agua. Por ejemplo, pueden disolverse en agua para formar soluciones, sólidos como el cloruro de sodio y la glucosa, líquidos como el etanol (alcohol) y el ácido sulfúrico, y gases como el dióxido de carbono y el amoníaco. En todas estas mezclas homogéneas, el agua es el solvente y las restantes sustancias son los solutos. Por ser el agua su solvente, estas mezclas reciben el nombre de *soluciones acuosas* y una gran cantidad de procesos físico-químicos tienen lugar en ellas.

A fin de sondear las ideas y los conocimientos previos se realizó un test previo al desarrollo del tema en cuestión, al que denominamos “pretest” (Anexo A.3). Cabe aclarar que este instrumento fue aplicado luego de siete semanas de haber iniciado las clases de

química; es decir que transcurrió un mes y medio entre el desarrollo de los conceptos fundamentales y la realización del pretest. El cronograma correspondiente al segundo cuatrimestre del año 2006 se encuentra en el Anexo B.3.

Como se detallara en la *sección 2.5.2*, en esta primera instancia se propuso a los estudiantes una serie de situaciones problemáticas sencillas, referidas a hechos de la vida cotidiana, en donde las consignas estuvieron redactadas en un lenguaje común, no formal. Así mismo, la pregunta 1 estuvo dirigida principalmente a la revisión de los conceptos básicos mencionados anteriormente, ya que los mismos fueron desarrollados en las primeras clases de la asignatura.

El pretest fue respondido por los estudiantes unos días antes de abordar en clases el tema “soluciones acuosas”. La muestra analizada estuvo conformada por 26 estudiantes ingresantes y 11 estudiantes recursantes.

Los resultados obtenidos se presentan según “categorías de análisis” (ver *Sección 2.5.2.4*). Cada categoría está conformada por una serie de preguntas y por los ítems correspondientes. Para cada ítem, se indica el porcentaje de estudiantes que eligió una opción determinada o el porcentaje de estudiantes que respondió de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron, dependiendo esto del tipo de pregunta formulada y diferenciando además, los resultados de los estudiantes ingresantes y recursantes.

Dado que cada categoría considerada está conformada por diferentes ítems, se realiza primero un análisis de cada uno de éstos y luego, un análisis del conjunto, que da en definitiva respuesta a la categoría.

5.3. Resultados y Discusión

5.3.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.)

El análisis de las respuestas con relación al manejo de los conceptos utilizados en la clasificación de soluciones dentro de los sistemas materiales, se efectuó con los ítems a, b y c, contenidos en la pregunta 1 del pretest. Dentro de esta categoría se analizó además, el ítem 3.a, el cual apunta a los mismos aspectos pero desde un enfoque diferente.

Con respecto a la pregunta 1 (ítems a, b y c), para dar respuesta a dichos ítems, los estudiantes debieron tener en cuenta ciertos criterios, que permiten identificar y clasificar un sistema material homogéneo, y a las soluciones acuosas dentro de éstos; a saber:

- ✓ Los sistemas homogéneos poseen una fase (monofásico), la cual puede estar constituida o formada por uno o más componentes.
- ✓ Sus propiedades son iguales en toda su extensión o masa; esto significa que una porción, es representativa del total.
- ✓ Si el sistema está formado por dos o más componentes, se lo identifica como una **mezcla** homogénea que recibe el nombre de “**solución**”.
- ✓ El tamaño de las partículas que lo conforman deben ser menor a un nanómetro (éstas son observables con el ultramicroscopio).
- ✓ Las *soluciones* son óptica y mecánicamente homogéneas.
- ✓ Las *soluciones* son sistemas homogéneos fraccionables.

Si se realiza una mirada general sobre los resultados obtenidos para los ítems 1.a, b y c, puede observarse que la mayoría de los estudiantes reconoció que el sistema formado es “homogéneo” (Figura 5.1 ítem a); más del 60% de los estudiantes eligió la opción correcta identificando o reconociendo que el sistema es una “mezcla” (Figura 5.1 ítem b) y más del 60% de los estudiantes reconoció que se formó una “solución” (Figura 5.1 ítem c). Además, para esta categoría no se observaron diferencias significativas entre las respuestas de los ingresantes y de los recursantes (tablas de contingencia, datos no mostrados).

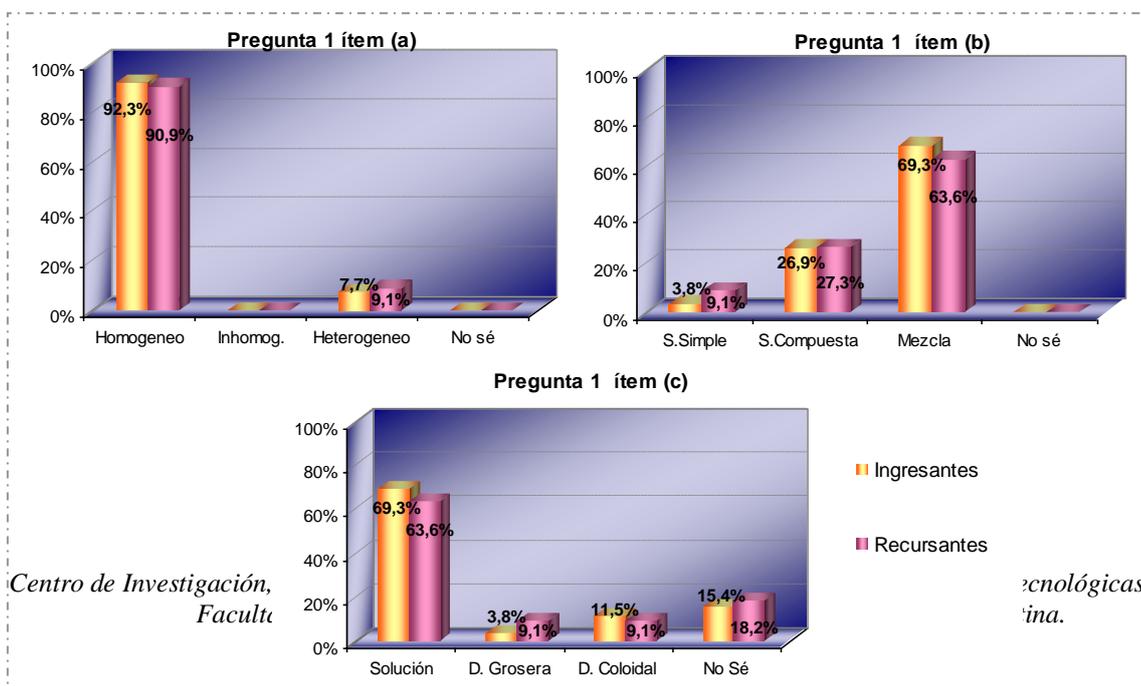


Figura 5.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.). Se expresa el porcentaje de estudiantes que eligieron la opción correspondiente, para los ítems a, b y c de la pregunta 1 del Pretest.

Así, podría decirse que los estudiantes en general, no presentaron mayores dificultades al momento de clasificar a las soluciones acuosas dentro de los sistemas materiales homogéneos. Sin embargo, al analizar las justificaciones dadas por los estudiantes en los ítems a y c, pudieron apreciarse ciertas inconsistencias o irregularidades en las mismas.

En relación con las *expresiones* de aquellos estudiantes, que señalaron **correctamente** que el sistema era homogéneo (pregunta 1.a), se generaron 4 clases de repuestas diferentes, a las que denominamos A, B, C y D.

Las características que distinguen a cada clase de respuestas son las siguientes:

A.- Expresiones de los estudiantes en las que incluyen todos o al menos dos de los criterios o elementos teóricos considerados correctos.

B.- Expresiones que incluyen sólo un criterio considerado correcto.

C.- Expresiones que, pueden contener algún tipo de información que denote inconsistencia en la idea vertida o manifestar explícitamente una idea errónea.

D.- Expresiones que contienen información irrelevante. La falta de respuesta a la pregunta considerada queda también incluida en esta clase.

En el Cuadro 5.1 se muestran las expresiones más representativas para cada clase de respuesta y se incluye además, el porcentaje de ingresantes (I) y de recursantes (R) correspondiente a cada una de ellas.

No se observaron respuestas que siguieran dos o más de los criterios considerados correctos (clase A). Además, ningún estudiante dio una respuesta irrelevante o dejó el espacio en blanco (clase D).

Como se puede observar en el Cuadro 5.1 con relación a las respuestas clase B, la mayoría de los estudiantes consideró que el sistema es homogéneo, teniendo en cuenta el número de fases observables a simple vista; y sólo unos pocos de estos estudiantes, mencionaron los dos componentes (sal y agua). Si bien, en este ítem no se requirió

determinar los componentes de la mezcla, durante el desarrollo en clases de estos temas, el clasificar un sistema indicando el número de fases y el estado físico en el que se encuentran es parte de la ejercitación; como así también, indicar el número y nombre de los componentes que conforman dicha mezcla, si se conocieran.

En esta clase de respuesta, se incluyen también expresiones en las cuales los estudiantes tuvieron en cuenta la homogeneidad de la solución, considerando que el sistema es igual en toda su masa; como así también, otras expresiones donde los estudiantes mencionaron el tamaño de las partículas para la definición del sistema. Si bien estas justificaciones no se encuentran del todo completas, podemos decir que estos estudiantes han podido identificar o reconocer de manera correcta el sistema presentado, teniendo en cuenta al menos uno de los criterios de clasificación. De las respuestas consideradas clase C, son muy pocas las expresiones que denotan inconsistencia, ya que en realidad proponen una idea demasiado escueta y sin aportes contundentes que den respuesta a la pregunta formulada. Para este pequeño grupo de estudiantes, entonces, el sólo hecho de que la sal se disuelva en agua es más que suficiente para que el sistema obtenido sea homogéneo. Este es quizás, el único elemento que tienen “a mano” para justificar preguntas que requieren, en realidad, de conocimientos teóricos específicos.

El resto de las expresiones clase C, denotan la escasa comprensión del concepto de “fase” y el uso incorrecto de los términos “disolver” y “diluir” como si fuesen sinónimos. Estos son términos que en lo cotidiano comúnmente se utilizan de manera similar, aunque desde el punto de vista químico son conceptualmente diferentes. De esta manera podríamos suponer que estos estudiantes, no intuyen todavía la diferencia que implica cada uno de ellos.⁹ Una situación similar se observó para el grupo de estudiantes pertenecientes a al grupo testado en el año 2005 analizada en la sección 4.3.

Además, está presente la idea de que la sal se disolverá en agua si se revuelve; dando a entender que la disolución de sal en agua depende de una acción externa que la provoque.

⁹ A grandes rasgos “disolver” es un proceso mediante el cual una o más sustancias se distribuyen homogéneamente en otra; para ello las partículas que conforman a cada una de las sustancias se reorganizan generándose nuevas interacciones entre ellas en la mezcla. “Diluir” implica obtener a partir de una solución, otra de menor concentración mediante el agregado de solvente. Con ello se logra modificar las proporciones entre soluto y solvente.

Cuadro 5.1. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación a sistemas materiales (pregunta 1.a). Se presentan los porcentajes de ingresantes (I) y recursantes (R) que emitieron cada clase de respuesta.

Clases	Criterios	Expresiones	Porcentaje	
			I	R
B	Número de Fases	-Porque al mezclarlos forman una sola fase es decir yo no visualizo división alguna. -Al mezclarse se forma una fase. -Porque tiene una sola fase y no se diferencian los componentes. -Hay solo una fase observable y dos componentes.	33,3	50
	Propiedades	-Es porque el sistema es igual en todo el contenido.	0	10
	Tamaño de las partículas	-A simple vista es homogéneo, se define al microscopio por el tamaño de las partículas. -La sal se solubiliza en el agua y las partículas no son visibles ni al microscopio. -Al mezclarlos sus partículas tienen un tamaño menor a un manómetro y tienen las mismas propiedades en todos los puntos de su masa.	12,5	0
SUBTOTAL			45,8	60
C	Inconsistentes	- Es homogéneo porque la sal se disuelve perfectamente en el agua. -La sal se solubiliza en el agua.	16,7	20
	Erróneas	-Si analizo una porción del sistema no se verán los componentes ni las fases. - Si se revuelve correctamente la sal se disuelve y no se identifican fases. -Si la sal esta bien disuelta se une con el agua, se confunden y forman un solo sistema sin fases. -No se observan rastros de la sal. -Los sistemas homogéneos no presentan fases. -La sal se diluye en el agua y no se puede diferenciar del agua.	37,5	20
SUBTOTAL			54,2	40

Analizando también ambos grupos de estudiantes (ingresantes y recursantes), que **erróneamente** indicaron que el sistema era heterogéneo, al justificar esta elección expresaron: “es heterogéneo porque tiene dos componentes y dos fases”, “es heterogéneo porque hay dos componentes, la sal y el agua”, “el NaCl es blanco y debería ser homogéneo pero al microscopio es heterogéneo”.

Nuevamente el concepto de “fase” no está claro, ni presente en algunos casos, siendo el número de componentes de una mezcla el factor determinante empleado erróneamente para clasificar al sistema como homogéneo o heterogéneo.

Un análisis similar fue realizado sobre la base de las respuestas dadas en el ítem c de la pregunta 1. En este punto, además de reconocer que la mezcla formada era una *solución acuosa*, los estudiantes debían definirla con sus palabras teniendo en cuenta las propiedades que caracterizan a esta clase de sistema.

Se considera que para justificar esta pregunta se deberían tener en cuenta al menos los dos últimos criterios señalados anteriormente para el análisis de la categoría “soluciones como sistemas materiales”. Esto significa que los estudiantes deberían manifestar que en una solución acuosa las propiedades de la misma son iguales en toda su masa, justamente por ello, son sistemas homogéneos. Además, en relación con esto, una de las características principales de las soluciones, es que son mezclas óptica y mecánicamente homogéneas¹⁰; esto significa que se comportan como si fueran “una sola cosa”; como así también considerar que las soluciones son sistemas fraccionables.

Ante la situación presentada en el ítem 1.c se observó, en general, la falta de claridad en los estudiantes en torno a los conceptos anteriores.

Sobre la base de las respuestas dadas por los estudiantes que señalaron **correctamente** la opción correspondiente a este ítem, se generaron cuatro clases de justificaciones al respecto, a saber:

- A.-** Expresiones de los estudiantes en las que incluyen todos o al menos dos de los criterios o elementos teóricos considerados correctos.
- B.-** Expresiones que incluyen sólo un criterio considerado correcto.
- C.-** Expresiones en la que se manifiesta explícitamente una idea errónea.
- D.-** Expresiones que contienen información irrelevante La falta de respuesta a la pregunta considerada queda también incluida en esta clase.
- E.-** Otras: en esta clase se incluyen todas aquellas expresiones en las que los estudiantes consideraron que la solución es un sistema homogéneo; haciendo algunos, referencia a su constitución pero sin mencionar nada de las propiedades de la misma. Por lo tanto son expresiones que si bien manifestaron nociones correctas, no enriquecieron o

¹⁰ Esto significa que al ser mezclados los componentes de una solución, se fraccionan hasta llegar al estado de partículas con un diámetro menor a un nanómetro. En razón de su tamaño y la distribución uniforme que alcanzan en el seno de la solución, estas partículas no pueden ser visualizadas por medios ópticos (microscopio o ultramicroscopio), ni separadas por procedimientos mecánicos (filtración, decantación, centrifugación).

complementaron a las justificaciones ya expuestas en el ítem a. Cabe aclarar que, en un análisis general de la categoría que se realizará posteriormente, éstas serán consideradas correctas.

En el Cuadro 5.2 se muestran las expresiones más representativas para cada clase de respuesta y se incluye además, el porcentaje de ingresantes (I) y de recursantes (R) correspondiente a cada una de ellas. Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes, ingresantes y recursantes, no respondieron concretamente la consigna (clases D y E). Pero es interesante considerar las expresiones que denotan concepciones diferentes a las científicas (clase C) y que tienen que ver posiblemente, con la percepción que los sujetos tienen en relación con un determinado fenómeno; por ejemplo, si se considera que cuando se forma la solución de cloruro de sodio (NaCl) en agua (H₂O), se parte de un soluto sólido “blanco” (NaCl) y de un solvente líquido “incoloro” (H₂O) y se obtiene “un líquido incoloro” (salmuera); esta observación del antes y después del fenómeno, podría explicar que un estudiante piense o imagine que no se ha formado una mezcla de sustancias sino “una nueva sustancia”.

Con respecto a la expresión que incluye “no puedo ver las partículas de sal”, pues antes tampoco se las podía ver, pero si se ven los “cristales de la sal” y una masa determinada de agua, más no las “partículas” de H₂O. En relación con la expresión “las propiedades extensivas organolépticas”, es incorrecta debido a que dichas propiedades son intensivas, lo cual significa que no dependen de la cantidad de materia, sino de la naturaleza de la sustancia. Esta confusión podría deberse, por tanto, a la asociación que se realiza entre una propiedad y lo que se percibe de la misma a través de los sentidos; por ejemplo, si se tiene mucho de “algo” su olor, su color, etc. se intensifica mientras que si hay poca cantidad, su color, olor, etc. van desapareciendo. Esto sería algo así como pretender que las sustancias vayan “eligiendo” diferentes formas de manifestación en función de si son muchas sus partículas o pocas, sin considerar o desconociendo que las propiedades de una sustancia dependen de su estructura y composición.

Así mismo, esta idea de que “si así se ve, o así huele, es porque así son las partículas”, se vio plasmada en las expresiones mismas que dieron los estudiantes cuando se les pidió justificar sus respuestas. En ellas se refleja, en general, un pensamiento “concreto y observable”; los estudiantes no tienen más explicaciones que las que dieron, porque para ellos es “simplemente así”.

Cuadro 5.2. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación a la clasificación del sistema material presentado (pregunta 1.c). Se muestran los porcentajes de ingresantes (I) y recursantes (R) que emitieron cada clase de respuesta.

Clase	Expresiones	Porcentaje	
		I	R
B	-Es mecánico y visualmente homogéneo, o sea se ve una sola fase y no se la puede separar mecánicamente. -Es mecánica y óptimamente homogéneo. -Mezcla homogénea que se puede separar por métodos físicos y químicos	16,7	14,3
C	-Es una solución porque al mezclar dos componentes obtenemos un solo compuesto. -Una solución es visualmente homogénea porque no puedo ver las partículas de sal. -Este es un sistema material homogéneo de acuerdo con las propiedades físicas extensivas, las cuales son organolépticas, es decir se las identifica con los sentidos. -En las mezclas homogéneas las propiedades de los componentes se conservan, es decir que en la solución las propiedades tanto del agua como de la sal se conservan. - Es una solución homogénea.	33,3	14,3
D	- No justifican	27,7	28,6
E	-Es un sistema material homogéneo (se formó una solución líquida). -Sistema homogéneo compuesto por una fase y dos componentes. - En una mezcla de agua y sal se forma un sistema homogéneo, es decir monofásico y su composición puede llegar a ser visualizada en el microscopio por lo que pertenece a una solución.	22,3	42,8

En relación con estas observaciones, Velasco y Garritz (2003), en una revisión hecha sobre diversas investigaciones en torno a las ideas de los estudiantes de nivel medio sobre la estructura de la materia, rescatan varios aspectos que de alguna manera condicen con lo anteriormente expuesto. Así, en algunos estudios se concluye que los estudiantes tienen y mantienen una serie de representaciones macroscópicas en torno a la estructura de la materia, y que las mismas están basadas en la “apariencia directa de la realidad”.

Cuando los alumnos pueden superar esta etapa, los autores explican que éstos ingresan a otra, donde pueden tener la idea de que la materia está conformada por partículas, y que éstas mantienen algunas características de la materia en su conjunto. Autores como Albanese y Vicentini, 1997 y Ben-Zvi y col.;1986 (citados por Velasco Y Garritz, 2003:94) registraron las siguientes ideas: si la materia es de color ocre, esto sucede porque sus

partículas son ocre también; si la materia se expande al pasar al estado gaseoso, ello ocurre porque las partículas se expanden igualmente; si un metal es maleable, ello sucede porque los átomos que lo constituyen también lo son.

Del grupo de estudiantes testeados en el presente trabajo y que eligió las **opciones incorrectas** respecto al ítem 1.c del pretest, la mayoría no justificó su elección, salvo dos que expresaron: “es un líquido, es decir que es transparente de color, no tiene forma, toma la del recipiente, no tiene tamaño definido no es dúctil ni maleable”, y “la dispersión grosera son óptimamente homogéneo y mecánicamente heterogéneo”. En la primera de estas, el estudiante aparentemente consideró que, como la solución es líquida, las propiedades que ella posee estarían directamente relacionadas a su estado físico y no a su composición. En la segunda, evidentemente el estudiante demostró una confusión general, en torno a los diferentes tipos de mezclas y las características de las mismas.

Es importante aclarar que la mayoría de los estudiantes que presentaron dificultad en este ítem fueron los mismos que tuvieron dificultades en la justificación del ítem a.

Considerando que los tres ítems analizados anteriormente en realidad responden a una misma idea, se calculó entonces, el porcentaje de estudiantes que reconoció a las soluciones acuosas como una mezcla homogénea, y que además, justificó sus elecciones demostrando coherencia en todas sus respuestas. Sugerentemente, sólo el 34,6% de los ingresantes y apenas el 18,2% de los recursantes cumplieron con ese requisito.

Esto demuestra que, el resto de los estudiantes de ambos grupos, tuvieron una mirada parcial de cada aspecto considerado, de manera tal que a medida que se les fue exigiendo especificar sus elecciones, fueron saliendo a luz los puntos débiles de sus supuestos y comenzaron a aparecer inconsistencias en las respuestas.

La categoría “soluciones como sistemas materiales” (S.S.M.) incluye también el análisis de la pregunta 3 ítem a, ya que, para dar respuesta a la misma, los estudiantes debieron poner de manifiesto, las mismas ideas o conocimientos que utilizaron al responder a los ítems del punto 1 anteriormente analizados. La diferencia radica en que, en el ítem 3 a, se propuso una situación sencilla de la vida cotidiana, apelando a que el estudiante pusiera de manifiesto sus ideas y/o conocimientos previos y cotidianos; en esta oportunidad, no se solicitó a los estudiantes que atribuyesen ningún término específico a lo observado. Esto permite indagar si los estudiantes pueden percibir, intuir o saber a ciencia cierta que

el jugo preparado, al igual que la sal disuelta en agua, son mezclas homogéneas (soluciones acuosas), con todo lo que ello implica.

Para el análisis de este ítem se generaron 4 tipos de respuestas:

Correctas: son todas aquellas respuestas en la que los estudiantes tuvieron en cuenta todos o parte de los siguientes criterios que deben ser considerados al momento de responder: el jugo preparado es un sistema material homogéneo; como esta formado por más de un componente (jugo en polvo y agua), es una “solución acuosa”, y como tal posee iguales propiedades en toda su extensión o masa. Por ello, una cucharadita representa la totalidad del jugo y conserva todas sus propiedades, tales como el sabor; y las proporciones entre sus componentes, a saber el soluto (jugo en polvo) y el solvente (agua), entre otras.

Imprecisas: son respuestas en las cuales los estudiantes no explicitaron ninguna de las consideraciones antes mencionadas, pero expresaron que una porción del jugo (cucharadita) tiene el mismo sabor que el jugo contenido en la jarra.

Incorrectas: son respuestas en las que se consideró que la porción contenida en una cucharita no representa al jugo contenido en la jarra.

No contesta: esta es la instancia en la que el estudiante no realizó ningún tipo de comentario o calculo al respecto.

Como puede observarse en la Figura 5.2, un poco más del 30% de los ingresantes y un porcentaje menor de recursantes, respondió de manera correcta a la pregunta formulada en el ítem 3.a. En la mayoría de estos casos, manifestaron que la porción o cucharadita de jugo, conserva las *propiedades* de la mezcla porque es *homogénea*, sólo que muy pocos de ellos denominaron a la mezcla, “*solución*”. Menos del 10% de ambos grupos expresaron que la cucharadita es una pequeña porción de jugo preparado que mantiene la *concentración* del jugo contenido en la jarra. La mayoría de ellos, en los ítems 1a, b y c, analizados anteriormente, tuvieron también un buen desempeño. De hecho esto demuestra coherencia en las respuestas dadas por estos estudiantes.

Cerca del 30% de las respuestas de los ingresantes y un poco más del 40% de las respuestas de los recursantes fueron imprecisas; al considerar que, de acuerdo con la situación planteada, una cucharita de jugo, tiene el mismo sabor que aquél del cual fue extraído, por el simple hecho que éste se encuentra “*disuelto*” en la jarra o porque ya está

“preparado” y por lo tanto sigue siendo el mismo. De este grupo de estudiantes, más de un cuarto no presentaron inconvenientes en los ítems anteriores (1.a, b y c); pero el 62,5% de ellos, había considerado que se formaba una sustancia compuesta. Puede pensarse entonces que, si estos alumnos consideran que una mezcla da origen a una nueva sustancia, es lógico que respondan que una porción es igual a todo el contenido de la jarra.

Así, este grupo de respuestas “imprecisas”, según las cuales la acción (sacar una porción) no produce ningún cambio en el sistema original, serían dadas de manera intuitiva, no errónea; sin embargo, estos estudiantes no podrían responder a la situación planteada, desde los conceptos teóricos recibidos desde el comienzo de la materia.

Menos del 10% de ambos grupos (ingresantes y recursantes) dieron respuestas incorrectas a lo planteado en el ítem 3.a. Una de las justificaciones vertidas expresa “el jugo se encuentra en la parte de abajo de la jarra y por eso la cucharadita no tiene el mismo sabor arriba”. En este ítem, cerca de un cuarto de ingresantes y menos del 20% de los recursantes no contestó.

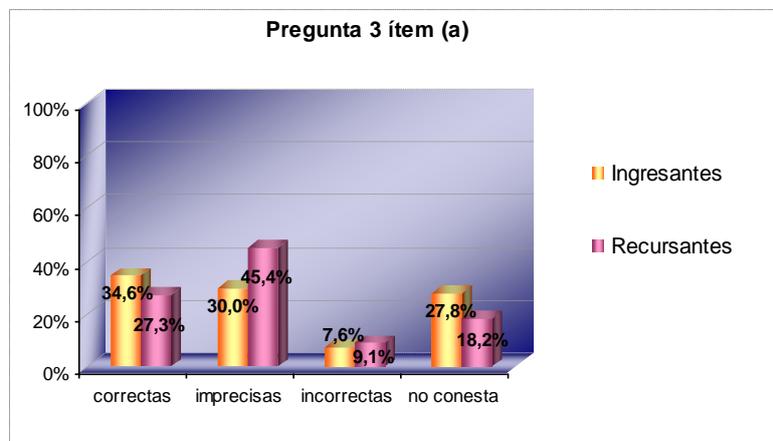


Figura 5.2. *Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.).* Se expresa el porcentaje de estudiantes que contestaron de manera correcta, imprecisa, incorrecta y los que no contestaron el ítem a de la pregunta 3 del Pretest.

Comparando las respuestas que cada uno de los estudiantes dio en la pregunta 1 ítems a, b y c con lo expresado en la pregunta 3 ítem a, puede observarse que del total de los estudiantes analizados, el 26,9% de los ingresantes y el 18,2% de los recursantes utilizó y aplicó correctamente los conceptos incluidos en esta categoría, tanto en un lenguaje formal como no formal.

Dado que “sistemas materiales” se encuadra en la primera unidad didáctica de la asignatura, estos bajos porcentajes estarían denotando una falta de aprendizaje de este tema, probablemente debido a la inexistencia en los alumnos de ciertos elementos de análisis al comenzar el curso de Química.

En las clases de trabajos prácticos, al iniciar un tema nuevo, se hace una recuperación de los constructos teóricos desarrollados previamente y relacionados al mismo, y se muestra como éstos van sirviendo de base para la construcción de otros nuevos. Esto significa que a medida que se van desarrollando nuevos conceptos, por ejemplo enlace químico, fuerzas intermoleculares de atracción, entre otros, el docente a cargo revisa nuevamente aquéllos relativos a sistemas materiales. Aquí es importante expresar que, si bien los docentes de la cátedra utilizamos estrategias de enseñanza para facilitar el aprendizaje de la Química, ello no garantiza necesariamente el desarrollo de estrategias de aprendizaje en el alumno. Esto puede inferirse a partir de la pasividad demostrada por los estudiantes frente a un proceso que es activo e intencional.

5.3.2. Proceso de Disolución (P.D.)

El análisis de esta categoría incluye aspectos del tema relacionados con el *tipo de fenómeno* involucrado en el proceso de disolución, el uso de *esquemas o representaciones gráficas* útiles para simbolizar dos etapas del proceso (inicial y final) y la verificación de una de las leyes fundamentales de la química, como lo es la “*conservación de la masa*”.

Para esta categoría fueron analizados los ítems d, e y f de la pregunta 1 del pretest (Anexo A.3).

Con respecto al *tipo de fenómeno* o cambio que tiene lugar durante el proceso de disolución (ítem 1.d), se puede apreciar en la Figura 5.3 que más de un tercio de los estudiantes, tanto ingresantes como recursantes, respondieron correctamente que es un **fenómeno físico**. Si se consideran sus respuestas dadas en los ítems analizados para la categoría “soluciones como sistemas materiales”, puede resaltarse que el 28,6% de los ingresantes y el 25% de recursantes que respondieron que la disolución es un “fenómeno físico”, señalaron en relación con aquella categoría, que se había formado una sustancia compuesta o una simple. Fueron incoherentes, por tanto, ambas respuestas con respecto

al fenómeno elegido, ya que si se produce un fenómeno físico, no se generan nuevas sustancias.

Aproximadamente la mitad de las respuestas dadas por ambos grupos de estudiantes señalaron que se trata de un **fenómeno químico**; a pesar de que el 64% de los ingresantes y el 40% de los recursantes que dieron esta respuesta, en el ítem anterior (1.c), consideraron que el sistema presentado era una mezcla, de manera que sus respuestas fueron inconexas. Más de un cuarto de éstos, y correspondientes a ambos grupos de estudiantes, respondió anteriormente que se había formado un compuesto químico; si bien sus respuestas fueron incorrectas, al menos mantendrían una coherencia entre los conceptos expresados.

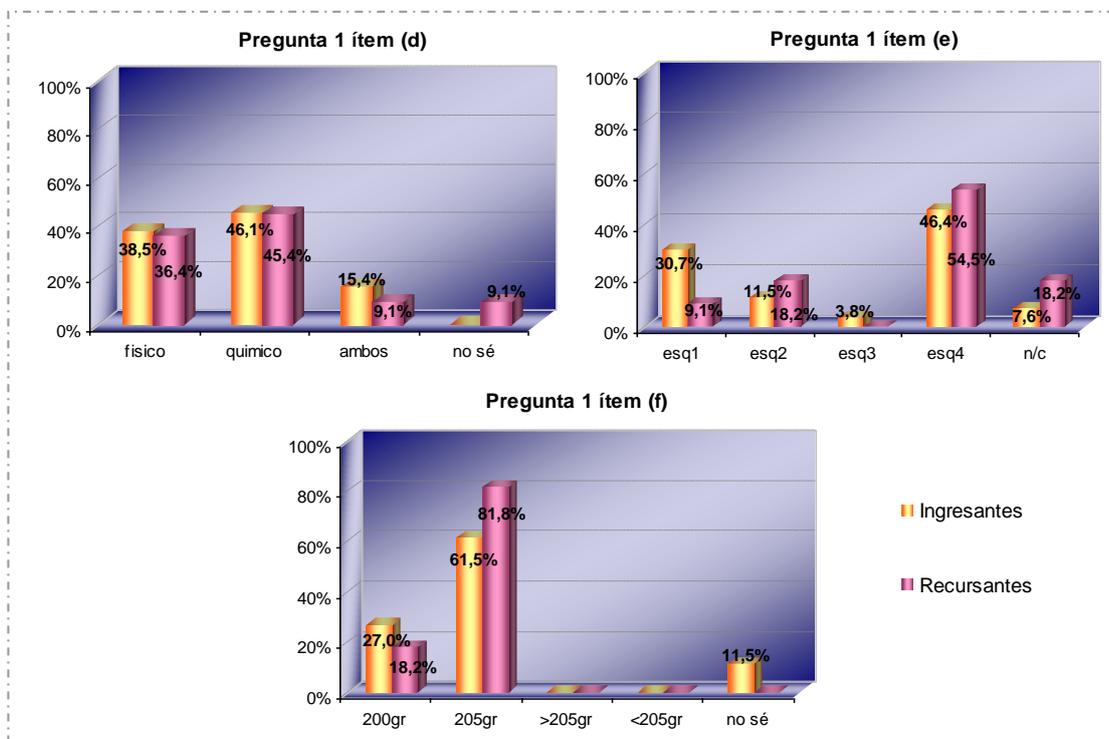


Figura 5.3. *El proceso de disolución (P.D.).* Se expresa el porcentaje de estudiantes que eligió la opción correspondiente de los ítems d, e, y f de la pregunta 1 del Pretest.

Resultados similares fueron informados por Fernández y col. (1988) en investigaciones realizadas con estudiantes españoles de aproximadamente 15 y 16 años de edad, encontrando que más de tres cuarta parte de sus encuestados asociaron la disolución de un sólido en un líquido con un fenómeno químico.

Pozo y Gómez Crespo (1998) mencionan algunas de las dificultades que presentan en general los estudiantes en ciertos conceptos del Área de las Ciencias Naturales y específicamente para Química. Entre otras, manifiestan que “en muchas ocasiones no distinguen entre cambio físico y cambio químico, pudiendo aparecer interpretaciones del proceso de disolución en términos de reacciones, y estas últimas interpretarse como si se tratara de una disolución o un cambio de estado”.

Del grupo de estudiantes (ingresantes y recursantes) que consideró que el **fenómeno era mixto**, prácticamente el total de ellos seleccionó anteriormente que se formaba una mezcla. Cabe aclarar que hasta el momento de aplicar el pretest, sólo se había presentado a los estudiantes la clasificación de los fenómenos en general como físicos y químicos; por lo cual no podría determinarse fehacientemente por qué este grupo de estudiantes consideró que disolver el NaCl (sal de mesa) en agua es un proceso físico-químico. Un bajo porcentaje de recursantes declaró **no saber** que tipo de fenómeno ocurre, aún cuando todas sus respuestas anteriores fueron correctas.

