

## Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de Química en formación: un estudio piloto

Marcela Arellano<sup>1</sup>, Roxana Jara<sup>1</sup>, Cristian Merino<sup>1, 2</sup>, Mario Quintanilla<sup>3</sup> y Luigi Cuellar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Química. E-mails: [marellan@ucv.cl](mailto:marellan@ucv.cl); [rjarac1@uc.cl](mailto:rjarac1@uc.cl); [cristian.merino.r@exa.pucv.cl](mailto:cristian.merino.r@exa.pucv.cl)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. E-mail: [cristiangonzalo.merino@uab.es](mailto:cristiangonzalo.merino@uab.es)

<sup>3</sup>Grupo GRECIA. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. E-mail: [mquintag@puc.cl](mailto:mquintag@puc.cl)

<sup>4</sup>Facultad de Educación, Departamento de Didáctica. Universidad Católica de la Santísima Concepción. E-mail: [lcuellar@ucsc.cl](mailto:lcuellar@ucsc.cl)

**Resumen:** El propósito de este artículo es presentar los resultados de un estudio piloto sobre la aplicación de dos instrumentos relacionados con la evaluación diagnóstica, acerca de los conocimientos químicos de los alumnos de primer año de Pedagogía en Química y Ciencias Naturales del Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Los resultados dan cuenta de ciertas diferencias o incoherencias en las respuestas de los alumnos entre ambos instrumentos.

**Palabras clave:** Instrumentos de evaluación, evaluación diagnóstica, formación inicial docente, química.

**Title:** Comparative study of the answers of two instruments of diagnostic evaluation applied to professors of chemistry in formation: A pilot study.

**Abstract:** The objective of this article is to present the results of the application of two instruments related to the diagnostic evaluation about chemical knowledge that were applied to students of first year of Pedagogical in Chemistry and Natural Sciences of the Institute of Chemistry of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. The results methodologically report difference certain or incoherence's in the answers of the students.

**Keywords:** Instruments of evaluation, assessment, pre-service teacher, chemistry.

### Planteamiento del problema

Las ideas alternativas utilizadas por el estudiantado para explicar y representarse los fenómenos químicos (observados o no), son aquellas que tienen *acerca de y sobre los* nuevos conocimientos científicos antes de iniciar su aprendizaje 'formal'. Generalmente, la apropiación teórica de dichos conceptos depende de la forma y estrategias de razonamiento que utilizan las personas y que están condicionadas por el mismo ambiente

sociocultural del sujeto y con la evolución de las teorías y los conceptos científicos a lo largo de la propia historia de la ciencia (Quintanilla, 2007; Quintanilla, 2005). Para comprender, por así decirlo, los niveles de conocimientos previos que el estudiantado posee al inicio de un curso, dentro del marco de la regulación y autorregulación de los aprendizajes, se hace necesario realizar evaluaciones diagnósticas, debidamente intencionadas, las cuales tienen por objetivo fundamental, establecer el proceso de desarrollo de cada sujeto antes de iniciar una determinada actividad científica de enseñanza-aprendizaje, a fin de adecuarlo a sus necesidades, motivaciones y expectativas como se ha insistido en los últimos años en la literatura de investigación en didáctica de las ciencias experimentales (Jorba y Casellas, 1997). Los resultados debidamente argumentados de las evaluaciones de esta naturaleza permiten tomar decisiones acerca de cómo hacer evolucionar conceptualmente las ideas y modelos teóricos de los alumnos hacia concepciones científicas cada vez más cercanas a la ciencia de los científicos (Bello, 2004)

A través del cuestionario KPSI, diseñado por Tamir y Lunetta (1978), se obtiene información valiosa sobre el grado de conocimiento del alumnado en relación a los contenidos científicos que el profesor le propone aprender en determinadas condiciones de enseñanza. Se le pide al estudiante que seleccione su respuesta en función de 5 niveles o categorías previamente intencionadas en el cuestionario. Aquella categoría de mayor valor se refiere normalmente a si es capaz de explicar el concepto o procedimiento a un compañero o compañera, con lo que se estimula al estudiante a tomar conciencia de que cuando algo se conoce (o se comprende) bien se ha de ser capaz de comunicárselo a alguien.

Conocer lo que los estudiantes *creen que saben o piensan* sobre determinados contenidos científicos se ha revelado tan útil como conocer *lo que realmente* saben o piensan acerca de cómo explicar o comunicar dichos conceptos bajo ciertos ambientes intencionados de aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del propio conocimiento científico (Quintanilla, 2006). Se ha podido comprobar que, en muchos casos, el alumnado se sitúa en un nivel superior de las categorías del cuestionario, especialmente si se ponen conceptos o palabras de uso cotidiano que el sujeto conoce o le son muy familiares. Sólo consideran que no saben el concepto o procedimiento cuando no conocen la palabra o la expresión utilizada en el ámbito de la ciencia. Por el contrario, a veces, cuanto más saben en relación a un tema, más consideran que su nivel es insuficiente para asumir que lo han aprendido o lo pueden comunicar a otros. Una cosa y la otra no necesariamente van de la mano en el proceso de desarrollo del sujeto que aprende ciencias (Labarrere y Quintanilla, 2002)

¿Qué hace que la evaluación de aprendizajes científicos sea tan importante en el desarrollo de competencias y habilidades de pensamiento científico en el estudiantado? Una posible respuesta puede encontrarse en que los procesos de evaluación formal en el aula están íntimamente ligados a cuestiones fundamentales del quehacer pedagógico, pues de alguna manera determinan y modelan en parte el cómo y qué es enseñado y aprendido. No es difícil percibir que alrededor de la evaluación giran prácticas pedagógicas, normativas, horarios y hasta cantidad de horas de clases. Pero sobretodo, sistemas de creencias y concepciones pedagógicas,

didácticas y epistemológicas de los profesores de ciencia que son resistentes al cambio y a la evolución conceptual del conocimiento científico construido y enseñado (Izquierdo el als, 2007).