En el ítem 1.e del pretest, se les presentó a los estudiantes una serie de *esquemas o representaciones gráficas*, que ejemplificarían a niveles moleculares, lo ocurrido antes y después de que la sal entre en contacto con el agua en un proceso de disolución. Frente a estas cuatro posibilidades, el estudiante debía elegir, según su criterio, cuál es el modelo correcto que representa de manera sencilla la disolución de la sal en el agua; luego de esto, se les pidió que explicaran con sus palabras lo que se “imaginaban” que estaba ocurriendo.

En todos los esquemas propuestos, la etapa inicial de la secuencia es la misma, siendo la segunda la determinante del proceso; es en ésta, donde se define el estado final del sistema formado. El análisis de las elecciones realizadas por los estudiantes y las expresiones vertidas por los mismos, puede aportar algunas orientaciones respecto a las concepciones mismas que tienen los estudiantes sobre el proceso de disolución.

La opción considerada correcta es la correspondiente al **esquema 1**, en la cual las partículas de la sal se encuentran “distribuidas” entre las partículas de agua; en el esquema 2, se simboliza la formación de una nueva sustancia, producto de una supuesta reacción química entre el NaCl y el agua; en el esquema 3 las partículas de NaCl quedan exactamente igual que al inicio, esto es que no sufren ningún tipo de cambio en su estructura cristalina cuando entran en contacto con el agua; y finalmente en el esquema 4,

sólo se muestran las partículas de agua, simbolizando que el NaCl desaparece cuando se disuelve en este solvente.

Como se puede observar en la Figura 5.3 para el ítem e, más de un cuarto de ingresantes y menos del 10% de recursantes, señalaron el esquema correcto (esq.1). Un poco más del 10% de ambos grupos señalaron el esquema 2 (esq.2) y porcentajes similares correspondieron a quienes no eligieron ninguna opción. Sorprendentemente, casi la mitad de los ingresantes y un poco más de la mitad de recursantes, eligió el esquema en el cual la sal desaparece (esq.4).

Cabe destacar que al solicitar que expresaran por escrito sus ideas respecto al fenómeno ocurrido a nivel molecular, pudieron detectarse algunas dificultades en cuanto a la manera de representar mentalmente el proceso de disolución. Así mismo, el análisis resultó muy dificultoso, ya que las respuesta en su mayoría no apuntaban a la pregunta estrictamente, sino que los estudiantes declararon lo que sabían, así se les preguntara o no. En general, las proposiciones estuvieron redactadas de una manera muy particular; incluso en algunos casos se tuvo que recurrir a cada estudiante para que “tradujese” lo que había escrito. De todas maneras, se extrajeron las expresiones declaradas por los estudiantes, las cuales se encuentran plasmadas en el Cuadro 5.3.

Como se puede observar en el mismo, de los estudiantes que eligieron el esquema correcto (esq.1), la mitad de los ingresantes y ningún recursante, expresó que la sal simplemente se disuelve en el agua (subgrupo A), agregando algunos a esta expresión, que por eso la sal no se “ve”. Un poco más del 10% tuvo apreciaciones aproximadas respecto al proceso en cuestión haciendo referencia al tamaño de las partículas (subgrupo B).

Más del 10% de los ingresantes y el total de recursantes, a pesar de haber seleccionado el esquema correcto, explicaron el proceso con expresiones un poco “infantiles” y erróneas (subgrupo C). El resto de los ingresantes que eligió este esquema, dejó el espacio en blanco (subgrupo D).

Cuadro 5.3. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación al proceso de disolución. Se presentan los porcentajes de las respuestas vertidas por ingresantes (I) y recursantes (R) con relación a cada esquema seleccionado. Las letras en mayúscula indican subgrupos de respuestas, definidos en función de la similitud de ideas que expresan.

		Expresiones	Porcentaje	
			I	R

Esquema 1	A	-La sal se disuelve completamente en el agua. -La sal se disuelve y se dispersa aunque no se la vea esta ahí.	50	0
	B	-La sal se disuelve porque merma su tamaño y se esparcen por el agua. -La sal disminuye su tamaño y se esparce por el agua. -Las partículas de NaCl pierden atracción entre ellas y se alejan mezclándose. -Se forma un conjunto pero no se unen. -Al disolverse toda la masa del sistema tiene las mismas propiedades.	12,5	0
	C	-La poca cantidad de sal se mezcla, a no ser que sea sal gruesa. -No ocurre ningún fenómeno extraordinario.	12,5	100
	D	-No contestó	25	0
Esquema 2	E	-La sal y el agua se unen formando una sola cosa. -La sal en presencia del agua pierde electrones y reacciona. -Las moléculas de sal y de agua se mezclan y se unen.	100	0
	F	-La sal solo se dispersa cuando la mezclamos. -Se mezclan porque la forzamos.	0	100
Esquema 3	G	-Se forma una solución compuesta.	100	0
Esquema 4	H	-La sal se disuelve en agua. -La sal se disuelve y no distingue. -La sal se disuelve al revolver. -El NaCl se disuelve y sus moléculas cambian y se mezclan. -La sal se disuelve y esta en menor cantidad que el agua.	50	66,7
	I	-Las partículas de sal reaccionan y se disuelven con el agua. -La sal se confunde con el agua, se unen y sólo se ve el líquido. -Se forma una solución compuesta. -Solo se mezcla si la forzamos.	50	33,3

Si se tiene en cuenta la relación entre esta respuesta (elección del esquema) y la anterior (tipo de fenómeno al que corresponde la disolución; Tabla 5.1), puede observarse que del total de ingresantes que eligió el esquema correcto (esq.1), sólo el 37,5% había considerado acertadamente que el proceso era físico. En cuanto a los recursantes, el único estudiante que eligió el esquema correcto, consideró coherentemente que la disolución es un proceso físico. Los ingresantes que eligieron el esquema 2 (que representaba el origen de una nueva sustancia), dieron explicaciones coherentes a la elección de este modelo, aunque erróneas desde el punto de vista de la química (Cuadro 5.3, subgrupo E). El 33,3% de estos mismos estudiantes, anteriormente habían señalado que el fenómeno era físico, de manera tal que ambas respuestas fueron inconexas (Tabla 5.1). El estudiante que eligió el esquema 3, vertió una expresión igualmente errónea.

Tabla 5.1. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *esquema representativo del proceso de disolución y tipo de fenómeno involucrado* (ítems 1.e y 1.d del pretest, respectivamente).

	Esquema 1		Esquema 2		Esquema 3		Esquema 4		N/C		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Físico	3	1	1	1	0	0	6	1	0	1	10	4
Químico	3	0	1	1	0	0	5	4	3	0	12	5
Ambos	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4	1
No Sé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	8	1	3	2	1	0	11	6	3	2	26	11

De los estudiantes que seleccionaron el esquema 4, donde la sal desaparece, la mitad de los ingresantes y más del 60% de los recursantes expresaron, al igual que los que eligieron el esquema correcto, que la sal se disuelve en el agua (Cuadro 5.3); agregando algunos de ellos que esto ocurre sólo al “revolver”, o que la sal no se “ve” porque se disuelve. El resto de los estudiantes de ambos grupos vertieron expresiones erróneas.

Investigaciones realizadas por diversos autores (Prieto y col.; Blanco y Prieto; citados por Çalik y col., 2005:36) en torno al proceso de disolución, precisaron que la mayoría de los estudiantes encuestados en sus estudios, creen que el proceso de disolución es sólo un acontecimiento mecánico, ya que para ellos sólo se produce la disolución, con acciones tales como revolver, sacudir, y calentar. Además, otros investigadores enfatizaron que los estudiantes suponen que el “revolver” estaba asociado a conceptos tales como, dispersión y disolución. Esta idea, se ve reflejada en algunas de las expresiones de nuestros estudiantes en este ítem y, como se dijera anteriormente, en relación con el análisis de la categoría “soluciones como sistemas materiales”, pregunta 1.a.

Se podría pensar con todo esto, que este grupo de estudiantes, a pesar de tener ciertas ideas sobre el proceso de disolución, éstas no son bien representadas mentalmente a nivel molecular; esto es que, a nivel cualitativo y microscópico, no han podido construir todavía un esquema que sea coherente con sus expresiones.

De los ingresantes que eligieron el esquema 4, un poco menos de la mitad consideró anteriormente que el fenómeno era físico y el resto declaró que era químico, como se puede apreciar en la Tabla 5.1. En cuanto a los recursantes, la mayoría había señalado que el fenómeno era químico.

En general, ningún estudiante hizo referencia en sus justificaciones, a cuestiones relacionadas con interacciones entre los componentes de la solución (interacciones

dipolo-dipolo, ión-dipolo) que explicarían la formación de la misma; a pesar de haber cursado ya la unidad correspondiente a enlaces químicos y fuerzas intermoleculares de atracción, que son las interacciones que permiten explicar el proceso de disolución. En investigaciones similares a ésta, Fernández y col. (1988), concluyeron que los estudiantes encuestados, para dar respuesta a los cuestionamientos planteados por los autores, no hicieron uso (u olvidaron) de los criterios que se habían expuesto en clases para la identificación y diferenciación de los fenómenos presentados.

De alguna manera, esto tiene que ver con lo anteriormente expuesto con relación a que, a pesar del desarrollo en clases de los temas involucrados y de las relaciones entre estos, en general mostradas a través de redes conceptuales, pareciera que a muy pocos estudiantes les resulta útil.

Continuando con la pregunta 1, en el ítem f, los estudiantes debían elegir la opción en la cual se emplea la noción de la *conservación de la masa* y se pone en evidencia la idea de que si una mezcla está formada por varios componentes, la masa de ésta será el resultado de la suma de las masas de cada uno de ellos.

Este ítem ayuda a complementar las ideas vertidas por los estudiantes en torno al proceso de disolución, ya que permite visualizar si los mismos consideran que, durante este proceso, la sal verdaderamente desaparece o no, más allá del modelo o esquema que hubieran elegido anteriormente y a qué tipo de fenómeno lo hubieren asociado. Así, verificar de manera simultánea la coherencia entre diferentes respuestas que apuntan a una misma idea, permite tener una visión un poco más cercana a la situación analizada.

Respecto a esto, en la Figura 5.3 ítem f, se puede observar que prácticamente un cuarto de los ingresantes y un porcentaje similar de recursantes, respondió que la mezcla (solución acuosa) tiene una masa de 200 grs. Con estos datos podría suponerse que este grupo de estudiantes no consideró la conservación de la materia en el proceso; y pareciera simplemente que, para ellos, lo que no se ve, no existe. De ellos, el 57,1% de los ingresantes y el 50% de los recursantes, eligió el esquema en donde justamente la sal desaparece (Tabla 5.2) y el 33,3% consideró que el fenómeno era químico (Tabla 5.3).

Esto significa en realidad que, del total de los estudiantes de ambos grupos, el 15,4% de los ingresantes y el 9,1% de los recursantes, es probable que hayan considerado

realmente que la sal desaparece, ya que eligieron el esquema 4 y señalaron que la masa final es de 200 g.

Como se puede observar en la Figura 5.3 ítem f, un poco más del 60% de los ingresantes y más del 80% de los recursantes eligió la opción correcta (205 g), considerando que la masa total de la solución es la suma de la masa de la sal (solute) y del agua (solvente). Puede ser que para algunos estudiantes esta respuesta haya sido de alguna manera intuitiva y lógica, considerando que la sal “existe” y que aporta masa al sistema.

Tabla 5.2. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *conservación de la masa* en la formación de una solución y *esquema* representativo del proceso (ítems 1.f y 1.e. del pretest respectivamente)

	200 gr		205 gr		< 205 gr		> 205 gr		No Sé		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Esquema1	1	0	7	1	0	0	0	0	0	0	8	1
Esquema2	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	3	2
Esquema3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Esquema4	4	1	6	5	0	0	0	0	1	0	11	6
N/C	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	2
Total	7	2	16	9	0	0	0	0	3	0	26	11

Del grupo que eligió la opción correcta, el 37,5% de los ingresantes y el 55,5% de los recursantes habían elegido el esquema en donde la sal desaparece (esq.4) (Tabla 5.2); y la mayoría de estos, en sus justificaciones, consideró que la sal está disuelta y que por eso no se la “ve”.

Al analizar la relación entre las elecciones realizadas por los estudiantes respecto a tipo de fenómeno implicado en el proceso de disolución (ítem 1.d) y conservación de la masa en la formación de la solución (ítem 1.f; Tabla 5.3), surge que un tercio de los ingresantes consideró que en un fenómeno químico la masa del sistema disminuye. Si bien fueron pocos (sólo 4) los estudiantes que efectuaron esta relación, es probable que esta idea forme parte del conjunto de concepciones que dificultan el aprendizaje del tema considerado.

En relación con los cambios de estado, la conservación de la masa y la disolución de un sólido en un líquido, Fernández y col. (1988) expresaron que, para sus estudiantes, y frente a cuerpos que experimentan un fenómeno físico o químico, el hecho de permanecer en el mismo recipiente, es condición necesaria y suficiente para que se

consERVE la masa. Además, en una pregunta similar a la formulada en el ítem 1.f del pretest, aproximadamente el 21% de sus estudiantes no consideraron la conservación de la masa en la disolución de un sólido en un líquido. Porcentajes similares se observan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *tipo de fenómeno y conservación de la masa durante el proceso de disolución* (ítems 1.d y 1.f del pretest, respectivamente).

	Físico		Químico		Ambos		No Sé		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
200 gr	2	1	4	1	1	0	0	0	7	2
205 gr	6	3	7	4	3	1	0	1	16	9
< 205 gr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 205 gr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No sé	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0
Total	10	4	12	5	4	1	0	1	26	11

Analizando globalmente la categoría “proceso de disolución”, puede observarse que el 11,5% de los ingresantes y el 9,1% de los recursantes, pudieron dar respuestas correctas, claras y coherentes a los tres ítems analizados; esto significa que expresaron que el proceso de disolución del NaCl en agua es un fenómeno físico, que eligieron el esquema correcto que lo representa y que, además, manifestaron contar con elementos básicos para fundamentar sus elecciones. Así mismo, pudieron determinar que la masa de una mezcla esta dada por el aporte de masa que realiza cada uno de los componentes que la forman.

A pesar de ser muy pocos los estudiantes que pudieron expresar sus conocimientos y concepciones correctas desde el punto de vista de la química, su desempeño fue realmente valorable ya que, hasta el momento de la aplicación del test, no se les había explicado en profundidad el proceso de disolución; sino que fueron proporcionándoseles ciertos elementos teóricos que sirven de base para la construcción teórica y visual del fenómeno en cuestión.

No obstante, si se considera hasta aquí el desempeño de la mayoría de los estudiantes, pareciera no haber en ellos una línea clara de ideas, que les permita de alguna manera,

dar respuestas coherentes sobre una misma situación analizada desde diferentes perspectivas. Por el contrario, pareciera que se tratara todo el tiempo de cosas diferentes, y que, por lo tanto, una idea y otra, no tuvieran relación alguna. Es como si los estudiantes carecieran de una mirada global de la situación; como si cada pregunta, fuera una pieza suelta de un “rompecabezas”, y no se respetaran las conexiones entre ellas. De esta manera, difícilmente puedan tener una visión clara del tema en cuestión.

5.3.3. Constitución de las Soluciones (C.S.)

Para indagar sobre las ideas y/o conocimientos que los estudiantes expresan, con relación a la *constitución de las soluciones*, se les formularon preguntas en las cuales debían contestar por qué consideran que el sistema formado se encuentra en estado líquido, así como distinguir a cada uno de los componentes de la solución utilizando para ello terminología específica (ítems 1.g y 1.h del pretest; Anexo A.3).

Es importante aclarar que, si bien los tópicos analizados bajo esta categoría no se explicitan durante el desarrollo de la unidad temática 1, donde está incluido sistemas materiales, con estas preguntas se pretende indagar si los estudiantes pueden deducir que el componente que se encuentra en mayor cantidad (solvente) es el que determina el estado físico de la mezcla; y si conocen los términos específicos que identifican a cada uno de los componentes de las soluciones, o bien pueden acercarse a los mismos sobre la base de sus conocimientos o experiencias previas (sal = soluto y agua = solvente).

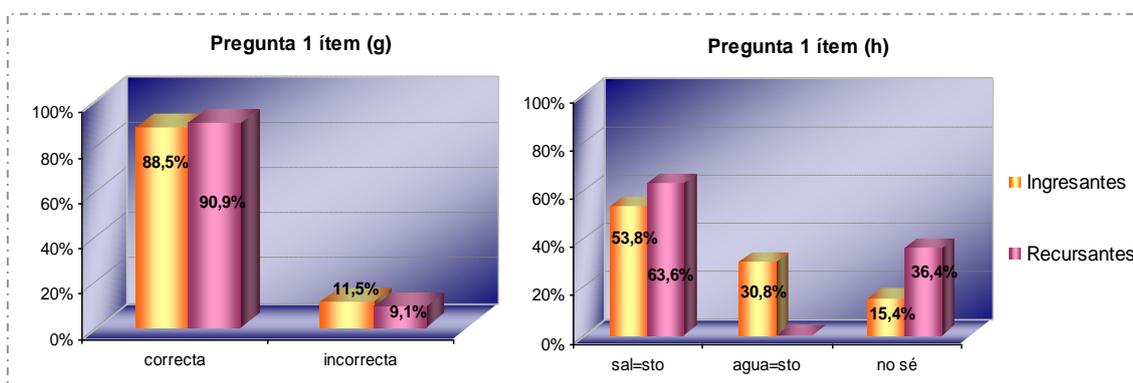


Figura 5.4. *Constitución de las soluciones (C.S.).* Se expresa el porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta e incorrecta para el ítem g y el porcentaje de estudiantes que eligieron la opción correspondiente para el ítem h de la pregunta 1 del Pretest.

La mayoría de los estudiantes, tanto ingresantes como recursantes, respondieron correctamente las preguntas referidas al estado físico de las sustancias y de la solución resultante de la mezcla (Figura 5.4, ítem g). No obstante, sólo el 38,5% de los ingresantes y el 27,3% de los recursantes, consideraron que al estado del sistema lo determina el componente que se encuentra en mayor proporción. Así mismo, el 38,5% de ingresantes y el 54,5% de los recursantes, sólo respondieron que el estado del sistema formado se debía a que la sal simplemente “se disuelve en agua”. El resto de los estudiantes, o bien no contestó esta pregunta, o lo hizo de manera imprecisa, expresando que “el sistema si o si llega a eso”, “al ser una mezcla es posible que quede líquida”, “al disolverse la sal en agua queda líquida”.

En relación con la distinción de cada uno de los componentes de la solución (ítem h), en la Figura 5.4 puede observarse que, un poco más de la mitad de los ingresantes y más del 60% de los recursantes señalaron la opción correcta; indicando que la sal es el componente denominado soluto y el agua el componente denominado solvente. Más de un cuarto de los ingresantes indicaron que el soluto es el agua y cerca del 40% de los recursantes no contestaron en este ítem.

Respecto a las expresiones vertidas por los estudiantes para justificar su elección, se pudo apreciar que la mayoría de los recursantes reconocía la terminología utilizada. Así mismo expresaron que el solvente es el componente que se encuentra en mayor proporción, mientras que el soluto es el que está en menor proporción; o bien, hicieron referencia a que el agua es considerada el solvente universal.

En cuanto a los ingresantes, se pudo advertir que al elegir el agua como solvente apelaron a su conocimiento cotidiano, determinando luego por defecto que la sal es el soluto. Esto se vio reflejado en las siguientes expresiones: “el solvente es en donde la sal se disuelve, por eso la sal es soluto”, “el agua disuelve a la sal y por eso es que el agua es el solvente y la sal el soluto”.

Lo interesante una vez más, son ciertas expresiones como por ejemplo: “el agua es el solvente porque todos los líquidos son solventes”, “la sal se disuelve pero el agua no”, “la sal se solventa en el agua”.

Globalmente para esta categoría, resultó que el 46,1% de los ingresantes y el 54,5% de los recursantes dieron respuestas correctas a los dos ítems que la conforman.

5.3.4. Relaciones Cuantitativas en las Soluciones Acuosas (R.C.)

Esta categoría está conformada por las situaciones problemáticas: 2 ítems a, b y c, 3 ítem b, y 4 ítems a, b y c del pretest (Anexo A.3). En el análisis de la misma se considerarán primero los resultados obtenidos para cada una de las situaciones problemáticas que la conforman, y finalmente se realizará un análisis general para la categoría. Este análisis estará enfocado principalmente, a las nociones expresadas por los estudiantes respecto a la relación cuantitativa entre los componentes de una solución; como así también, a los cálculos subyacentes en la determinación de dichas relaciones.

Es importante destacar que en cada pregunta planteada, los estudiantes debieron poner en juego para su resolución, sus ideas y conocimientos previos, además de un conjunto de estrategias cognitivas involucradas en la aplicación de los conceptos relacionados al tema en cuestión. Por ejemplo, establecer proporcionalidades directas (en especial referidas a relaciones masa/volumen), aplicar nociones de diluido y concentrado y respaldarlas a través de cálculos numéricos, entre otras.

En la Figura 5.5 se presentan los resultados obtenidos del análisis de la pregunta 2 del pretest. En el ítem a, se solicitó la distinción entre los cafecitos propuestos (A, B y C), la justificación de la misma y la elaboración de un planteo matemático que confirme lo anterior.

Para verificar si los estudiantes pueden manejar o al menos intuir las relaciones cuantitativas entre los componentes de la mezcla (cafecito) y la noción de concentrado y diluido (fuerte y suave), se consideraron **correctas** en general, a todas aquellas respuestas en las cuales los estudiantes expresaron que el cafecito fuerte corresponde al A, que a su vez es igual al B (no siendo excluyente la explicitación de esta igualdad); como así también determinar que el cafecito más suave es el C. Las otras dos instancias posteriores (justificar con palabras y con cálculos), si bien completan la respuesta a todo el ítem, tienen que ver con la forma de expresar una idea, por lo que se valoró básicamente que los estudiantes sean capaces de diferenciar las soluciones (cafecitos) presentadas.

Como se puede observar en la Figura 5.5 ítem a, la mayoría de los ingresantes pudo diferenciar o distinguir un cafecito “fuerte” (concentrado) de uno “suave” (diluido). Cabe

destacar, que si bien los estudiantes no presentaron grandes inconvenientes en esta distinción, sólo un poco más de la mitad de ellos pudo justificar su elección de manera apropiada, basándose en la relación *cantidad café/cantidad agua*; presentando además, cierta dificultad al momento de fundamentar su respuesta mediante algún artilugio matemático. Es importante resaltar que, aquellos estudiantes que justificaron correctamente sus elecciones, utilizando la palabra proporcionalidad u otras relativas a ésta, son los mismos que plantearon correctamente una expresión matemática.

En la Tabla 5.4 se presenta el número de estudiantes que respondieron correctamente a cada instancia que incluye el ítem 2.a (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT, y permite visualizar el desglose de los estudiantes que brindaron respuestas correctas a través de dichas instancias.

Tabla 5.4. Estudiantes que respondieron correctamente a cada una de las instancias que incluye la pregunta 2 ítem a del pretest (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta 2.a	D.C.	J.C.	O.M.C.
Ingresantes (n=26)	20/26	11/20	5/11
Recursantes (n=11)	8/11	3/8	1/3

D.C.: distinguen correctamente la solución concentrada y la diluida.

J.C.: justifican correctamente dicha elección.

O.M.C.: realizan una operación matemática correcta.

Considerando finalmente, que en el ítem 2.a se solicita la distinción entre los cafecitos, la justificación de la misma y la elaboración de un planteo matemático que confirme lo anterior, pudo determinarse que sólo el 19,2% de los ingresantes y el 9,1% de los recursantes fueron capaces de responder correctamente a todo lo planteado en este ítem.

En el ítem 2.b (Figura 5.5 ítem b), prácticamente el total de los estudiantes (ingresantes y recursantes) propuso una acción correcta para aumentar el sabor del cafecito; esto es, la mayoría expresó que agregaría más café. A la hora de justificar su accionar y realizar una operación matemática acorde a dicha justificación, nuevamente aparecieron inconvenientes.

En la Tabla 5.5, se presenta el número de estudiantes que respondieron correctamente a cada instancia que incluye el ítem 2.b (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas

respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT, y permite visualizar el desgranamiento de los estudiantes que brindaron respuestas correctas a través de dichas instancias.

Tabla 5.5. Estudiantes que respondieron correctamente a cada una de las instancia que incluye la pregunta 2 ítem b del pretest (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta 2.b	A.C.	J.C.	O.M.C.
Ingresantes (n=26)	24/26	5/24	5/5
Recursantes (n=11)	10/11	1/10	1/1

A.C.: proponen una acción correcta.

J.C.: justifican correctamente.

O.M.C.: realizan una operación matemática correcta.

Sólo el 20,8% de los ingresantes y el 10% de los recursantes que propusieron una acción correcta, al justificar atribuyeron el cambio de sabor del cafecito a una modificación en las proporciones de cantidad café/cantidad agua. El resto de los estudiantes de ambos grupos, a la acción correcta “agrego más café”, añadieron expresiones del tipo, “esa sería la solución”; “se hace comúnmente así”; “se me ocurre que fuera así”; “así es más fuerte el café”; “por lógica y experiencia”; “es lo mejor y más aceptable y así queda fuerte”; y otras similares a estas. Además, en algunos otros casos, pudieron percibirse ciertos errores en cuanto a la idea de las relaciones cuantitativas; por ejemplo, en justificaciones como: “agrego más café porque es el que define el sabor y no el agua” y “si agrego más café su densidad irá incrementando”.

El ítem c de la pregunta 2 proponía una actividad opuesta a la del ítem anterior; esto es, partiendo de un cafecito “fuerte”, se indagó a cerca de qué acción realizaría el estudiante para lograr que el cafecito se vuelva más “suave”.

Como se puede observar en la Figura 5.5 ítem c, casi el 70% de los ingresantes propuso una acción correcta, lo cual significa que agregarían más agua para diluir la solución; pero a pesar de saber *qué hacer*, sólo la mitad de ellos pudo expresar el por qué de su proceder. Las justificaciones consideradas correctas fueron por ejemplo: “agrego más agua para que el café se disuelva en una mayor cantidad de agua”, “porque así hay más cantidad de agua en la misma cantidad de café”, “porque así cambio la proporcionalidad”.

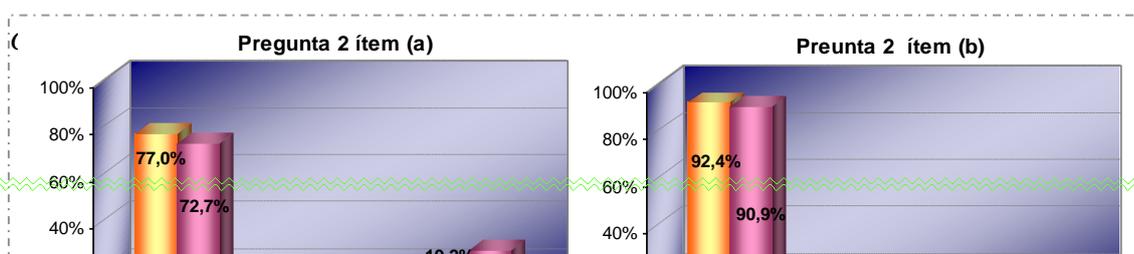


Figura 5.5. *Relaciones Cuantitativas (R.C.).* Se expresa el porcentaje de estudiantes (ingresantes y recursantes) que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron los ítems a, b y c correspondientes a la pregunta 2 del Pretest.

Otras justificaciones, similares a las del ítem 2.b, se basaron en que lo que se plantea es “obvio”, sin tener más fundamento que eso para responder; es decir, al ser obvio lo que se pregunta, no merece a juicio de los estudiantes dar mayores explicaciones al respecto. Ejemplo de estas ideas serían expresiones como: “es lo que se hace para hacerlo más suave”, “porque como el café fuerte no es de mi agrado le agregó más agua”.

Una vez más, las expresiones de los estudiantes reflejan un conjunto de ideas que fueron construidas empíricamente; es decir, que estas ideas se basan en las experiencias cotidianas, que tal como están conformadas sirven, son útiles y funcionan en general así, y por ello probablemente, no sea necesario tener explicaciones desde las ciencias. Además, aquí aparecen en los mismos estudiantes los errores antes observados en torno a la densidad, y a que el sabor depende solamente del café y no de la relación que exista entre cantidad de café y cantidad de agua.

Muy pocos estudiantes realizaron algún tipo de operación matemática que respaldara su proceder. En un sondeo preliminar realizado a los estudiantes que cursaron en el año 2005 (capítulo 4), se observó que los mismos no presentaban inconvenientes al momento de resolver un problema planteado con algún ejemplo de la vida cotidiana. A diferencia de ello, resultó dificultoso para este nuevo grupo de estudiantes (año 2006), justificar

matemáticamente una idea. Es probable que, cuando la pregunta planteada simula una situación cotidiana, la resolución matemática de la misma dependa de la forma en la que se visualizan y expresan los datos, y de la manera en la que se induce al estudiante a la búsqueda de un determinado resultado. En el pretest analizado en este capítulo, los estudiantes debieron buscar qué tipo de operación matemática se correspondía con la situación planteada. Por el contrario en el test aplicado anteriormente (Anexo A.1) y discutido en el capítulo 4, la relación matemática estaba prácticamente explicitada.

En cuanto a los resultados obtenidos para los recursantes (Tabla 5.5), se puede apreciar que su rendimiento fue similar al de los ingresantes. Como en estos últimos, los inconvenientes se presentaron al momento de justificar sus respuestas y en expresar matemáticamente su justificación

La pregunta 3 ítem b considerada también dentro de esta categoría, permite determinar si los estudiantes pueden deducir con un ejemplo sencillo de la vida cotidiana, la relación proporcional que existe entre los componentes de una solución. Es oportuno recordar que la concentración de las soluciones está determinada por la relación cuantitativa dada entre el soluto y el solvente, o bien entre el soluto y la solución. Por lo tanto, si esta relación se modifica, cambia la concentración de la misma, y se puede decir que la nueva solución posee diferente concentración que la inicial.

La diferencia con la pregunta 2, radica en que en el ítem 3.b se incluyen cantidades (datos cuantitativos) y es más explícita la relación entre los componentes de la solución acuosa (Anexo A.3).

Se consideraron correctas todas aquellas respuestas en las cuales los estudiantes eligieron la opción correspondiente (vaso c), justificando correctamente y con sus palabras dicha elección, y utilizando o no para tal fin, expresiones matemáticas. Esto significa que el uso de expresiones matemáticas no se consideró excluyente al momento de considerar las respuestas correctas.

Como se puede observar en la Figura 5.6, la mitad de los ingresantes y más del 70% de los recursantes, eligieron la opción correcta. La mayoría de estos se valieron de diferentes operaciones matemáticas para justificar la elección; en general, reglas de tres simples. Fue notable la diferencia en el manejo de las relaciones numéricas de los ingresantes,

respecto a los recursantes. Además, en este punto, aumentó el porcentaje de ingresantes que decidió no contestar.

La última pregunta analizada en esta categoría, corresponde al punto 4 del pretest, la cual permite, de manera similar que las situaciones anteriores, verificar si los estudiantes pueden resolver la situación planteada, razonando y trabajando en términos de proporcionalidad; esto es, si tienen en cuenta y respetan la relación cuantitativa existente entre los componentes de la solución y si pueden o no manejar estas relaciones, así como expresarlas matemáticamente.

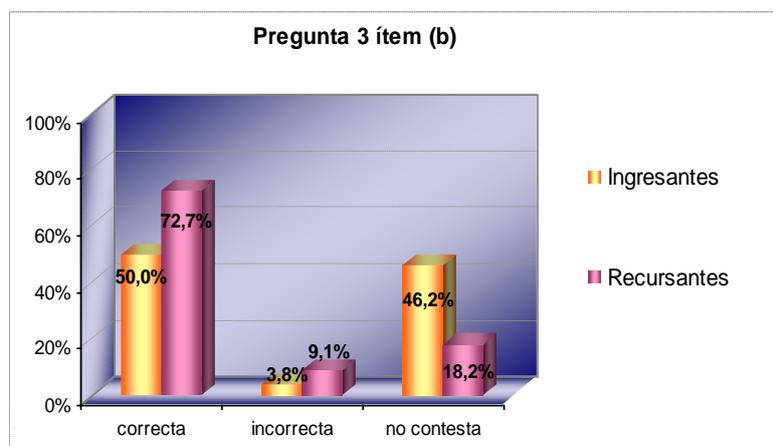


Figura 5.6. *Relaciones Cuantitativas (R.C).* Se expresa el porcentaje de estudiantes (ingresantes y recursantes) que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron el ítem b correspondientes a la pregunta 3 del Pretest.

La diferencia con los puntos anteriores es que en esta situación las relaciones están planteadas de una manera explícita. En el ítem 4.a, los datos se van presentando en la redacción del problema, como en una secuencia lógica, por lo que el estudiante simplemente tiene que completar los espacios en blanco, realizando un cálculo sencillo, por correspondencia y equivalencia.

En la resolución de los otros ítems (4.b y 4.c), se requiere de un razonamiento un poco más complejo, ya que se plantea una nueva relación y esta debe ser comparada con la planteada al inicio. Para el análisis de estos ítems, las respuestas se categorizaron en correctas, imprecisas, incorrectas y no contesta.

Se consideró correcta, toda aquella respuesta en la que el estudiante llegó al resultado preciso, demostrando tener noción de la relación entre los componentes de una mezcla y

sus cantidades; además de justificar correctamente cada vez que se le solicitaba. Imprecisas, fueron aquellas respuestas que no pudieron ser consideradas correctas por falta de explicación o justificación.

Como se puede observar en la Figura 5.7 ítem a, un alto porcentaje de ingresantes y de recursantes llegaron al resultado correcto cuando respondieron al ítem 4.a. Así mismo, puede observarse que el porcentaje de repuestas correctas en los ingresantes aumentó con respecto al ítem 3.b. Con respecto al ítem 4.b, aparecieron respuestas imprecisas (Figura 5.7 ítem b); esto es, los estudiantes pudieron llegar al valor numérico correcto, pero presentaron muchos inconvenientes al momento de expresar el significado de las relaciones numéricas planteadas; o simplemente, y sin hacer ningún cálculo, expresaron que las preparaciones son distintas sin argumentar por qué. El porcentaje de respuestas correctas en los recursantes fue similar al observado en el ítem 4.a. No hubo respuestas incorrectas en este ítem.

En la Figura 5.7 ítem c, se puede observar que el porcentaje de estudiantes ingresantes que alcanzaron el resultado correcto para el ítem 4.c fue menor al 50%, siendo el rendimiento de los recursantes similar a los ítems anteriores; en ambos grupos aumentó el número de respuestas incorrectas.

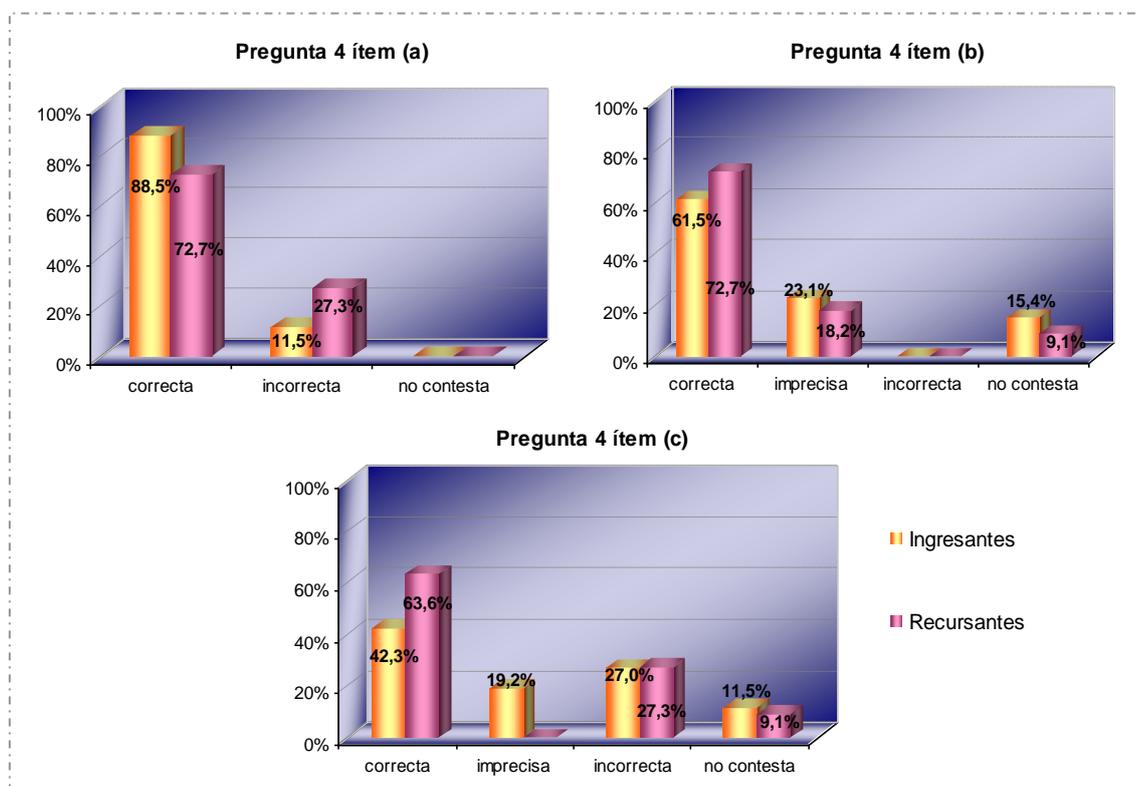


Figura 5.7. Relaciones Cuantitativas (R.C.). Se expresa el porcentaje de estudiantes (ingresantes y recursantes) que respondieron de manera correcta, imprecisa, incorrecta y los que no contestaron los ítems a, b y c correspondientes a la pregunta 4 del Pretest.

En la Tabla 5.6, se presenta el número de estudiantes que respondieron correctamente a cada ítem incluido en la pregunta 4 del pretest (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT; y permite visualizar el desgranamiento de los estudiantes que brindaron respuestas correctas, con el aumento del grado de complejidad de la pregunta desde el ítem 4.a al ítem 4.c.

Del 88,5% de los ingresantes que respondieron el ítem 4.a de manera correcta, el 60,8% de ellos contestó apropiadamente el ítem 4.b, y de éstos, sólo el 57,1% contestó correctamente el ítem 4.c. En el grupo de recursantes, en cambio, del 72,7% que respondió correctamente el ítem 4.a, el 75% respondió apropiadamente el ítem 4.b; y de estos últimos, el 83,3% realizó el ítem 4c de manera correcta. Este análisis evidencia que el rendimiento de los estudiantes disminuyó a medida que la complejidad en las situaciones planteadas fue aumentando; ya que cuando debieron analizar y manipular un resultado numérico fueron apareciendo los inconvenientes en la resolución; lo que, con sólo considerar el ítem 4.a, no se hubiese evidenciado.

Tabla 5.6. Estudiantes que respondieron correctamente a cada uno de los tres ítems que incluye la pregunta 4 del pretest (RC), en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta 4	Ítem a	Ítem b	Ítem c
Ingresantes (n=26)	23/26	14/23	8/14
Recursante (n=11)	8/11	6/8	5/6

Es probable que los estudiantes no tuviesen grandes dificultades con los cálculos numéricos; esto es, que el inconveniente en la resolución no estuviese precisamente en el número, sino en la falta de significado que éste tiene en relación con una situación planteada.

Por tanto, el análisis general para la pregunta 4 muestra que sólo el 30,8% de los ingresantes y el 45,5% de los recursantes, contestaron la totalidad de los ítems correctamente. De alguna manera, estos resultados ponen en descubierto que, aunque

los recursantes desarrollaran mejor sus cálculos, al momento de explicar y justificar sus respuestas, su desempeño fue similar al de los ingresantes.

Los resultados globales para la categoría *relaciones cuantitativas en las soluciones*, muestran que solamente el 15,4% de los ingresantes y el 18,8% de los recursantes pudieron responder correctamente todos los puntos analizados para la misma. En general, la mayor dificultad se observó en la situación problemática 2, estando instalada fuertemente la problemática en la justificación verbal de las respuestas y en el uso de expresiones matemáticas. Diferente fue en las otras situaciones consideradas, en las cuales los datos numéricos ya estaban dados siendo bastantes claros, y el problema ya tenía una estructura quizás conocida para ellos.

De todas maneras, debido a que todas las situaciones problemáticas planteadas en esta categoría corresponden a situaciones “conocidas”, “cotidianas”, para resolverlas no necesariamente los estudiantes tienen que razonarlas y pensarlas desde las ciencias. Es claro que sus respuestas dan cuenta de esto y que, en esta instancia, podría considerarse que es algo “esperado”.

No obstante, hay evidencias respecto a que los estudiantes intuyen las relaciones cuantitativas presentes en las soluciones acuosas, más allá de que les resulte dificultoso dar una justificación formal a sus respuestas. Es a estas ideas previas, “intuitivas”, a las que deberían apelar al abordar en clases de manera formal el tema de soluciones acuosas, para poder así establecer analogías que permitan entender mejor las unidades de concentración utilizadas y el significado de las mismas.

5.4. Consideraciones finales del capítulo

A continuación se presentan las apreciaciones más sobresalientes por categoría de análisis; luego, se expondrá un análisis general de lo observado en esta instancia de investigación.

- *Soluciones como Sistemas Materiales*: en general los estudiantes pudieron identificar a las soluciones acuosas dentro de los sistemas materiales homogéneos; sin embargo no les fue posible expresar con claridad y certeza sobre la base de qué elementos o características realizaron dicha identificación. A partir del análisis de las justificaciones

dadas, se puede afirmar que, en general, el concepto de “fase” de un sistema, no fue bien comprendido. Así mismo, los estudiantes manifestaron la idea de que la formación de una solución es un suceso mecánico; además, la diferencia entre “disolver” y “diluir” no estuvo suficientemente clara, posiblemente porque estos conceptos son comúnmente utilizados en lo cotidiano como sinónimos.

- El proceso de disolución: gran parte de los estudiantes consideró que la disolución de una sal en agua es un fenómeno químico, presentando además gran dificultad en la elección e interpretación de representaciones gráficas del proceso. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes no presentaron dificultad en lo relativo a la conservación de la masa en dicho proceso.

- Constitución de las soluciones: los estudiantes, en general, no presentaron mayores inconvenientes al responder que el estado final de la solución es líquida, pero muy pocos utilizaron la noción de proporcionalidad entre soluto y solvente para justificarlo.

- Relaciones Cuantitativas: los estudiantes, en general, pudieron distinguir sin dificultad la diferencia entre una solución diluida y otra concentrada, sólo que no les resultó sencillo poder expresar matemáticamente una relación proporcional entre los componentes de la misma. Esto sólo pudo lograrse cuando los datos aparecieron claramente en el enunciado de la situación problemática.

Por tanto, a partir del pretest aplicado a los estudiantes que cursaron Química durante el año 2006, se detectaron dificultades a niveles conceptuales, de conocimientos previos que son necesarios para lograr el anclaje que permita el aprendizaje de “soluciones acuosas”. A ello se suma la poca habilidad demostrada por los estudiantes para realizar argumentaciones que fundamentaran sus respuestas.

En función del análisis realizado sobre los conocimientos y las ideas previas relacionadas a los diferentes aspectos de “soluciones acuosas” investigados en esta etapa del trabajo, se puede decir que gran parte de las dificultades observadas giran en torno a la comprensión general de los procesos o fenómenos involucrados en la formación de las soluciones acuosas. Esto estaría relacionado con la escasez de elementos teóricos que manejan los estudiantes y la reducida comprensión de representaciones iconográficas que sirven para simplificar el fenómeno.

Es importante aclarar que, en realidad, gran parte de los procesos que ocurren en la naturaleza son procesos físico-químicos; buscar y comprender la diferenciación entre ambos cambios forma parte del aprendizaje de la química; además esta distinción permite comprender luego otros conceptos relacionados a ambos cambios separadamente.

Las representaciones mentales son en realidad representaciones simbólicas, organizadas en estructuras que permiten darle sentido al entorno; específicamente las representaciones o modelos utilizados por las ciencias químicas en general, permiten “visualizar” esquemáticamente sistemas y fenómenos a escala microscópica; ya que en realidad no hay manera de acceder a esos niveles de observación.

En las representaciones simbólicas presentadas a los estudiantes justamente se puso en juego la idea de cambio físico o químico, como así también la de conservación de la masa en el proceso de disolución. Dado el poco uso de las mismas y del escaso conjunto de elementos teóricos utilizados por los estudiantes, es que las respuestas dadas a lo largo del test, estuvieron sesgadas por una visión macroscópica del fenómeno, sin ser capaces de poder combinar todas las herramientas brindadas con anterioridad, para lograr construir una idea acorde al contexto académico-científico de resolución de situaciones problemáticas.

Las ideas y conocimiento previos analizados mostraron que un notable número de estudiantes tiene ya conformadas concepciones ciertamente diferentes desde el punto de vista de la química, pero que las mismas resultan ser lo suficientemente útiles para moverse o desenvolverse en situaciones sencillas de la vida cotidiana. Este conjunto de ideas, probablemente dificulten el aprendizaje de “soluciones acuosas”, si se considera que las mismas sirven de base para la comprensión de este tema.

El *test* aplicado en este estudio puso de manifiesto, además, un rasgo que suele ser característico de las ideas previas, tal es su carácter inconexo y hasta contradictorio ya que, tal como lo expresara Pozo y Carretero (1987), un mismo alumno pudo explicar el mismo fenómeno desde varios puntos de vista aunque los mismos fueran inconsistentes entre sí.

En este sentido, Campanario y Otero (2000) expresaron que, por una parte estarían los conocimientos académicos sobre fenómenos, teorías, leyes, fórmulas y métodos para resolver problemas y que estos conocimientos académicos son útiles en el medio escolar

dado que sirven para resolver ejercicios y para aprobar exámenes tradicionales. Por otra parte, los estudiantes mantendrían muchas veces su arsenal de ideas previas, que son útiles para entender la realidad y para interactuar con el medio que los rodea.

Finalmente cabe destacar que, en general, a la hora de justificar las respuestas en aquellos ítems que así lo solicitaban, fueron notables las dificultades lingüísticas observadas en algunos estudiantes al intentar exponer sus ideas, y por este motivo, aparentemente prefirieron en algunos casos no responder directamente.

En relación con el desempeño demostrado en general por los estudiantes, no se observó una diferencia realmente significativa entre ingresantes y recursantes; sólo en algunos ítems los recursantes demostraron un mejor manejo en las relaciones numéricas. Pareciera, por tanto, que en ambos grupos de estudiantes, operan las mismas ideas de base para el desarrollo del pretest, independientemente del camino recorrido. Esto tiene que ver principalmente con que, en la mayor parte de las preguntas del test, se ponen en juego las ideas que conformarían el conocimiento cotidiano y que, como un rasgo característico de éste, no necesita explicaciones desde las ciencias para ser útil. Lo inquietante es que las pautas o caminos lógicos de razonamiento intuitivo, cotidiano y en algunos casos superficial, persistan al abordar temas desde una ciencia en particular, aunque el fenómeno analizado para su estudio y/o desarrollo sea una recreación de la vida cotidiana.

Cada sujeto construye de manera individual y social, un conjunto de concepciones o ideas y conocimientos, como resultado de su percepción del mundo que lo rodea y de la necesidad de entender y dar explicaciones de sus experiencias. Sin embargo estas, no necesariamente deben coincidir con el conocimiento científico, si se evalúa en algunos casos su utilización en el mundo cotidiano.

Lo preocupante no es que estas ideas sean diferentes sino su interferencia, persistencia y/o falta de diferenciación cuando un estudiante debe abordar un tema desde las ciencias y debe dar cuenta de un determinado conocimiento, considerado verdadero en el ámbito científico-académico.

Por tanto, en el próximo capítulo se analizarán las ideas y conocimientos de los estudiantes respecto de “soluciones acuosas”, a través de un test aplicado luego del desarrollo en clases del tema. El mismo comprenderá algunas preguntas meramente

conceptuales idénticas a las del pretest (punto 1); así como otras situaciones planteadas como los problemas típicos de química, los cuales deben sin embargo abordarse mediante herramientas cognitivas (y conceptuales en sentido estricto) similares a las empleadas en la resolución del pretest. Con ello se pretende analizar el comportamiento (persistencia, cambio, coexistencia, etc.) de ciertas estructuras de pensamiento en los estudiantes que den cuenta de la existencia o no de dificultades de índole conceptual para el aprendizaje de “soluciones acuosas”.

6. Análisis de las herramientas conceptuales empleadas en la resolución de situaciones problemáticas formales de “soluciones acuosas”

6.1. Introducción

En las próximas líneas se presentan los resultados obtenidos en el postest (Anexo A.4), el cual fue aplicado al mismo grupo de estudiantes que respondió el pretest, durante el segundo cuatrimestre del ciclo lectivo 2006.

Así mismo, se muestran los resultados recabados de las evaluaciones parciales que fueron respondidos por los estudiantes testeados; como así también, fragmentos de exámenes finales de diferentes estudiantes, en relación con los aspectos conceptuales de “soluciones acuosas” que fueron considerados en esta investigación.

Así, este último apartado tiene como propósito conocer la manera en que los estudiantes emplean un conjunto de herramientas conceptuales necesarias para el abordaje teórico-práctico del tema; contrastando además, los resultados obtenidos en diferentes etapas de observación (pretest, postest, exámenes parciales y finales). Esto permitirá observar si, luego de la instrucción y de una serie de etapas de evaluación, el bagaje de ideas y conocimientos previos con los que cuenta el estudiante, se mantiene, se modifican o se acercan hacia los conceptos aceptados por la ciencia.

Para tal fin, se recurre además de las preguntas de opción múltiple, a la resolución de situaciones problemáticas cuantitativas, al análisis de las argumentaciones realizadas por los estudiantes para justificar sus respuestas y, en ciertos casos, al uso de representaciones.

Se considera que, en el desarrollo de la mayor parte de los contenidos de la química se apela al uso de *representaciones o modelos*, para explicar la teoría y desarrollar la práctica. Por tanto, específicamente en lo referido al proceso de disolución, los estudiantes deberían ser capaces de dar explicaciones o argumentaciones teóricas y recurrir al uso de esquemas simbólicos, sabiendo que los mismos representan de manera simplificada un fenómeno o un aspecto de la realidad que se estudia.

Dorin, Demmin y Gabel (citados por Mergel, 1998:2) expresan que una teoría proporciona explicaciones generales, producto de las observaciones científicas. Las teorías explican y

predicen comportamientos; nunca pueden establecerse más allá de toda duda; pueden ser objeto de modificaciones y, en ocasiones, una teoría tiene que ser desechada, si durante la prueba, no se valida; y, otras veces, puede tener validez por mucho tiempo y luego perderla. Por el contrario, un modelo, es una figura que nos ayuda a entender las cosas que no podemos ver o explicar directamente. En este sentido, Adúriz Bravo y Morales (2002) expresan que los modelos se establecen como las formas de representación por excelencia de los contenidos científicos.

Por otra parte, como enlace entre los modelos teóricos, las manifestaciones evidentes de fenómenos y las representaciones que construye cada sujeto, el uso de argumentaciones o justificaciones resulta de gran utilidad.

Revel Chion y col. (2005) definieron la argumentación científica escolar como la producción de un texto en el cual se subsume un fenómeno natural bajo un modelo teórico por medio de un mecanismo de naturaleza analógica. Sin embargo, estos autores consideran que el establecer estas semejanzas no implica necesariamente que la sintaxis (superestructura) de la argumentación involucre un razonamiento analógico, ya que en la producción de la misma, pueden tomar parte también, estrategias deductivas, inductivas, abductivas, entre otras.

Desde esta perspectiva, al argumentar los sujetos deberían encontrar semejanzas entre los modelos teóricos (abstractos) y un fenómeno concreto y luego hacer la reconstrucción teórica de la situación o hecho. Este tipo de *procedimientos*, siguiendo las ideas de Revel Chion y col. (2005), requiere de ciertas destrezas, habilidades prácticas y capacidades cognitivas y comunicativas, necesarias para producir, evaluar y aplicar ciencia; y éstas se vehiculizan a través del lenguaje oral o escrito, en textos, entendidos como unidades de sentido.

Así, las justificaciones solicitadas a nuestros estudiantes a lo largo del desarrollo del *test*, son útiles no sólo a los fines de esta investigación sino como un ensayo para los propios estudiantes; ya que, a partir de la elaboración de las mismas, pueden realizar o experimentar quizás un proceso metacognitivo. Por tanto, al momento de justificar o generar un pequeño discurso que apoye con razones valederas una determinada respuesta, de alguna manera se generan otros tipos de mecanismos y se ponen en juego una serie de capacidades; como por ejemplo, controlar el proceso realizado en la

resolución del problema, detectar posibles errores, buscar otro tipo de respuestas y justificar las acciones realizadas.

Izquierdo (2004) en cierta forma resume la mayor parte de las tareas cognitivas que intervienen en el proceso de aprendizaje y distingue tres dimensiones: el *pensamiento*, la *acción* y la *comunicación*. El pensamiento opera mediante representaciones de la realidad, que en ciencias corresponde a las teorías científicas; la acción deriva de la capacidad de desarrollar actividades de transformación del mundo, que en ciencias corresponden a la experimentación; y finalmente la comunicación se manifiesta mediante diversos lenguajes, que en ciencias corresponden a los especializados de las diferentes disciplinas.

6.1.1 Aspectos adicionales de la resolución de problemas

La resolución de problemas cuantitativos son ampliamente utilizados en la química como una herramienta de evaluación, formando parte de los contenidos procedimentales; aspectos de la química que deben ser aprendidos.

Como se mencionara en la sección 4.1, la resolución de problemas requiere que los sujetos pongan en marcha una secuencia de pasos de acuerdo con un plan preconcebido en vista a un propósito determinado. La resolución de problemas no puede desvincularse de los contenidos conceptuales o actitudinales, pero también es parte de su rasgo como contenido del aprendizaje, poseer ese carácter procedimental; esto se encuentra reflejado en la concepción de que no sólo se debe poder expresar algo, sino también se debe poder hacerlo y comprenderlo y viceversa.

Pozo y Gómez Crespo (1998) detallaron una serie de dificultades características en los sujetos, que se presentan durante el desarrollo de problemas cuantitativos. Estas dificultades fueron definidas por los autores de la siguiente manera:

- 1- Escasa generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos nuevos: en cuanto el formato o el contenido conceptual del problema cambia, los alumnos se sienten incapaces de aplicar a esa nueva situación los algoritmos aprendidos.
- 2- El escaso significado que tiene el resultado obtenido para los alumnos: por lo general, aparecen superpuestos dos problemas, el de ciencias y el de matemáticas, de forma que, en muchas ocasiones este último enmascara al primero. Los alumnos se limitan a

encontrar la “formula” matemática y llegar a un resultado numérico, olvidando el problema de ciencias. Aplican ciegamente un algoritmo o un modelo de “problema” sin comprender lo que hacen.

3- Escaso control metacognitivo alcanzado por los alumnos sobre sus propios procesos de solución: la tarea se ve reducida a la identificación del tipo de ejercicios y a seguir de forma algorítmica los pasos que ha seguido en ejercicios similares en busca de la solución “correcta” (normalmente única). El alumno apenas se fija en el proceso, sólo le interesa el resultado (que es lo que suele evaluarse). De esta forma, la técnica se impone sobre la estrategia y el problema se convierte en un simple ejercicio rutinario.

4- El escaso interés que esos problemas despiertan en los alumnos: cuando se utilizan de forma masiva y descontextualizada, reduciendo su motivación para el aprendizaje de la ciencia.

La idea de describir este conjunto de dificultades o aspectos conflictivos, se debe a que en Química la ejercitación más intensa es la resolución de problemas cuantitativos. Si bien esta investigación no pretende dar explicaciones sobre cómo realizan los estudiantes el proceso mismo de aprendizaje, sí permite localizar o detectar un conjunto de dificultades con las que deberán enfrentarse docentes y estudiantes en cada momento del desarrollo de la asignatura.

6.2. Algunas consideraciones didácticas y metodológicas

Cabe aclarar que, en las secciones 4.2 y 5.2, ya fueron especificados todos aquellos aspectos teóricos o sistema de conceptos que se consideran de importancia para el logro de una correcta aproximación al tema de estudio.

Como se mencionara en el apartado metodológico (ver *Sección 2.5.2*), el postest se aplicó a los mismos estudiantes que respondieron el pretest, en un momento posterior al desarrollo en clases de los trabajos prácticos de resolución de problemas y del trabajo práctico de laboratorio de “soluciones acuosas”. El tiempo transcurrido entre el pretest y el postest fue de aproximadamente tres semanas (*Anexo B.3*). Cabe recordar además que, al momento de aplicación del postest, ya habían sido desarrollados por tanto, todos los aspectos teóricos y prácticos, necesarios para poder definir, clasificar e identificar las

soluciones acuosas dentro de sistemas materiales homogéneos o mezclas homogéneas. Estos conceptos se incluyen en el estudio de las propiedades y transformaciones físicas y químicas, en el estudio de la teoría y estructura atómica, magnitudes atómico-moleculares, estados de la materia, como así también enlaces químicos y fuerzas intermoleculares de atracción, entre otros. Estos tópicos constituyen los elementos teóricos útiles que permiten dar explicaciones a los diferentes aspectos analizados en el estudio del tema en cuestión.

El análisis del postest fue similar al realizado sobre el pretest; aquí, además de las cuatro categorías analizadas en el capítulo anterior (correspondiente al análisis del pretest), se incluyó una nueva categoría que se encuentra relacionada específicamente con el cálculo de la concentración de soluciones acuosas, utilizando para ello la unidad física “porcentaje masa en volumen” (% m/v) y la unidad química “molaridad” (M).

6.3. Resultados y Discusión

6.3.1. Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.)

En relación con los conceptos utilizados en la clasificación de soluciones dentro de sistemas materiales, al igual que en el pretest, se efectuó el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en los ítems a, b y c incluidos en la pregunta 1 del postest (Anexo A.4). Los criterios utilizados para tal fin fueron los mismos que se utilizaron en el pretest.

Cabe recordar que en esta instancia los estudiantes debieron reconocer que el sistema formado era homogéneo, además de señalar que se trataba de una mezcla y que por sus características recibe el nombre de “solución”.

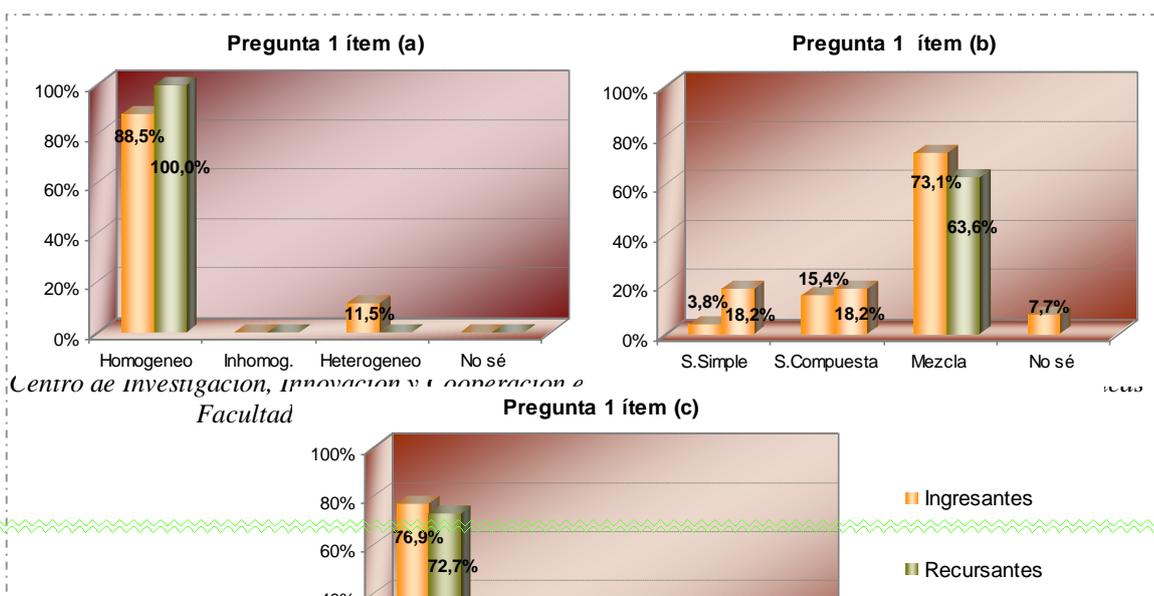


Figura 6.1. *Soluciones como Sistemas Materiales(S.S.M.).* Se expresa el porcentaje de estudiantes que eligieron la opción correspondiente, para los ítems a, b y c de la pregunta 1 del Postest.

Es a través de las respuestas correctas de estos tres ítems, que se re-construye en realidad el concepto de “solución” (el mismo fue desarrollado en detalle en el capítulo anterior).

Como se puede observar, más del 80% de los ingresantes y la totalidad de los recursantes, reconocieron que el sistema formado es “homogéneo” (Figura 6.1 ítem a); más del 60% de los estudiantes de ambos grupos señaló que se trataba de una “mezcla” (Figura 6.1 ítem b) y porcentajes similares indicaron que se trataba de una “solución” (Figura 6.1 ítem c). Similares niveles de acierto se observaron en el pretest.

En relación con las expresiones vertidas por aquellos estudiantes que señalaron **correctamente** que el sistema era homogéneo (pregunta 1.a), al igual que en el pretest, se generaron 4 clases de respuestas a las que denominamos A, B, C y D y fueron definidas de la siguiente manera:

- A.-** Expresiones de los estudiantes en las que incluyen todos o al menos dos de los criterios o elementos teóricos considerados correctos.
- B.-** Expresiones que incluyen sólo un criterio considerado correcto.
- C.-** Expresiones que pueden contener algún tipo de información que denote inconsistencia en la idea vertida o manifestar explícitamente un concepto erróneo.
- D.-** Expresiones que contienen información irrelevante. La falta de respuesta a la pregunta queda también incluida en esta clase.

En el Cuadro 6.1 se muestran las expresiones más representativas, para cada clase de respuesta vertida por los estudiantes y se incluye además, el porcentaje de ingresantes (I) y de recursantes (R) correspondiente a cada una de ellas.

Como puede observarse, menos del 5% de ingresantes y ningún recursante pudo definir un sistema homogéneo utilizando dos o más criterios (clase A). En el pretest ningún estudiante dio esta clase de respuesta, por tanto no se observaron mejoras en este aspecto.

Alrededor del 40% de los estudiantes de ambos grupos, definieron el sistema formado utilizando un único criterio (clase B). Ningún estudiante hizo alusión al tamaño de las partículas para la definición del mismo; y, como puede observarse, las expresiones vertidas, al igual que en el pretest, continúan siendo muy escuetas.

Cuadro 6.1. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación a sistemas materiales (pregunta 1.a - Postest). Se presentan los porcentajes de ingresantes (I) y recursantes (R) que emitieron cada clase de respuesta.

Clases	Criterios	Expresiones	Porcentaje	
			I	R
A	N°Fases y Componentes	- El NaCl se solubiliza en el agua y forma una solución que es una mezcla homogénea formada por dos o más sustancias en una sola fase.	4,3	0
SUBTOTAL			4,3	0
B	Número de fases	- Al disolverse el soluto en el solvente se forma un sistema homogéneo y se observa una sola fase. - El sistema es monofásico. - Al disolverse la sal hay una sola fase observable. - El sistema queda de una fase y dos componentes.	30,5	27,3
	Propiedades	- El NaCl se disuelve en agua y el sistema formado tiene iguales propiedades en todos los puntos. - Si se separa una porción para su estudio, es igual al resto.	4,3	9,1
	Tamaño de las partículas	- El solvente esta en mayor proporción que el soluto por eso se forma una solución homogénea.	4,3	0
SUBTOTAL			39,1	36,4
C	Inconsistentes	- El soluto se disolvió en el solvente. - La sal, NaCl, se disuelve perfectamente en el agua - La poca cantidad de sal se disuelve en el agua. - La sal es soluble en el agua. - Es homogéneo porque el NaCl es soluble en agua.	21,7	36,3

	Erróneas	<ul style="list-style-type: none">- El soluto se distribuye en alguna parte del agua.- Los sistemas homogéneos son dos o más sustancias.- El sistema no presenta fases.- No se distinguen fases.	34,9	27,3
SUBTOTAL			56,6	63,6

Entre las respuestas consideradas clase C, un grupo de estudiantes expresó que un sistema es homogéneo por el simple hecho que la sal se disuelve en agua, utilizando para tal motivo expresiones similares a las del pretest. Este tipo de declaraciones quizás en apariencia no sean incorrectas; pero dado que, en esta instancia de postest ya fueron desarrollados todos aquellos conceptos que se utilizan para el reconocimiento y la definición de las soluciones, que la sal sea soluble o que se disuelva en agua, no es el criterio más relevante a tener en cuenta al momento de definir. Además, en el enunciado de la pregunta (1.a - postest) se aclaró que la sal se disuelve totalmente en agua, sin dejar posibilidad alguna de dudas respecto de la solubilidad de la misma; hasta podría considerarse a este tipo de expresiones vacías de contenido, ya que de alguna manera se reitera en las mismas, lo mencionado en el enunciado de la pregunta.

En el resto de las respuestas incluidas en la clase C, puede advertirse que el concepto de "fase" sigue presentando inconvenientes, al igual que el considerar que es el número de componentes lo que determina la homogeneidad en un sistema. Resultados similares fueron observados en el pretest. Para las expresiones clase D no se observaron casos.

De los estudiantes (ingresantes y recursantes) que seleccionaron de manera **incorrecta** (pregunta 1.a) indicando que el sistema era heterogéneo, al justificar expresaron: "la sal no tiene la temperatura suficiente para disolverse", "al disolverse se forman dos fases líquida y sólida" y "la sal presenta impurezas".

En la primera expresión, y de manera similar a lo observado en el pretest, surge la idea de que la disolución es un proceso estrictamente mecánico y que requiere de "temperatura" para llevarse a cabo.

Selley (2000) investigó los modelos de partículas utilizados por estudiantes entre 13 y 14 años con relación a la disolución de azúcar en agua; en este trabajo documentó la siguiente expresión dada por un grupo de estudiantes encuestados: "el agua caliente tiende a romper las partículas (de azúcar) mucho más rápido". El autor consideró que es posible que el uso de la expresión "romper" este asociado a la visible "desintegración" de

los granos de azúcar. Agregó además, que el principal obstáculo que presentan los estudiantes de hoy en día, está asociado a la falta de comprensión de que el movimiento molecular o de las partículas, es en realidad incesante, al azar e independiente de cualquier movimiento o modificación del material en bruto que se le realice. De esta manera, resalta la importancia del uso de modelos para explicar estos procesos desde la teoría cinética molecular.

Si bien prácticamente la totalidad de los estudiantes pudo distinguir un sistema homogéneo (seleccionando la opción correspondiente, Figura 6.1 ítem a), continúan careciendo de elementos conceptuales suficientes para definirlo correctamente, aun luego del desarrollo formal del tema en clase.

Sobre la base de las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el ítem 1.c del postest se realizó un análisis similar al anterior. En este ítem, los estudiantes deberían poder explicitar que las propiedades de una solución son iguales en todos sus puntos, ya que es homogénea en toda su masa; como así también, considerar que las soluciones son óptica y mecánicamente homogéneas.

A las expresiones de los estudiantes que señalaron **correctamente** que se trataba de una solución, se las clasificó, al igual que en el pretest, en diferentes clases:

- A.-** Expresiones de los estudiantes en las que incluyen todos o al menos dos de los criterios o elementos teóricos considerados correctos.
- B.-** Expresiones que incluyen sólo un criterio considerado correcto.
- C.-** Expresiones en la que se manifiesta explícitamente una idea errónea.
- D.-** Expresiones que contienen información irrelevante. La falta de respuesta a la pregunta considerada queda también incluida en esta clase.
- E.-** Otras: en esta clase se incluyen todas aquellas expresiones en las que los estudiantes consideraron que la solución es un sistema homogéneo; haciendo algunos, referencia a su constitución, pero sin mencionar nada de las propiedades de la misma. Por lo tanto son expresiones que, si bien manifestaron nociones correctas, no enriquecieron o complementaron a las justificaciones ya expuestas en el ítem 1.a.

Como puede observarse en el Cuadro 6.2, fue muy bajo el porcentaje de estudiantes de ambos grupos que dieron una respuesta utilizando uno o más criterios considerados

correctos (clases A y B). Más del 60% de los estudiantes de ambos grupos, a pesar de haber elegido la opción correcta en este ítem, no pudieron dar respuestas precisas a la consigna (clases D y E).

Cuadro 6.2. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación a la clasificación del sistema material propuesto (pregunta 1.c - Postest). Se presentan los porcentajes de ingresantes (I) y recursantes (R) que emitieron cada clase de respuesta.