Como lo hemos planteado en otros artículos y cuerpos de investigación (Quintanilla, 2007) no obstante, para las últimas tendencias u orientaciones teóricas actuales en didáctica de las ciencias naturales en general y en didáctica de la química en particular, lo relevante es que el estudiantado sepa qué y para qué está aprendiendo, es decir, está de por medio un proceso *metacognitivo* que tiene que ver con sus formas de pensar, comunicar y de actuar sobre el mundo. Aparece nuevamente la interrelación entre qué tipo de contenidos se han de enseñar en la clase de química y cual es el aprendizaje que se espera de los mismos y en todo este proceso, es la evaluación la que finalmente *puede ayudar a resolver (o producir) el conflicto*, ya que el conocer va asociado al evaluar lo que se hace (instrumento), se piensa (pensamiento), se comunica (cultura) o se escribe (lenguaje). En este sentido, la evaluación que se emplea debe referirse tanto a los diferentes tipos de conocimiento científico, como a las estrategias de razonamiento y a las formas de comunicación de significados y representaciones del sujeto que aprende química en situaciones intencionadas de aprendizaje. Es por esto que aprobar en un marco constructivista de enseñanza de las ciencias debe llegar a significar conocer y conocerse y para eso, toda la intervención docente girará en torno al estilo, etapas, estrategias, instrumentos y formas de evaluación (Angulo, 1995).

Como es señalado sistemáticamente por Sanmartí (2007, pp. 19-28), de forma tradicional, el concepto de evaluación puede ser comprendido desde diversas lecturas, las cuales involucran finalidades diversas y medios muy variados de utilizarla. No obstante, se reconoce que ella es una actividad que involucra procesos de recogida de información, de análisis y emisión de juicios y de toma de decisiones de acuerdo al contexto en que se utilice y de manera abiertamente no ingenua

Dejando de lado la función de carácter 'social', la evaluación tomada como oportunidad de orientar e identificar las situaciones de enseñanza-aprendizaje necesarias de reconfigurar, adquiere esta función formativa, *reguladora y autorreguladora*, que no solo involucra al profesorado como <detector> de las dificultades, sino que también al estudiante en tanto que él mismo las identifique como valiosas y tome sus propias decisiones, más allá de la detección de errores, mediante pruebas continuas. Así, desde el punto de vista constructivista, la evaluación se centra en la comprensión del funcionamiento cognitivo del alumno frente a las tareas que se le proponen en la clase de química. La información que se busca se refiere a las representaciones mentales del alumnado y a las estrategias que utiliza para llegar a un resultado determinado que le permitan valorar lo que aprende o aprenderá.

### **Propuesta de trabajo**

Nos propusimos analizar y comparar la congruencia de las respuestas en dos instrumentos de evaluación diagnóstica, KPSI y Pre-test, aplicados a

estudiantes del primer año de la carrera de Pedagogía en Química y Ciencias Naturales de la Universidad Católica de Valparaíso (Chile).

### Hipótesis de trabajo

Sería susceptible pensar que si un alumno responde en el KPSI sobre un concepto la categoría 5, lo puedo explicar a un compañero, debiera responder correctamente las preguntas relacionadas con dicho concepto en el Pre-Test, por el contrario si responde la categoría 1 No lo sé/ No lo comprendo, debería omitir o contestar incorrectamente en el Pre-Test.

### Metodología de la investigación

Se confeccionaron los instrumentos de recogida de datos, debidamente categorizados según la literatura pertinente, y se aplicaron a los profesores en formación de Química y Ciencias Naturales del Instituto de Química de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Estos estudiantes cursaron durante el primer Semestre del 2006 la asignatura 'Fundamentos de Química I, cuyos contenidos científicos se especifican en la tabla número 1.

Dichos contenidos a evaluar se seleccionaron sobre la base de la relevancia que tienen dentro del programa de la asignatura antes mencionada, elaborándose los instrumentos según la siguiente distribución de ítems en cada uno de ellos:

IDENTIFICACIÓN DEL CONTENIDO	NUMERO DE PREGUNTAS
1. Materia	3
2. Estructura Atómica	6
3. Reacción Química, principios y Conceptos subyacentes	14
4. Disoluciones y equilibrio ácido-base	7
Total preguntas	30

Tabla 1.- Contenidos científicos del Programa "Fundamentos de Química I".

Los instrumentos escogidos para el estudio piloto

#### a) El KPSI

Como lo habíamos anticipado en este artículo, dentro de la gama de instrumentos que existen relacionados con la evaluación inicial, se seleccionaron el KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) y un Pre-test. El KPSI es un instrumento para la regulación del proceso de aprendizaje y representa un Cuestionario de autoevaluación del alumnado que permite de una manera rápida y fácil efectuar la evaluación inicial de las ideas previas del alumno. El objetivo de este instrumento es *obtener información sobre la percepción que el sujeto tiene de su grado de conocimiento en relación a los contenidos que el profesor(a) propone para su estudio y comprensión.*

La puesta en común de los resultados, cuando se les pide a los alumnos que expliquen sus ideas, les permite darse cuenta que su idea inicial no era tan elaborada o compleja como pensaban en relación al contenido científico que se discute en la clase. Es necesario que estos profesores de química en formación sepan que algunos de los objetivos que se han de lograr durante

y después del proceso de E/A, puedan dar respuesta a las preguntas que problematizan los formularios KPSI. Así, las preguntas planteadas intencionadamente en este tipo de instrumentos pueden utilizarse como evaluación sumativa al concluir determinada fase del proceso.

En el cuestionario KPSI se han considerado los mismos contenidos científicos que estructuran el Pre-Test. Las respuestas del estudiantado fueron graduadas en 5 tipos o categorías que se señalan en la tabla número 2.

CATEGORÍA	TIPO
1	No lo sé/ No lo comprendo
2	Lo conozco un poco
3	Lo comprendo parcialmente
4	Lo comprendo bien
5	Lo puedo explicar a un compañero

Tabla 2.- Tipologías del cuestionario KPSI.

#### b) El Pre-test

Corresponde a una prueba formal de selección única, que consta de 30 preguntas con cinco alternativas, de las cuales solo una de ellas es la correcta (Ver Anexo 2). El Pre-Test fue administrado a los profesores de química en formación luego de recogerse los datos del *KPSI*, comparando así los registros encontrados en ambos protocolos por separado, por estudiante y por contenido, según el programa del curso evaluado.

#### **Análisis y evaluación de los resultados obtenidos**

Los resultados recopilados luego de la aplicación, fueron analizados sobre la base de dos criterios:

1. el número de estudiantes que responden temas específicos en las distintas categorías,
2. la coherencia entre el tipo de preguntas del Pre-Test (correctas, incorrectas y omitidas) que los estudiantes relacionan con dichos contenidos científicos.

El número de alumnos que participó en esta evaluación inicial fue de 31.

#### **Resultados**

En la tabla 3, se sistematizan los resultados obtenidos en el KPSI, y en el Pre-Test de manera separada para cada contenido químico.