Clase	Expresiones	Porcentaje	
		I	R
A	- Las soluciones pueden sufrir procesos de separación y son mezclas óptimamente homogéneas. - Se ve una sola fase y de donde sea que tomemos una muestra y la analicemos, observaremos las mismas propiedades.	10	0
B	-Las propiedades que estos sistemas adoptan son que son homogéneos tanto mecánicamente como microscópicamente.	5	14,3
C	-La solución es mecánica y visualmente inseparables sus componentes. - Es una solución porque el NaCl se disolvió y ya no se ve y además se los puede separar. - La solución es una sustancia heterogénea formada por soluto y solvente.	20	14,3
D	- No justifican	20	28,6
E	-Es una mezcla y los componentes forman una solución por disolución de la sal en agua. - Es una solución porque es un sistema homogéneo compuesto por una fase y dos componentes. - En una mezcla homogénea formada por soluto y solvente. - Es una mezcla de dos o más sustancias.	45	42,8

En relación con las expresiones que denotan algún tipo de error (clase C), y quizás sobre la base de las expresiones anteriores también, cabe suponer que los estudiantes pudieron incorporar algunos términos utilizados comúnmente con relación a las soluciones acuosas y sus propiedades, pero que los mismos no conformaron proposiciones certeras al respecto; simplemente usan la terminología como “les suena” y sin significado aparente.

En este sentido, Tamayo Alzate (2001) en su tesis doctoral sobre la evolución conceptual referida al fenómeno de la respiración, hace referencia a que un estudiante puede apropiarse de cierto lenguaje sin aprehender necesariamente el sentido de éste; y expresa en relación con su investigación que, por ejemplo: un alumno puede hablar de conceptos como anabolismo, catabolismo, ciclo de krebs, glucólisis y cadena respiratoria

sin comprender en detalle lo que estos procesos significan y las relaciones que entre ellos se dan.

Comparando estas respuestas con las expresiones vertidas en el ítem 1.c del pretest (Figura 5.2), puede advertirse que los estudiantes en general no presentaron mejoras en las ideas manifestadas. El porcentaje de expresiones erróneas (clase C) dadas por los ingresantes disminuyó en el postest, aumentando el porcentaje de respuestas clase E. Los recursantes se comportaron de manera similar en ambos test.

Del grupo de estudiantes (ingresantes y recursantes) que eligió alguna de las opciones **incorrectas** respecto al ítem 1.c del postest (dispersión coloidal o dispersión grosera), el 50% no justificó su respuesta, y el resto expresó por ejemplo: “es por descarte, no es una solución porque es heterogéneo”, “es una dispersión coloidal ya que sus partículas se disuelven a muy pocos nanómetros”, “no se distingue la sal”.

Teniendo en cuenta el número de estudiantes que dio una respuesta correcta a cada uno de los tres ítems analizados (sin considerar las justificaciones), se registró que el 53,8% de ingresantes y el 45,5% de los recursantes pudieron señalar sin dificultad, a las soluciones acuosas como una mezcla homogénea; esto demuestra al menos una coherencia general en torno a esta categoría en particular. Pero, a pesar de ello, sólo unos pocos de estos estudiantes pudieron justificar sus elecciones demostrando realmente, tener un manejo de estos conceptos.

El resto de los estudiantes de ambos grupos, tuvo una mirada parcial de cada aspecto considerado, demostrando poca claridad en la definición de “solución acuosa”. Las falencias en general, se observaron al igual que en el pretest, en el nivel de las expresiones y en el uso del vocabulario adecuado.

Si bien los porcentajes correspondientes a la categoría “soluciones como sistemas materiales (S.S.M.)” fueron superiores a los observados en el pretest (Tabla 6.1), fue en las expresiones vertidas por los estudiantes donde no pudieron apreciarse mejoras sustanciales, demostrando en realidad un comportamiento similar en las dos instancias (pre–postest). Además, en lo que respecta a esta categoría, los estudiantes denominados recursantes, no demostraron un mejor manejo de los conceptos, en comparación con los estudiantes que cursaron por primera vez la asignatura.

Tabla 6.1. Porcentaje de estudiantes que respondieron globalmente de manera correcta a la categoría *Soluciones como Sistemas Materiales (S.S.M.)*, tanto en el pretest como en el postest. (I) ingresantes y (R) recursantes.

S.S.M.	Pretest	Postest
I	26,9%	53,8%
R	18,20%	45,5%

6.3.2. Proceso de Disolución (P.D.)

Para esta categoría se analizaron los ítems d, e y f contenidos en la pregunta 1 del postest. De la misma manera que en el pretest, los aspectos analizados estuvieron relacionados al *tipo de fenómeno* involucrado en el proceso de disolución, al uso de *esquemas o representaciones gráficas* útiles para simbolizar dos etapas del proceso (inicial y final), y a la comprobación de la *conservación de la masa*.

En la Figura 6.2 ítem d puede apreciarse en relación con el *tipo de fenómeno* o cambio que ocurre en el proceso de disolución, que más de la mitad de los estudiantes de ambos grupos, consideró que se trataba de un **fenómeno físico**.

Elegir este tipo de fenómeno, supone considerar que no se ha producido una reacción química; y por lo tanto, en el ítem 1.b del postest analizado en la categoría anterior (Figura 6.1), sólo sería válido contestar en concordancia con esta idea, que se ha formado una mezcla y no una nueva sustancia (simple o compuesta), ya que ello implicaría una transformación química.

Así mismo, se determinó que el 14,3% de los ingresantes y 33,33% de los recursantes que indicaron que el fenómeno era físico, señalaron anteriormente que se había formado una nueva sustancia. Esto ya había sido observado en el pretest; sin embargo, en esta instancia se esperaba que manejaran con mayor claridad la relación entre los conceptos.

Un poco más del 10% de los ingresantes y más de un cuarto de los recursantes, señalaron que se trataba de un **fenómeno químico**, y, de éstos, el 40% de los ingresantes y el 33,3% de los recursantes, consideraron previamente la formación de una nueva sustancia (ítem 1.c); ambas respuestas fueron erróneas, pero al menos, coherentes. Este tipo de coherencia interna que existe entre un conjunto de ideas científicamente erróneas serían, probablemente, las más difíciles de revertir; de hecho, no se observaron mejoras sustanciales en esta instancia, en comparación con el pretest. El

resto de los estudiantes de ambos grupos, a pesar de haber elegido esta opción incorrecta, señaló anteriormente que se había formado una mezcla (ítem 1.b). En esta situación, no habría una correcta conexión entre ambos conceptos.

Cerca del 20% de los estudiantes de ambos grupos, consideró que el **fenómeno era mixto**. Cabe destacar que, en esta instancia, los estudiantes siguen careciendo de los elementos teóricos suficientes para llegar a este tipo de respuestas; y al igual que en el pretest, no podría determinarse con certeza, cuál es el análisis que realizaron para considerar que la disolución es un proceso físico-químico. Este grupo de estudiantes en relación con ítem 1.c, aproximadamente un cuarto de los ingresantes había señalado la formación de una nueva sustancia; mientras que el resto de los estudiantes ingresantes y recursantes, señalaron de manera correcta, la formación de una mezcla.

En el ítem 1.e, se les presentó la misma serie de *esquemas gráficos* utilizados en el pretest, sólo que fueron cambiados de orden, siendo la opción correcta el esquema 3. Con esta modificación se apeló a que cada estudiante eligiera el esquema que juzgara correcto, independientemente de la posición que ocupara en el ítem.

Cabe mencionar que el esquema 1 representa la desaparición de la sal durante el proceso de disolución; en el esquema 2, la sal permanece inalterable; y en el esquema 4 se representa la formación de una nueva sustancia.

Como puede observarse en la Figura 6.2 para el ítem e, menos de la mitad de ingresantes y poco más del 60% de los recursantes, señalaron el esquema correcto (esq.3). Menos del 10% de ambos grupos señaló el esquema 1 y cerca del 40% de los ingresantes y del 20% de los recursantes señalaron el esquema 4.

En esta instancia fue notable el aumento en el porcentaje de respuestas correctas respecto al pretest, principalmente en los recursantes; pero también fue elevado el porcentaje de estudiantes que eligió la opción que representa la formación de una nueva sustancia.

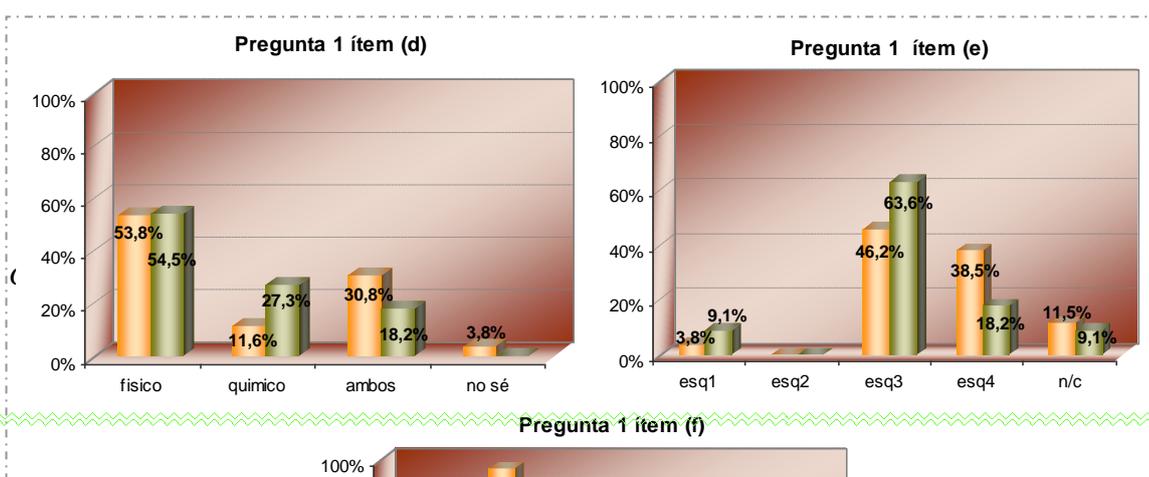


Figura 6.2. El proceso de disolución (P.D.). Se expresa el porcentaje de estudiantes que eligió la opción correspondiente de los ítems d, e, y f de la pregunta 1 del Postest.

En el Cuadro 6.3 se muestran las expresiones vertidas por los estudiantes con relación al proceso de disolución y al esquema elegido, realizándose un análisis similar al efectuado en el pretest.

Del grupo de estudiantes que eligió la opción correcta (esq.3) resultó que, sólo un cuarto de ingresantes explicó de manera simple y correcta cómo transcurre el proceso, utilizando para ello un lenguaje formal (subgrupo C). Estos estudiantes incorporaron a sus expresiones elementos conceptuales que les fueron útiles al momento de explicar; por ejemplo, utilizaron las nociones de fuerzas intermoleculares ión-dipolo que se originan en la solución, y de partículas positivas y negativas (iones) de la sal que se asocian a los polos opuestos del agua.

Por otra parte, un poco más del 30% de los ingresantes y más de un cuarto de los recursantes dieron explicaciones básicas, imprecisas, en las que no aparecieron nuevos elementos conceptuales; de manera que los dichos de estos estudiantes o estos “pequeños discursos”, siguieron tan empobrecidos como se observara en el pretest (subgrupo D).

Prácticamente un cuarto de ingresantes y de recursantes dieron respuestas no apropiadas (subgrupo E), mientras que el resto directamente dejó el espacio en blanco, sin responder (subgrupo F).

Los estudiantes de ambos grupos que eligieron el esquema 4, dieron explicaciones similares al grupo de estudiantes que eligió el esquema correcto. A pesar de haber

elegido un esquema incorrecto, una quinta parte de estos ingresantes (subgrupo G) expresaron nociones certeras con relación al proceso de disolución. El resto manifestó ideas básicas y hasta erróneas (subgrupo H), mientras que otros no contestaron (subgrupo I). No se registraron respuestas para el esquema 2.

En relación con este ítem, siguió observándose, por tanto, un porcentaje importante de estudiantes que no encuentran la manera correcta de representar y explicar el proceso de disolución, a pesar de que este tema fue analizado en las clases teóricas y en los trabajos prácticos; siendo además los esquemas presentados, la manera de representar el proceso que tienen en general los libros de textos de química. De hecho, todos los temas vinculados a soluciones acuosas que sirven para explicar el proceso de disolución prácticamente no fueron tenidos en cuenta.

Cuadro 6.3. Expresiones vertidas por los estudiantes con relación al proceso de disolución. Se presentan los porcentajes de respuestas vertidas por ingresantes (I) y recursantes (R) en relación con cada esquema seleccionado. Las letras en mayúscula indican subgrupos de respuestas, definidos en función de la similitud de ideas que expresan.

		Expresiones	Porcentaje	
			I	R
Esquema 1	A	- Este proceso consiste en que la sal al entrar en contacto con el agua reacciona haciendo separar las moléculas que la componen.	100	0
	B	- Las partículas no se unen sólo se mezclan.	0	100
Esquema 3	C	- Al disolver la sal en el agua se forman uniones ión dipolo, estas fuerzas unen a uno de los dos iones del NaCl con la parte de la densidad eléctrica opuesta de la molécula de agua. - El NaCl es una molécula con densidades + y - es así como las positivas se asocian con la carga negativa del agua y las negativas con las positivas del NaCl. - Las partículas de agua "rodean" a los iones de NaCl formando el sistema de la figura.	25	0
	D	- Al agregar la sal al agua para disolverla las partículas de NaCl se separan se dispersan en todo el medio acuoso por eso es que forman una sola fase. - La dilución consiste en que la sal se diluye en el agua. - Cuando la sal toma contacto con el agua sus moléculas cambian haciendo que se disuelva en el agua. - El proceso consiste en que las partículas de agua se unen a las de sal creando un sistema homogéneo. - Las partículas de NaCl se mezclan con las de agua.	33,3	28,6
	E	-Al mezclarse la sal con el agua se obtiene una concentración diluida, esto quiere decir que la sal (solute) se encuentra en menor proporción ante el agua (solvente). Es decir hay más agua que sal por tanto tiene menor concentración. - La sal al encontrarse en menor proporción se incorpora fácilmente en esa cantidad de solvente en donde las partículas de sal no se	25	28,6

		disuelven complemente. - Consiste en que las partículas de sal se distribuyen por todo el solvente, además las partículas de agua adoptan el estado líquido es decir al de su solvente (agua líquida).		
	F	No justifican	16,7	42,8
Esquema 4	G	- Al mezclarse las partículas de NaCl se dispersan entre las de H ₂ O y se unen con fuerzas intermoleculares ión dipolo. - Lo que hace el NaCl es unirse por fuerzas IM a las moléculas de agua, no desaparecen sólo forman eso como se ve.	20	0
	H	- Cuando la sal entra en contacto con el agua se produce una reacción química así al disolverse la sal observamos una sola fase. - El proceso consiste en trasvasar la sal a un recipiente con agua y luego agitarla hasta disolver completamente la sal. - La disolución de la sal en agua está dada por las proporciones del soluto y del solvente, de modo que la sal en exceso en la disolución no va a ser posible su disolución.	40	50
	I	- No justifican.	40	50
N/C	J	- El soluto se disuelve por completo en el solvente.	50	0
	K	- No justifican	50	100

Al igual que en el pretest, los estudiantes presentaron dificultades al momento de reconocer un esquema que fuera coherente con las explicaciones dadas desde la ciencia, así como con sus propias expresiones.

En la Tabla 6.2 se puede visualizar que del total de ingresantes que eligió el esquema correcto, el 75% señaló acertadamente que el proceso era físico y para los recursantes el porcentaje fue del 28,6%. En comparación con el pretest, pudieron observarse mejoras respecto al número de estudiantes que establecieron correctamente esta relación, principalmente en el grupo de ingresantes.

De esta manera, el cruce entre diferentes aspectos que determinan la consistencia de una idea o de un concepto o proposición, reflejó como ya se mencionara, la mirada parcial y la asincronía de las ideas de los estudiantes respecto a la temática considerada en este estudio.

Tabla 6.2. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *esquema representativo del proceso de disolución* y *tipo de fenómeno involucrado* (ítems 1.e y 1.d del postest, respectivamente).

	Esquema 1		Esquema 2		Esquema 3		Esquema 4		N/C		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Físico	0	1	0	0	9	2	5	2	0	1	14	6
Químico	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	3	3
Ambos	1	0	0	0	2	2	3	0	2	0	8	2
No Sé	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Total	1	1	0	0	12	7	10	2	3	1	26	11

En la Figura 6.2, continuando con la pregunta 1 ítem f, se puede observar los resultados obtenidos en relación con el empleo de la noción de la *conservación de la masa* en la formación de una mezcla. Así, la mayoría de los estudiantes de ambos grupos eligió la opción correcta (205 g) respecto a la masa de una solución. El principio de la “conservación de la masa” durante el proceso de disolución no presentó, por tanto, mayores dificultades, dado que la noción de que una solución se forma a partir de un soluto y de un solvente y que ambos deben aportar masa al sistema final, estuvo aparentemente clara. De hecho, la mayoría de los estudiantes que en el pretest señaló en este ítem una opción incorrecta, pudo revertir su error en esta instancia de postest.

En la Tabla 6.3 se puede apreciar la concordancia existente entre las respuesta vertidas por los estudiantes en relación con la noción de conservación de la masa (ítem 1.f) y el esquema elegido para el proceso de disolución (ítem 1.e). Así, el 46,2% de los ingresantes y el 54,5% de los recursantes eligieron correctamente las dos opciones correspondientes (esq.3 y 205 g).

Es importante mencionar, que en comparación con los resultados obtenidos en el pretest, el número de estudiantes de ambos grupos que dio respuestas correctas manteniendo la coherencia entre estos dos aspectos, fue superior en esta instancia de postest.

Tabla 6.3. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *conservación de la masa* en el formación de una solución y *esquema* representativo del proceso de disolución (ítems 1.f y 1.e. del pretest respectivamente)

	200 g		205 g		< 205 g		> 205 g		No Sé		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Esquema 1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Esquema 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquema 3	0	0	12	6	0	0	0	0	0	1	12	7
Esquema 4	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	10	2
N/C	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	3	1
Total	0	0	25	9	0	0	0	1	1	1	26	11

Al analizar la relación entre las respuestas seleccionadas para el tipo de fenómeno (ítem 1.d) y la conservación de la masa (ítem 1.f), se determinó que el total de los ingresantes y dos tercios de los recursantes que señalaron que el fenómeno era físico, también eligieron de manera correcta la masa correspondiente al sistema formado (Tabla 6.4).

Pareciera que los estudiantes que en el pretest eligieron el esquema en el cual desaparece la sal, y que a su vez señalaron que la masa del sistema era de 205 g (ver Sección 5.3.2), en realidad no consideraron que realmente desaparecía la sal al disolverse en agua; sino que, probablemente, la elección del esquema estuvo relacionada más con el aspecto macroscópico de la solución al no distinguirse los componentes, viéndose “una sola cosa”. Estos mismos estudiantes en el postest, eligieron el esquema correcto; de alguna manera se podría pensar que mejoraron en este aspecto, ajustando el criterio de selección.

Devetak y col. (2008) realizaron una investigación en torno a la comprensión, a niveles submicroscópicos, de las soluciones acuosas en estudiantes de 16 años, considerando que las representaciones de los estudiantes, a niveles moleculares, puede ser un elemento importante de análisis para la identificación de conceptos químicos erróneos, de acuerdo con lo señalado por Selley (2000).

Estos autores concluyeron que los estudiantes que participaron de la investigación, tuvieron diferentes ideas erróneas sobre los arreglos de las partículas de soluto en la solución y la representación de la concentración en el nivel de partículas. Los estudiantes mostraron un nivel de logro relativamente bajo en relación con la elección del dibujo SMR (Submicrorepresentations), el cual representaba las sustancias iónicas en la solución acuosa (7,6% de respuestas correctas).

Tabla 6.4. Frecuencias absolutas obtenidas según el cruce de respuestas a *tipo de fenómeno y conservación de la masa* durante el proceso de disolución (ítems 1.d y 1.f. del postest, respectivamente)

	Físico		Químico		Ambos		No Sé		Total	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
200 g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
205 g	14	4	3	3	7	2	1	0	25	9
< 205 g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 205 g	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
No sé	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
Total	14	6	3	3	8	2	1	0	26	11

Nappa y col. (2005), analizaron los obstáculos de estudiantes entre 17 y 18 años, para generar representaciones mentales adecuadas sobre el proceso de disolución, considerando que los estudiantes generan modelos o representaciones mentales en función de la concepción que posean sobre la estructura corpuscular de la materia.

Así, los autores expresan “una concepción continua de la materia dará como resultado un modelo mental en el que sólo tienen significación las diferentes fases que pueden observarse en el sistema, es decir, prima lo macroscópico, sin atender a otros aspectos importantes tales como la distribución de las especies químicas en la solución, intervención del solvente o interacciones moleculares entre soluto y disolvente; mientras que una concepción de la materia corpuscular y discontinua puede dar lugar a la formación de modelos mentales más cercanos a los científicos, en los que están presentes elementos tales como interacciones moleculares y polaridad de las sustancias involucradas”.

En el análisis global para la categoría “proceso de disolución”, se determinó que el 34,6% de los ingresantes y sólo el 9,1% de los recursantes, reconocieron que el fenómeno de disolución presentado era físico, eligieron el esquema o la representación gráfica correcta que simboliza el proceso y, además, eligieron la masa correcta para la solución presentada, mostrando tener nociones de la conservación de la misma durante el proceso.

En comparación con los resultados obtenidos en el pretest, se puede observar en la Tabla 6.5, que solamente los ingresantes mejoraron sus respuestas en la instancia de postest.

Tabla 6.5. Porcentaje de estudiantes que respondieron globalmente de manera correcta a la categoría *Proceso de disolución (P.D.)*, tanto en el pretest como en el postest. (I) ingresantes y (R) recursantes.

P.D.	Pretest	Postest
I	11,5%	34,6%
R	9,1%	9,1%

En general, para esta categoría y para ambos grupos, fueron notables las dificultades presentadas frente a la selección de un esquema que represente el fenómeno de manera sencilla; como así también, al momento de expresar y/o argumentar sus ideas y conocimientos con relación al proceso de disolución, siendo esto un punto importante de conflicto en la explicación del mismo a niveles microscópicos.

Por todo lo anterior, se considera que una de las dificultades en el empleo de esquemas simbólicos o representaciones, está asociado al uso limitado que hacen los estudiantes de los mismos; no encontrando quizás en ellos una herramienta útil que les facilite el

acercamiento a lo microscópico. Del mismo modo sus argumentaciones quedarían en el plano de lo macroscópico, ligadas a ideas intuitivas, muchas veces erróneas.

6.3.3. Constitución de las Soluciones (C.S.)

Esta categoría está conformada por los ítems g y h de la pregunta 1 del postest. Al igual que en el pretest, los estudiantes debieron dar respuesta a por qué el sistema formado se encuentra en estado líquido, así como distinguir cada uno de los componentes de la solución.

En esta instancia del postest, los estudiantes no presentaron grandes dificultades, ya que pudieron explicar que el sistema formado se encuentra en estado líquido, considerando que el componente que se encuentra en mayor proporción (solvente) es el que determina el estado físico de la solución; como así también, señalar la opción correspondiente indicando que a la sal se la denomina soluto y al agua solvente (Figura 6.3 ítems g y h respectivamente).

Los estudiantes de ambos grupos que dieron respuestas **incorrectas** al ítem 1.g, expresaron en relación con el estado final del sistema, lo siguiente: “para disolver un sólido se necesita un medio acuoso”, “porque el NaCl al disolverse con agua se vuelve también líquido porque se unen”, “líquido y líquido va a quedar”.

Este tipo de respuestas develan ciertos errores interesantes a tener en cuenta. Por ejemplo, el hecho de que un sólido necesite un medio acuoso para disolverse supone un desconocimiento de soluciones sólidas, o sea un sólido que se disuelve en otro sólido (por ejemplo, amalgamas), o soluciones gaseosas (por ejemplo, el aire). También podría pensarse, que todos los sólidos, sin importar su polaridad y solubilidad, se disuelven en agua.

Con la escueta expresión “líquido y líquido va a quedar” puede suponerse que se está hablando del solvente, que es el que se encuentra en mayor proporción, y por lo tanto va a ser líquida la solución; pero no es una expresión válida en estas instancias del desarrollo de la asignatura.

Los estudiantes que eligieron la opción **correcta** al ítem 1.h (sal = soluto y agua = solvente), al justificar se refirieron principalmente al agua como solvente universal, y unos

pocos a la relación proporcional existente entre soluto y solvente. Las expresiones que reflejan en general estas nociones son: “el agua es el solvente universal”, “el estado físico lo determina el solvente”, “como el agua está en mayor proporción que el NaCl la solución es líquida”.

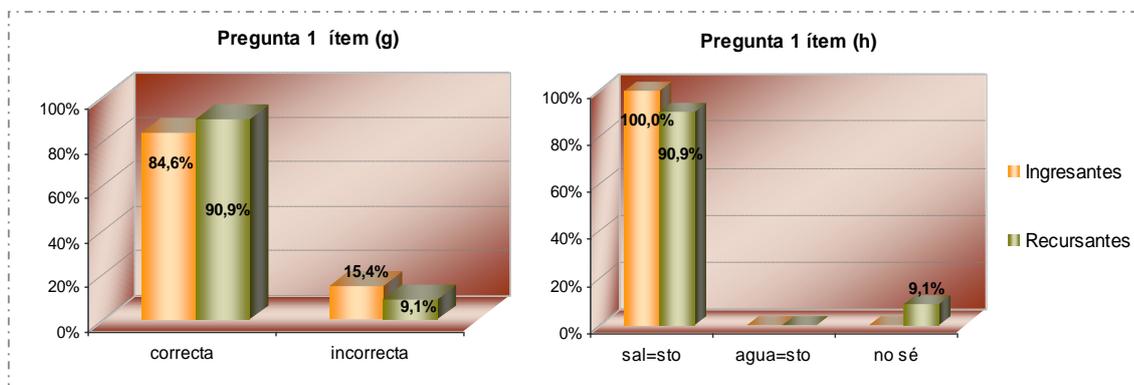


Figura 6.3. *Constitución de las soluciones (C.S.).* Se expresa en porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta e incorrecta para el ítem g y el porcentaje de estudiantes que eligieron la opción correspondiente para el ítem h de la pregunta 1 del Postest.

Cabría preguntarse si los estudiantes que sólo se refirieron al agua (solvente) y no al NaCl (soluto), no tuvieron en cuenta que las soluciones se generan debido a la similitud en la polaridad de los componentes, y a la posibilidad que esto les da de generar nuevas interacciones (ión – dipolo, en este caso); esto es: que la sal se disuelva en agua no depende solamente del agua, sino de ambos componentes.

Nappa y Sigüenza (2005), con relación a ello expresan que, “a pesar de que los alumnos hayan recibido instrucción en lo referente a interacciones entre moléculas, esos conceptos no están lo suficientemente asimilados como para permitirles emitir explicaciones científicamente correctas sobre un fenómeno o evento”.

El hecho de que los estudiantes no tuvieran los argumentos necesarios para comprender y explicar el fenómeno de disolución (analizado en la categoría anterior), quizás hace que este tipo de respuestas sean inconsistentes o sin fundamentos teóricos que reflejen la comprensión del fenómeno que se analiza.

Çalik y Ayas (2005) documentaron un conjunto de ideas manifestadas por un grupo de 441 estudiantes (de 13 a 17 años) que asistieron a diferentes escuelas en Turquía, sobre el significado de los términos “soluto”, “solvente” y “solución”. Es interesante poder observar que, independientemente del contexto socio-cultural y de los contenidos y

finalidades educativas, los estudiantes en determinados rangos de edad, manifiestan ideas muy similares frente a estos temas.

En el análisis global para la categoría “constitución de las soluciones”, se determinó que el 80,8% de los ingresantes y el 90,9% de los recursantes dieron respuestas correctas a ambos ítems. Es importante aclarar que, a pesar de que la mayoría de los estudiantes de ambos grupos eligió la opción correcta en el ítem 1.h, la mayoría de las justificaciones dadas fueron incompletas.

Una vez más, los estudiantes pudieron utilizar términos específicos, pero no necesariamente los mismos tuvieron un sustento teórico válido.

En relación con los resultados obtenidos en el pretest para esta categoría, se puede observar que las respuestas dadas por los estudiantes de ambos grupos mejoraron sustancialmente (Tabla 6.6). De esta manera, se considera que los estudiantes pudieron reconocer que el estado físico de la solución lo determina el solvente, e identificar que para esta solución el soluto es el NaCl y que el solvente es el H₂O.

Tabla 6.6. Porcentaje de estudiantes que respondieron globalmente de manera correcta a la categoría *Constitución de las Soluciones (C.S.)*, tanto en el pretest como en el postest. (I) ingresantes y (R) recursantes.

C.S.	Pretest	Postest
I	46,1%	80,8%
R	54,5%	90,9%

6.3.4. Relaciones Cuantitativas en las Soluciones Acuosas (R.C.)

Esta categoría está conformada por las preguntas: 2 ítems a, b y e, 3 ítems a y b, y 4 ítem b, incluidas en el postest (Anexo A.4). Estos ítems se encuentran vinculados al manejo de las relaciones cuantitativas entre los componentes de las soluciones, como así también, a la utilización o aplicación de las nociones de “soluciones diluidas” y “soluciones concentradas”; además, se trabaja con la unidad de concentración física: porcentaje masa en volumen (% m/v), la unidad de concentración química denominada Molaridad (M) y la interpretación de la información que las mismas brindan.

En la Figura 6.4 se presentan los resultados obtenidos para los ítems a, b, y e correspondientes a la pregunta 2 del postest. Los tres ítems analizados, de algún modo, fueron equivalentes a los planteados en los ítems 2.a, b y c, y en el ítem 3.b del pretest;

ya que para su resolución, los estudiantes debieron poner en juego las nociones de proporcionalidad y considerar además, cómo la misma determina la concentración de las soluciones. Para desarrollar el problema propuesto, los estudiantes podían o no utilizar la información que proporciona cada unidad de concentración, o simplemente, podían basarse en las relaciones entre los datos proporcionados en el cuadro (gramos de soluto/volumen de solución).

En el ítem 2.a, se solicitó a los estudiantes indicar cuál de las soluciones presentadas correspondía a la más concentrada y cuál a la más diluida, así como justificar dicha distinción. Aquí se consideró como respuesta correcta a aquélla en la que el estudiante diferenció e identificó claramente a ambas soluciones; ya que, como viene observándose a lo largo de todo el estudio, la mayor dificultad se encuentra en las argumentaciones o justificaciones realizadas por los estudiantes, por lo que este aspecto no fue considerado al momento de validar las respuestas, salvo en los casos en que la justificación contradijera la pregunta correspondiente.

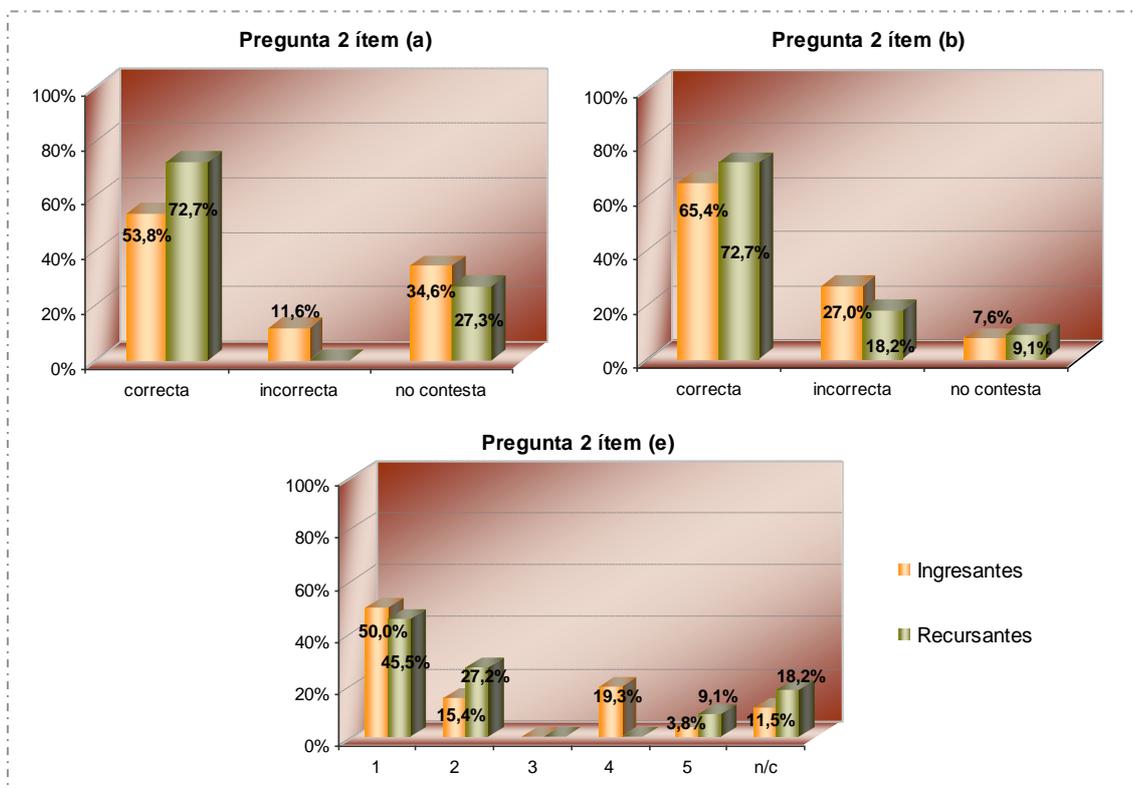


Figura 6.4. Relación Cuantitativa (R.C.). Se expresa el porcentaje de estudiantes (ingresantes y recursantes) que respondieron a la pregunta 2 del postest de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron para los ítems a y b; y los que eligieron la opción correspondiente en el ítem e.

Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

En esta ocasión, sólo la mitad de los ingresantes distinguió correctamente que la solución “C” es la más concentrada y que la solución “A” es la más diluida (Figura 6.4 ítem a). Sólo unos pocos de estos estudiantes justificaron correctamente; el resto, o no justificó o lo hizo de una manera inconsistente, con expresiones del tipo “porque tiene más alta concentración C”; o simplemente expresaron “por los valores de la concentración”, o “porque si”. En cuanto a los recursantes, más del 70% respondió de manera correcta y alrededor de tres cuartos de ellos justificó demostrando las relaciones proporcionales existentes entre la cantidad de soluto y el volumen de la solución; el resto no justificó su elección.

En la Tabla 6.7 se muestra el número de estudiantes que respondió de manera correcta (RC) en cada instancia incluida en el ítem 2.a del postest, en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT y, tal como se indicara en el capítulo anterior, permite visualizar el desgranamiento de los estudiantes que brindaron respuestas correctas a través de dichas instancias. Como puede apreciarse, en esta oportunidad, los recursantes demostraron mejor manejo en las relaciones numéricas entre soluto y solución; y además, fueron capaces de argumentar con mayor solvencia respecto a sus elecciones. Así, sólo el 15,4% de los ingresantes y el 54,5% de los recursantes respondió correcta y completamente todo el ítem a.

Tabla 6.7. Estudiantes que respondieron correctamente (RC) a cada instancia que incluye la pregunta 2 ítem a del postest, en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta 2 a	D.C.	J.C.
Ingresantes (n=26)	14/26	4/14
Recursantes (n=11)	8/11	6/8

D.C.: distinguen correctamente la solución concentrada y la diluida.
J.C.: justifican correctamente dicha elección.

En el ítem 2.b se solicitó a los estudiantes considerar si dos de las soluciones presentadas (B y D) tienen la misma concentración o concentraciones distintas, justificando luego su respuesta. Al igual que en el ítem anterior, la respuesta correcta es

aquella en la que el estudiante señala que ambas soluciones son iguales en concentración, valorando luego sus justificaciones (Figura 6.4 ítem b).

Más del 60% de los ingresantes y un poco más del 70% de los recursantes respondieron correctamente, indicando que las dos muestras poseen igual concentración. En el cuadro 6.4 se muestran algunos ejemplos de respuestas dadas por los estudiantes (ingresantes y recursantes) al momento de justificar.

La mayoría de los estudiantes que respondieron de manera correcta basaron su justificación en la relación proporcional que mantienen soluto y solvente en ambas soluciones; especialmente en el caso de los recursantes, lo demostraron además con expresiones matemáticas.

Las respuestas incorrectas correspondieron a estudiantes que consideraron que las soluciones poseen diferente concentración y, por ejemplo, algunos argumentaron esta respuesta diciendo que al tener diferentes cantidades de soluto la solución B es más “densa” que la A; y otros analizaron solamente la cantidad de soluto sin considerar el volumen de la solución, más aún, plantearon relaciones muy confusas entre ambos.

Cuadro 6.4. Expresiones vertidas por estudiantes de ambos grupos, en respuesta a la pregunta 2.b del Postest.

	Expresiones
Correctas	<ul style="list-style-type: none"> - Las soluciones B y D tienen la misma concentración ya que en ambas la proporción de soluto que hay en la solución es la misma. 4 g de soluto cada 100 mL de solución. - Las soluciones tienen la misma concentración porque la proporcionalidad es constante; en una hay un volumen mayor por lo que el soluto será mayor también. - Las soluciones B y D tienen la misma concentración porque individualmente cada una necesita 40 g de CuSO_4 para disolverse en 1 litro de agua. Tiene una relación 4 % m/v. - Tienen la misma, ya que en 0,1 L de sol. hay 4 g; hay que hacer regla de tres para darse cuenta. - Igual, porque comparten la misma cantidad de soluto en una cantidad determinada de solución. - Igual. Se trata de la misma solución en diferentes volúmenes. Esto se deduce porque la cantidad de CuSO_4 aumenta en proporción al volumen de la solución.
Incorrectas	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen concentraciones distintas porque no tienen la misma cantidad de soluto. - Distintas porque la solución es más densa al tener la misma cantidad de soluto disuelto en distintas proporciones de agua. - Las soluciones B y D tienen soluciones distintas ya que 159,5 g de CuSO_4 para un volumen de 0,5 L requiere de 797,5 g de sal y la solución D para un volumen de 0,1 L requiere de 159,5 o sea que es 5% menos que la solución B.

En el análisis realizado con el grupo de estudiantes que curso química durante el año 2005 (capítulo 4), se observó también la confusión que representa para algunos estudiantes la distinción y diferenciación entre densidad y concentración. Si bien ambos conceptos relacionan masa y volumen, la diferencia está en que la densidad de una solución está dada por la relación entre la masa de la solución (soluto + solvente) y el volumen correspondiente de solución; de manera tal que la relación se mantiene constante (a temperatura constante), ya que si varía la masa de la solución varía proporcionalmente el volumen que ocupa. Esto convierte a la densidad en una “propiedad intensiva”. La concentración en cambio, relaciona masa de soluto con volumen de la solución o con la masa del solvente en algunos casos.

La relación entre las respuestas correctas y las respuestas totales (RC/RT) dadas por los estudiantes en el ítem 2.b fue similar a la del ítem anterior (2.a); destacándose los recursantes también en esta oportunidad, en el uso de artilugios matemáticos para justificar la respuesta (Tabla 6.8).

Tabla 6.8. Estudiantes que respondieron correctamente (RC) a cada instancia que incluye la pregunta 2 ítem b del postest, en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta 2.b	D.C.	J.C.
Ingresantes (n=26)	16/26	6/16
Recursantes (n=11)	8/11	5/8

D.C.: distinguen correctamente la solución concentrada y la diluida.

J.C.: justifican correctamente dicha elección.

Como se dijera, los ítems 2.a y 2.b del postest son equivalentes a aquéllos en los que se solicitó distinguir los cafecitos “suaves” de los “fuertes” (pregunta 2.a - pretest) y a aquél en el que se interrogó acerca de cuál de los vasos no contenían el mismo jugo de la jarra (pregunta 3.b - pretest). Si bien en esa oportunidad los estudiantes no presentaron dificultades al momento de establecer distinciones entre esas mezclas (ver sección 5.3.4), en esta instancia los ingresantes mostraron ciertos inconvenientes en este aspecto, mientras que el porcentaje de recursantes que respondieron de manera correcta, básicamente se mantuvo igual para ambos test.

Las observaciones anteriores estarían indicando nuevamente que, en cierta manera, la utilidad y aplicación de un conjunto de ideas estaría condicionada por el contexto de utilización de las mismas. A esta situación particular se la definió en el capítulo 4 como un *obstáculo topognoseológico*, el cual en esta ocasión resulta particularmente importante en los estudiantes ingresantes.

En el ítem 2.e del postest, se pretendió que el estudiante reconociera cuál es la acción que debe realizarse para lograr que las soluciones A y B posean la misma concentración. La opción correcta es la número 4, la cual indica que se debe agregar 0,75 L de H₂O a la solución B, llevándola a un volumen final de 1,25L; en este volumen sigue habiendo 20 g de CuSO₄.

De esta manera, la relación entre cantidad de soluto y volumen final de la solución resulta igual en los dos casos, y una manera de expresarlo matemáticamente es la siguiente:

Solución A = 4 g de CuSO₄ (soluto) en 0,25 L de solución

$$\rightarrow 4/0,25=16$$

Solución B = 20 g de CuSO₄ (soluto) en 1,25 L de solución

$$\rightarrow 20/1,25=16$$

Prácticamente la mitad de los estudiantes de ambos grupos consideró la opción 1, en el cual se planteaba agregar 6 g de CuSO₄ a la solución denominada A, lo que no es correcto debido a que si se agrega soluto a un determinado volumen de solución, el volumen de la solución resultante será diferente al de la solución inicial; esto es, el agregado de soluto modifica la masa total de la solución y por ende su volumen. Esta última consideración no fue tenida en cuenta por estos estudiantes al momento de responder.

Es importante resaltar que, en comparación con la pregunta 2 ítem b del pretest, este procedimiento fue similar al de transformar un cafecito suave en uno fuerte o viceversa (Anexo A.3). En esa instancia del pretest, los estudiantes consideraron que para aumentar el sabor del cafecito debían agregar más café, respuesta que lógicamente es correcta, ya que la finalidad era aumentar la intensidad del sabor sin importar o quizás sin percibir, que esta acción modifica el volumen del cafecito contenido en la taza.

Estos resultados aportarían más evidencia respecto a que, frente a situaciones problemáticas de química, los estudiantes emplean un razonamiento similar al que utilizan en lo cotidiano. En tanto superficial, este razonamiento intuitivo generaría mucha dificultad al momento de interpretar un fenómeno desde un punto de vista químico, así como diferenciar y relacionar el nivel macroscópico con el microscópico de un fenómeno o situación dados.

Puede considerarse que un número importante de estudiantes utilizó las mismas estrategias cognitivas tanto para interpretar y dar explicaciones a un fenómeno en un contexto cotidiano como a un fenómeno similar propuesto en un contexto académico-científico. De esta manera en sus argumentaciones suelen persistir ciertos errores desde el punto de vista de la ciencia, ya que siguen realizando un análisis superficial de las situaciones, sin acudir a los elementos teóricos que le permitirían resolver y argumentar de manera correcta el problema presentado en el contexto académico- científico.

En relación con esto, Barlet y col. (citados por Furió y Furió, 2000:302), han mostrado los obstáculos ligados a la dualidad macro-micro en el aprendizaje de cuatro campos específicos de la química: mecanismos de reacción, estereoisomería, estabilidad y reactividad química, y la presión y el volumen en gases; señalando que los mismos están originados por la persistencia de concepciones de “sentido común” y la ausencia de “conciencia microscópica”, refiriéndose a que los estudiantes no utilizan las teorías aportadas por las ciencias para interpretar los fenómenos.

Siguiendo con el análisis para esta categoría, en la pregunta 3 propuesta en el postest, se pretendió ubicar al estudiante en una situación en la cual no pudiera poner en práctica un esquema procedimental algorítmico mecánico, sin sentido; sino por el contrario, se planteó una situación en la cual lo importante es el problema químico y, a partir del mismo, las herramientas matemáticas deberían posibilitar el alcance del resultado numérico correcto, pero con sentido y significado desde la química.

Para el ítem 3.a, se consideraron correctas a todas aquellas respuestas que, acompañadas de cálculos matemáticos, determinaron que la solución con la que cuenta el químico no es la misma que necesita, ya que es 10 veces más concentrada; además de esto, podría decirse que, a pesar de no ser iguales, la solución con la que cuenta el químico puede serle útil si se realizara una dilución 1:10 (uno en diez) de la misma.

En la Figura 6.5 ítem a, se puede apreciar que, alrededor del 15% de los ingresantes y poco más de un cuarto de los recursantes respondieron de manera correcta, aunque muy pocos de ellos consideraron poder usar la solución haciendo una dilución.

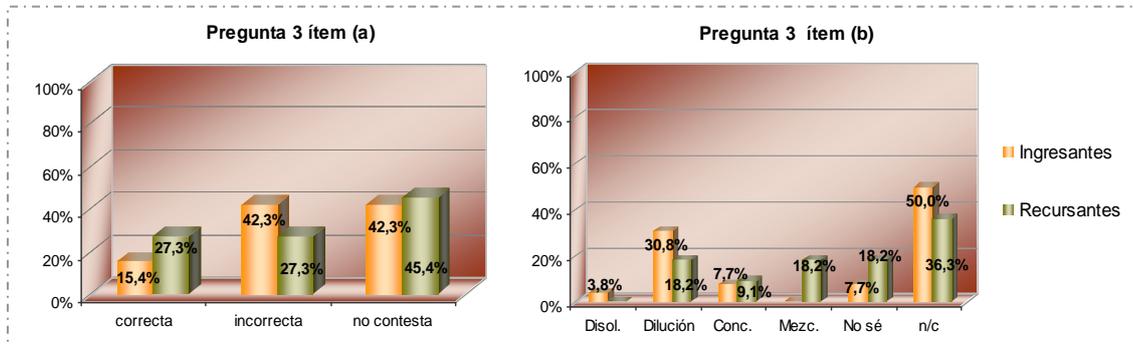


Figura 6.5. Relación Cuantitativa (R.C.). Se expresa el porcentaje de estudiantes (ingresantes y recursantes) que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron el ítem a; y el porcentaje de estudiantes que eligió cada una de las opciones propuestas en el ítem b; ambos de la pregunta 3 del Postest.

Aproximadamente, el 40% y el 30% de las respuestas dadas por los ingresantes y recursantes, respectivamente, fueron incorrectas. En este punto, los errores cometidos se debieron a algunos de los siguientes motivos:

- Los estudiantes consideraron que ambas soluciones tenían la misma concentración. Este error se debió a que cuando realizaron los cálculos para convertir moles en gramos o viceversa, no tuvieron en cuenta la diferencia en los volúmenes de solución, propias de cada unidad de concentración. Aparentemente, éste sería un error a niveles conceptuales; esto es, no recuerdan o no manejan las definiciones de las unidades de concentración o no entienden el concepto de concentración más allá de las unidades en que se expresa.

En la Imagen 6.1 A tomada de uno de los test, se puede apreciar lo antes dicho, ya que en el procedimiento, al no tenerse en cuenta que los 0,1 mol de Na(OH) calculados (1) se encuentran en 100 mL de solución, y que en la solución original los 0,1 mol de Na(OH) están en 1000 mL de solución (2), se consideró que ambas soluciones son iguales. En la Imagen 6.1 B, pareciera que el estudiante no sabía en realidad qué es lo que debía averiguar.

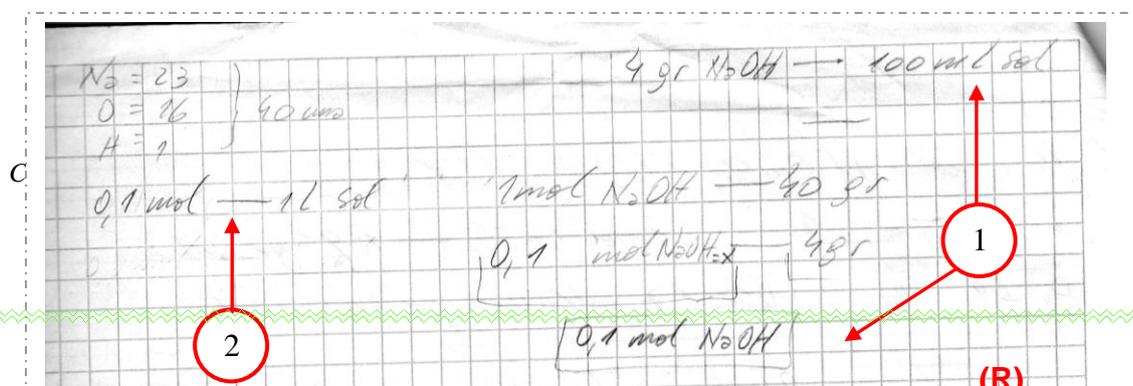


Imagen 6.1. Ejemplos de respuestas incorrectas dadas por un concursante A y un ingresante B, correspondiente a la pregunta 3 ítem a del Postest.

- Otro grupo de respuestas dadas por los estudiantes, fueron incorrectas, ya que pareciera que no tuvieron en claro cuál era la solución con la que contaban y cuál era la que necesitaba el químico en el problema. Así también, algunos estudiantes realizaron una serie de artilugios matemáticos sin sentido, que no los llevó a ninguna respuesta. Otros directamente consideraron que las unidades físicas y químicas no tienen relación alguna. Estos casos se ven representados en la Imagen 6.2 A, B y C tomadas del postest pertenecientes a diferentes estudiantes.

3.- Analiza la siguiente situación: 6 gr de NaOH (1)

a) A los fines de realizar un experimento, un químico necesita emplear una solución de **NaOH 0,1 M**. Cuando se dispone a preparar la solución, comprueba que el envase de NaOH está vacío, y lo único que tiene a disposición es un matrón que contiene una solución de **NaOH 4 % m/v**. Responde: ¿Podrá usar el químico la solución contenida en el matrón o es una solución diferente a la que el necesita? Justifica tu respuesta.

para 4% m/v de NaOH necesita 1lt de agua. y para 0,1 M

4gr - 100ml
40gr - 1000ml -> 1lt

40gr sal - $6,022 \times 10^{23}$ mol
 $6,64 \times 10^{-24}$ gr sal - 0,1 mol

6,64 x 10⁻²⁴ gr sal = 25²as

b) Si dispone, además, de un matrón que contiene una solución de **NaOH 1 M**. ¿Qué procedimiento podría realizar para obtener una solución de **NaOH 0,1 M**?

Agrega 0,75 L de H₂O a la solución B. (1)

No sé

40 gr - 1mol
1x = x - 0,025

Imagen 6.2. Ejemplos de respuestas incorrectas dadas por dos ingresantes A y B y un recursante C, para la pregunta 3 ítem a del Postest.

En estos casos, la mayor dificultad se presentó particularmente en la comprensión del problema. Esto significaría que pudieron haber hecho una lectura rápida del mismo buscando en realidad datos; pero como en este caso el primer valor que aparece es justo la incógnita, ellos lo plantearon al revés.

Cabe recalcar que la situación planteada en el ítem 3.a del postest no es un problema “tipo”, de los que comúnmente se encuentran en la guía de actividades, por lo que seguramente eso haya dificultado su resolución. Esto estaría relacionado con una de las dificultades que plantearon Pozo y Gómez Crespo (1998), ya mencionadas, con relación al conflicto que presentan los estudiantes cuando se modifican los formatos o contenidos conceptuales de los problemas, sintiéndose en muchas ocasiones incapaces de aplicar a esa nueva situación los algoritmos aprendidos. No obstante, dado que los conceptos

necesarios para la resolución el ítem 3.a son básicos, no se descarta la posibilidad de un desconocimiento de los mismos por parte de los estudiantes.

Además es interesante destacar el alto porcentaje de estudiantes de ambos grupos que directamente no dieron respuesta a este ítem, confirmando con ello sus dificultades en la comprensión de la situación problemática planteada y en la utilización de la información que brindan las unidades de concentración.

En la Figura 6.5, se muestra el porcentaje de estudiantes de ambos grupos que eligieron las diferentes opciones contenidas en la pregunta 3 ítem b, además de los que no contestaron. Como puede observarse, fue muy bajo el porcentaje de estudiantes que reconocieron que el proceso que se debe realizar para alcanzar la solución deseada se denomina "dilución"; aunque el porcentaje de ingresantes fue mayor que el de los recursantes.

Un total del 69,2% de los ingresantes y un 81,8% de los recursantes no eligieron la opción correcta. Cabría preguntarse, entonces, si estos estudiantes sólo desconocían el nombre del proceso, pudiendo realizar las acciones necesarias para lograrlo, o directamente no sabían ninguna de las dos cosas. Dado que la mayoría de estos estudiantes no resolvió correctamente el ítem anterior (o directamente no contestaron), podría en consecuencia afirmarse que esta última posibilidad explica lo observado.

En la pregunta 3, y analizando el resultado de ambos ítem, se llega a que sólo 11,5% de los ingresantes y el 18,2% de los recursantes respondieron de manera correcta a la situación propuesta.

En el ítem 4.b, se indagó si los estudiantes manejaban las relaciones cuantitativas en soluciones acuosas y, por tanto, si conocían y utilizaban adecuadamente las unidades de concentración para su resolución. En esta pregunta, a diferencia de las anteriores, se propuso una situación similar a los ejercicios contenidos en la guía de trabajos prácticos.

En esta instancia el estudiante debía conocer que la concentración molar (M) de la solución indica el número de moles de soluto que hay contenidos por cada 1 litro de la solución; a partir de esto se calcula los moles de soluto contenidos en el volumen de solución dado, y luego utilizando la masa molar de la sustancia, se calculan los gramos correspondientes a ese número de moles (Anexo A.4).

En la Figura 6.6 se muestran los porcentajes obtenidos para este ítem. El porcentaje de respuestas correctas en ambos grupos de estudiantes fue bajo. Los ingresantes desarrollaron el ítem de mejor manera que los recursantes y nuevamente fue muy alto el porcentaje de estudiantes que no dieron respuesta ante la situación planteada.

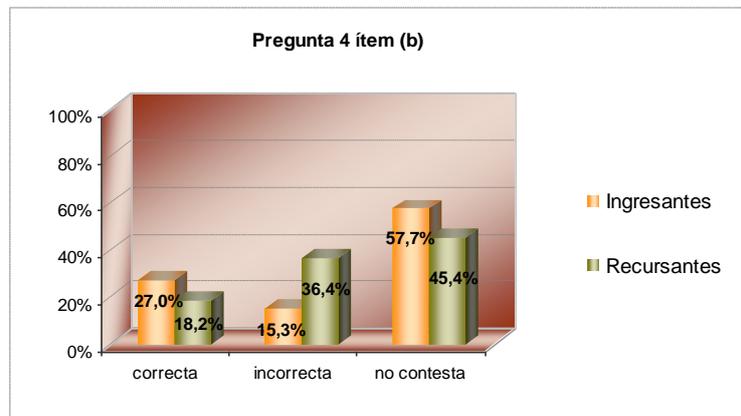


Figura 6.6. *Relación Cuantitativa (R.C.).* Se expresa el porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron el ítem b de la pregunta 4 del Postest.

Las dificultades en este ítem, estuvieron relacionadas al cálculo de la cantidad de gramos de soluto, necesarios para preparar la solución deseada, partiendo de una determinada concentración Molar. Esta dificultad también la presentaron los estudiantes testeados durante el ciclo lectivo 2005 (capítulo 4).

En general, el porcentaje de estudiantes que manejó correctamente las nociones de diluido y concentrado, y las relaciones cuantitativas en las soluciones acuosas, teniendo en cuenta el uso de las unidades de concentración de las mismas, fue muy bajo. Sólo el 11,5% de los ingresantes y el 9,1% de los recursantes, pudieron dar respuestas a todos los ítems correspondientes a esta categoría.

En comparación con los resultados generales obtenidos para esta categoría en el pretest (Tabla 6.9), se puede decir que los inconvenientes que antes estaban presentes en ambos grupos de estudiantes siguen en general encontrándose; esto es, continúan las dificultades en el nivel de las justificaciones, como se observó a lo largo de todo el trabajo. Además, se agregó en el postest al menos una dificultad para esta categoría, relacionada específicamente con la utilización y el significado de las unidades de concentración, ya que les resultó muy dificultoso trabajar con las mismas.

Las ideas intuitivas consideradas en el pretest, siguen siendo utilizadas prácticamente de la misma manera para la resolución de problemas químicos concretos; así, los conceptos teóricos fundamentales necesarios para la correcta resolución de las situaciones, continúan sin ser estudiados y aprendidos, al menos hasta la aplicación del postest.

Tabla 6.9. Porcentaje de estudiantes que respondieron globalmente de manera correcta a la categoría *Relación Cuantitativa (R.C.)*, tanto en el pretest como en el postest.
(I) ingresantes y (R) recursantes.

R.C.	Pretest	Postest
I	15,4%	11,5%
R	18,8%	9,1%

Es probable que un gran número de estudiantes, llegue a estas instancias sólo realizando los ejercicios de la guía de trabajos prácticos de manera mecánica, mediante la utilización de algoritmos sin significado químico.

De alguna manera, se considera que la mayor parte de los inconvenientes observados resultan como consecuencia de la falta de interés por la búsqueda de respuestas a otros niveles conceptuales; cuestión que resulta hasta contradictoria con la elección de seguir carreras universitarias y de ingenierías.

Tampoco se descarta el hecho de que, en general, a los estudiantes de Ingeniería de la F.T.yC.A. la química no les agrada; una de las razones comúnmente expresadas, es que no les resulta fácil entenderla. Se pudo apreciar en realidad, que les resulta dificultoso “visualizar” o imaginarse cómo se mueve el mundo en partículas, o sea a microescalas. Cuestión que también podría resultar hasta contradictoria con la elección de carreras de ingeniería donde el diseño y la imaginación son parte fundamental para la resolución de problemas, si quizás, a otra escala.

6.3.5. Calculo de la Concentración para Soluciones Acuosas (C.C.)

Esta categoría está conformada por las pregunta 2 ítems c y d, y la pregunta 4 ítem a; además, tiene vinculación directa con la categoría anterior. Aquí se dirigió principalmente la atención al cálculo directo de una unidad determinada de concentración, partiendo de los datos de masa del soluto y del volumen de la solución. En las pregunta 2.c y 4.a, se

solicitó a los estudiantes el cálculo del porcentaje masa en volumen (% m/v), unidad de concentración física; y, en la pregunta 2.d, debieron calcular la unidad química denominada Molaridad (M).

En la Figura 6.7 se pueden observar los resultados obtenidos para las dos instancias en las que se solicitó el cálculo del % m/v. Es llamativa la diferencia en el porcentaje de respuestas correctas entre los dos ítems, ya que la única diferencia entre ambos, es la forma en la que se muestran los datos; en la pregunta 2.c los datos se encuentran en una tabla y en la pregunta 4.a se los puede localizar en el enunciado del problema.

La mayor diferencia en el rendimiento obtenido para ambos ítems se dio en los recursantes, siendo más elevado el porcentaje de respuestas correctas en la pregunta 2.c. Podría suponerse que una de las causas de esta diferencia es la forma en la que se visualizan los datos.

Para la resolución de estos ítems la mayoría de los estudiantes de ambos grupos utilizaron regla de tres simple, y aquellos estudiantes que dieron respuestas incorrectas, en general, presentaron el error al calcular gramos de soluto por litro de solución (g/L) o gramos de soluto por cada un mililitro de solución (g/mL).

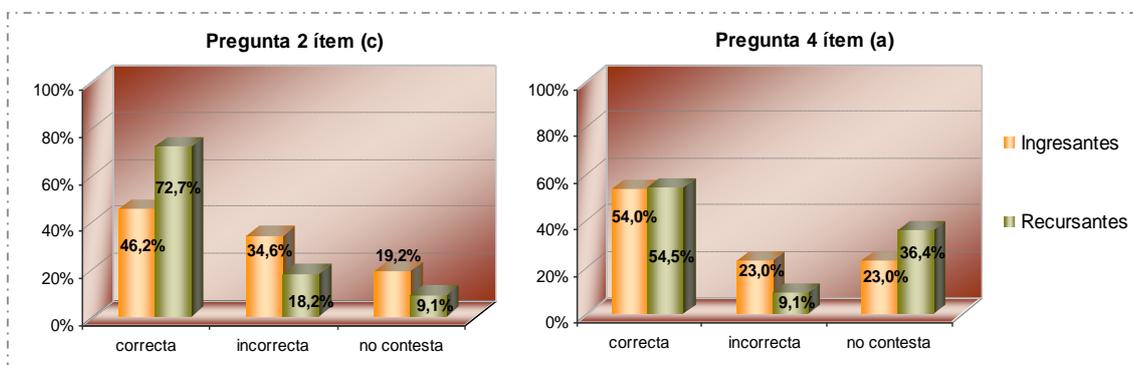


Figura 6.7. *Cálculo de la Concentración (C.C.).* Se expresa el porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron la pregunta 2 ítem c y la pregunta 4 ítem d del Postest.

De manera similar a lo observado en la categoría anterior, cabe preguntarse si es que en realidad estos estudiantes no recordaron la definición de la unidad y por eso trabajaron de manera incorrecta con el volumen de la solución; así mismo cabe considerar que, en el caso de esta unidad (% m/v), es posible que los estudiantes no interpretaran que porcentaje (%) significa “por cada 100”.

Así, sólo el 30,8% de los ingresantes y el 45,5% de los recursantes dieron respuestas correctas a ambos ítems, demostrando de alguna manera, capacidad para calcular esta unidad.

Los resultados obtenidos para la pregunta 2.d, para la cual se solicitó el cálculo de la molaridad (M) de las soluciones presentadas pueden apreciarse en la Figura 6.8. El porcentaje de respuestas correctas para los recursantes fue del doble que para los ingresantes, demostrando como en otras oportunidades, mejor manejo en las relaciones proporcionales.

Las respuestas incorrectas se debieron principalmente al mal uso de la unidad química en cuestión; por ejemplo, algunos estudiantes calcularon los moles de soluto cada 100 mL de la solución. Más del 40% de ingresantes no dio respuesta a este punto.

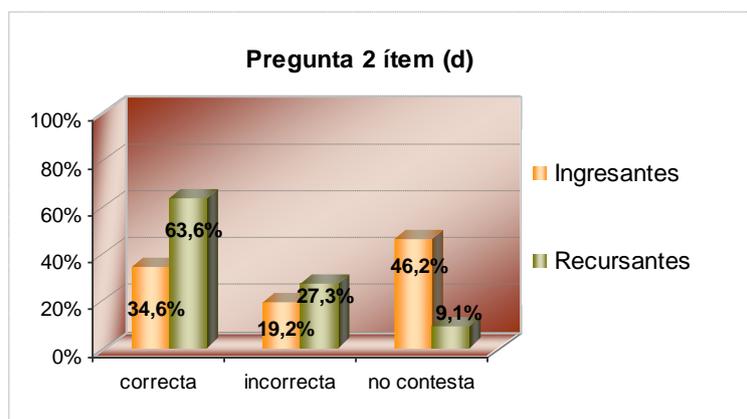


Figura 6.8. *Cálculo de la Concentración (C.C.).* Se expresa el porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron el ítem d de la pregunta 2 del Postest.

Para esta categoría se pudo determinar que del total de ingresantes que utilizó correctamente la unidad física porcentaje masa en volumen (% m/v), sólo el 28,6% de éstos lo hizo bien con la unidad química molaridad (M); el 21,4% utilizó de manera incorrecta la "M" y el 50% restante no contestó el ítem correspondiente al cálculo de la misma.

En cuanto a los recursantes, del total de ellos que resolvió sin dificultades las preguntas propuestas para el cálculo del % m/v, el 80% resolvió correctamente el problema de molaridad y el grupo restante no respondió el ítem.

Así, como se mencionara también en el capítulo 4, a la mayoría de los estudiantes le resultó más sencillo trabajar con la unidad física propuesta, presentando más dificultad en la utilización de la molaridad; siendo un probable inconveniente para ello la incorporación y manipulación del concepto de “mol”.

6.3.6. Análisis de las respuestas dadas en los exámenes finales en relación con las categorías: S.S.M., P.D. y C.S

La asignatura Química que se dicta en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas – UNCa, tiene como modalidad desde hace muchos años evaluar al estudiantado a través de exámenes finales; los mismos son de carácter individual, oral o escrito, y teórico, mediante la utilización de bolillero.

Desde el año 2006 el número de estudiantes inscriptos para rendir la asignatura va en aumento y se calcula un promedio de 20 estudiantes de las distintas carreras de ingeniería, que efectivamente se presentan el día del examen, especialmente en los segundos turnos de febrero, julio y diciembre.

Para el examen final, Química cuenta con un programa combinado que consta de 10 (diez) bolillas; cada bolilla contiene 3 (tres) de los 12 (doce) temas del programa analítico (Anexo B.1) y los estudiantes eligen al azar, el día de examen, 2 (dos) bolillas. Por lo tanto, cada estudiante tiene 6 (seis) temas de contenido teórico sobre el que, en general, será evaluado. El estudiante así, elige uno de los 6 (seis) temas para desarrollar completo en el pizarrón como considere conveniente; y sobre ese, y el resto de los temas el tribunal evaluador va realizando preguntas.

Durante el año 2007 y comienzos de 2008, se tomó nota sobre las expresiones de los estudiantes que rindieron la asignatura en tres turnos diferentes, que debieron exponer sobre “soluciones” como parte del conjunto de temas sorteados o seleccionados por bolillero, en relación con las categorías: soluciones como sistemas materiales, constitución de las soluciones y proceso de disolución.

Se registraron las expresiones de cuatro estudiantes, identificados de aquí en adelante como E1, E2, E3 y E4 que rindieron en los diferentes llamados a examen entre julio de 2007 y marzo de 2008. De este grupo, sólo E4 forma parte de los estudiantes testeados.

A continuación se comentarán los detalles más sobresalientes registrados para cada caso.

➤ **E1:** es un estudiante que regularizó la materia durante el primer cuatrimestre del año 2006 y rindió en el segundo turno de julio del 2007. Si bien “soluciones” fue parte de los 6 (seis) temas seleccionados, no eligió desarrollarlo, sino que fue respondiendo a las preguntas que el tribunal iba realizando.

E1 expresó el concepto de soluciones y clasificó a las mismas en insaturadas, saturadas y sobresaturadas, de manera muy escueta pero correcta. Se refirió de la misma manera al concepto de concentración y definió las unidades físicas y químicas estudiadas. Luego de esto, el tribunal le solicitó que explicara el proceso de disolución y que lo representara esquemáticamente.

E1 se refirió al proceso de la siguiente manera:

“El agua ioniza a la sal porque el agua tiene polos positivos y negativos; cada polo del agua se acerca a los vértices y rompe la unión entre Cl⁻ y el Na⁺ lo arranca y lo envuelve”.

Mientras E1 hablaba, iba dibujando en el pizarrón un esquema similar al que se muestra en la Imagen 6.3; por lo que se le cuestionó la forma de representar microscópicamente a la sal mediante su unidad constitutiva (celda unitaria); a esto no pudo dar una respuesta, ya que para E1 su esquema era correcto. También se le preguntó dónde estaba el agua, y el estudiante dijo “*por ahí*” y con el dedo indicaba alrededor del dibujo realizado en la pizarra.

A continuación el docente le preguntó porqué no dibujaba el agua entonces, y completaba el dibujo en relación con lo que había expresado anteriormente; el estudiante dijo no saber lo que se le solicitaba.

Evidentemente E1 fue capaz de memorizar una serie de sucesos relacionados con el proceso de disolución y pudo comunicarlos; el problema que presentó fue en el nivel de las representaciones o del uso de modelos explicativos utilizados para el mismo; además, mostró poco conocimiento en torno a la estructura de la materia y a la organización microscópica de las sustancias.

No puede saberse, a partir de este tipo de indagaciones, cómo representó mentalmente E1 el proceso que describió verbalmente con cierta soltura; pero una vez más se percibió la dificultad ya observada a lo largo de esta investigación, relacionada ciertamente con la escasa habilidad que desarrollan algunos estudiantes de imaginar los sistemas a niveles microscópicos y con la falta de coherencia entre los modelos explicativos y sus expresiones verbales.

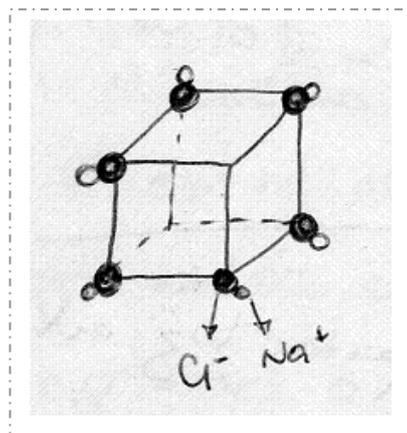


Imagen 6.3. Copia del esquema realizado por E1 en la pizarra para explicar el *Proceso de Disolución* durante el examen final oral.