#### **Evaluación de los resultados obtenidos**

A partir de la evidencia empírica anterior es posible observar lo siguiente:

1. En el primer contenido científico relacionado con la *Materia*, que comprende las preguntas 1, 2 y 3 en los instrumentos aplicados se puede colegir que en la categoría 1 del KPSI "*No lo sé/ No lo comprendo*" un 87% de los alumnos que marcaron este nivel, en el Pre-test omitieron las preguntas o respondieron incorrectamente. Este valor contempla a la sumatoria de las claves RI, PO por considerarse como desconocimiento del

contenido científico abordado.

MATERIA										
Sustancias puras				PRE TEST			Respuestas			
P1	KPSI Categorías	NA		NA	RC	%	RI	%	PO	%
	1. No lo se/ no lo comprendo	4		4	1	25	1	25	2	50
	2. Lo conozco un poco	13		13	4	31	5	38	4	31
	3. Lo comprendo parcialmente	10		10	6	60	2	20	2	20
	4. Lo comprendo bien	3		3	1	33	2	67	0	0
	5. Lo puedo explicar a un compañero	1		1	0	0	1	100	0	0
	<b>Total</b>	<b>31</b>		<b>31</b>						
Cambio químico y cambio físico										
Cambio químico y cambio físico				PRE TEST			Respuestas			
P2	KPSI Categorías	NA		NA	RC	%	RI	%	PO	%
	1. No lo se/ no lo comprendo	0		0	0	0	0	0	0	0
	2. Lo conozco un poco	4		4	0	0	3	75	1	25
	3. Lo comprendo parcialmente	10		10	6	60	4	40	0	0
	4. Lo comprendo bien	10		10	4	40	5	50	1	10
	5. Lo puedo explicar a un compañero	7		7	6	86	1	14	0	0
	<b>Total</b>	<b>31</b>		<b>31</b>						
Equivalencia de unidades										
Equivalencia de unidades				PRE TEST			Respuestas			
P3	KPSI Categorías	NA		NA	RC	%	RI	%	PO	%
	1. No lo se/ no lo comprendo	11		11	1	9	6	55	4	36
	2. Lo conozco un poco	4		4	1	25	2	50	1	25
	3. Lo comprendo parcialmente	9		9	2	22	2	22	5	56
	4. Lo comprendo bien	5		5	1	20	3	60	1	20
	5. Lo puedo explicar a un compañero	2		2	0	0	1	50	1	50
	<b>Total</b>	<b>31</b>		<b>31</b>						

Tabla 3.- Plantilla de resultados evaluación diagnóstica. (NP = Número de la Pregunta en el Instrumento, RC = Respuesta correcta, RI = Respuesta incorrecta, PO = Preguntas omitidas, NA = Número de alumnos que respondió el instrumento que se indica).

2. Con relación a la categoría 2 del KPSI "Lo conozco un poco" un 76% de los alumnos que marcaron esta categoría, en el Pre-test omitieron, o contestaron incorrectamente.

3. En la categoría 3 "Lo comprendo parcialmente", del KPSI, el 52% de los alumnos que respondieron este nivel, omitió o contestó incorrectamente en el Pre-test.

4. En la categoría 4 "Lo comprendo bien" del KPSI, sólo un 33% de los alumnos que marcó esta categoría, en el Pre-test respondió las preguntas correctamente.

5. En la categoría 5 del KPSI "Lo puedo explicar a un compañero", un 60% de los alumnos que respondieron esta categoría, respondieron correctamente en el Pre-Test.

En la gráfico 1 se sintetizan los análisis anteriores. Nótese que en la gráfica que para el Pre-test en las categorías 1, 2 y 3 se consideran las cifras de RI + PO y que en las categorías 4 y 5 se consideran las cifras de RC.

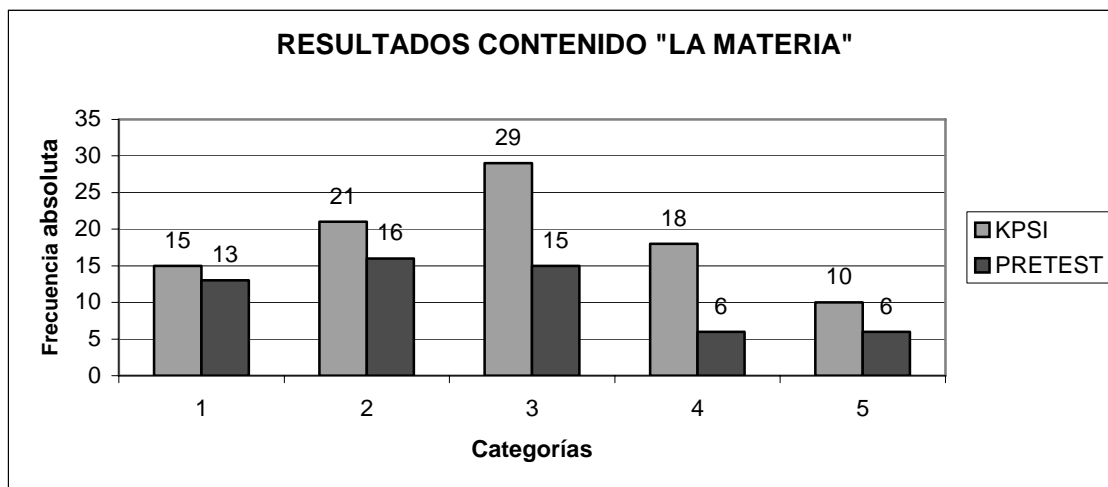


Gráfico 1.- Comparación de resultados entre ambos instrumentos para la materia.

En el segundo contenido científico, relacionado con *Estructura Atómica*, que comprende las preguntas 4, 5, 6, 7, 8 y 9 (6 en total) se puede distinguir que:

1. En la categoría 1 del KPSI "*No lo sé/ No lo comprendo*" un 86% de los alumnos que marcaron este nivel, en el Pre-test omitieron las preguntas o respondieron incorrectamente, destacando que en la pregunta 8 el 100% omitió la respuesta.

2. Con relación a la categoría 2 del KPSI "*Lo conozco un poco*" un 82% de los alumnos que marcaron esta categoría, en el Pre-test omitieron, o contestaron incorrectamente. La pregunta 9 fue omitida por el 100% de los alumnos.