► **E2:** es un estudiante que regularizó Química en el segundo cuatrimestre del año 2005. El tema soluciones acuosas fue uno de los sorteados pero no fue seleccionado para su desarrollo. Así, luego de la exposición del tema elegido por E2 (Cinética química), se le formularon una serie de preguntas relacionadas a soluciones acuosas registrándose el siguiente dialogo:

D (Docente): *¿que entiendes por “soluciones”?*

E2: *Las soluciones son mezclas homogéneas formadas por dos o más sustancias unidas por mecanismos físicos y químicos.*

D: *¿Cuando decís “unidas”, a que te referís?*

E2: *A que están como pegadas por las intermoleculares...*

D: *Están unidas por fuerzas intermoleculares. Y si la solución se lograra por disolución en agua de la sal de mesa, NaCl, ¿Qué nombre recibirían esas fuerzas intermoleculares?*

E2: *Puente de hidrógeno creo...*

Aquí se genera un extensa charla con el estudiante tratando de que él solo pueda deducir que las fuerzas que se generan son las ión-dipolo. Pero resulta muy dificultoso porque no ha estudiado el proceso de disolución. Se retoma entonces la definición de soluciones inicial.

D: Cuando definiste soluciones hablaste de mecanismos físicos y químicos ¿cuál es la diferencia entre ambos?

E2: Es un mecanismo físico porque la sal cuando se disuelve en agua sigue estando como sal....bah, sigue siendo sal, sólo que ahora esta disuelta en agua.

D: ¿Y químico?

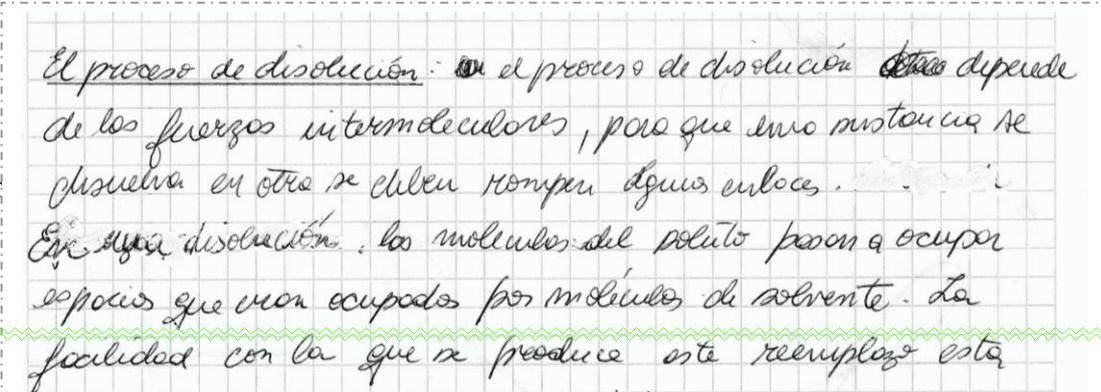
E2:.....no sé, así leí en algún lado pero no sé porque.

Luego continuaron unas pocas preguntas más en relación con las unidades de concentración, definiendo correctamente las unidades físicas y refiriéndose sólo a la Molaridad (M) en relación con las unidades químicas, obviando la molalidad (m) y la fracción molar (x), entre otras.

E2 dio respuestas muy escuetas, al igual que la mayoría de los estudiantes analizados en los test. Las mismas fueron poco precisas; y al indagar o intentar profundizar en alguna idea, o en sus propias expresiones, E2 no tuvo argumentaciones teóricas suficientes que le permitiesen analizar y responder las preguntas formuladas. Sus expresiones se percibieron como una secuencia de palabras con muy poco sentido y significado para él.

► **E3:** es un estudiante que regularizó la asignatura el primer cuatrimestre de 2007 y rindió el examen final de Química en el segundo llamado de febrero de 2008. Luego de su exposición oral sobre el tema elegido, se le solicitó que explicara por escrito como se llevaba a cabo el proceso de disolución.

Como se puede ver en la Imagen 6.4, el estudiante E3 tiene una idea general clara del proceso a nivel microscópico, ya que su descripción se basó en las interacciones que se ponen en juego durante el mismo.



El proceso de disolución: el proceso de disolución ~~esta~~ depende de los fuerzas intermoleculares, pero que eno sustancias se disuelven en otro se deben romper algunos enlaces. En una disolución, las moléculas del soluto pasan a ocupar espacios que eran ocupados por moléculas de solvente. La facilidad con la que se produce este reemplazo esta

Imagen 6.4. Imagen tomada del examen de E3 con relación al *Proceso de Disolución*.

E3 no utilizó ningún esquema que apoyara su narración; se le preguntó si podía dibujar alguno que se encuentre relacionado con lo que había expresado por escrito, a lo que respondió que no se le ocurría como hacerlo, ya que no estudió con “dibujitos”.

E3 dio en general, un buen examen, se expresó con claridad y a pesar de que manifestó no haber estudiado con dibujitos o esquemas explicativos, se notaba en él una comprensión de la estructura de la materia, a niveles microscópicos.

➤ **E4:** regularizó química durante el segundo cuatrimestre del 2006 formando parte del grupo de estudiantes testeados durante ese año para esta investigación. Al igual que en el caso anterior, luego de que E4 expusiera sobre el tema elegido, se le solicitó que explicara el proceso de disolución.

Como puede observarse en la Imagen 6.5 el estudiante confundió disolución con dilución, por lo cual se le preguntó la diferencia entre ambos conceptos; E4 respondió de la siguiente manera:

“El proceso de disolución es cuando se disuelve algo en agua en cambio la dilución es tener una solución y hacer otra”.

En relación con las respuestas dadas en ambos test y en el examen parcial, E4 no presentó mejoras a niveles conceptuales y argumentativos en esta instancia final; si se pudo apreciar en su examen parcial un mejor desenvolvimiento en la realización de los

problemas cuantitativos; esto es, en el cálculo de la molaridad y de los gramos de soluto disueltos en un volumen dado de solución, no así en el problema de dilución presentado.

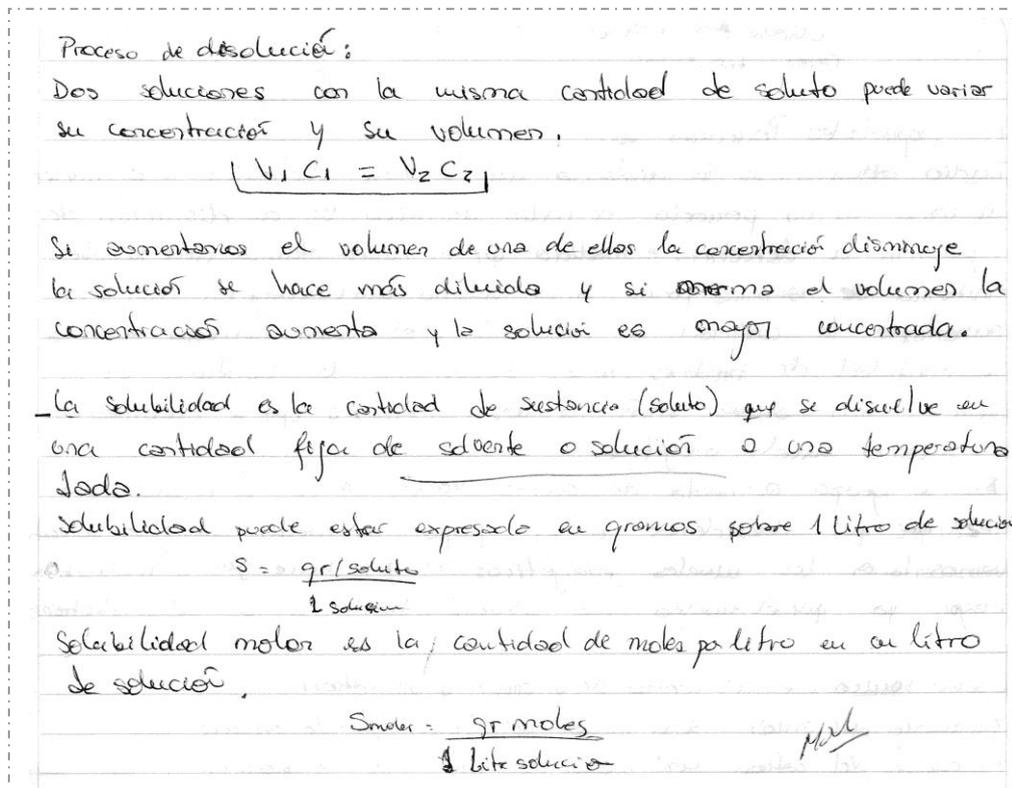


Imagen 6.5. Imagen tomada del examen de E4 con relación al Proceso de Disolución.

Pozo y col. (1994) resaltaron la importancia de entender las diferentes formas que tenemos los sujetos de conocer el mundo, expresando que por un lado, sabemos *decir* cosas sobre la realidad física y social; por otro, sabemos *hacer* cosas que afectan a esas mismas realidades. Aunque ambos tipos de conocimiento deberían en muchos casos coincidir, en otros muchos no es así. En el caso de la solución de problemas, es obvio que los alumnos muchas veces tienen conocimientos conceptuales o verbales que no son capaces de utilizar en el contexto de una tarea concreta. Saben decir algo –y lo hacen eficientemente el día del examen– pero no saben hacer nada o casi nada con ese conocimiento.

Esta distinción es válida ya que en las diferentes etapas que fueron observados y analizados los estudiantes, se presentaron en muchos casos ambas formas como “saberes” antagónicos. En algunos casos, los estudiantes pudieron expresar o decir

ciertas definiciones, pero les resultó dificultoso trabajar operativamente con las mismas; y en otros casos, los estudiantes adquirieron algunas capacidades procedimentales, pero vacías de contenido o con contenidos erróneos; saben hacer pero no saben decir o fundamentar el por qué de esa acción.

De alguna manera resulta claro que gran parte de los estudiantes analizados, no incorporaron nuevos conocimientos teóricos a su información de base, de manera que la misma sigue conservándose casi sin modificaciones; sólo que luego de un tiempo, los estudiantes pudieron utilizar en algunos casos términos formales y específicos, sin querer significar con ello, que hayan comprendido las ideas y modelos utilizados en la enseñanza de la química. Así, el conocimiento previo no habría evolucionado hacia los conocimientos más concretos de la ciencia; apenas si podría decirse que se enriqueció de alguna terminología más específica, pero sin lograr una explicación fundamentada de los fenómenos y procesos.

6.3.7. Análisis de las respuestas dadas en las evaluaciones parciales en relación con las categorías R.C. y C.C.

El segundo parcial de Química incluye el tema “soluciones acuosas” y fue resuelto por los mismos estudiantes que realizaron ambos test, luego de transcurridos 12 días de la última clase de soluciones acuosas (Anexo B.3).

El examen parcial (temas 1 y 2) consta de 10 preguntas, de las cuales la número 5 y número 6 son específicamente problemas relacionados a soluciones acuosas. Las mismas fueron:

Tema 1:

5) a) Calcula la concentración molar de una solución que se preparó disolviendo 6,5 g de NaCl en un volumen final de 250 mL de solución.

b) Calcula los gramos de K(OH) necesarios para preparar 0,5 L de solución 0,1 M.

6) Se posee una solución de HNO₃ 1 M. ¿Cómo prepararías a partir de esta solución 1000 mL de una solución 0,25 M? Realiza los cálculos correspondientes e indica el procedimiento a seguir para su preparación.

Tema 2:

5) a) Calcula la concentración molar de una solución que se preparó disolviendo 5,7 g de NaCl en un volumen final de 500 mL de solución.

b) Calcula los gramos de KBr necesarios para preparar 0,25 L de solución 0,2 M.

6) Se posee una solución de HCl 0,5 M. ¿Cómo prepararías a partir de esta solución 1000 mL de una solución 0,1 M? Realiza los cálculos correspondientes e indica el procedimiento a seguir para su preparación.

En la Figura 6.9 se muestran los resultados obtenidos en los tres ejercicios propuestos en el parcial (5 ítem a, 5 ítem b y 6); como puede observarse, en general, fue bajo el porcentaje de estudiantes tanto ingresantes como recursantes que resolvieron correctamente la totalidad de los ejercicios propuestos.

Lo notable fue que el total de recursantes resolvió correctamente el punto 5.a; no obstante, menos de la mitad resolvió el ítem 5.b y sólo el 9,1% fue capaz de resolver el problema de dilución (pregunta 6). Esto es, calculan sin mayores inconvenientes la concentración de una solución, les resulta un poco mas dificultoso calcular la masa de soluto partiendo de una concentración determinada y muy poco estudiantes resuelven una situación de dilución. Esta tendencia se había observado en los estudiantes testeados en el año 2005 (capítulo 4).

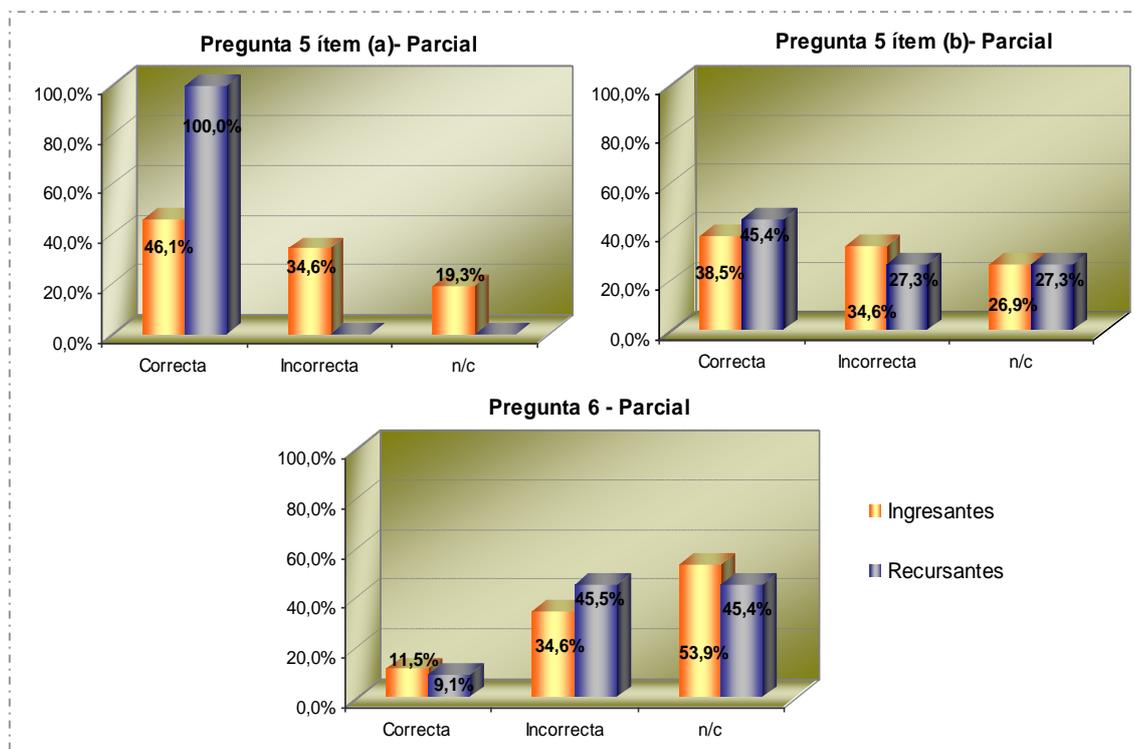


Figura 6.9. Se expresa el porcentaje de ingresantes y recursantes que respondieron de manera correcta, incorrecta y los que no contestaron (n/c) la pregunta 5 ítem a y b, y la pregunta 6 correspondientes al segundo examen parcial de Química, durante el año 2006.

En la Imagen 6.6 se muestran algunos fragmentos de parciales, a modo de ejemplo respecto de la manera en que los estudiantes resolvieron las preguntas del parcial, siendo en esta oportunidad las **respuestas correctas** para la pregunta 5 ítems a y b. Los dos primeros ejemplos corresponden a parciales de ingresantes (I) y el tercero a un recursante (R).

Para el ítems 5.a, donde debieron calcular la molaridad de la solución (M), se pueden observar dos formas diferentes de llegar al resultado correcto; en el primer caso el estudiante calculó la cantidad de gramos que habría en un litro de solución y a éstos los transformó luego a moles; en los otros dos casos, se calculó primero los moles correspondientes a la masa de soluto disuelta en el volumen de la muestra, calculando luego los moles por litro de solución.

5) a) Concentración molar **Tema 1 (I)**

6,5 g NaCl	_____	250 ml Soluc.
x = 26g NaCl	_____	1000 ml soluc.

1 mol NaCl	_____	58g NaCl
0,44 mol NaCl	_____	26g NaCl

$M = 0,44 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

b) KOH

0,2 mol KOH	_____	1 L
x = 0,1 mol KOH	_____	0,5 L

1 mol KOH	_____	56g KOH
0,1 mol KOH	_____	5,6g KOH

$x = 5,6g \text{ KOH}$

Necesito 5,6g de hidróxido de potasio para preparar una solución 0,2 M de 500 ml.

5) a) NaCl = 58gr **Tema 2 (I)**

1 mol NaCl	_____	58gr NaCl
x = 0,098 mol NaCl	_____	5,7gr NaCl

0,098 mol NaCl	_____	500 ml soluc.
x = 0,196 mol NaCl	_____	1000 ml soluc.

$0,196 \text{ M}$

b) KBr = 119 gr

0,1 mol KBr	_____	1 L soluc.
x = 0,025 mol KBr	_____	0,25 L soluc.

1 mol KBr	_____	119 gr KBr
0,025 mol KBr	_____	x = 2,975 gr KBr

Cen

nológicas
a.

Imagen 6.6. Ejemplos de respuestas correctas dadas por ingresantes (I) y recursantes (R) para la pregunta 5 ítems a y b correspondientes al tema 1 y 2 del examen parcial.

En el ítem 5.b, se propuso una situación inversa a la anterior; esto es, sabiendo que se requiere preparar un volumen determinado de una solución de concentración molar definida, tuvieron que calcular los gramos de soluto que debían disolverse en el volumen indicado para lograr la solución de concentración deseada. Estos estudiantes no presentaron ningún tipo de inconvenientes en los cálculos, pero sólo en el primer ejemplo, el estudiante luego de llegar al resultado numérico expresó con palabras el significado del resultado alcanzado.

En la Imagen 6.7 se muestra un ejemplo de **respuesta incorrecta**; en el ítem 5.a, el primer error cometido fue considerar que la sal está disuelta en un litro de solución, cuando el problema expresa claramente que se encuentra disuelta en un volumen final de 500 mL.; además, relaciona gramos de soluto con un volumen de solución, cuando el cálculo de la molaridad busca expresar la concentración de la solución relacionando los moles de soluto por litro de solución. Y en el ítem 5.b el estudiante cometió un error similar.

Tema 2 (I)

5) - 6) 5,7 gr NaCl — 1 Lt sol
 2,85 gr NaCl = x — 0,5 Lt sol
 $\boxed{2,85 M}$ *mal* $K = 39,1$

6) 119,1 gr KBr — 100 ml sol $B = 80$
 297,7 gr KBr = x — 250 ml sol $KBr = \boxed{119,1 gr}$
 297,7 gr KBr — 1 mol
 $\boxed{29,77 gr KBr = x}$ — 0,1 mol
 Se necesitan 29,77 gr KBr para preparar la solución. *mal*

Imagen 6.7. Ejemplo de respuesta incorrecta dada por un ingresante en la pregunta 5 ítems a y b, correspondientes al tema 2 del examen parcial.

El anterior es un típico ejemplo de los errores que cometió un grupo de estudiantes, y que revelan de alguna manera la falta de manejo del concepto de molaridad y de la forma del cálculo de la unidad química de concentración analizada.

En cuanto a la pregunta 6 del parcial y que plantea un cálculo de dilución, problema que generó mayor dificultad para su resolución, sólo unos pocos ingresantes y un sólo concursante pudo resolverlo correctamente. En la Imagen 6.8 se pueden apreciar dos formas diferentes de correcta resolución de este punto.

Tema 1 (I)

6) HNO_3 1M

Solución a preparar {
 0,25 mol HNO_3 — 1000 ml
 0,25 mol HNO_3 — 1000 ml
 1 mol HNO_3 — 64 g HNO_3
 0,25 mol HNO_3 — 16 g HNO_3

Necesito 16g HNO_3

Solución que tengo {
 64g HNO_3 — 1000 ml Sol.
 16g HNO_3 — $\boxed{250 ml Sol.}$

Tengo que sacar 250 ml de solución 1M

Para preparar la nueva solución se tendrían que sacar 250 ml de la solución 1M
 Colocarlos en otro recipiente y ensayar hasta llegar a un litro con solvente. (Dilución)

Centra 6) $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$ / **Tema 1 (I)**

$M_1 = 1M$
 $M_2 = 0,25M$
 $V_2 = 1000 ml$
 $V_1 = \frac{V_2 \cdot M_2}{M_1} = \frac{1L \cdot 0,25M}{1M} = \boxed{0,25 Litros}$

Colocamos en el matraz un poco de agua luego colocamos 250 ml de HNO_3 de concentración de 1M y luego enrasamos hasta los 1000 ml. Así obte

Imagen 6.8. Ejemplos de respuestas correctas dadas por dos ingresantes (I) para la pregunta 6 correspondientes al tema 1 del examen parcial.

Por el contrario, en la Imagen 6.9 se muestran ejemplos de respuestas erróneas. Nótese que en la respuesta dada por el concursante, él considera que no se puede prepara una solución a partir de otra, ya que implicaría la extracción de soluto; por tal motivo, decide que para preparar la solución deseada hay que hacerlo desde un principio, por ello calcula los gramos de soluto.

⑥ - sol. HCl 0,5 M HCl = 36,9 gr

36,9 gr HCl — 1 mol HCl

18,2 gr HCl = x — 0,5 mol HCl Tema 2 (I)

18,2 gr — 100 ml

0,003 gr HCl — 1000 ml

36,9 gr HCl — 1 mol

0,003 gr HCl — x = $8,2 \times 10^5$ mol Mol

⑥ HCl 0,5 M v. 1000 ml (soluc) 0,1 M mm = H

1 mol — 36 g HCl 3,6 g HCl — 1000 ml cl = 35

0,5 mol — x = 18 g HCl Como no puedo pipetear gramos entonces lo paso a una unidad fija 36 g

0,5 mol — 18 g HCl 3,6 = d. d = 0,0036 g/ml ?

0,1 mol — x = 3,6 g HCl 1000 0

⑥ HNO₃ 1M (1M) Tema 1 (R)

H = 1
N = 14 } 63 = 1 mol HNO₃

O₃ = 48

sol = 570 + 500

la solución fue preparada con con 63 gr de HNO₃. No puede obtener a partir de esta una solución 0,25 M ya que no puede quitarle soluto; entonces debe prepararla solución nuevamente; lo que hago es: Agrego en un litro de propiétida 0,25 moles de HNO₃ es decir:

1 mol HNO₃ — 63 gr

Cen.

cas

Imagen 6.9. Ejemplos de respuestas incorrectas dadas por ingresantes (I) y recursantes (R) para la pregunta 6 correspondientes al tema 1 y 2 del examen parcial.

Si se recuerda, en el pretest se les pidió que realizaran una acción que les permitiera obtener un cafecito más suave si partían de uno fuerte (pregunta 2.c pretest, Anexo A.3). La mayoría de los estudiantes, incluso este estudiante, consideró correctamente agregar agua para diluir al primero, por lo que puede advertirse que no tienen relación alguna las respuestas dadas en dos instancias y situaciones diferentes.

Los inconvenientes mostrados en todos estos ejemplos son los que, en general, se han observado no sólo en estas instancias de la investigación sino a lo largo de todos los años del propio ejercicio de la docencia.

Se considera que las dificultades en el uso de la unidad química molaridad para el cálculo de la concentración de una solución, está relacionada posiblemente con concepciones relativas a las primeras tres categorías analizada (soluciones como sistemas materiales, el proceso de disolución y la constitución de las soluciones); además, con las concepciones que los estudiantes tienen en torno a la conformación microscópica de la materia y como cada uno de estos aspectos interfieren en la comprensión real y significativa del concepto de “mol”.

El “mol” es la unidad química fundamental que representa la magnitud “cantidad de sustancia”. Sin un entendimiento de su significado, el cálculo de la molaridad se hace mecánico y frente a algún olvido durante el desarrollo de un proceso algorítmico, difícilmente se encuentren maneras correctas de seguir los pasos adecuados para alcanzar un resultado certero.

En un análisis general de los exámenes parciales, se pudo determinar que apenas el 11,5% de los ingresantes y el 9,1% recursantes realizó correctamente los tres problemas

propuestos. El desgranamiento en el rendimiento, a medida que aumentan las exigencias o la complejidad en los problemas se puede observar en la Tabla 6.10. Tanto el ítem 5.b como los cálculos relacionados a diluciones (punto 6) exigen en el estudiante no sólo una idea de las unidades de concentración, sino una real comprensión de los procesos o secuencias lógicas a seguir. Estas secuencias implican los pasos correspondientes al tratamiento matemático de la situación planteada, y más aún del procedimiento mismo de preparación de soluciones y realización de diluciones en la práctica.

Tabla 6.10. Estudiantes que respondieron correctamente (RC) a cada pregunta de soluciones acuosas incluida en el examen parcial, en relación con el total de estudiantes cuyas respuestas se analizaron (RT). Esta relación se presenta como RC/RT.

Pregunta	5 ítem a	5 ítem b	6
Ingresantes (n=26)	11/26	8/11	3/8
Recursantes (n=11)	11/11	5/11	1/5

6.3.8. Análisis comparativo realizado entre el postest y examen parcial en relación con el cálculo y manejo de las unidades de concentración.

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en el postest y en el examen parcial, con relación al cálculo y manejo de las unidades de concentración para la resolución de problemas de soluciones acuosas. Este análisis permite de alguna manera, observar los cambios o evolución conceptual que manifestaron los estudiantes testeados referidos a dichos aspectos, al ser registrados en dos momentos diferentes.

Esta modificación conceptual se entiende considerando que, en el proceso de aprendizaje, los sujetos deben ir incorporando nuevos conocimientos, teóricos y prácticos, para poder afrontar situaciones nuevas, que significarán luego nuevos puntos de partida para el aprendizaje.

Así, y teniendo en cuenta la similitud entre algunas preguntas del postest y los problemas planteados en el examen parcial, es que se contrastaron las respuestas vertidas por lo estudiantes en ambas instancias.

Los diferentes aspectos comparados se organizaron en tres bloques (B). Cada uno de estos bloques atiende por tanto un aspecto en particular a saber:

- Primer bloque (B1): involucra los aspectos relativos al cálculo de molaridad (M);
- Segundo bloque (B2): se relaciona con el cálculo de los gramos de soluto para la obtención de una solución de concentración y volumen determinado;
- Tercer bloque (B3): involucra la realización de cálculos necesarios para la preparación de una solución, partiendo de otra de mayor concentración (dilución); como así también la explicación de los pasos a seguir en el laboratorio para realizar la dilución.

Las situaciones problemáticas utilizadas se encuentran detalladas en el Anexo A.4 para el postest y, para el examen parcial fueron las mencionadas en párrafos anteriores (ver sección 6.3.7). Así, se agruparon de la siguiente manera:

Bloque	Problema Postest	Problema Parcial
B1	Pregunta 2 ítem d	Pregunta 5 ítem a
B2	Pregunta 4 ítem b	Pregunta 5 ítem b
B3	Pregunta 3 ítem a	Pregunta 6

Para el análisis de cada uno de estos tres bloques, se generaron a su vez, cinco clases diferentes de situaciones, las cuales agrupan todas las combinaciones observadas, a saber:

- A- Estudiantes que dieron respuestas correctas en ambas instancias, postest y parcial.
- B- Estudiantes que dieron una respuesta incorrecta o no contestaron en el postest y en el parcial lo hicieron de manera correcta, demostrando haber mejorado.
- C- Estudiantes que realizaron en el postest bien el ejercicio y en el parcial cometieron errores o no contestaron.
- D- Estudiantes que dieron respuestas incorrectas en ambos casos o dieron respuestas incorrectas en el postest y posteriormente no contestaron en el parcial.

E- Estudiantes que no contestaron en ninguna de las dos instancias.

De esta manera, para cada bloque, se calculó el porcentaje para cada una de estas categorías y los resultados obtenidos se muestran en las figuras 6.10, 6.11 y 6.12.

Para el cálculo de molaridad tanto en el postest como en el examen parcial, denominado bloque 1 (B1), los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6.10. Como puede observarse, más de un cuarto de los ingresantes demostró haber mejorado su rendimiento con relación al cálculo de la Molaridad (clase B); en el caso de los recursantes este porcentaje fue de más del doble. En líneas generales, más de la mitad de los ingresantes siguió presentado dificultades en la resolución de este tipo de problemas (clases C, D y E); en contraste con los recursantes que, luego de algunas semanas lograron mejorar su desempeño en este aspecto.

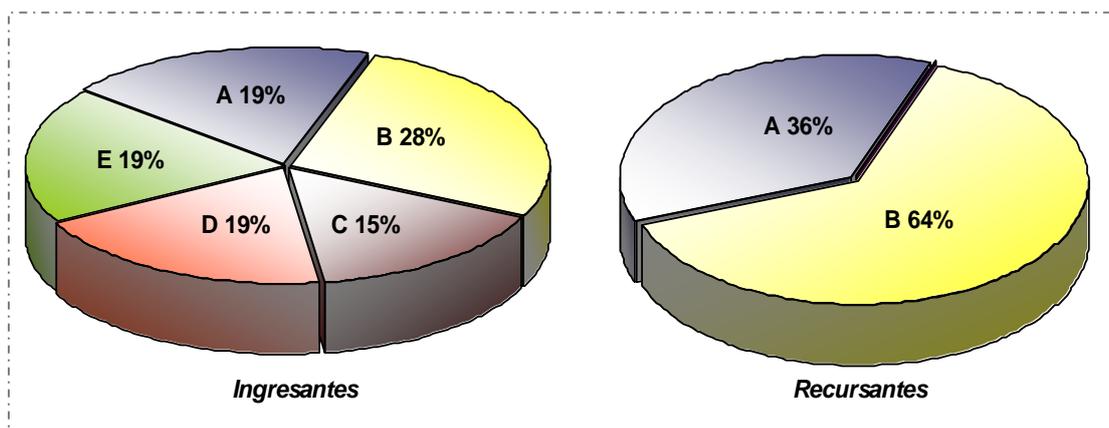


Figura 6.10. Contrastación de los resultados obtenidos en el postest y en el parcial para los aspectos relativos al cálculo de molaridad (Bloque 1). Se expresa el porcentaje de ingresantes (n=26) y recursantes (n=11) correspondientes a las siguientes clases: **A**-respuestas correctas en postest y parcial; **B**- respuesta incorrecta o (sin responder) en el postest y correcta en el parcial. **C**- correcta en el postest e incorrecta (o sin responder) en el parcial. **D**- respuestas incorrectas en ambos casos, o incorrectas en el postest y sin responder en el parcial. **E**- sin responder en ambas instancias.

Puede suponerse en este punto, que los recursantes incorporaron con mayor facilidad que los ingresantes, los mecanismos algorítmicos necesarios para la resolución de estos ejercicios. Teniendo en cuenta todo lo observado a lo largo de este capítulo, no se puede aseverar que estos estudiantes hayan comprendido los aspectos relativos al cálculo de molaridad, pero sí, de alguna manera, que fueron capaces de incorporar con mayor facilidad una mecánica de resolución.

En lo relativo al uso de la Molaridad para el cálculo de los gramos de soluto necesarios para la obtención de una solución de concentración y volumen determinado (bloque B2; Figura 6.11) pudo observarse en los ingresantes un comportamiento similar al presentado en el punto antes contrastado. Un poco más de un cuarto de ellos mejoró en la resolución de estos problemas (clase B), mientras que más de la mitad siguió presentando dificultades para la resolución de este tipo de problemas. Por su parte, los recursantes manifestaron muchas dificultades en la resolución, pudiendo sólo un poco más de un cuarto de ellos mejorar entre una instancia de análisis y otra (postest y parcial).

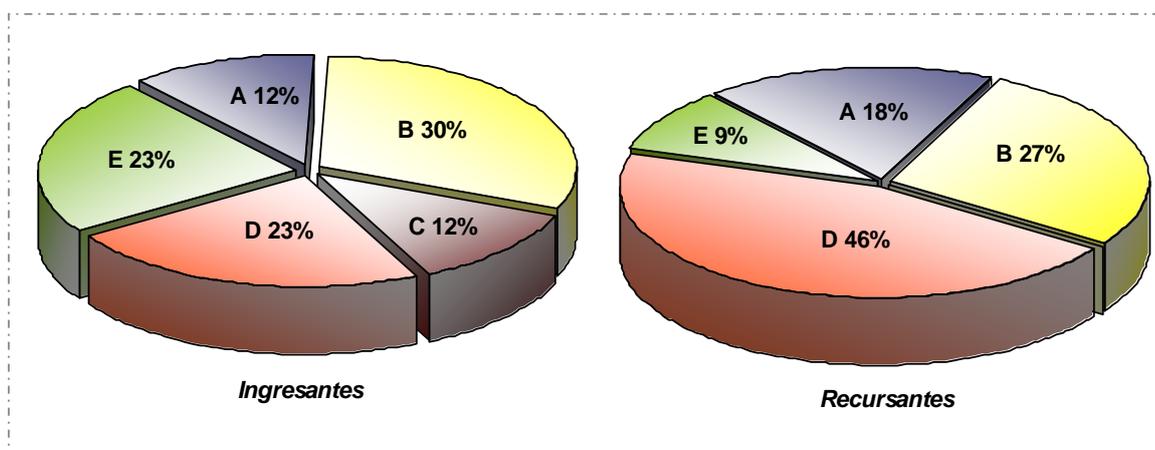


Figura 6.11. Contrastación de los resultados obtenidos en el postest y en el parcial para los aspectos relativos al cálculo de g de soluto (Bloque 2). Se expresa el porcentaje de ingresantes (n=26) y recursantes (n=11) correspondientes a las siguientes clases: **A**-respuestas correctas en postest y parcial; **B**- respuesta incorrecta o (sin responder) en el postest y correcta en el parcial. **C**- correcta en el postest e incorrecta (o sin responder) en el parcial. **D**- respuestas incorrectas en ambos casos, o incorrectas en el postest y sin responder en el parcial. **E**- sin responder en ambas instancias.

Respecto a la tercera contrastación, concerniente a la resolución del problema de dilución (bloque B3, Figura 6.12), puede advertirse la gran dificultad que este tipo de problemas presentó tanto para ingresantes como para recursantes. Así, puede decirse que la mayoría de los estudiantes no pudieron revertir la situación en la que se encontraban en el postest; esto es, no pudieron adquirir, en el lapso del tiempo transcurrido entre el postest y el parcial, aquellos elementos, tanto teóricos como prácticos, que les permitieran realizar esta actividad de manera correcta.

Lo llamativo en los tres aspectos contrastados es el porcentaje de estudiantes que, habiendo respondido bien en el postest, dan luego una respuesta errónea en el examen parcial (Figuras 6.10, 6.11 y 6.12; clase C). Esto es más evidente en el grupo de

ingresantes, excepto en lo relativo a diluciones donde un porcentaje considerable de recursantes se encuadran en la clase C.

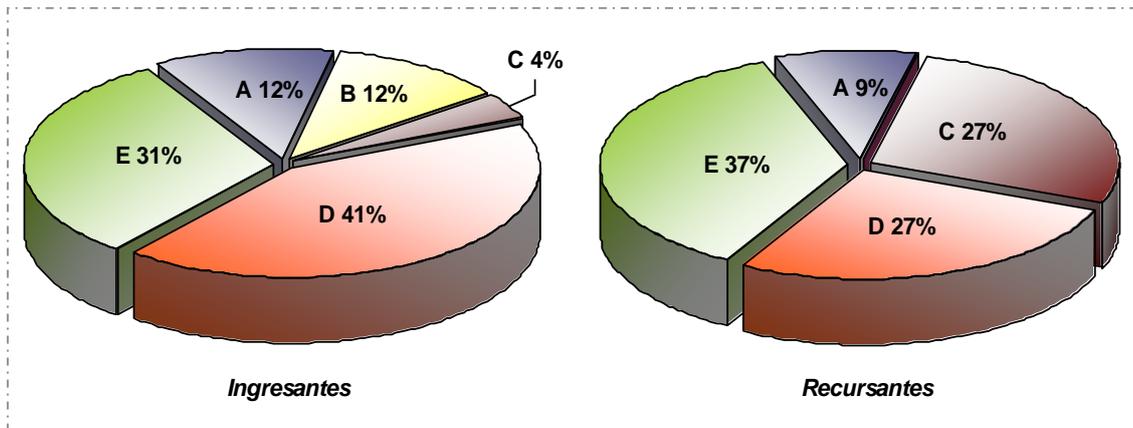


Figura 6.12. Contraste de los resultados obtenidos en el postest y en el parcial para los aspectos relativos al cálculo y procedimientos de dilución (Bloque 3). Se expresa el porcentaje de ingresantes (n=26) y recursantes (n=11) correspondientes a las siguientes clases: **A**-respuestas correctas en postest y parcial; **B**- respuesta incorrecta o (sin responder) en el postest y correcta en el parcial. **C**- correcta en el postest e incorrecta (o sin responder) en el parcial. **D**- respuestas incorrectas en ambos casos, o incorrectas en el postest y sin responder en el parcial. **E**- sin responder en ambas instancias.

Esta situación en la que los estudiantes “empeoran” la calidad de sus respuestas, a pesar del tiempo transcurrido y del desarrollo de los contenidos en clases, estaría denotando de alguna manera que, en lugar de enriquecer el marco conceptual, los nuevos conocimientos lo tornarían más confuso. Aparentemente, los elementos nuevos se yuxtapondrían a los anteriores, sin integración, sin conexión.

Como se mencionara en el capítulo 4, para la resolución de un problema, el estudiante necesita utilizar de manera apropiada los conocimientos adquiridos en etapas previas, y poner en juego conjuntamente sus estrategias y habilidades cognitivas; además, debe ser capaz de apropiarse de otros nuevos conocimientos, para lograr con éxito la actividad propuesta.

Desde esta perspectiva, puede decirse que un alto porcentaje de estudiantes, tanto ingresantes como recursantes, no han podido hasta la instancia de evaluación parcial, apropiarse de los contenidos conceptuales y procedimentales específicos de soluciones acuosas y los relacionados al mismo, los cuales son sin duda necesarios para la correcta resolución de situaciones problemáticas en esta área.

6.4. Consideraciones finales del capítulo

Se presenta a continuación un análisis general por categoría; y luego, las apreciaciones generales observadas en esta última instancia de la investigación.

- Soluciones como Sistemas Materiales: de manera similar a los resultados obtenidos en el pretest, los estudiantes en general pudieron distinguir el sistema homogéneo presentado; aún así, continúan careciendo de elementos conceptuales suficientes para definirlo correctamente.

- El proceso de disolución: se observaron escasas mejoras, en general, para esta categoría. Al igual que en el pretest, los estudiantes presentaron dificultades al momento de reconocer un esquema que fuera coherente con las explicaciones dadas desde la ciencia, así como con sus propias expresiones; quedando las mismas en el plano de lo macroscópico, ligadas a ideas intuitivas.

- Constitución de las soluciones: los estudiantes distinguieron sin dificultad aparente, los componentes de la solución presentada; relacionando la composición de la misma con su estado físico. A pesar de esto, las justificaciones no se enriquecieron sustancialmente.

- Relaciones Cuantitativas: un número bajo de estudiantes aplicó correctamente las nociones de diluido y concentrado, justificando apropiadamente sus respuestas. Esto es, los estudiantes en general pudieron distinguir una solución diluida de una concentrada, sin embargo pocos expusieron con claridad las relaciones proporcionales existentes entre los componentes de la misma. El procedimiento de una dilución, siguió resultando dificultoso aún en instancias finales. Se observó un nivel de razonamiento similar al utilizado en el pretest.

- Cálculo de la Concentración de una solución acuosa: a los estudiantes en general, les resultó más sencillo el cálculo de la concentración de una "solución acuosa" utilizando la unidad física % m/v, con cierta dificultad en el cálculo de la Molaridad. Se observó mejoras en el rendimiento, en instancias posteriores al postest, en relación con el manejo de ambas unidades.

Se hizo notable que los estudiantes no lograron la comprensión de los elementos teóricos que se fueron desarrollando desde la primera clase; pero que, a pesar de ello, pudieron ir superando diferentes instancias evaluativas, ya que las mismas apuntaban fuertemente a

la resolución de situaciones cuantitativas donde no necesariamente la teoría pueda resultarles útil, dado que simplemente pueden aplicar un mecanismo de resolución memorístico que probablemente los lleve al resultado correcto.

Las falencias teóricas se detectaron al momento de solicitarles justificaciones y explicaciones de los resultados numéricos desde su significado químico o cuando se les plantearon los problemas de una manera diferente a la tradicional. El tema “soluciones acuosas” requiere de una mirada en la cual se entrecruzan y se utilizan para su comprensión cabal diferentes conceptos, y la falta de estos elementos básicos puede traer aparejado diferentes tipos de dificultades, que se fueron manifestando en las respuestas dadas por los estudiantes.

Si bien la mayoría de los problemas propuestos en ambos *test* realizados en este estudio fueron cuantitativos, su resolución exigió además a los estudiantes la interpretación del fenómeno considerado, más allá del resultado numérico obtenido; de esta manera se persiguió que el estudiante no sólo resolviera matemáticamente una determinada situación, sino que además fuera capaz de expresar o justificar su proceder. Claro está que esta tarea no es sencilla, ya que en muchas ocasiones los sujetos como ya mencionamos, saben hacer determinadas cosas y decir otras y viceversa, pero no siempre ambas acciones coinciden.

Las investigaciones realizadas y documentadas en diferentes lugares del mundo, en torno a soluciones acuosas, han puesto de manifiesto las dificultades que de cierta manera fueron observándose a lo largo de este trabajo. Las repuestas que los estudiantes fueron seleccionando y las argumentaciones que fueron dando al respecto permitieron a esta investigación localizar una serie de dificultades generales y particulares. Como por ejemplo dificultades a niveles de utilización de conceptos básicos tales como: fases, sustancias simples, compuestas y mezclas; como así también nociones sobre las propiedades y el comportamiento de las soluciones acuosas; y no menos importante las nociones de enlace y fuerzas intermoleculares.

Además, les resultó dificultosa la utilización de esquemas o modelos químicos que les permitieran realizar el zoom desde sus observaciones macroscópicas hacia las microscópicas.

Otro factor que probablemente puede haber influido negativamente en el desarrollo de los ejercicios propuestos en el test, es el hecho que los estudiantes no se hubieran familiarizado con preguntas o situaciones problemáticas en las cuales debieran justificar su proceder; este tipo de preguntas requieren un análisis con énfasis más en el aspecto conceptual que operativo.

Los estudiantes no presentaron mayores problemas cuando debieron utilizar las relaciones cuantitativas en situaciones cotidianas, siempre y cuando los datos fueran presentados claramente en el texto o consigna del problema; a esto sí, se le agregó la limitante de que no necesariamente pudieron dar justificaciones a sus acciones.

Sobre estas consideraciones y bajo el supuesto que las ideas y los conocimientos previos sirven de base para la incorporación de nueva información, puede decirse que, o bien éstos conocimientos o conjunto de ideas no le son útiles al estudiante para relacionarlos con los conocimientos nuevos, conformando así sistemas paralelos de resolución; o esas ideas siguen estando fuertemente arraigadas en su estructura cognitiva, y es a ellas a las que recurre el estudiante al momento de resolver un problema de química.

Se hizo evidente a lo largo de todo el test que los estudiantes de ambos grupos utilizan formas de razonamiento superficiales tal como cualquier sujeto lo hace en su vida cotidiana. Este tipo de razonamiento no es del todo válido a niveles académicos ya que para la resolución de situaciones problemáticas no basta con ser hábiles en las matemáticas solamente, sino que se requiere un manejo de cuerpos teóricos y de modelos para la comprensión certera de los fenómenos. Para un grupo de estudiantes quizás, el hecho de percibir que el razonamiento utilizado en estas instancias sirve para resolver algunas situaciones planteadas desde la química, se constituya así mismo en una dificultad para avanzar en el conocimiento científico.

Si bien podría ser útil apelar al conocimiento cotidiano para rescatar conocimiento valederos, habrá estudiantes a los cuales estos les resultaran provechosos, sirviéndoles de base para la comprensión primaria de los fenómenos, a otros les resultara totalmente inútil la comparación (sin sentido) y a otros les puede generar un conflicto que trataran o no se superar.

En relación con el desempeño en la evaluación parcial y dado que los problemas planteados son cuantitativos, se pudo observar que la mayoría de los estudiantes llegan a

estas instancias sabiendo hacer cálculos sencillos relacionados al cálculo directo de las unidades de concentración, pero, en general, no saben utilizar las mismas, dado que les resultó dificultosa la resolución de un problema.

Para finalizar, cabe considerar que los estudiantes llegan a las aulas con un bagaje de conocimientos cotidianos y académicos, y que los mismos entran en juego al momento de la comprensión y adquisición de nuevos conocimientos. Claro está que cada sujeto percibe el conocimiento en función de su experiencia personal y por lo tanto sus ideas acerca de los fenómenos están muy arraigadas y son significativas. Como hasta ahora estas ideas le han permitido explicar el mundo que lo rodea, será difícil contribuir a modificarlas si no se conoce la manera misma en que los estudiantes construyen y adquieren el conocimiento.

Conclusiones

En este trabajo se identificaron las principales dificultades que presentan los estudiantes de primer año de Ingeniería (Electrónica, en Agrimensura y de Minas) para el aprendizaje del tema: “soluciones acuosas”, a través de la manera en que estos resuelven diferentes situaciones problemáticas planteadas en el tema.

En las próximas líneas se detallan las principales dificultades detectadas en este trabajo en relación con aquellas herramientas cognitivas puestas en juego por los estudiantes durante la resolución de problemas de “soluciones acuosas”; así también, se mencionan aquellas dificultades relacionadas con lo que en esta investigación se denominó herramientas conceptuales, sin perder de vista que las mismas forman parte de las herramientas cognitivas.

Ellas son:

- Los estudiantes emplean estrategias elementales de resolución de problemas, así como herramientas matemáticas básicas necesarias para resolver situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”. No obstante, la aplicación de dichas herramientas cognitivas depende del contexto en que se formulan las situaciones presentadas.
- Los estudiantes pueden utilizar un conjunto de herramientas cognitivas para resolver situaciones problemáticas relacionadas al campo de la química, siempre que sean presentadas en un contexto con sentido para ellos como es su mundo cotidiano; pero les resulta dificultoso utilizar dichas herramientas en el contexto formal. A esta particular dificultad en este trabajo se lo denominó obstáculo topognoseológico.
- Los estudiantes, frente a situaciones problemáticas planteadas tanto en el ámbito cotidiano como en el contexto académico-científico, utilizan pautas de razonamiento y de búsquedas de información superficiales. Si bien este tipo de razonamiento es esperable en ámbitos concretos de la vida cotidiana, en instancias académicas no es del todo aceptado (puede ser un punto de partida pero no de llegada); ya que en estas últimas se exigen niveles de indagación de mayor profundidad y especificidad, y se requiere un manejo de cuerpos teóricos y de modelos para la comprensión certera de los fenómenos,

es decir de herramientas conceptuales. Esto podría estar relacionado a la manera en que se construye el conocimiento cotidiano y el formal, como así también a la utilidad que poseen ambos tipos de saberes.

- Los estudiantes, frente a situaciones problemáticas de la vida cotidiana, cuentan con algunas ideas relacionadas a “soluciones acuosas”, a saber: noción de homogeneidad de una mezcla, noción de proporcionalidad entre los componentes de la solución, aunque con dificultad para formalizarlo matemáticamente; como así también, noción de concentrado y diluido, intuyendo el procedimiento para pasar de una solución a otra. Aunque estas ideas deberían ser útiles como base para la construcción del conocimiento químico, los estudiantes muestran dificultad en avanzar sobre ellas; solamente incorporan a las mismas la terminología específica, sin profundizar en el significado científico que la utilización de esas palabras requiere.

- Los estudiantes utilizan ciertos conceptos o proposiciones básicas relativas a “soluciones acuosas”, pero sin que los mismos posean el sustento teórico suficiente para resolver de manera racional una situación problemática. Esto se ve reflejado en la falta de interpretación de los resultados numéricos obtenidos en las distintas situaciones planteadas, así como también en la escasez de contenido de las argumentaciones brindadas. El desarrollo asimétrico del conocimiento procedimental respecto al conocimiento declarativo se constituye, por tanto, en una dificultad para la resolución de problemas de “soluciones acuosas”.

- Los estudiantes demuestran escasa comprensión a niveles microscópicos del fenómeno considerado en las situaciones problemáticas de “soluciones acuosas”. Esto se manifiesta claramente en la manera en que utilizan las representaciones iconográficas y la relación entre éstas y las argumentaciones brindadas. Dado que la química pretende dar explicaciones y fundamentaciones a niveles moleculares del comportamiento de la materia, la falta de un modelo teórico químico que represente y simbolice la situación problemática planteada dificulta así mismo la interpretación del problema y su resolución, así como el análisis de los resultados obtenidos.

Química es una de las áreas en las que menos se investiga respecto a las ideas previas, en comparación con las investigaciones realizadas en áreas de la física, de la biología e inclusive de las matemáticas; sin embargo, en el aprendizaje de esta ciencia se presentan grandes inconvenientes a la hora de interpretar fenómenos y representarlos

simbólicamente. Por tanto, el abordaje del estudio de las herramientas conceptuales y cognitivas de los estudiantes permitirá a los docentes anticiparse a un conjunto de dificultades con las que se enfrentarán en el aula. Podrán así plantearse alternativas en la enseñanza que contribuyan al aprendizaje significativo, aplicando estrategias que permitan relacionar y enriquecer los saberes cotidianos con los saberes académico-científicos de esta área.

Así mismo, se considera que no basta el simple reconocimiento de las dificultades que presentan los estudiantes en un área particular de la Química, aunque las mismas permitan introducir nuevas estrategias de enseñanza. Sino que se advierte que, sobre la base de investigaciones puntuales, se deberá realizar una mirada global de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia para generar una nueva propuesta didáctica tendiente al logro del aprendizaje significativo.

Referencias Bibliográficas

ADÚRIZ-BRAVO, A. & MORALES, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física, consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*.19 (1), pp.76-88.

ALONSO, L. (2000). "¿Cuál es el nivel o dificultad de la enseñanza que se está exigiendo en la aplicación del nuevo sistema educativo? *Revista Educar*. 26, pp. 53-74.

AMESTOY DE SÁNCHEZ, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 4 (1), pp.1-32. Disponible en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol4no1/contenido-amestoy.pdf>

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista congnotivo*. Ed. Trillas. México D.F.

BELLO, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*. 15 (3), pp. 210-217.

BIGGE, M. L. (1997). *Teorías de aprendizaje para maestros*. Ed. Trillas. México D.F.

ÇALIK, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 3, pp. 671–696.

ÇALIK, M & AYAS, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*. 6(1), pp.30-41.ISSN:1443-1475. Disponible en: <http://ehlt.flinders.edu.au/education/iej/articles/v6n1/calik/paper.pdf>

ÇALIK, M.; AYAS, A. & EBENEZER, J. (2005). A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*. 14 (1), pp. 29-50.

CALLISTER W. D. (1997). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Ed. Reverté, S.A. Barcelona.

CAMPANARIO, J.M & MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (2), pp. 179-192.

CAMPANARIO, J.M & OTERO, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (2), pp. 155-169.

CARDENAS S., F. A. & GONZÁLEZ M., F. (2005). Dificultades de aprendizaje en Química General y sus relaciones con los procesos de evaluación. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII Congreso, pp. 1-6.

CARRASCOSA ALÍS, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte i). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2 (2), pp. 183-208.

CARRETERO, M. (1998). *Introducción a la psicología cognitiva*. Ed. Aique. Buenos Aires.

CARRETERO, M. (2000). *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Ed. Aique. Buenos Aires.

CATALDI, Z. & LAGE, F. (2001). Levels of Mental representation in Students and Graduates in Chemical Engineering: The contrast Beginners-Experts. (paper 147). *International Conference on Engineering and Technology Education*. INTERTECH'2002. Santos, Brasil.

CERVELLINI, M.; ZAMBRUNO, M.; MUÑOZ, M. VICENTE, N. & CHASVIN ORRADRE, N. (2004). Algunas de las dificultades asociadas a la concentración de las soluciones. En: *Anuario Latinoamericano de Educación en Química (ALDEQ 2004-2005)*. San Luís, Vol. XVII, N° XX, pp. 52-56.

CHADWICK, C.B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. XXXI, N° 4, pp. 111-126. ISSN 0185-1284. México.

COLL, C. (1985). *Psicología y Currículo*. Ed. Paidós. Barcelona.

CONCARI, S.B. (2000). Los problemas resueltos en textos universitarios de Física. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), pp. 381-390.

COUTINHO, S. (2006). The relationship between the need for cognition, metacognition, and intellectual task performance. *Educational Research and Reviews*. 1 (5), pp. 162-164. ISSN:1990-3839.

CUBERO, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la Escuela*. 23, pp. 33-42.

DE BERG, K. (2006). What happens when salt dissolves in water? An introduction to scientific argument and counter argument drawn from the history of science. *Teaching Science*. Deakin. 52 (1), pp. 24-27.

DE CUDMANI, L.; PESA, M. & SALINAS, J. (2000). Hacia un modelo integrados para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (1), pp. 3-13.

DE POSADA, J.M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (2), pp. 227-245.

DEVETAK, I.; VOGRINC, J. & GLAŽAR, S. (2008). Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Research in Science Education*, Online First. Disponible en:
<http://www.springerlink.com/content/qu307t5043313443/>

DONZELLI, M. (2004). Una visión desde la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán sobre el Subproyecto de articulación de carreras de Ingeniería del NOA. En: *El Ciclo Común de Articulación: Una construcción regional del NOA*. Ediciones del Rectorado de La Universidad Nacional de Tucumán, pp. 72-74.

ESCUDERO, C. & MOREIRA, M. (1999). La V epistemológica aplicada a la resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (1), pp. 61-68.

FENSHAM, N. & FENSHAM, P. (1987). Descriptions and frameworks of solutions and reactions in solutions. *Research in Science Education*. 17, pp. 139-148.

FERNÁNDEZ, J.M.; TRIGUEROS, T. & GORDO, L. (1988). Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos del 2° curso del BUP. *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (1), pp. 42-46.

FURIÓ, C. & FURIÓ, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*. 11 (3), pp. 300-308.

FURIÓ, C. & HERNÁNDEZ, J. (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 11 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias*. 1 (2), pp. 83-91.

FURIÓ, C.; AZCONA, R. & GUIASOLA, J. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (2), pp. 229-242.

GARCÍA, J. E. (1998). *Hacia una Teoría Alternativa Sobre los Contenidos Escolares*. Ed. Díada. Sevilla.

GARCÍA GARCÍA, J.J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (1), pp. 113-129.

GARCÍA PÉREZ, F. (2003). *Las ideas de los alumnos y la enseñanza del medio urbano*. Ed. Díada. Sevilla.

GEBEVIÉRE SÉRÉ, M. (1999). El estado gaseoso. En *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Driver, R; Guesne, E. & Tiberghien, A. Ed. Morata, S.L. Madrid, pp. 168-195.

GIL PEREZ, D. & MARTÍNEZ TORREGROSA. (1988). El fracaso de la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias*. 6 (2), pp. 131-146.

GIMENO SACRISTÁN, J. (1981). La integración de la teoría del aprendizaje en la teoría y práctica de la enseñanza. En *Lecturas de aprendizaje y enseñanza*. Pérez Gómez, A. & Carretero, J. (coord.) Ed. FCE. Madrid, pp. 465-499.

GRECA, I.M. & MOREIRA, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*. 16 (2), pp. 289-303.

GUTIERREZ, E.E. & CAPUANO, V. C. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las ciencias*. 18 (2), pp. 247-254.

HIERREZUELO, J. & MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos*. Ed. El Zevir. Vélez-Málaga.

INHELDER, B. & PIAGET, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Ed. Paidós. Buenos Aires.

IZQUIERDO AYMERICH, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*. 92 (4/6), pp. 115 -136.

JIMÉNEZ LISO, M. R.; SÁNCHEZ GUADIX, M.A. & DE MANUEL TORRES, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Educación Química*. 13 (4), pp. 259-266.

KEMPA, R. F. (1991). Student's learning difficulties in science. Causes and possible remedies. *Enseñanza de las Ciencias*. 9 (2), pp. 119-128.

MARTÍNEZ ESCÁRCEGA, R. Un acercamiento crítico a las teorías del aprendizaje. Disponible en: <http://www.fundacionmclaren.org/articulos/martinez4.html>

MAGUNA F.P., NÚÑEZ M.B., LÓPEZ TÉVEZ L., OKULIK N.B., CASTRO E.A. (2000). Concepciones de los alumnos acerca de la estructura de la materia. Trabajo presentado en el *XXIII Congreso Argentino de Química*. Corrientes.

MESONERO VALHONDO, A. & NUÑEZ PÉREZ, J. (1995). Dificultades de aprendizaje. En *Psicología de la Educación*. Beltrán LLera, J. & Bueno Álvarez, J. A. (Eds). Ed. Boixareu Universitarias. Barcelona, pp. 376-414.

MERGEL, B. (1998). Diseño Instruccional y Teoría del Aprendizaje. Programa Comunicaciones y Tecnología Educativa de la Universidad de Saskatchewan. Canadá. Disponible en:
<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf>

MIGUENS, M. & GARRETT, R.M. (1991). Práctica en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (3), pp. 229-236.

MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. & PALMERO, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza /aprendizaje de las ciencias. *Educação em Ciências*. 2 (3), pp. 37-57.

NAPPA, N.; SIGÜENZA, A. F. & INSAUSTI, M. J. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, Nº 3, pp. 344-363. ISSN 1697-011X.

NUÑEZ, M.B.; AGUADO, M.I.; OKULIK, N.B.; JUBERT, A.H. & CASTRO, E.A. (2001). Diseño de un cuestionario diagnóstico acerca del concepto enlace químico. *Alternativas - Serie: espacio Pedagógico*. Año 6 (23), pp.187-209.

NUSSBAUM, J. (1999). La constitución de la materia como conjunto de partículas de la fase gaseosa. En *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Driver, R; Guesne, E. & Tiberghien, A. . Ed. Morata, S.L. Madrid, pp. 196-224.

OSBORNE, R.J. & WITROCK, M.C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*. 67 (4), pp.489-508.

PADILLA, K.; FURIÓ MÁ, C. & AZCONA, R. (2005). Las visiones deformadas de las ciencias en la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las ciencias*. 11 (2), pp.170-178.

PALACIOS, C. & LÓPEZ RUPÉREZ, F. (1992). Resolución de problemas de química, mapas conceptuales y estilo cognoscitivo. *Revista de Educación*. 297, pp. 293-314. ISSN 0034-8082.

PERALES PALACIOS, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*. 11 (2), pp.170-178.

PIAGET, J. (1991). *Psicología y pedagogía*. Ed. Ariel. Barcelona.

POLYA, G. (1981). *¿Cómo plantear y resolver problemas?* Ed. Trillas. México D.F.

PÓMES RUIZ, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (1), pp. 78-82.

POZO, J.I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. Visor. Barcelona.

POZO, J.I. (1996-a). *Teorías Cognitivas del aprendizaje*. Ed. Morata. Madrid.

POZO, J.I. (1996-b). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em ensino de ciências*. 1 (2), pp. 110-131. Disponible en <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>

POZO, J.I & CARRETERO, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y Aprendizaje*. 38, pp. 35-52.

POZO, J.I. & GOMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ed. Morata. Madrid.

POZO, J.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M.A. & LIMÓN, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (1), pp. 83-94.

POZO, J.I.; PUY, M.; DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ, M.A. & POSTIGO, Y. (1994). *La solución de problemas*. Aula XXI. Ed. Santillana. Madrid.

REIMUNDÍN, J.C. (2004). La formación del ingeniero en la Argentina actual. En: *El Ciclo Común de Articulación: Una construcción regional del NOA*. Ediciones del Rectorado de La Universidad Nacional de Tucumán, pp. 5-14.

REVEL CHION, A.; COULÓ, A.; ERDURAN, S.; FURMAN, M.; IGLESIA, P. & ADÚRIZ-BRAVO, A. (coord.) (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las ciencias*, número extra. VII Congreso.

SABINO, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Disponible en:
<http://paginas.ufm.edu/Sabino/PI-cap-4.htm>

SARIBAS, D. & KÖSEOGLU, F. (2006). The effect of the constructivist method on pre-service chemistry teachers' achievement and conceptual understanding about aqueous solutions. *Journal of Science*. 7 (1), pp. 58-61.

SAUL, H. & KIKAS, E. (2003). Difficulties in acquiring theoretical concepts: a case of high-school chemistry. *Trames*. 7 (57/52), 2, pp. 99-119.

SELLEY, N. (2000). Students' Spontaneous Use of a Particulate Model for Dissolution. *Research in Science Education*. 30 (4), pp. 389-402.

SIGÜENZA, A.F. & SÁEZ, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las ciencias*. 8 (3), pp. 223-230.

SOLSONA, N. (2001). Saber doméstico y cambios químicos. Pasteles, tortillas y sustancias. *Cuadernos de pedagogía*. 299, pp. 40-43.

STERNBERG, R & SWERLING, L. (1999). *Enseñar a pensar*. Aula XXI. Ed. Santillana. Madrid.

TALANQUER, V. (2005). El químico intuitivo. *Educación Química*. 16 (4), pp. 114-122.

TAMAYO ALZATE, O. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en:

*Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.*

http://www.tdr.cesca.es/TDX-1015101-133217/index_cs.html

VAZQUEZ ALONSO, A. & MANASSERO MAS, M. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (3), pp. 377-395.

VELASCO, T.R. & GARRITZ, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*. 14 (2), pp. 92-105.

VYGOTSKI, L. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Ed. Crítica. Grupo Grijalbo. México D.F.

WILLIAMS PINTO, S. (2009). Ideas previas, una propuesta de trabajo con la ayuda de la historia de la química. *Ciencia...Ahora*. Nº 23, Año 12, pp. 47-54. Disponible en: <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista23/09Williams.pdf>

WOTTIZ, C. & CAÑAS, M. (2004). La necesidad de la Química en las carreras de ingeniería. En *El Ciclo Común de Articulación: una construcción regional del NOA*. Ediciones del Rectorado de La Universidad Nacional de Tucumán, pp. 51-54.

YUNI, J.A. & URBANO, C.A. (2003). *Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación*. Volumen I y II. Ed. Brujas. Córdoba.

Anexo A1.

Pretest - Año 2005

Situación 1

El jugo *Tang* se prepara vertiendo el contenido de un sobre de 40 gramos en un recipiente, agregando agua fría hasta completar un litro, y revolviendo hasta disolver completamente.

- Si bebes un vaso de jugo de aproximadamente 250 mL, ¿cuántos gramos del “jugo en polvo” inicial consideras que estás ingiriendo?.
- Si ahora deseas preparar 2.5 litros de jugo Tang, ¿cuántos gramos de “jugo en polvo” crees que necesitaras? ¿Cuántos sobres deberás usar, entonces?
- Al probar el jugo notas que está muy “fuerte” y decides agregarle agua. ¿Piensas que ahora el jugo va a estar más diluido o más concentrado que antes de agregarle el agua?

Situación 2

Para desinfectar el agua se recomienda agregar 2 gotitas de lavandina por cada 5 litros de agua. Si 2 gotitas de lavandina equivalen a 0.50 mL de la misma, ¿cuántos mL de lavandina tendrías que agregar a un tanque de 500litros de agua para desinfectarla?

Situación 3

Un producto para limpieza de piletas de natación se comercializa en forma de pastillas. En forma similar a los medicamentos, cada tableta consta de 15 pastillas, a las que corresponde un peso total de 20 gramos.

Si se recomienda la aplicación de 100 gramos de producto cada 500 litros de agua:

- ¿Cuántos gramos se necesitarán para limpiar una pileta de 1000 litros de agua de capacidad?
- ¿A cuantas pastillas corresponde esa cantidad de producto?
- ¿Cuántas tabletas deberán comprarse, entonces?

Si el Encargado de la pileta desconoce las indicaciones para la utilización del producto de limpieza, y aplica el contenido de 50 tabletas en los 1000 litros de agua.

- ¿El producto se está aplicando en exceso o en defecto respecto a la dosis recomendada?

Anexo A2.

Postest - Año 2005

Situación 1

Una solución acuosa de NaCl se preparó disolviendo completamente 4 gramos de sal con cantidad de agua destilada suficiente para completar el volumen final de un matraz aforado de 250 mL.

- Si se trasvasaron 150 mL de la solución anterior a un vaso de precipitado, ¿cuántos gramos de NaCl fueron trasvasados?
- Expresa la concentración de esta solución en % m/v.
- Expresa la concentración de esta solución en molaridad (M).

Situación 2

Se desea preparar 250 mL de una solución acuosa 0.2 M de K(OH):

- ¿Cuántos moles de soluto se necesitan?
- ¿Cuántos gramos de K(OH) deberán disolverse?

Situación 3

Partiendo de 100 mL de una solución 0,6 M de KCl, explica cómo prepararías una solución diluida a la mitad de la concentración inicial.

Anexo A3.

Pretest - Año 2006

1.- Supongamos que a un vaso que contiene 200 gr de agua le agregas una cucharadita (5 gr) de sal de mesa, NaCl, revolviendo perfectamente.

Marca con una cruz la respuesta que consideres correcta:

a) **Que tipo de sistema material se ha formado?**

- homogéneo
- inhomogéneo
- heterogéneo
- No sé

¿Por qué consideras que el sistema formado corresponde a esa categoría?

b) **Indica si el sistema obtenido corresponde a:**

- sustancia simple
- mezcla
- sustancia compuesta o compuesto químico
- no sé

c) **¿Cómo clasificarías al sistema obtenido?**

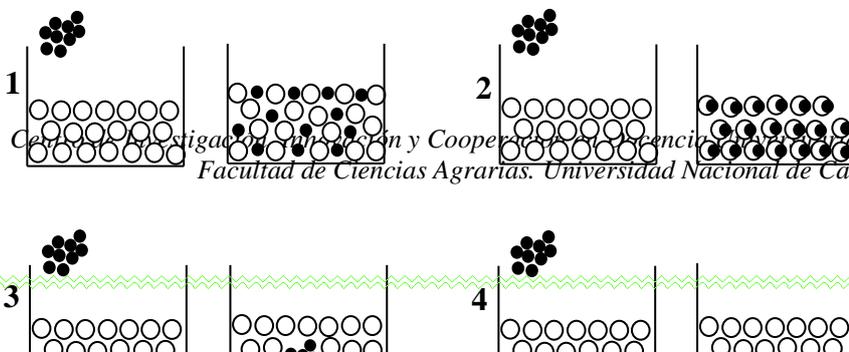
- dispersión coloidal
- solución
- dispersión grosera
- ninguna de las opciones
- no sé

De acuerdo a cómo clasificaste anteriormente al sistema, defínelo con tus palabras teniendo en cuenta las propiedades que caracterizan a esa clase de sistema material.

d) **El fenómeno que ha sucedido es:**

- físico
- químico
- ambos (físico-químico)
- no sé

e) **Los siguientes esquemas muestran el antes y el después de que la sal entra en contacto con el agua. ¿Cuál de estas secuencias crees que ejemplifica lo que ha ocurrido?**



- Partículas de agua
 Partículas de NaCl

Ahora explica con tus palabras lo que imaginas que ocurre cuando la sal entra en contacto con el agua.

f) Cuando añadiste al agua los 5 gr de sal, el sistema que resulta tiene una masa de:

- 200 gr
 205 gr
 más de 205 gr
 menos de 205 gr
 No sé

g) ¿En que estado físico (sólido - líquido o gaseoso) se encuentran las sustancias antes de mezclarlas? Y el sistema material obtenido, ¿en que estado físico se encuentra? ¿Porque crees que tiene ese estado físico finalmente?

h) Si alguna vez escuchaste hablar de soluto y solvente, indica cuál de las siguientes correspondencias es correcta:

- sal = soluto y agua = solvente
 agua = soluto y sal = solvente
 ninguna
 no sé

Si elegiste alguna de las tres primeras opciones, justifica tu respuesta.