3. En la categoría 3 "*Lo comprendo parcialmente*", del KPSI, el 67% de los alumnos que respondieron este nivel, omitió o contestó incorrectamente en el Pre-test.

4. En la categoría 4 "*Lo comprendo bien*" del KPSI, sólo un 56% de los alumnos que marcó esta categoría, en el Pre-test respondió las preguntas correctamente. Cabe destacar que donde mayor logro se observa es en las preguntas 4 y 5, por el contrario en las preguntas 8 y 9 el alumno que marcó la categoría, omitió la respuesta en el Pre-test.

5. En la categoría 5 del KPSI "*Lo puedo explicar a un compañero*", un 68% de los alumnos que indicaron esta categoría, respondieron correctamente, sólo tomando en cuenta las preguntas 4, 5 y 6 en el Pre-Test. Las preguntas 7, 8 y 9, no fueron respondidas, coincidiendo que en esos contenidos tampoco hubo alumnos que marcaran la categoría.

En el gráfico 2 se sistematizan los valores de KPSI/Pre-Test para *Estructura atómica*. Nótese que en la gráfica para el Pre-Test las categorías

1, 2 y 3 considera las cifras de RI + PO y que en las categorías 4 y 5 se consideras las cifras de RC.

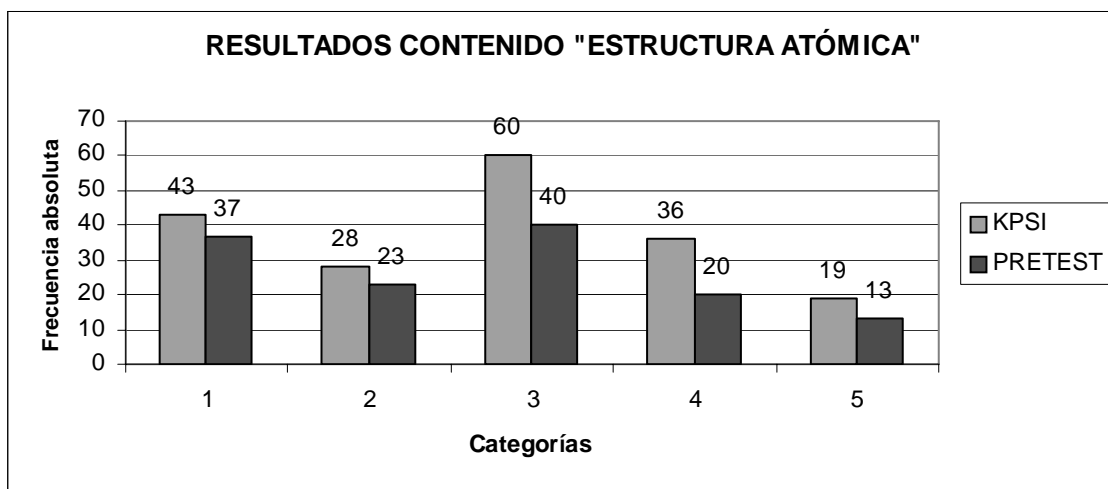


Gráfico 2.- Comparación de resultados entre ambos instrumentos para Estructura atómica.

En el tercer contenido relacionado con *La Reacción Química, principios y conceptos subyacentes* (véase anexo 3) que comprende 14 preguntas (de la 10 a la 23) se observa que:

1. En la categoría 1 del KPSI "No lo sé/ No lo comprendo" un 93% de los alumnos que marcaron este nivel, en el Pre-test omitieron las preguntas o respondieron incorrectamente, destacando que en la preguntas 13, 19, 21, y 22 el 100% omitió la respuesta.

2. Con relación a la categoría 2 del KPSI "Lo conozco un poco" un 86% de los alumnos que seleccionaron esta categoría, en el Pre-test omitieron o contestaron incorrectamente. En la pregunta 19 el 100 % de los alumnos y en la 22 prácticamente el 100% de los alumnos omitieron la pregunta.

3. En la categoría 3 "Lo comprendo parcialmente", del KPSI, el 72% de los alumnos que respondieron este nivel, omitió o contestó incorrectamente en el Pre-test. En las preguntas 17 y 22 omitió el 100%.

4. En la categoría 4 "Lo comprendo bien" del KPSI, sólo un 37% de los alumnos que marcó esta categoría, en el Pre-test respondió las preguntas Cabe destacar que donde mayor logro se observa es en las preguntas 10, 11 y 13, por el contrario en las preguntas 19 y 21 los alumno que marcaron la categoría, omitieron las respuestas en el Pre-test.

5. En la categoría 5 del KPSI "Lo puedo explicar a un compañero", un 43% de los alumnos que indicaron esta categoría, respondieron correctamente. Se destaca que en las preguntas 10 y 13 se observa un 100% de preguntas respondidas correctamente, por el contrario en las preguntas 19, 22 y 23 no fueron respondidas, observándose un 100% de omitidas.

En el gráfico 3 se sistematizan los valores de KPSI/Pre-Test para *La Reacción Química, principios y conceptos subyacentes*.



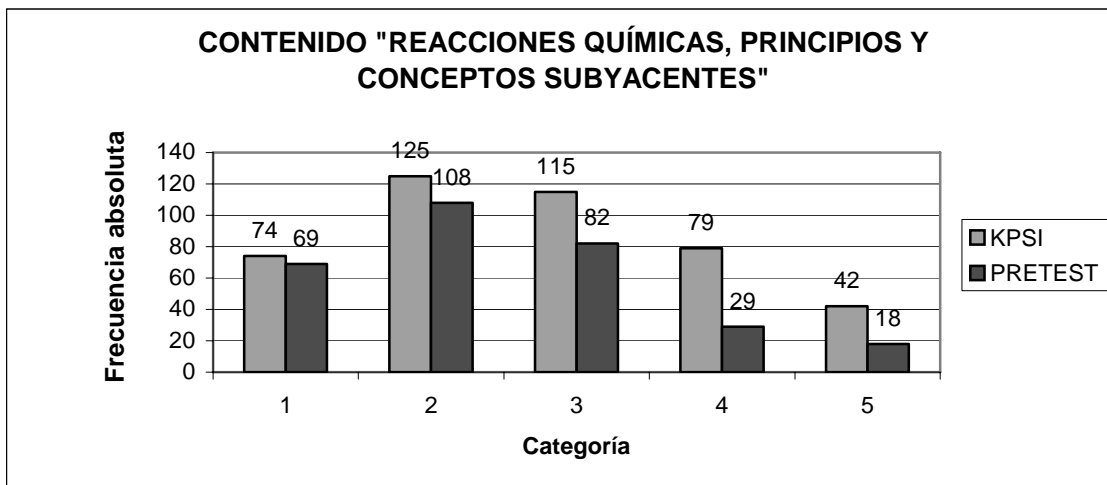


Gráfico 3.- Comparación de resultados entre ambos instrumentos para La Reacción Química, principios y conceptos subyacentes.

Finalmente, en el cuarto contenido vinculado con *Disoluciones y Equilibrio Ácido-Base* (véase anexo 3), que incluye 7 preguntas (de la 24 a la 30), se puede distinguir lo siguiente:

1. En la categoría 1 del KPSI "*No lo sé/ No lo comprendo*" un 65% de los alumnos que marcaron este nivel, en el Pre-test omitieron las preguntas o respondieron incorrectamente, destacando que en las preguntas 26 y 30, el 100% omitió la respuesta. Por otra parte en la pregunta 24, de los 8 alumnos que marcaron esta categoría, 6 de ellos, sus respuestas en el pre-test fueron correctas es decir el 75%.

2. Con relación a la categoría 2 del KPSI "*Lo conozco un poco*" un 74% de los alumnos que marcaron esta categoría, en el Pre-test omitieron o contestaron incorrectamente. La pregunta 30 fue omitida por el 100% de los alumnos.

3. En la categoría 3 "*Lo comprendo parcialmente*", del KPSI, el 65% de los alumnos que respondieron este nivel, omitieron o contestaron incorrectamente en el Pre-test.

4. En la categoría 4 "*Lo comprendo bien*" del KPSI, sólo un 50% de los alumnos que seleccionaron esta categoría, en el Pre-test respondieron las preguntas correctamente Cabe destacar que donde mayor logro se observa es en las preguntas 25, 27 y 29, por el contrario en la pregunta 26 los alumnos que marcaron la categoría, ninguno respondió correctamente en el Pre-test.

5. En la categoría 5 del KPSI "*Lo puedo explicar a un compañero*", un 38% de los alumnos que indicaron esta categoría, respondieron correctamente. Se destaca que en las preguntas 24 y 29 se observan un mayor logro, por el contrario en la pregunta 26 nuevamente ningún alumno respondió correctamente en el Pre-Test, como ocurrió en la categoría anterior.

En el gráfico 4 se sistematizan los valores de KPSI/Pre-Test para *Disoluciones y Equilibrio Ácido-Base*.

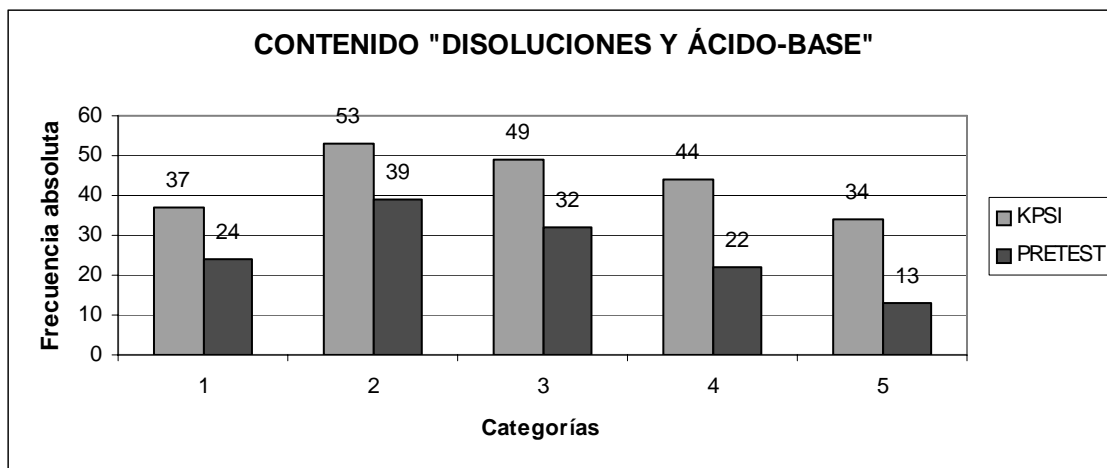


Gráfico 4.- Comparación de resultados entre ambos instrumentos para Disoluciones y Equilibrio Ácido-Base.

### Conclusiones

A partir de la evidencia empírica debidamente sistematizada, organizada, categorizada y analizada, es posible adelantar algunas conclusiones preliminares que permitan comprender los hallazgos comunicados en este artículo. Las mismas se dividen en tres grandes aspectos:

1. Los instrumentos utilizados
2. las categorías que refieren los datos
3. la vinculación entre los instrumentos y los aprendizajes de los profesores en formación.

#### *Los instrumentos utilizados.*

El KPSI y Pre-Test en la evaluación diagnóstica de los profesores de química en formación revelan ciertas diferencias o inconsistencias en las respuestas de los sujetos. Cuando el estudiante en el KPSI señala que sabe o le puede explicar a un compañero un concepto, en el Pre-test su respuesta no es consistente con ello, al responder en las preguntas que relacionan dichos conceptos o teorías científicas. Por el contrario las tres primeras categorías del KPSI revelan coherencia con lo que responden los alumnos en el Pre-test. Por lo tanto, la estructuración lógica y la finalidad evaluativa de los instrumentos diseñados para este estudio, explican cada uno, por separado y en conjunto, ideas referidas a la evaluación, el pensamiento de los estudiantes y las representaciones científicas que se hacen los sujetos a partir de todo su repertorio cognitivo. Sería interesante a futuro, determinar la validez y la confiabilidad a las dimensiones y tipologías conceptuales con otra muestra de sujetos, similar o diferente, y concluir al respecto.

#### *Las categorías que refieren los datos.*

Al respecto, es posible concluir distintos niveles de coherencia en las respuestas de los sujetos para ambos instrumentos. En efecto:

- a. En las categorías: "No lo sé/ No lo comprendo" y "Lo conozco un poco" se puede concluir que hay una coherencia en los dos instrumentos, ya que,

la mayoría de los alumnos responden incorrectamente u omiten las respuestas, es decir los alumnos están concientes que no lo comprenden o saben muy poco acerca de los contenidos preguntados.

b. La categoría en la cual se observan grandes diferencias es "*lo comprendo parcialmente*", los alumnos que contestan esta categoría, tiene ciertas nociones acerca del tema en cuestión, pero estas no le permiten contestar correctamente las preguntas acerca de los contenidos en el Pre-test.

c. Con relación a las categorías "*lo comprendo bien*" y "*lo puedo explicar a un compañero*", muestran muy poca congruencia ambos instrumentos de evaluación, ya que los alumnos en la mayoría de los casos creen que dominan un contenido científico y lo pueden explicar, pero responden incorrectamente en el Pre-Test.

*La vinculación entre los instrumentos y los aprendizajes de los profesores en formación.*

El uso de ambos instrumentos facilita una primera reflexión sobre el grado de conocimiento que creen tener los profesores de química en formación sobre o acerca de los contenidos científicos que se tratarán formalmente en la asignatura. De alguna manera conocen previamente determinados modelos teóricos que habría de complejizar sistemáticamente en su proceso de desarrollo profesional.

### **Agradecimientos**

- El programa de Personal Investigador en Formación (PIF) para Departamentos de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- El programa de Perfeccionamiento Docente de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile.
- Al proyecto de investigación y desarrollo FONDECYT 1070795 que dirige el Dr. Mario Quintanilla en la Pontificia Universidad Católica de Chile (2007 – 2009).
- Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Proyecto DI 125-787.

### **Referencias bibliográficas**

Angulo, F. (1995). *Aprender a Enseñar: Análisis de la aplicación de una propuesta basada en la autorregulación de los aprendizajes*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona (Tesina de Master no publicada).

Bello S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.

Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Química. En MP. Jiménez y A. Caamaño (Ed.), *Enseñar Ciencias* (pp. 203-228). Barcelona: Grao.

Caamaño, A. y A. Oñorbe (2004). "La Enseñanza de la Química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizajes y replanteamientos curriculares". *Alambique*, 41, 68-79.

Gilbert, J.K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D.F., y J.H Van Driel (2003). *Chemical Education: Towards Research-based practice*. London: Kluwer Academic Publishers.

Jorba, J. y N. Sanmartí (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencias.

Jorba, J. y E. Casellas (1997). *La Regulación y Autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona: Síntesis.

Izquierdo, M., Caamaño, A. y M. Quintanilla (2007). *Investigar en enseñanza de la química: modelizar y contextualizar*. Bellaterra: Servei de Publicacions-UAB.

Labarrere, A. y M. Quintanilla (2002). Análisis de los planos de desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje. *Pensamiento Educativo*, 30, 121-138.

Martín- Díaz, M.J., Gómez-Crespo, M. A. y M.S. Gutiérrez (2000). *La Física y Química en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Izquierdo, M., Caamaño, A., y M. Quintanilla (2007). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Bellaterra: Servei de Publicacions-UAB.

Quintanilla, M. (2007). El inventario de ideas previas (KPSI) como un instrumento de regulación de los procesos de desarrollo profesional de docentes de ciencias naturales en ejercicio. *Boletín de Investigación Educativa Facultad de Educación*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. (En prensa)

Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Ed.), *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 17-42). Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista TED*. Número extra, 34-43.

Sanmartí, N. (2007). *Diez ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Grao.

Santos Guerra, M.A. (1998). *Evaluar es comprender*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de la Plata.

Sayre, W.G. (1999). A good beginning. *Journal Chemical Education*, 76, 621.

Tamir, P. y V.M. Lunetta (1978). An Analyst of laboratory activities in the BSCS. Yellow version, *American Biology Teacher*, 40, 426-428.

Vermersch, P. (1979). "Analyse de la tâche et fonctionnement cognitive dans la programmation de l'enseignement". *Bulletin de Psychologie*, 33, (343), 179-187.

## ANEXO 1: Evaluación diagnóstica KPSI

*¿Qué sabemos sobre la materia, estructura atómica, la reacción química y los principios y conceptos subyacentes, disoluciones y ácido-base?*

Para cada una de las siguientes aseveraciones, indique con mucha honestidad, cuál es su grado de conocimiento que tiene sobre el tema, basándose en las siguientes categorías:

1. No lo sé/ No lo comprendo
2. Lo conozco un poco
3. Lo comprendo parcialmente
4. Lo comprendo bien

### 5. Lo puedo explicar a un compañero

- **Materia**

CONCEPTO/TEMA	1	2	3	4	5
a) Sustancias puras					
b) Mezclas					
c) Cambio químico y físico					
d) Equivalencias de unidades					

- **Estructura Atómica**

CONCEPTO/TEMA	1	2	3	4	5
a) Número atómico (Z)					
b) Número másico (A)					
c) Átomo neutro e ion					
d) Requisitos fundamentales para escribir la configuración electrónica					
e) La configuración electrónica para el ${}_{27}\text{Co}$					
f) La configuración electrónica para el ${}_{27}\text{Co}^{2+}$					
g) Características de la unión iónica					
h) Representación de moléculas e iones poliatómicos a través de la notación de Lewis					
i) La geometría y polaridad de las moléculas					

- **Reacción química, Principios y conceptos subyacentes**

CONCEPTO/TEMA	1	2	3	4	5
a) Los símbolos de los elementos químicos					
b) La nomenclatura de compuestos binarios y ternarios					
c) Diferencia entre cambio químico y cambio físico					
d) Relación mol, masa molar y Número de Avogadro					
e) Método simple inspección o al tanteo en una reacción química					
f) Número de oxidación					
g) Agente oxidante y reductor en una reacción redox					
h) Reactivo limitante en una ecuación química					
i) Cantidad de producto que se forma en una reacción química					
j) Reactivo en exceso en una reacción química					

- **Disoluciones y ácido – base**

CONCEPTO/TEMA	1	2	3	4	5
a) Identificación de soluciones					
b) Molaridad, %en masa, dilución					
c) Cálculo de concentración					
d) Solubilidad					
e) Expresión constante de equilibrio					
f) Teoría de Bronsted - Lowry					
g) pH					
h) Cálculo de pH					

NOMBRE:

FECHA:

**ANEXO 2: Ejemplo de preguntas Pre-test. Fundamentos de Química 1.  
Pre-Test**

1. ¿Cuál de los siguientes ejemplos corresponde(n) a una sustancia pura?  
I. agua mineral      II. Cloruro de sodio      III. Leche
- A) Sólo I      B) sólo II      C) sólo III      D) I y II      E) todos
2. ¿Cuál de los siguientes procesos es un cambio químico?
- A) La fusión de la mantequilla      B) El avinagramiento de la leche  
C) La evaporación del agua de mar      D) El calentamiento del vidrio  
E) El aserrado de la madera
3. ¿Cuál de las siguientes cantidades de masa son iguales?
- I. 10 mg      II. 0,010 g      III. 0, 0010 Kg
- A) Ninguna      B) I y II      C) II y III      D) I y III      E) todas
4. El ion  $\text{Co}^{2+}$  tiene un  $Z = 27$  y un  $A = 59$ . Según estos datos es correcto afirmar que:
- A) 59 neutrones y 27 protones      B) 27 protones y 32 neutrones  
C) 29 protones y 27 electrones      D) 27 protones y 29 electrones  
E) 27 protones y 59 electrones
5. La configuración electrónica que representa al Ion  $\text{Ca}^{+2}$  cuyo  $Z=20$  es:
- A)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$       B)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$   
C)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$       D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$   
E)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$

NOMBRE

FECHA

**ANEXO 3: Tabulación de datos para los contenidos científicos que se indican**

**ESTRUCTURA ATÓMICA**

• **Número atómico y masa atómica**

KPSI		NA
4 <b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		1
2. Lo conozco un poco		1
3. Lo comprendo parcialmente		9
4. Lo comprendo bien		10
5. Lo puedo explicar a un compañero		10
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
1	0	0	0	0	1	100
1	0	0	0	0	1	100
9	2	22	3	33	4	44
10	6	60	2	20	2	20
10	7	70	1	10	2	20
31						

• **Configuración electrónica**

KPSI		NA
5 <b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		3
2. Lo conozco un poco		3
3. Lo comprendo parcialmente		6
4. Lo comprendo bien		12
5. Lo puedo explicar a un compañero		7
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
3	2	67	0	0	1	33
3	2	67	1	33	0	0
6	3	50	2	33	1	17
12	9	75	1	8	2	17
7	5	71	2	29	0	0
31						

• **Características de la unión iónica**

KPSI		NA
6 <b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		8
2. Lo conozco un poco		3
3. Lo comprendo parcialmente		13
4. Lo comprendo bien		5
5. Lo puedo explicar a un compañero		2
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
8	2	25	3	38	3	38
3	0	0	1	33	2	67
13	7	54	5	38	1	8
5	2	40	1	20	2	40
2	1	50	1	50	0	0
31						

• **Representación de moléculas e iones**

KPSI		NA
7 <b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		7
2. Lo conozco un poco		7
3. Lo comprendo parcialmente		10
4. Lo comprendo bien		7
5. Lo puedo explicar a un compañero		0
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
7	1	14	3	43	3	43
7	2	29	1	14	4	57
10	5	50	4	40	1	10
7	3	43	1	14	3	43
0	0	0	0	0	0	0
31						



• Geometría y polaridad de las moléculas

KPSI		NA
8	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	12
	2. Lo conozco un poco	7
	3. Lo comprendo parcialmente	11
	4. Lo comprendo bien	1
	5. Lo puedo explicar a un compañero	0
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
12	0	0	0	0	12	100
7	1	14	1	14	5	71
11	3	27	0	0	8	73
1	0	0	0	0	1	100
0	0	0	0	0	0	0
31						

▪ Polaridad de las moléculas

KPSI		NA
9	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	12
	2. Lo conozco un poco	7
	3. Lo comprendo parcialmente	11
	4. Lo comprendo bien	1
	5. Lo puedo explicar a un compañero	0
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
12	1	8	3	25	8	67
7	0	0	0	0	7	100
11	0	0	2	18	9	82
1	0	0	0	0	1	100
0	0	0	0	0	0	0
31						

**REACCION QUÍMICA, PRINCIPIOS Y CONCEPTOS SUBYACENTES**

• Los símbolos de los elementos químicos

KPSI		NA
10	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	1
	2. Lo conozco un poco	2
	3. Lo comprendo parcialmente	8
	4. Lo comprendo bien	13
	5. Lo puedo explicar a un compañero	7
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
1	0	0	0	0	1	100
2	1	50	1	50	0	0
8	8	100	0	0	0	0
13	12	92	1	8	0	0
7	7	100	0	0	0	0
31						

• Nomenclatura de compuestos

KPSI		NA
11	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	6
	2. Lo conozco un poco	8
	3. Lo comprendo parcialmente	9
	4. Lo comprendo bien	4
	5. Lo puedo explicar a un compañero	4
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
6	0	0	2	33	4	67
8	2	25	2	25	4	50
9	4	44	5	56	0	0
4	3	75	1	25	0	0
4	2	50	1	25	1	25
31						

• **Nomenclatura de compuestos**

KPSI	
Categorías	n° als
1. No lo se/ no lo comprendo	6
2. Lo conozco un poco	8
3. Lo comprendo parcialmente	9
4. Lo comprendo bien	4
5. Lo puedo explicar a un compañero	4
Total	31

PRE TEST Respuestas						
n° als	buenas	%	malas	%	omitidas	%
6	1	17	2	33	3	50
8	1	13	1	13	6	75
9	3	33	4	44	2	22
4	0	0	3	75	1	25
4	0	0	3	75	1	25
31						

• **Relación mol, masa molar, número de Avogadro**

KPSI	
Categorías	NA
1. No lo se/ no lo comprendo	2
2. Lo conozco un poco	9
3. Lo comprendo parcialmente	10
4. Lo comprendo bien	8
5. Lo puedo explicar a un compañero	2
Total	31

PRE-TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
2	0	0	0	0	2	100
9	2	22	0	0	7	78
10	6	60	0	0	4	40
8	5	63	0	0	3	38
2	2	100	0	0	0	0
31						

▪ **Relación mol, masa molar, número de Avogadro**

KPSI	
Categorías	NA
1. No lo se/ no lo comprendo	2
2. Lo conozco un poco	9
3. Lo comprendo parcialmente	10
4. Lo comprendo bien	8
5. Lo puedo explicar a un compañero	2
Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
2	1	50	0	0	1	50
9	2	22	0	0	7	78
10	3	30	0	0	7	70
8	2	25	0	0	6	75
2	1	50	0	0	1	50
31						

• **Relación mol, masa molar, número de Avogadro**

KPSI	
Categorías	NA
1. No lo se/ no lo comprendo	2
2. Lo conozco un poco	9
3. Lo comprendo parcialmente	10
4. Lo comprendo bien	8
5. Lo puedo explicar a un compañero	2
Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
2	0	0	1	50	1	50
9	0	0	1	11	8	89
10	1	10	4	40	5	50
8	1	13	3	38	4	50
2	0	0	2	100	0	0
31						

▪ Método de simple inspección

KPSI		NA
16	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	10
	2. Lo conozco un poco	11
	3. Lo comprendo parcialmente	5
	4. Lo comprendo bien	2
	5. Lo puedo explicar a un compañero	3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
10	0	0	5	50	5	50
11	0	0	1	9	10	91
5	0	0	1	20	4	80
2	0	0	1	50	1	50
3	0	0	1	33	2	67
31						

• Método de simple inspección

KPSI		NA
17	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	10
	2. Lo conozco un poco	11
	3. Lo comprendo parcialmente	5
	4. Lo comprendo bien	2
	5. Lo puedo explicar a un compañero	3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
10	1	10	3	30	6	60
11	2	18	2	18	7	64
5	0	0	0	0	5	100
2	0	0	2	100	0	0
3	0	0	2	67	1	33
31						

• Número de oxidación

KPSI		NA
18	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	5
	2. Lo conozco un poco	3
	3. Lo comprendo parcialmente	12
	4. Lo comprendo bien	8
	5. Lo puedo explicar a un compañero	3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	1	20	0	0	4	80
3	0	0	1	33	2	67
12	4	33	4	33	4	33
8	3	38	2	25	3	38
3	2	67	1	33	0	0
31						

• Número de oxidación

KPSI		NA
19	<b>Categorías</b>	
	1. No lo se/ no lo comprendo	5
	2. Lo conozco un poco	3
	3. Lo comprendo parcialmente	12
	4. Lo comprendo bien	8
	5. Lo puedo explicar a un compañero	3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	0	0	0	0	5	100
3	0	0	0	0	3	100
12	0	0	0	0	12	100
8	0	0	0	0	8	100
3	0	0	0	0	3	100
31						

• **Agente oxidante y reductor**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		5
2. Lo conozco un poco		7
3. Lo comprendo parcialmente		8
4. Lo comprendo bien		8
5. Lo puedo explicar a un compañero		3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	1	20	1	20	3	60
7	2	29	3	43	2	29
8	1	13	4	50	3	38
8	3	38	5	63	0	0
3	2	67	1	33	0	0
31						

• **Cantidad de producto que se forma en una reacción química**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		5
2. Lo conozco un poco		14
3. Lo comprendo parcialmente		7
4. Lo comprendo bien		2
5. Lo puedo explicar a un compañero		3
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	0	0	0	0	5	100
14	4	29	1	7	9	64
7	1	14	1	14	5	71
2	0	0	0	0	2	100
3	2	67	0	0	1	33
31						

• **Reactivo limitante**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		8
2. Lo conozco un poco		16
3. Lo comprendo parcialmente		4
4. Lo comprendo bien		2
5. Lo puedo explicar a un compañero		1
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
8	0	0	0	0	8	100
16	0	0	0	0	16	100
4	0	0	0	0	4	100
2	0	0	1	50	1	50
1	0	0	0	0	1	100
31						

• **Reactivo en exceso en una reactivo química**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		7
2. Lo conozco un poco		15
3. Lo comprendo parcialmente		5
4. Lo comprendo bien		2
5. Lo puedo explicar a un compañero		2
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
7	0	0	3	43	4	57
15	1	7	2	13	12	80
5	1	20	1	20	3	60
2	0	0	1	50	1	50
2	0	0	0	0	2	100
31						

**DISOLUCIONES Y ÁCIDO -BASE**

• **Identificación de soluciones**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		8
2. Lo conozco un poco		10
3. Lo comprendo parcialmente		5
4. Lo comprendo bien		3
5. Lo puedo explicar a un compañero		5
	<b>Total</b>	<b>31</b>

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
8	6	75	0	0	2	25
10	3	30	4	40	3	30
5	3	60	1	20	1	20
3	2	67	1	33	0	0
5	3	60	0	0	2	40
31						

• **Molaridad, % en masa, dilución**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		3
2. Lo conozco un poco		11
3. Lo comprendo parcialmente		7
4. Lo comprendo bien		6
5. Lo puedo explicar a un compañero		4
	<b>Total</b>	<b>31</b>

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
3	1	33	0	0	2	67
11	3	27	3	27	5	45
7	1	14	2	29	4	57
6	4	67	1	17	1	17
4	2	50	0	0	2	50
31						

• **Cálculo de concentración**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		5
2. Lo conozco un poco		12
3. Lo comprendo parcialmente		5
4. Lo comprendo bien		5
5. Lo puedo explicar a un compañero		4
	<b>Total</b>	<b>31</b>

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	0	0	0	0	5	100
12	0	0	1	8	11	92
5	0	0	1	20	4	80
5	0	0	2	40	3	60
4	0	0	1	25	3	75
31						

• **Expresión de constante de equilibrio**

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		5
2. Lo conozco un poco		6
3. Lo comprendo parcialmente		11
4. Lo comprendo bien		6
5. Lo puedo explicar a un compañero		3
	<b>Total</b>	<b>31</b>

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
5	3	60	0	0	2	40
6	4	67	1	17	1	17
11	8	73	3	27	0	0
6	5	83	1	17	0	0
3	1	33	0	0	2	67
31						

• Teoría Bronsted Lowry

28

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		10
2. Lo conozco un poco		5
3. Lo comprendo parcialmente		6
4. Lo comprendo bien		8
5. Lo puedo explicar a un compañero		2
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
10	1	10	1	10	8	80
5	0	0	1	20	4	80
6	0	0	1	17	5	83
8	1	13	3	38	4	50
2	1	50	0	0	1	50
31						

• Definición de pH

29

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		3
2. Lo conozco un poco		4
3. Lo comprendo parcialmente		7
4. Lo comprendo bien		10
5. Lo puedo explicar a un compañero		7
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
3	2	67	0	0	1	33
4	4	100	0	0	0	0
7	5	71	1	14	1	14
10	9	90	0	0	1	10
7	5	71	1	14	1	14
31						

• Cálculo de pH

30

KPSI		NA
<b>Categorías</b>		
1. No lo se/ no lo comprendo		3
2. Lo conozco un poco		5
3. Lo comprendo parcialmente		8
4. Lo comprendo bien		6
5. Lo puedo explicar a un compañero		9
	Total	31

PRE TEST Respuestas						
NA	RC	%	RI	%	PO	%
3	0	0	0	0	3	100
5	0	0	0	0	5	100
8	0	0	3	38	5	63
6	1	17	3	50	2	33
9	1	11	3	33	5	56
31						