2.- Supongamos que estamos en una reunión con amigos y decidimos tomar “un cafecito”. Para prepararlo necesitamos obviamente café y agua caliente. Ahora observa en la tabla como fueron preparados tres cafecitos a los que denominamos A, B y C y responde:

	Café instantáneo	Agua caliente (80 °C aprox.)
A	1 cucharita	Pocillo= 100 ml
B	2 cucharitas	Taza= 200 ml
C	4 cucharitas	Taza= 200 ml

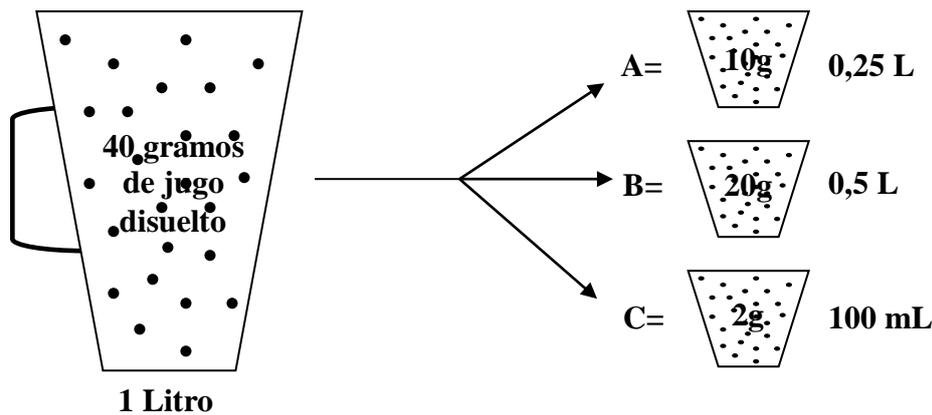
- a) **Cual de ellos consideras que está más “suave” y cuál más “fuerte” y porqué?** Plantea alguna operación matemática que justifique tu respuesta.
- b) **Si en el reparto te correspondiera un cafecito “suave” y éste no es de tu agrado: ¿Cómo harías para lograr que el cafecito se vuelva más “fuerte”?**
¿Por qué procederías de esa manera? Podrías representar matemáticamente la situación.

- c) Si en el reparto te correspondiera un cafecito “fuerte” y éste no es de tu agrado: ¿Cómo harías para lograr que el cafecito se vuelva más “suave”?
¿Por qué procederías de esa manera? Realiza algún cálculo matemático que justifique tu proceder.

3.- El jugo *Tang* se prepara vertiendo 40 grs contenidos en un sobre en una jarra agregando agua fría hasta completar un litro y revolviendo hasta disolver completamente.

- a) Si bebes una cucharadita del jugo contenido en la jarra: ¿tendrá el mismo sabor que el resto del jugo? ¿Por qué?

Observa con atención el siguiente esquema: ten en cuenta que ¡solo fueron dibujadas con puntitos negros, las partículas de jugo disuelto y no las del agua!



Responde:

- b) Uno de los vasos, A, B o C no contiene el mismo jugo que hay en la jarra. ¿Por qué? Justifica tu respuesta explicando con tus propias palabras y mediante un cálculo matemático.

4.- a) Completar los espacios en blanco:

Una receta de cocina para preparar almíbar indica que deben mezclarse 50 gramos de azúcar con 500 g de agua. Esto significa que por cada 100 gramos de agua deberán emplearse gramos de azúcar. Dado que, en realidad, se necesita preparar el doble de almíbar que lo indicado en la receta, se necesitarán gramos de azúcar y gramos de agua.

- b) Si una persona preparó almíbar mezclando 75 g de azúcar y 1000 gramos de agua:

¿Habrá empleado la receta anterior o una distinta? Justifica tu respuesta mediante los cálculos correspondientes.

- d) Podrías decir ¿cual de estas preparaciones permite obtener un almíbar más espeso? ¿Por qué?

Anexo A4.

Postest - Año 2006

1.- Supongamos que un vaso de precipitado contiene 200 gr. de agua y agregas 5 gr. NaCl, disolviendo perfectamente.

Marca con una cruz la respuesta que consideres correcta:

- a) ¿Que tipo de sistema material se ha formado?

homogéneo

Centro de Investigación, Innovación y Cooperación en Docencia Universitaria de Carreras Tecnológicas
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

- inhomogéneo
- heterogéneo
- No sé

¿Por qué consideras que el sistema formado corresponde a esa categoría?

b) Indica si el sistema obtenido corresponde a:

- sustancia simple
- mezcla
- sustancia compuesta o compuesto químico
- no sé

c) ¿Cómo clasificarías al sistema obtenido?

- dispersión coloidal
- solución
- dispersión grosera
- ninguna de las opciones
- no sé

De acuerdo a cómo clasificaste anteriormente al sistema, defínelo con tus palabras teniendo en cuenta las propiedades que caracterizan a esa clase de sistema material.

d) El fenómeno que ha sucedido es:

- físico
- químico
- ambos (físico-químico)
- no sé
-

e) Los siguientes esquemas muestran el antes y el después de que la sal entra en contacto con el agua. ¿Cuál de estas secuencias crees que ejemplifica el proceso de disolución?

○ Partículas de agua
● Partículas de NaCl

Ahora explica con tus palabras en qué consiste el proceso de disolución de la sal en agua.

f) Cuando se disuelven los 5 gr. de sal en 200 gr. de agua, el sistema que resulta tiene una masa de:

- 200 gr
- 205 gr
- más de 205 gr
- menos de 205 gr
- No sé

g) ¿En que estado físico (sólido - líquido o gaseoso) se encuentran las sustancias antes de mezclarlas? Y el sistema material obtenido, ¿en que estado físico se encuentra? ¿Porque crees que tiene ese estado físico finalmente?

h) Para el sistema NaCl – agua, indica cuál de las siguientes correspondencias es correcta:

- NaCl = soluto y H₂O = solvente
- H₂O = soluto y NaCl = solvente
- ninguna
- no sé

Si elegiste alguna de las tres primeras opciones, justifica tu respuesta.

2.- En el laboratorio se han preparado cuatro soluciones acuosas de CuSO₄ con las siguientes características:

	CuSO ₄	Volumen de Solución	(1)	(2)
A	4 gr.	0,25 L		
B	20 gr.	0,50 L		
C	10 gr.	0,10 L		
D	4 gr.	0,10 L		

Dato: masa molar del CuSO₄ = 159,5 gr/mol

a) ¿Cual de todas es la solución más “concentrada” y cuál la más “diluida”? Justifica tu respuesta.

b) Las soluciones B y D ¿tienen la misma concentración o concentraciones distintas? ¿Por qué? Explícalo con tus palabras.

c) Expresa la concentración de cada solución empleando la unidad física % m/v. Completa la columna (1) de la tabla.

d) Expresa la concentración de cada solución empleando la unidad química “molaridad” (M). Completa la columna (2) de la tabla.

e) Si quisieras que las soluciones A y B posean la misma concentración. ¿Cómo procederías para lograrlo? Marque la opción correcta:

- 1- Agregaría 6 gr. de CuSO₄ a la solución A.
- 2- Extraería 12 gr. de CuSO₄ de la solución B.
- 3- Agregaría 1,25 L de H₂O a la solución B.
- 4- Agregaría 0,75 L de H₂O a la solución B.
- 5- No sé

3.- Analiza la siguiente situación:

a) A los fines de realizar un experimento, un químico necesita emplear una solución de **NaOH 0,1 M**.

Cuando se dispone a preparar la solución, comprueba que el envase de NaOH está vacío, y lo único que tiene a disposición es un matríz que contiene una solución de **NaOH 4 % m/v**.

Responde: ¿Podrá usar el químico la solución contenida en el matríz o es una solución diferente a la que el necesita? Justifica tu respuesta.

b) Si dispone, además, de un matríz que contiene una solución de **NaOH 1 M**. ¿Qué procedimiento podría realizar para obtener, a partir de esta solución, la solución que El necesita?

- Disolución
- Dilución
- Concentración
- Mezclado
- No sé

4.- a) De acuerdo a un manual de laboratorio, para preparar una solución de KMnO_4 deben mezclarse 50 gr. de la sal con agua, hasta completar 500 mL. Esto significa que la concentración de la solución resultante será..... % m/v.

b) Dado que, en realidad, se necesita preparar 0,25 L una solución de KMnO_4 0,2 M no podrán seguirse las indicaciones del manual, sino que se necesitarán gramos de sal y agregar agua hasta completar un volumen final de mL.

Anexo B.1.

PROGRAMA ANALITICO DE CONTENIDOS CONCEPTUALES

Núcleo Temático 1: ALGUNOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE QUIMICA

Tema 1: **La Química.** Su objeto de conocimiento y su método. **Materia.** Propiedades. Sistemas materiales. Sustancias simples y compuestas. Elementos químicos. Transformaciones físicas y químicas de la materia. Leyes fundamentales de la química.

Tema 2: **La Teoría Atómica.** Átomos. Partículas fundamentales principales. Número atómico. Número másico. Isótopos. Moléculas. Fórmula química. Atomicidad. Iones. Masa de los átomos: la escala del carbono-12. Número de Avogadro. Mol. Nomenclatura de los compuestos inorgánicos.

Núcleo Temático 2: ESTRUCTURA, COMPOSICION Y PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS

Tema 3: **Estructura atómica y propiedades periódicas.** Los electrones en el átomo: Modelo de Bohr. Un nuevo modelo: orbitales atómicos y números cuánticos. Estructura electrónica. Representación de puntos de Lewis. Regla del octeto. Tabla periódica. Periodicidad y configuración electrónica. Propiedades Periódicas. Metales, no metales y metaloides

Tema 4: **Enlaces químicos.** Generalidades. Enlace iónico. Enlace covalente. Tipos. Formas de resonancia. Números de oxidación. Enlace metálico. Enlaces químicos y propiedades de las sustancias. **Fuerzas intermoleculares de atracción.** Relación con las propiedades físicas de las sustancias.

Núcleo Temático 3: CARACTERISTICAS FISICAS DE SUSTANCIAS Y MEZCLAS

Tema 5: **Estados de la materia.** Generalidades. **Estado gaseoso.** Gases ideales. Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Avogadro. Leyes combinadas de los gases. Ley del gas ideal. Densidad de los gases. Mezcla de gases. Ley de Dalton. Nociones de la teoría cinética-molecular. Gases reales. Ecuación de Van der Waals. Fenómenos críticos. **Estado líquido.** Propiedades. Presión de vapor. Punto de Ebullición. Calor de vaporización. Agua. Estructura. Propiedades físicas y químicas. **Estado sólido.** Propiedades. Sólidos amorfos. Sólidos cristalinos. Clasificación. Cambios de estado. Diagramas de fase.

Tema 6: **Soluciones.** Componentes. Unidades de concentración. El proceso de disolución. Soluciones moleculares y electrolíticas. Solubilidad. Efecto de la presión y la temperatura sobre la solubilidad. Ley de Henry. Soluciones diluidas. Propiedades coligativas. Ley de Raoult. **Dispersiones coloidales.** Características generales. Propiedades.

Núcleo Temático 4: TRANSFORMACIONES QUIMICAS DE LAS SUSTANCIAS

Tema 7: **Reacciones químicas.** Algunos tipos de reacciones comunes. Ecuaciones químicas. Cálculos estequiométricos.

Tema 8: **Termodinámica química.** Primera ley de la termodinámica. Funciones de Estado. Termoquímica. Entalpía. Calor de formación, de combustión y de reacción. Ley de Lavoisier-Laplace. Ley de Hess. Segunda ley de la termodinámica. Entropía. Energía libre. Espontaneidad de las reacciones químicas.

Tema 9: **Cinética química.** Velocidad de reacción. Teoría de las colisiones. Teoría del estado de transición. Energía de activación. Ecuación de velocidad. Orden de la reacción. Molecularidad. Factores que afectan la velocidad de reacción. Catálisis.

Núcleo Temático 5: REVERSIBILIDAD Y ALCANCE DE LAS REACCIONES QUIMICAS

Tema 10: **Equilibrio químico.** Concepto. Equilibrios homogéneos y heterogéneos. La constante de equilibrio. Factores que afectan el equilibrio químico. Principio de Le Chatelier.

Tema 11: **Equilibrio iónico en solución acuosa. Equilibrio ácido-base.** Teorías ácido-base. Fuerza de ácidos y bases. Autoionización del agua. Escala de pH. Hidrólisis de sales. **Equilibrio de solubilidad.** Constante del producto de solubilidad.

Tema 12: **Reacciones de óxido-reducción.** Agentes oxidantes y reductores. Balance de ecuaciones redox. **Electroquímica:** Sistemas de reacción: celdas electroquímicas. Electrólisis. Leyes de Faraday. Conductividad eléctrica. Celdas galvánicas. Potenciales normales de electrodo. Serie electromotriz. Ecuación de Nernst. Espontaneidad de las reacciones redox. Corrosión.

Anexo B.2.

A continuación se muestran el **INDICE** de actividades que figura en la Guía de Trabajos Prácticos.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

- 1- Sistemas materiales. Propiedades y transformaciones
- 2- La Teoría Atómica. Magnitudes atómico-moleculares
- 3- Fórmulas y nomenclatura de compuestos inorgánicos

- 4- Estructura atómica y propiedades periódicas
- 5- Enlace químico - Fuerzas intermoleculares de atracción
- 6- Estados de la materia
- 7- **Soluciones**
- 8- Estequiometría
- 9- Termodinámica química
- 10- Cinética química
- 11- Equilibrio químico
- 12- Equilibrio iónico en solución acuosa
- 13- Electroquímica

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

- L1- Manejo de material de laboratorio
- L2- Separación de mezclas
- L3- **Soluciones**
- L4- Transformaciones químicas: Algunas reacciones comunes
- L5- Termoquímica
- L6- Equilibrio químico
- L7- Equilibrio iónico en solución acuosa
- L8- Electroquímica

Anexo B.3.

CRONOGRAMA SEGUNDO CUATRIMESTRE – AÑO 2006 - QUÍMICA (CCA)

Semana	Trabajo Práctico	Trabajo Práctico	Clase Teórica	Observaciones
14-18/08	RP 1	RP 1 (cont.)	Tema 1-2	
21-25/08	RP 2	RP 2 (cont.)	-	L. y V. feriado
28/08-01/09	RP 3	RP 3 (cont.)	Tema 3	
04-08/09	RP 4	RP 5	Tema 4	Sáb.: Parcial I
11-15/09	RP 6	-	-	

18-22/09	-	-	-	Sem. Estudiante
25-29/9	L 1	L 2	Tema 5 - 6	Rec. Parcial I
02-06/10	RP 7	L 3	Tema 7	
09-13/10	RP 7 (cont.)	RP 8	Tema 8	
16-20/10	RP 8 (cont.)	L 4	Tema 9	Sáb.: Parcial II
23-27/10	RP 9	L 5	Tema 10	Rec. Parcial II
30/10-03/11	RP 10	RP 11	Tema 11	
06-10/11	L 6	RP 12	Tema 11 (cont.)	
13-17/11	L 7	RP 12 (cont.)	Tema 12	
20-24/11	RP 13	L 8		Sáb.: Parcial III

RP: Trabajo Práctico de Resolución de Problemas

L: Trabajo Práctico de Laboratorio

- PARCIALES:**
- I Sábado 09/09 – 11:00 hs. Recup. Sábado 30/09 – 11:00 hs.
Temas: Unidades I y II del programa (RP 1-3)

 - II **Sábado 21/10** – 11:00 hs. Recup. Sábado 28/10 – 11:00 hs.
Temas: hasta estequiometría inclusive (RP 4-8)

 - III Sábado 25/11 – 11:00 hs. Recup. a confirmar
Temas: desde Termodinámica en adelante (RP 9-13)

Artículos de Difusión

RED de Equipos de Investigación del CIIC-DOCATEC

La RED del CENTRO de INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA DE DISCIPLINAS TECNOLÓGICAS (CIIC-DOCATEC):

Está conformada por docentes, equipos de investigación, docentes investigadores y alumnos de postgrado interesados en la docencia en general, en la docencia universitaria en particular, de grado y de postgrado.

RESOLUCIÓN:

La misma fue aprobada por Resolución Nro. 082/2013 de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca.

¿Qué función cumple la RED del CIIC-DOCATEC?

Los integrantes de la RED firman un acta a través de la cual acuerdan:

1- Integrar la RED en los términos que el CIIC-DOCATEC propone, asumiendo la responsabilidad de llevar a cabo actividades de investigación y de cooperación educativa.

2- Acuerdan integrarse a las actividades programadas por la comisión coordinadora de la RED destinadas a realizar investigaciones y producciones de carácter científico y pedagógicas, en beneficio de la comunidad educativa con especial referencia al nivel superior terciario y universitario, a la vez que fortalecer la vinculación entre los integrantes de los diferentes proyectos que la integran.

3- Generar mecanismos ágiles y dinámicos de intercambio de información para poder realizar actividades basadas en una sólida fundamentación teórica y rigurosa metodología para la indagación de diferentes aspectos de la realidad educativa.

4- Asumir una actitud de disposición para afianzar los vínculos entre los diferentes integrantes de los proyectos de investigación educativos, de la RED de manera de constituir una verdadera comunidad de estudio y cooperación.

5- Estimular el intercambio de experiencias, publicaciones y cualquier otro recurso que tienda a fortalecer la calidad de las acciones educativas emprendidas en los proyectos de la RED.

6- Difundir las experiencias desarrolladas en el marco de la presente Acta Acuerdo, por los integrantes de la RED siempre en el marco de la propuesta del CIIC-DOCATEC.

7- Promover la realización de actividades de vinculación entre las entidades donde se desarrollen los proyectos y los establecimientos educativos con el objeto de favorecer la mejora de la calidad educativa, la actualización tecnológica del personal docente y la empleabilidad y capacidad emprendedora de los estudiantes.

8- Los integrantes de los equipos de investigación mantendrán su dependencia de origen sin que ello sea impedimento para integrar la RED y participar de su programación.

9- Cada Acta Acuerdo se renueva automáticamente todos los años, salvo manifiesta decisión de sus miembros de dejar de pertenecer a la RED de DOCENTES y EQUIPOS de INVESTIGACIÓN del CIIC-DOCATEC.

¿Quiénes conforman actualmente la RED del CIIC-DOCATEC?

Nuestra RED del CIIC-DOCATEC está conformada de la siguiente manera:

- En primer lugar se mencionan los proyectos de investigación y los directores que integran la misma desde el año 2013.
- Luego se enumeran los equipos de investigación con sus integrantes.
- Después se detallan los nombres de los docentes, docentes-investigadores y alumnos de postgrado que participan de manera independiente.

Se detalla a continuación cómo está integrada nuestra RED:

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias
CIIC-DOCATEC

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE INTERVIENEN en la RED
(Desde 2013)

Proyecto Nro.	Nombre del Proyecto y Unidad Ejecutora	Director y co Director
1	“Factores Intervinientes en la Formación de los Estudiantes de la Licenciatura en Enfermería”.- Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias de la Salud, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Mgter. Gladys Isolina Carrizo DNI: 12.796.042 Correo: gledycarrizo@hotmail.com Co-directora: Mgter. María Cristina Arreguez. DNI: 14.899.055 Correo E: cristinaarreguez@yahoo.com.ar
2	“La adquisición del conocimiento y las competencias comunicativas en el nivel superior” Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias Agrarias, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Mgter. Lidia Aguirre de Quevedo DNI: 5.758.440 Correo E: lidia.aguirre@gmail.com
3	“Construcción de la complementariedad entre nuevos diseños curriculares y la docencia universitaria. Transferencia a otros niveles de la enseñanza”. Unidad ejecutora: Facultad de Humanidades, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Dra. María Ana Verna DNI: 4.710.200 Correo E: anaverna44@gmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias
CIIC-DOCATEC

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE INTERVIENEN en la RED
(Desde 2013)

Proyecto Nro.	Nombre del Proyecto y Unidad Ejecutora	Director y co Director
4	“Interpretación de textos científicos en inglés: estudio de la competencia léxica en alumnos de la FACEN, UNCA”. Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Esp. Edith del Valle Javiera Murúa DNI: 17.529.995 Correo E: muuajaviera@hotmail.com
5	“Determinación de los estilos de aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Agronómica y adecuación de la metodología de enseñanza, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca”. Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias Agrarias, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Dra. María Shirley Pulido DNI: 12.457.681 Correo E: marypulido3@hotmail.com
6	“La Educación a distancia en la Universidad Nacional de Catamarca: Un estudio sobre el desarrollo tecnológico actual en las Unidades Académicas y el imaginario social de los actores institucionales sobre la Educación a Distancia”. Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias de la Salud, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.	Directora: Dra. María Elena García DNI: 11.682.059 Correo E: mariel-garcia@arnet.com.ar Co-directora: Mgter. Marina Elisa Díaz DNI: 28.309.913 Correo E: marinadiaz25@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias
CIIC-DOCATEC

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE INTERVIENEN en la RED
(Desde 2013)

Proyecto Nro.	Nombre del Proyecto y Unidad Ejecutora	Director y co Director
7	<p>“Las competencias comunicativas en inglés en graduados de carreras técnico-científicas: exigencias académicas y laborales de países hispanohablantes”.</p> <p>Unidad ejecutora: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Catamarca.</p>	<p>Directora: Mgter. Laura Mandatori DNI: 10.560.288</p> <p>Correo E: lauramandatori@hotmail.com</p>
8	<p>“Desafíos para una escuela inclusiva: integrar al proceso de aprendizaje a alumnos con trastornos de atención, actividad motora y memoria. Estudio de alumnos de los niveles Inicial y Primario. Dpto. Capital-Pcia. de Catamarca”</p> <p>Unidad Ejecutora: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca</p>	<p>Directora: Dra. Gloria del Valle Quevedo</p> <p>DNI 13.141.575</p> <p>Correo: gquevedoar@yahoo.com.ar</p>
9	<p>“Análisis y evaluación de la enseñanza del tema alimentación en las prácticas docentes del nivel medio de San Fernando del Valle de Catamarca”</p> <p>Unidad Ejecutora: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca</p>	<p>Directora: Esp. Elvira del Valle Soria</p> <p>DNI: 13.918.901</p> <p>Correo: ibiromero21@gmail.com</p>

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 1 (Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
1 Directora	Mgter. Gladys Isolina Carrizo Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: gledycarrizo@hotmail.com
2	Mgter. María Cristina Arreguez Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: cristinaarreguez@yahoo.com.ar
3	Dra. Nelly Mafalda Canil. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: seguracanil@hotmail.com
4	Dr. Jorge Enrique García Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: garciaje11@yahoo.com.ar
5	Lic. Florentina Graciela García Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	gracielagarcia_04@hotmail.com
6	Lic. César David Rojas Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: cdrojas@hotmail.com
7	Rosario del Carmen Sosa Facultad Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: la-helade@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 2 (Desde 2013)

Nro. integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
8 Directora	Dra. María Ana Verna Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: anaverna44@gmail.com
9	Dra. Maria Natalia Lencina. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: marialencina77@gmail.com
10	Ing. Julio Argentino Ramos. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: ramosjulio1010@gmail.com
11	Prof. Angélica del Valle Pereyra. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: perpery@yahoo.com
12	Esp. Silvia Beatriz Arreguez. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: silbear@yahoo.com.ar
13	Prof. María Paula Armet Estudiante de la Licenciatura en Ciencias de la Educación. UNCA	Correo E: paularmet@hotmail.com
14	Prof. Tania Maia Romero Estudiante de la Licenciatura en Ciencias de la Educación. UNCA.	Correo E: tania.romero32@gmail.com
15	Ivanna Maricel Brizuela. Estudiante del Profesorado en Ciencias de la Educación. UNCA	Correo E: briivanol.ib@gmail.com
16	Alejandra Brizuela. Secretaria Académica. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: alejandrabrizuela47@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 3(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
17 Directora	Esp. Edith del Valle Javiera Murúa Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: muuajaviera@hotmail.com
18	Esp. Marcela Alejandra Acevedo Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: marcela.acevedo@hotmail.com
19	Prof. Susana Molina Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: susanamolina@hotmail.com
20	Prof. Lourdes Jalil Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lourdesjalil@hotmail.com
21	Prof. María de los Ángeles Vergara Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: mav313@yahoo.com.ar
22	Esp. Susana Beatriz del Valle Fiad. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: susanafiad502@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 4(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
23 Directora	Mgter. Lidia Aguirre de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lidia.aguirre@gmail.com
24	Mgter. Laura Mandatori. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lauramandatori@hotmail.com
25	Lic. Diana Ovejero. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: dianaove@yahoo.com.ar
26	Esp. Edith del Valle Javiera Murúa Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: muuajaviera@hotmail.com
27	Esp. Mónica Allemand. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: monica.allemand@gmail.com
28	Mgter. Ana María Brunás Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: abrunas@yahoo.com.ar
29	Mgter. Miriam Tejeda Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: olmostejeda@arnet.com.ar
30	Ing. Agr. María Eva González. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: meg0652@yahoo.com.ar
31	TPN Viviana Pascual Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: vi_pas83@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 5(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Número de documento y correo electrónico
32 Directora	Dra. Ing. Agr. María Shirley Pulido. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: marypulido3@hotmail.com
33	Esp. Ing. Agr. Graciela Elizabeth Contrera. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: gecontrera@hotmail.com
34	Master. Ing. Agr. Julia María Perea. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: jumaal79@hotmail.com
35	Leandro Contreras. Estudiante avanzado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E:. leandrocontreras@ymail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 6(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
36 Directora	Dra. María Elena García. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: mariel-garcia@arnet.com.ar
37 Co-Directora	Mgter. Marina Elisa Díaz. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: marinadiaz25@hotmail.com
38	Dra. Olga Carabús Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. U. N. Catamarca.	Correo E olca@arnet.com.ar
39	Mgter. Oscar Andrada Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: oandrada@hotmail.com
40	Ing. Agr. Ángel Miranda. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: mirandagel@yahoo.com.ar
41	Ing. Agr. Stella Gorosito. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: stegor422@yahoo.com.ar
42	Lic. Jorge Vergara. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	
43	Lic. María de los Ángeles Mercado. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	
44	Prof. Dorita Santos. Estudiante de Postgrado	Correo E: mdsantos24@hotmail.com
45	Lic. Mercedes Bussetti. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	
46	Lic. Silvana Graneros. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 7(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
47 Directora	Mgter. Laura Mandatori. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lauramandatori@hotmail.com
48	Mgter. Lidia Aguirre de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lidia.aguirre@gmail.com
49	Esp. Marcela Acevedo Facultyad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: marcela.acevedo@hotmail.com
50	Lic. Paula Díaz. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: dpd_paula@hotmail.com
51	Lic. Diana Ovejero. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: dianaove@yahoo.com.ar
52	Prof. María Alejandra Pacheco. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: alejandra.pach@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 8(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
53 Directora	Dra. Gloria del Valle Quevedo Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: gquevedoar@yahoo.com.ar
54	Esp. María del Carmen Cano. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: maycano@hotmail.com
55	Lic. Laura Cafettaro Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: lauracaffettaro@hotmail.com
56	Lic. María Pía Galindez Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: mpiagalindez@hotmail.com
57	Lic. Ana Laura Palomeque Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: alvpalomeque@hotmail.com
58	Lic. Carlos Díaz Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	
59	Lic. Nilda Ana Nuñez. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	
60	Prof. Cecilia Cardenes Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.	

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 9(Desde 2013)

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
61 Directora	Esp. Elvira del Valle Soria Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: ibiromero21@gmail.com
62	Lic. Benigno N. Romero Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: romerobenigno739@gmail.com
63	Esp. Lic. Susana del Valle Camba Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: svcexactas@yahoo.com.ar
64	Lic. María de los Ángeles Vergara Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: mav313@yahoo.com.ar
65	Lic. Ahumada Guillermo Walter Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: guillesmada@gmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
66	Prof. Ana Puzzella. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan.	Correo E: anapuzzella@yahoo.com.ar
67	Ing. Agr. Eduardo Ulla Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: eduardoulla@hotmail.com
68	Ing. Agr. Daniel Ribera Justiniano. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: riberajustiniano@gmail.com
69	Ing. Agr. José Antonio Pico Zossi. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: pppicozossi@hotmail.com
70	Ing. Forestal Efraín Ortiz. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: joanursam@gmail.com
71	Dra. Silvia Bistoni. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: sbistoni@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre de Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
72	Dra. Lic. Samanta Magali Carrión. Facultad de Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: carrionmagui@hotmail.com
73	Mgter. Ing. Agr. Stella Eloísa Clérico. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: stellaclerici44@hotmail.com
74	Lic. María Beatriz López. Facultad de Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: emeblopez@gmail.com
75	Mgter. Ing. Agr. Ricardo Ogas. Vice Decano. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: ogasricardo@yahoo.com.ar
76	Mgter. María del Carmen Cano. Facultad de Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: maycacano@hotmail.com
77	Mgter. Irupé Alejandra Ocampo. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: aiocampo@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre de Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
78	Msc. Ing. Agr. José Francisco Aranda. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: jfaranda10@gmail.com
79	Ing. Agr. Claudia Natividad Torchán. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: claudiatorchan@gmail.com
80	Ing. Agr. María Gabriela Di Bárbaro Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: gabydibarbaro@yahoo.com.ar
81	Lic. Miguel Angel Oliva Carreras Facultad de Humanidades Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: miguelangeloliva@gmail.com
82	Esp. Profesora María Ángeles Bruno. Escuela Municipal Catamarca	Correo E: maria_8878@hotmail.com
83	Dra. Martha Susana Cañas Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: marthacanas@tecno.unca.edu.ar

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
84	Prof. Carlos Rafael Buadas Facultad de Humanidades Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: carlosbuadas@gmail.com
85	Esp. Prof. Pablo Fernando Bazán. Especialista en Ingeniería de Grabación. Profesor de Artes en Música. Instituto Rubinstein.	Correo E: fernando-imploi.d@hotmail.com
86	Traductora Pública Nacional Inglés Viviana Inés Pascual Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: vivianainespascual@gmail.com
87	Ing. Agr. Natalia Reales Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: naty_reales@hotmail.com
88	Ing. Agr. Pablo Matías Gervasoni Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: pablomatiasgervasoni@hotmail.com
89	Ing. Agr. Elena Rita Arévalo Martínez Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: elena.ar.mar@gmail.com

Universidad Nacional de Catamarca

Facultad de Ciencias Agrarias

INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES del CIIC-DOCATEC

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
90	Ing. Agr. Sixto Raúl Viale Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: sixtoviale@hotmail.com
91	Ingeniera Agrónoma Ana Lilia Alurralde Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: ani_animal@hotmail.com
92	Ingeniero Agrónomo Francisco Villalobo Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: franciscoandresvillalobo@hotmail.com
93	Ingeniera Agrónoma Claudia Marisol Juri Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: cmjuri@yahoo.com.ar
94	Esp. Ingeniera Agrónoma Ana Graciela González Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: anauno@arnet.com.ar
95	Mgter. Ingeniero en Sistemas Marcelo Omar D. Sosa Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: sosamod1@hotmail.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
96	Prof. María Eugenia Galia Prof. de Biología Sistema Educativo Municipal de Valle Viejo. Escuela: Maestra María Emilia Azar	Correo E: mauge146@hotmail.com
97	Lic. Alejandra Del Valle Sposari Lic. en Enfermería Fac. de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: minervaavs@hotmail.com
98	Lic. Ana Gabriela Sosa Moya Licenciada en Enfermería Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: gabisosamoya@hotmail.com
99	Lic. Raul Oscar Aramburu Licenciado en Enfermería Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: roa28@hotmail.com
100	Ing. Mario Luis Quijada Ing. Civil Facultad Regional La Rioja Universidad Tecnológica Nacional	Correo E: Ingquiva2001@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
101	Ingeniera Agrónoma Natalia Romero Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: natyr141@gmail.com
102	Licenciado en Sistemas de Información Rivas Daniel Armando Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: da.rivas@gmail.com
103	Bioquímica Córdoba Leticia del Valle Licenciatura en Bromatología Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: leticiaco_@hotmail.com
104	Profesora en Biología Cecilia Vanessa Cabrera Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.	Correo E: dafnia22@hotmail.com
105	Profesor de Inglés Sergio Daniel Vedelago Escuela Municipal Nro. 1 "El Principito" Escuela Rural Nro. 15 "El Jumeal"	Correo E: danyvede00@gmail.com

Universidad Nacional de Catamarca

Facultad de Ciencias Agrarias

INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES del CIIC-DOCATEC

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
106	Esp. Gestión Ambiental, Ing. Agrónoma. Ivis Lane Massa Universidad de la Punta (ulp) San Luis. Instituto de Formación Docente Continua (IFDCSL)	Correo E: ivislane@hotmail.com imassa@ulp.edu.ar
107	Mgter. Médico Veterinario. Gustavo Adolfo Giboin. Universidad Católica de Cuyo (UCCUYO)	Correo E: investigación.veterinaria@uccuyosl.edu.ar
108	Esp. Ing. Agrónomo Alejandro Quiroga Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: quirogafcaunca@hotmail.com
109	Lic. en Enfermería Silvana Valeria Villagra Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: sil_morena23@hotmail.com
110	Ing. Civil Mario Luis Quijada Facultad Regional La Rioja Universidad Tecnológica Nacional	Correo E: ingquiva2001@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre del Integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
111	Lic. en Enfermería Raúl Oscar Aramburú Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: roa28@hotmail.com
112	Lic. En Enfermería Ana Gabriela Sosa Moya Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: gabisosamoya@hotmail.com
113	Lic. En Enfermería Alejandra del Valle Sporari Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: minervaavs@hotmail.com
114	Lic. En Enfermería Griselda Silvia Elizondo Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: gris0720@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Catamarca

Facultad de Ciencias Agrarias

INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES del CIIC-DOCATEC

Nro. Integrante	Nombre integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
115	Prof. De Geografía Cintia Elizabeth Varela Escuela María Emilia Azar Sistema Educativo Municipal de Valle Viejo, Catamarca.	Correo E: cintiaprofe@hotmail.com
116	Ing. Agrónoma Ornella Eugenia Castro Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: ornellacastro@yahoo.com.ar
117	Lic. En Trabajo Social Ana Belén Castro Facultad de Humanidades Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: abc_ago@hotmail.com
118	Dr. Ing. Electrónico Carlos Sanchez Reinoso Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: csanchezreinoso12@gmail.com
119	Ingeniera Agrónoma Noemí del Valle Arévalo Martínez Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: noe333_am@yahoo.com

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Agrarias

**INTEGRANTES DE LA RED de DOCENTES e INVESTIGADORES
del CIIC-DOCATEC**

Nro. Integrante	Nombre integrante de la RED y lugar de trabajo	Correo electrónico
120	Ing. Agrónomo Jorge Vildoza Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E : jlvidoza@hotmail.com
121	Ing. Agrónomo Pablo Gervasoni Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E:
122	Ing. Agrónoma Amparo Barrionuevo Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: ampi.barrionuevo@gmail.com
123	Ing. Agrónomo Federico Sosa Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca	Correo E: