



*Estrategias de enseñanza, promotoras de  
aprendizaje profundo en el tema Equilibrio  
Químico*

Liliana Darré

Directora Académica: Dra. María H. Torre

Directoras de Tesis: Dra. María H. Torre y Mag. María Dibarboure

***A María H. Torre (Mariela), por su constante, incansable y tenaz apoyo que me ha brindado a lo largo de este camino.***

## **Agradecimientos**

**A mis Directoras de Tesis:** Dra. María H. Torre y Mag. María Dibarboure, por sus aportes, sus correcciones y el compromiso que han tenido en su ayuda para desarrollar este trabajo.

**A los integrantes del tribunal de esta Tesis:** Mag. Cristina Rebollo, Dra. Valery Bühl y Dra. Ana Rey por haber aceptado integrar el tribunal con el trabajo y compromiso que ello implica.

**A la Dra. Valery Bühl,** por los aportes realizados en la evaluación del informe de avance y por los conocimientos adquiridos en la pasantía.

**A los profesores referentes:** Mónica Franco, Myriam Freitas, Mabel Giles, Gustavo Laborde, Cristina Rebollo, Eduardo Santi, Lucía Otero y Julia Torres que colaboraron con sus conocimientos y opiniones en la construcción y validación del cuestionario utilizado para la recolección de datos.

**A mis compañeras docentes:** Griselda Firpo, Silvana Flecchia y Anabela Pizzolli por haber colaborado en la primera revisión de la encuesta.

**A mis colegas docentes:** a todos aquellos docentes anónimos, que dedicaron su tiempo para responder el cuestionario utilizado.

**Al Dr. Alejandro Amaya,** por impulsarme en el tema de esta tesis.

**A la Comisión Directiva de la Asociación de Educadores de Química (ADEQ),** por la difusión de la encuesta.

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Capítulo 1.</b> Introducción.....	6
<b>Capítulo 2.</b> Antecedentes y Marco teórico.....	10
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. Marco teórico.....	13
2.2.1. Enseñanza del tema Equilibrio Químico y dificultades encontradas para la comprensión de la temática.....	14
2.2.2. Aprendizaje Profundo.....	17
2.2.2.1. Conceptualización.....	17
2.2.2.2. Factores que promueven el Aprendizaje Profundo.....	21
<b>Capítulo 3.</b> Problema y Objetivos.....	23
<b>Capítulo 4.</b> Metodología de la Investigación.....	24
4.1. Encuesta.....	24
4.1.1. Convocatoria.....	24
4.1.2. Poblaciones y muestras.....	26
4.2. Instrumento.....	26
4.2.1. Elaboración.....	26
4.2.2. Descripción.....	27
4.3. Análisis de datos.....	27
<b>Capítulo 5.</b> Resultados y discusión. Educación terciaria.....	29
5.1. Datos generales.....	29
5.1.1. Edad.....	30
5.1.2. Cursos dictados por los docentes.....	30
5.1.3. Carreras a los que pertenecen los cursos dictados por los encuestados.....	31
5.1.4. Distribución zonal.....	31
5.1.5. Años de trabajo a nivel terciario.....	32
5.1.6. Último nivel educativo completo.....	33
5.2. Enseñanza del tema Equilibrio Químico.....	34
5.2.1. Diagnóstico.....	34
5.2.1.1. Conocimientos previos priorizados por los docentes.....	34
5.2.1.2. Realización de un diagnóstico.....	37
5.2.1.3. Modalidades de diagnóstico.....	39
5.2.1.4. Utilización de la información del diagnóstico.....	40
5.2.2. Inicio del tema.....	42
5.2.2.1. Conceptos utilizados.....	42
5.2.2.2. Dimensiones de análisis de la temática.....	46
5.2.2.3. Actividad disparadora.....	47
5.2.3. Secuencia de contenidos.....	48
5.2.4. Acciones para el desarrollo del tema.....	52

5.2.5. Actividades de evaluación.....	57
5.2.6. Actividades de cierre.....	60
5.2.7. Bibliografía recomendada por los docentes.....	62
5.2.8. Dificultades detectadas en el desarrollo del tema.....	63
5.2.9. Comentarios finales de los docentes.....	66
<b>Capítulo 6. Resultados y discusión. Educación Media.....</b>	<b>67</b>
6.1. Datos generales.....	67
6.1.1. Edad.....	67
6.1.2. Tiempo de dictado del tema Equilibrio Químico.....	68
6.1.3. Subsistemas a los que pertenecen los cursos dictados.....	68
6.1.4. Distribución zonal.....	69
6.1.5. Años de trabajo a nivel medio.....	70
6.1.6. Último nivel educativo completo.....	70
6.2. Enseñanza del tema Equilibrio Químico.....	72
6.2.1. Diagnóstico.....	72
6.2.1.1. Conocimientos previos priorizados por los docentes.....	72
6.2.1.2. Realización del diagnóstico.....	76
6.2.1.3. Modalidades de diagnóstico.....	78
6.2.1.4. Utilización de la información del diagnóstico.....	79
6.2.2. Inicio del tema.....	81
6.2.2.1. Conceptos utilizados.....	81
6.2.2.2. Dimensión de análisis de la temática.....	85
6.2.2.3. Actividad disparadora.....	86
6.2.3. Secuencia de contenidos.....	87
6.2.4. Acciones para el desarrollo del tema.....	91
6.2.5. Actividades de evaluación.....	98
6.2.6. Actividades de cierre.....	99
6.2.7. Bibliografía recomendada por los docentes.....	101
6.2.8. Dificultades detectadas en el desarrollo del tema.....	102
6.2.9. Comentarios finales de los docentes.....	105
<b>Capítulo 7. Conclusiones.....</b>	<b>106</b>
<b>Capítulo 8. Propuestas y perspectivas futuras.....</b>	<b>112</b>
<b>Bibliografía Referida.....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo I.....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo II.....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo III.....</b>	<b>136</b>

## RESUMEN

El tema Equilibrio Químico es fundamental en el aprendizaje de la Química ya que permite complementar la comprensión de las reacciones químicas, los procesos dónde ellas intervienen y transversalizar los conocimientos del equilibrio a la naturaleza, a la aplicación industrial y su importancia económica y también a aquellos aspectos relacionados con la vida cotidiana. El abordaje de este tema tiene características importantes a destacar y que justifican que su enseñanza se elija como objeto de estudio para la investigación: *se trata de un tema estructurante dentro de la química, implica un elevado número de conocimientos relacionados, llega a una población estudiantil amplia (educación media y terciaria) y también es un tema difícil de aprender y por tanto de enseñar.*

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de educación terciaria y media para trabajar el tema Equilibrio Químico y su relación con la promoción del Aprendizaje Profundo.

Para realizar la investigación se utilizó una encuesta anónima, cuyo cuestionario incluyó preguntas generales acerca de la edad, formación y lugar de trabajo de los encuestados y sobre la enseñanza del equilibrio químico (diagnóstico, actividades disparadoras, conceptos utilizados al inicio del tema, desarrollo, actividades para el cierre y evaluación). Estas preguntas fueron en algunos casos dicotómicas, en otros de elección múltiple y también de respuesta abierta. En términos generales, las respuestas obtenidas correspondieron a docentes con experiencia, contando la mayoría de ellos con títulos de grado y/o posgrado. Como resultado del análisis cuanti y cualitativo de la información recabada se logró dar respuesta a las interrogantes planteadas inicialmente: ¿Cómo enseñan los docentes de Educación Terciaria y los docentes de Educación Media el tema del Equilibrio Químico? ¿De qué recursos se valen para la enseñanza? ¿Hay en las propuestas la creación de un contexto que aliente el Aprendizaje Profundo del estudiante?

Queda planteado como continuación de este trabajo el estudio de los aprendizajes de los estudiantes, crear mecanismos para lograr una concordancia entre los conocimientos que surgen de la investigación didáctica y lo que realmente se hace en las distintas situaciones de aula, así como profundizar en la investigación en Didáctica de las Ciencias en general y en Didáctica de la Química en particular en nuestro país.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

***“Parece que no existe tópico en la química introductoria universitaria que presente más dificultades a los estudiantes que el del equilibrio químico. Después de tratar durante más de 30 años de dar respuestas claras a sus preguntas he llegado a lograr gran simpatía con ellos, dándome cuenta de que el tema es inherentemente uno difícil.”*** (Hildebrand, 1946, pág. 589).

La cita que inicia esta introducción, da cuenta de una idea conocida por los docentes que trabajan la temática del Equilibrio Químico.

La Química es una de las disciplinas que se enseña desde el inicio de la educación formal, teniendo así presencia en los planes de estudios dispuestos por la ANEP en toda la educación básica. Por otra parte, es una disciplina que en los últimos tiempos ha tenido un crecimiento científico relevante. A modo de ejemplo, se mencionan algunas de las áreas en las cuales se han producido avances importantes: desarrollo del análisis químico, determinación de estructuras cada vez más complejas, descubrimiento de nuevos catalizadores y obtención de nuevos materiales, como polímeros y nanomateriales, conocimiento de nuevos sistemas inorgánicos en medios biológicos, entre otros (High y Penkman, 2020; Veiga *et al.*, 2021; Anugam *et al.*, 2023; Shaik *et al.*, 2023).

Los avances señalados han exigido una constante actualización por parte de los docentes de manera de poder vincular la realidad con las temáticas a ser estudiadas.

Al mismo tiempo y más allá de la necesidad de actualización de los docentes, la problemática por la enseñanza de saberes considerados básicos para la escolarización se mantiene, tal como lo plantean quienes hacen investigación didáctica, como se comentará posteriormente.

El tema Equilibrio Químico es un tema fundamental en el aprendizaje de la Química ya que permite complementar la comprensión de las reacciones químicas, los procesos donde ellas intervienen y transversalizar los conocimientos del equilibrio a la naturaleza, a la aplicación industrial y su importancia económica y también a aquellos aspectos relacionados con la vida cotidiana, como por ejemplo la regulación del pH en la sangre, la formación de la capa de ozono, la adaptación al mal de altura, entre otros (Irazoque, 2015).

El abordaje de este tema tiene otras características importantes a destacar y que justifican que su enseñanza se elija como objeto de estudio para la investigación:

**a) se trata de un tema estructurante dentro de la química**

La temática del Equilibrio Químico forma parte de un eje estructural de la Química referido a los procesos químicos (Vetere *et al.*, 2017; Irazoque, 2015; Raviolo, 2007; Caamaño, 2003). Se entiende por concepto estructurante aquel cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo la adquisición de nuevos conocimientos, así como una organización diferente de datos e incluso la transformación de conocimientos anteriores. Permite al alumno incorporar aspectos que antes no se tomaban en cuenta o se les daba otro significado (Gagliardi, 1986). El Equilibrio Químico es entonces un tema de importancia central en el aprendizaje de Química ya que estructura conceptos químicos fundamentales como el de transformaciones químicas. Sin el concepto de Equilibrio Químico el estudio de las reacciones químicas quedaría incompleto, y éste necesita para su explicación un estudio profundo del concepto de reversibilidad, sin descartar otros. (Irazoque *et al.*, 2016).

Por tal razón también lo ha sido en el campo de la investigación didáctica. En un trabajo realizado por Raviolo y Martínez, (2003) se explicita que es la temática más estudiada, involucrando casi el 60% de las investigaciones. A pesar de ello, y como es propio de las líneas de investigación, aún existen muchos aspectos en que es necesario profundizar para aportar conocimiento de las realidades de nuestro país.

**b) implica un elevado número de conocimientos relacionados**

Como consecuencia del punto a), el tema Equilibrio Químico es uno de los que se vinculan con un mayor número de conceptos, por ejemplo: reacción química, ecuación química, reversibilidad y concentración. Según Rocha *et al.* (2000), implica que para su enseñanza sea necesario abordar esas temáticas anteriormente, y asegurarse su comprensión.

Además, para el tratamiento del tema y la resolución de problemas o ejercicios se necesitan herramientas matemáticas consolidadas y conceptos físicos que pueden o no estar asentados en los alumnos. Estas características del tema llevan a dificultades particulares que en otros temas no se encuentran.

**c) llega a una población estudiantil amplia (educación media y terciaria)**

El tema Equilibrio Químico se trabaja en muchos cursos de diferentes carreras lo que hace que la enseñanza del tema impacte en una masa estudiantil importante. Se enseña en varios niveles diferentes de la escolarización.

Los cursos de Química de Educación Secundaria en los que se estudia el tema están dirigidos a alumnos del último año de bachillerato de las opciones Ciencias Biológicas, Ciencias Agrarias y Físico-Matemática mientras que en Educación Media Tecnológica (EMT) se dirigen, por ejemplo, a alumnos de segundo año de EMT Química Industrial o Agrario.

También se dicta en cursos terciarios de Química General y de Fisicoquímica, correspondientes al Consejo de Formación en Educación (CFE) y en diferentes

facultades de la Universidad de la República (UdelaR) como en las Facultades de Química, Ciencias, Ingeniería, Agronomía, entre otras, y en la carrera compartida de Tecnólogo Químico.

**d) es un tema difícil de aprender y por tanto de enseñar**

La dificultad en el aprendizaje del tema Equilibrio Químico es reconocida desde hace muchas décadas constituyendo un desafío importante para el docente que enseña y un esfuerzo para el aprendiz. La cita que inicia esta introducción plantea la idea ya desde el 1946.

Posteriormente, varios investigadores continuaron reportando que este tema es uno de los más complejos desde el punto de vista didáctico, coincidiendo en los aspectos de mayor conflicto, así como en las dificultades de aprendizaje detectadas (Rocha *et al.*, 2000; Quílez y Solaz, 1995).

La conceptualización de Equilibrio Químico implica un elevado nivel de abstracción, dado el alto grado de complejidad y especificidad. Dentro de las dificultades asociadas al tema se pueden mencionar algunas como, por ejemplo, la naturaleza dual (dinámica desde la dimensión corpuscular, pero constante desde lo macroscópico), la reversibilidad de las reacciones químicas, la constante de equilibrio, el uso del Principio de Le Chatelier (Irazoque, 2015).

Hasta aquí se ha planteado la justificación del tema Equilibrio Químico como temática de interés para indagar sobre la enseñanza.

Otro aspecto que interesa destacar es la importancia de la investigación didáctica enmarcada en este tema.

En Uruguay los docentes que trabajan en la Educación Media en su mayoría provienen de una formación específica para la enseñanza. El proceso de formación se realiza en centros creados para tal fin priorizándose los contenidos y las metodologías de enseñanza, quedando la formación en investigación en un segundo plano. A pesar de ello existen algunos trabajos nacionales (Benia *et al.*, 2013; Britos, 2011), que han aportado conocimiento didáctico sobre el tema.

La presente investigación pretende formar parte de los trabajos nacionales relacionados con metodologías de enseñanza. Se buscó indagar sobre las formas en que los docentes de Educación Media y Terciaria trabajan con sus alumnos la temática del Equilibrio Químico.

Irazoque (2015), en su tesis doctoral plantea la importancia que tiene para la investigación y la mejora de la práctica docente del profesorado, el conocimiento actualizado de la disciplina (CA) definido por Cañal, (Cañal, 2011), el conocimiento curricular (CC) y el conocimiento didáctico del contenido (CDC) definidos por Shulman en la década del 1980 (Shulman, 2005).

A continuación se amplían estos conceptos:

- conocimiento actualizado de la disciplina (CA), el profesor debe tener un sólido conocimiento de los conceptos, modelos y teorías de las ciencias que va a enseñar y un conocimiento actualizado de la naturaleza de las ciencias y el trabajo de los científicos (Cañal, 2011).

- conocimiento curricular (CC) del docente que incluye conocimiento sobre planes, programas, recursos, libros, software, demostraciones de laboratorio diseñados para la enseñanza (Shulman, 2005).
- conocimiento didáctico de contenido (CDC) que refiere al saber del docente relacionado con la enseñanza del tema como lo son las metodologías y las estrategias (Shulman, 2005).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente cualquier aporte que refuerce los conocimientos previamente citados constituirá una mejora en la enseñanza. Con este trabajo de tesis se espera poder contribuir a la producción de conocimiento didáctico del tema.

En este marco, que se relaciona con la importancia de una temática esencial para la Química y al mismo tiempo, la necesidad de seguir indagando sobre la enseñanza como búsqueda de superación de las dificultades para su aprendizaje, la presente investigación pretendió indagar sobre cómo enseñan los docentes de Educación Terciaria y los docentes de Educación Media el tema del Equilibrio Químico y de qué recursos se valen para la enseñanza.

Se trata entonces, de tener una posible caracterización de lo que ocurre en nuestro país que permita, con la información obtenida, intervenciones en pos de la mejora de la enseñanza del tema.

Por otra parte, se buscó dar respuesta a la pregunta de si hay en las propuestas la creación de un contexto que aliente el Aprendizaje Profundo del estudiante.

Este trabajo de tesis se ha organizado de la siguiente forma:

El capítulo 1 contiene la introducción, ya presentada.

El capítulo 2 dará cuenta de los antecedentes considerados para la investigación y el marco teórico realizado con el que serán analizados posteriormente los resultados.

El capítulo 3 explicita el problema y las preguntas que configuran el trabajo, así como el objetivo general y los específicos, que orientaron la investigación.

El capítulo 4 es el que muestra la metodología usada para la búsqueda de la información con su respectiva justificación.

Los capítulos 5 y 6 muestran los resultados obtenidos a partir de encuestas realizadas a docentes de Educación Terciaria y Media y la discusión de los mismos.

El capítulo 7 presenta las conclusiones y una posible proyección desde ellas.

Los Anexos I, II y III, complementan la información. El Anexo I presenta las preguntas originales propuestas a los encuestados, docentes de Educación Terciaria y de Educación Media. El Anexo II, muestra los resultados de los análisis estadísticos realizados, tanto de estadística descriptiva como inferencial.

El Anexo III presenta nubes de palabras utilizadas en las respuestas abiertas del cuestionario que complementan la agrupación presentada en los capítulos de resultados.

## CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Como docente en ejercicio, investigar en Enseñanza de las Ciencias es un reto desafiante pero necesario si se busca una mejora en la calidad de la educación.

Es desde ese lugar que se pensó este trabajo que buscó caracterizar las metodologías de enseñanza utilizadas por docentes uruguayos relacionadas con el tema de Equilibrio Químico y su Aprendizaje Profundo.

### 2.1. ANTECEDENTES

***“Todo sistema en equilibrio químico estable sometido a la influencia de una causa exterior que tiende a hacer variar su temperatura o su condensación, (presión, concentración, número de moléculas por unidad de volumen) en su totalidad o solamente en alguna de sus partes sólo puede experimentar unas modificaciones interiores que, de producirse solas, llevarían a un cambio de temperatura o de condensación de signo contrario al que resulta de la causa exterior.”*** (Le Chatelier (1884), citado por Quílez y Sanjosé, 1996, pág. 382)

Ya desde 1993 Quílez *et al.* (Quílez *et al.*, 1993) se refieren a la necesidad de un cambio en la enseñanza del equilibrio químico. En particular abordan la problemática de un subtema como es el Principio de Le Chatelier. En ese artículo reseñan muy sintéticamente la historia del principio de Le Chatelier, planteando cómo para diferentes autores el principio es vago e impreciso, sugiriéndose en 1985 que sea reemplazado por una adecuación didáctica de las leyes de Van't Hoff del equilibrio. Las limitaciones señaladas en el artículo inducen a pensar que de algún modo las dificultades en la comprensión del concepto de equilibrio están relacionadas también con las vaguedades conceptuales señaladas.

El conocer los fundamentos epistemológicos e históricos puede brindar al docente ideas sobre cuáles pueden ser las principales dificultades en el aprendizaje de determinados contenidos (Furió *et al.*, 2012).

Volviendo al trabajo de Quílez *et al.*, como trabajo paradigmático y de especial interés histórico para la presente investigación, los autores expresan:

*“que hay abundante bibliografía que discute la formulación ambigua y la supuesta validez del principio de Le Chatelier”* (Quílez *et al.*, 1993, p. 283).

Y se agrega:

*“pensamos que éste sigue presentándose tanto por los profesores como por los libros de texto de una forma simplificada, sin hacer referencia explícita a sus limitaciones, por lo que puede aparecer como un principio*

infalible que prediga, en cualquier caso, la evolución de un sistema en equilibrio.” (Quílez *et al.*, 1993, p 283).

Según los autores, este enfoque hace que los estudiantes hagan una aplicación mecánica, sin el debido control de variables y no utilicen la expresión de la constante de equilibrio para apoyar sus predicciones.

La investigación realizada en su momento (1993) consistió en el análisis de libros de texto de Química General utilizados en Educación Media y primer año de la Universidad a los que se interpeló con un conjunto de preguntas orientadoras para su análisis.

El trabajo concluye que hay énfasis en los autores de los libros de Química General en la formulación del principio de Le Chatelier,

“empleando para ello un enunciado de marcado carácter inductivo, que carece de fundamentación teórica y que no muestra sus limitaciones, y utilizándose como guía infalible en la predicción de la evolución de un sistema en equilibrio por la variación de las variables que lo definen” (Quílez *et al.*, 1993, pp 286-287)

Se encuentra en este trabajo una relación entre la historia y epistemología de las ciencias – en este caso el principio de Le Chatelier- con la enseñanza. Según Sánchez (2009), realizar el estudio de la naturaleza histórico epistemológica de los conceptos y modelos en Química, es importante porque posibilita tratar los problemas de orden didáctico.

Enfatizando en este aspecto, la reflexión histórica en la enseñanza de las ciencias, en general, permite establecer cómo se fueron construyendo los nuevos conceptos. Esta reconstrucción histórica del concepto de Equilibrio Químico o de alguno de sus subtemas puede ayudar a comprender la dificultad intrínseca del concepto (Moncaleano, 2008), así como también su dificultad para ser enseñando y aprendido, aspecto ya mencionado anteriormente.

En particular, la construcción y desarrollo del concepto de Equilibrio Químico se inició dentro del marco teórico de las afinidades químicas (Quílez, 2002) que fueron tabuladas a fines del siglo XVIII. Si bien ya se conocían reacciones que transcurrían en sentido inverso al de las afinidades, estas observaciones no cuestionaron, en su momento, el marco teórico de las afinidades químicas (Ganaras y Dumont, 2003).

Fue Berthollet (1798) quien luego de sus observaciones realizadas en la formación de sosa de los lagos cercanos al Cairo, postuló la reacción de formación como  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl} = \text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ , contraria a la dirección según las afinidades químicas (Quílez, 2022).

Para aquellas reacciones químicas que se producían de manera inversa a lo esperado según las tablas de afinidad, Berthollet consideró que el factor masa podía ser el responsable del cambio del sentido de la reacción tal como lo manifiesta en sus publicaciones de 1801 y 1803. A partir del aporte de Berthollet

se debió admitir que las reacciones químicas se podían producir en ambos sentidos. Se introducen dos nuevos aspectos de las reacciones químicas, que serán claves en la posterior construcción del concepto de Equilibrio Químico: la idea de reacción incompleta y de invertibilidad de las reacciones (Quílez, 2022).

Para estas reacciones, Guldberg y Waage, en 1864, a partir de datos experimentales obtuvieron una relación constante entre las concentraciones de los productos y los reactivos. Esta relación llamada constante de equilibrio, fue justificada a partir de 1877 en los trabajos de Van't Hoff, utilizando dos aproximaciones teóricas, una cinética y otra termodinámica (Quílez, 2022).

El estudio cinético lo desarrolló expresando las constantes de equilibrio a partir de ecuaciones de velocidad elementales, aportando la definición de orden de reacción, la variación de las constantes de velocidad y del equilibrio con la temperatura y de la doble flecha ( $\rightleftharpoons$ ), para referirse al Equilibrio Químico.

La justificación termodinámica tiene sus bases principalmente en las ideas de energía libre de finales del siglo XIX. Es la que explica los cambios químicos de una forma más general, presentando prerrequisitos conceptuales complejos que no siempre son enseñados antes de tratar el tema Equilibrio Químico (Moncaleano, 2008) como conceptos de espontaneidad y energía libre.

La investigación de Moncaleano (Moncaleano, 2008) también indaga sobre las dificultades de aprendizaje de la temática del Equilibrio Químico. Parte de una hipótesis que refiere a las dificultades mencionadas y concluye:

“que los estudiantes indagados no tienen claro a qué problema estructurante responde la necesidad de estudiar el concepto de equilibrio químico en gran parte porque en la introducción del tema de equilibrio químico en la clase y en los libros de texto muy pocos profesores se preocupan por explicar qué problema resuelve este concepto.” (Moncaleano, 2009).

Y agrega:

- No le dan importancia al hecho de que los alumnos deben comprender a qué problema se enfrentan al comenzar el estudio del tema.
- No tienen en cuenta la importancia de la relación entre la comprensión de la intencionalidad del estudio del tema y la motivación y participación comprometida en el proceso de aprendizaje
- Al inicio del tema no explican directamente que el objeto de estudio son las reacciones que no se completan y durante el proceso tampoco se llega a aclarar por qué no ocurre reacción si aún hay reactivos presentes.

- La enseñanza no explicita el desarrollo histórico que condujo a la construcción del concepto de equilibrio químico. (Moncaleano 2009, pp 329-330)

Los datos obtenidos en esta investigación han sido útiles para pensar y elaborar las preguntas que fueron planteadas en el cuestionario de la indagatoria.

La tesis de Moncaleano trabajó la temática desde la perspectiva de los estudiantes. La otra investigación doctoral que se ha mencionado es desde la perspectiva de los docentes y refiere al conocimiento didáctico del contenido que tienen los docentes mexicanos sobre la temática del equilibrio y fue realizada por Irazoque en 2015.

En dicha tesis la autora se pregunta que debe saber un docente para trabajar el tema del Equilibrio Químico y promover desde la enseñanza un saber significativo en los estudiantes y más específicamente, por qué un docente que tiene una buena comprensión del tema e incluso fue formado para enseñarlo no parece tener éxito en su enseñanza.

Como antecedente, el desarrollo de esta tesis fue de interés porque permitió comprender dentro de la problemática de la enseñanza del tema Equilibrio, la red de conceptos previos que el estudiante debe tener- o se considera que debería tener- como es la concepción de sistema cerrado, proceso reversible, igualdad de velocidades, constancia de concentraciones e interpretación de la constante de equilibrio (Irazoque, 2015)

En la región, Raviolo (2005, 2006, 2007 y 2010) ha puesto el foco en sus investigaciones y aportes teóricos al tema del Equilibrio Químico y su enseñanza. La lectura de esta bibliografía fue de interés como antecedente en tanto varias de sus publicaciones dan indicios sobre las posibles acciones para la enseñanza del tema, como lo son el trabajo con imágenes (2006), con analogías (2007), recuperando la historia (2007) y con simulaciones (2010). Estas acciones fueron tenidas en cuenta en el cuestionario elaborado.

A nivel nacional es posible encontrar una investigación (Britos, 2011) que trabaja sobre las dificultades en la enseñanza del tema Equilibrio Químico en Educación Media. En ella se concluye que las dificultades están relacionadas con la propia complejidad del tema a enseñar- tal como lo señala la bibliografía-, la modalidad en que es enseñando el tema (transmisiva) y la selección no adecuada de trabajos prácticos para abordarlo.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

En vista de la importancia del tema del Equilibrio Químico para el aprendizaje de la química, el trabajo realizado en la presente tesis, buscó analizar cómo se está enseñando el tema a nivel terciario y secundario, cuáles son las dificultades observadas por los docentes, qué estrategias y recursos recomendados para promover el Aprendizaje Profundo se utilizan, a los efectos de que esta

información pueda tomarse como insumo para la elaboración de propuestas didácticas relacionadas con el tema.

### **2.2.1. Enseñanza del tema Equilibrio Químico y dificultades encontradas para la comprensión de la temática**

Se ha mencionado en párrafos anteriores que la temática tiene dificultades por parte de los alumnos para su comprensión y por tanto supone un reto para su enseñanza.

La didáctica muestra que comprender los obstáculos para el aprendizaje de las ideas de la química da pie a pensar creativamente una enseñanza que permita superarlos. (Caamaño 1999; Gabel 1999).

Entre las dificultades más mencionadas en la bibliografía, está la existencia de *diferentes niveles de descripción de la materia* y la forma en que se suelen interpretar propiedades y fenómenos; también el lenguaje simbólico utilizado para esas descripciones y el uso de diferentes modelos y teorías (Benarroch, 2000). El hecho de que los estudiantes deban moverse entre los distintos niveles de descripción de la materia utilizando el lenguaje de un modo que no siempre diferencia explícitamente el nivel que se está analizando, ha sido señalado como una de las causas de las dificultades intrínsecas de la química en general y del tema equilibrio en particular. (Caamaño, 2003; Caamaño y Oñorbe, 2004).

La investigación en educación coincide con lo expresado anteriormente en señalar que gran parte de las ideas previas relacionadas al tema Equilibrio Químico son generadas en el proceso de enseñanza formal del tema y otras son heredadas del aprendizaje de otros temas. (Irazoque et al., 2016)

Sin duda, la investigación educativa constituye un proceso que cada vez toma mayor importancia para renovar y mejorar los ambientes institucionales de enseñanza y aprendizaje, posibilitando transformaciones favorables que impacten positivamente en el aprendizaje de los estudiantes. (Muñoz Martínez y Garay Garay, 2015).

Se debe enfatizar la importancia de la investigación educativa (en este caso didáctica, ya que ésta contribuye a la formación de los docentes al crear nuevos conocimientos, estimular la creatividad y el pensamiento crítico, dar lugar a la innovación, entre otros aspectos, y por lo tanto vitalizar la enseñanza. Como expresan Patiño-Sierra y Barragán:

“La innovación docente llevada al aula de clase no versa necesariamente sobre la creatividad para enseñar a partir de lo que se tiene disponible, sino para generar nuevo material académico que lleve la enseñanza, el aprendizaje, y por tanto la educación, hacia nuevos escenarios para crear, transmitir y apropiar conocimiento.” (Patiño-Sierra y Barragán, 2022, p 150)

Otra dificultad reportada por Benia *et al.* (2013) es que en algunos casos los docentes se esfuerzan por utilizar un lenguaje químicamente riguroso en la

enseñanza de los conceptos relacionados con el Equilibrio Químico, y eso conduce al uso de términos y expresiones muy complejas que el estudiante no necesariamente entiende, pero que luego es capaz de repetir sin una apropiación de los conceptos.

Un tercer aspecto que no favorece la comprensión de la temática es lo que ocurre con la bibliografía recomendada para su estudio en donde existen diferencias en el ordenamiento de los temas y en algunos casos los conceptos previos necesarios están en capítulos posteriores o están dados en profundidades inadecuadas.

Esto puede generar una dificultad adicional en el estudio del tema, por tanto, la elección del libro de texto a recomendar se torna muy importante, ya que constituye un apoyo para el estudiante, pero puede inducir a errores, debiendo ser revisado por el profesor al igual que el resto de los materiales utilizados en el aula (del Pozo, 2013).

El relevamiento de libros de texto usualmente recomendados, permite también enmarcar el problema que origina el proyecto de esta investigación y por tal razón fue estudiado con más detalle cómo se señala en párrafos siguientes. Específicamente se buscó rastrear la secuencia de contenidos en el capítulo Equilibrio Químico y la ubicación del capítulo en la bibliografía usualmente recomendada en nuestro país.

Con respecto a la *secuencia de contenidos* en el capítulo denominado Equilibrio Químico, se presenta en la tabla 1 la bibliografía de Química General, usualmente recomendada para el tema y agrupada según los contenidos. Para su mejor comprensión se simplificaron los mismos.

**Tabla 1. Secuencia de contenidos planteada en la bibliografía en el capítulo Equilibrio Químico**

Grupo	Autores	Secuencia de contenidos
1	Brown, LeMay y Bursten (2004) Chang (1998) Kotz y Treichel (2003) Mortimer (1983) Mahan (1986)	El concepto de Equilibrio Químico. La constante de equilibrio. Cálculo de constantes de equilibrio. El principio de Le Chatelier
2	Dickerson, Gray y Haight (1993)	Reacciones espontáneas. El equilibrio y la constante de equilibrio. Utilización de las constantes de equilibrio. Factores que afectan el equilibrio: Principios de Le Chatelier. Temperatura. Presión. Catálisis. Equilibrio en solución acuosa.
3	Masterton y Slowinski (1974) Whitten, Davis y Peck (1988) Moore et al. (2000)	Concepto de Equilibrio Químico. La constante de equilibrio. Factores que afectan a los equilibrios. Aplicación de un cambio a un sistema en equilibrio. Relación entre $\Delta G^\circ$ y la constante de equilibrio.
4	Atkins y Jones (2006)	Reacciones en equilibrio (Reversibilidad de las reacciones. Equilibrio y ley de acción de masas. Origen termodinámico). Constantes de equilibrio. Respuesta de los equilibrios a los cambios en las condiciones

De los cuatro grupos de la tabla 1 se puede visualizar que, en términos generales, todos los textos contienen una secuencia similar a la planteada en el grupo 1: se describen primero algunos conceptos básicos, luego se tratan los aspectos cuantitativos del estado de equilibrio y finalmente se presentan los factores que afectan a los sistemas en equilibrio.

A pesar de ello, las diferencias en los grupos 2, 3 y 4 radican en que hay otros temas planteados al principio o al final del capítulo. Por ejemplo el grupo 2, formado por un solo texto, incluye al principio referencia a las reacciones espontáneas, pero no a la variación de energía libre estándar y su relación con la constante de equilibrio y al final trata el equilibrio en solución acuosa. Los demás textos presentan un capítulo aparte sobre este subtema.

En los grupos 3 (al final del tema) y 4 (al comienzo) se relacionan los cambios de energía libre estándar con la constante de equilibrio.

Con respecto a la ubicación del capítulo en el índice del libro, en los textos de Química General incluido en el grupo 1 se encontró que la mayor parte de los autores presenta el capítulo referido al Equilibrio Químico antes del tratamiento de los aspectos termodinámicos de las reacciones químicas (Brown, LeMay y

Bursten, 2004; Chang, 1998; Kotz y Treichel, 2003; Mahan (1986), Mortimer, 1983).

Por otra parte, el texto del grupo 2 presenta primeramente el capítulo de Equilibrio Química y en capítulos posteriores a éste se retoma tema bajo el subtítulo equilibrio y energía libre.

En el grupo 3 y 4, en el capítulo de Equilibrio Químico, como ya se planteó, se relacionan los cambios de energía libre estándar con la constante de equilibrio. Consecuentemente, el capítulo de termodinámica se encuentra previamente.

La información presentada en párrafos anteriores, permitió no sólo tenerla en cuenta en la elaboración del cuestionario sino también en el análisis de los resultados obtenidos.

## 2.2.2.- Aprendizaje Profundo

### 2.2.2.1.- Conceptualización

Las investigaciones realizadas por Ference Marton y Roger Saljö reportadas en 1976, que han sido citadas por varios autores, se refieren a las estrategias que utilizan los estudiantes para aprender y se consideran pioneras en diferenciar entre aquellos estudiantes que utilizan un enfoque profundo y otros que adoptan un enfoque superficial (Ravela *et al.*, 2019; Garín, 2014 Camilloni, Basabe y Feeney, 2010; Hernández Pina y Hervás Avilés, 2005).

Estos investigadores, fueron los que utilizaron por primera vez los conceptos de enfoque profundo y enfoque superficial del aprendizaje (Hernández Pina y Hervás Avilés, 2005).

En 1979 Säljö (Ravela *et al.*, 2019) indaga respecto a las diferentes concepciones de aprendizaje de los estudiantes, construyendo cinco categorías.

En la tabla 2 se resumen las características de estas categorías.

**Tabla 2: Concepciones de aprendizaje de los estudiantes según Säljö**

<b>Aprender es:</b>	incrementar la cantidad de conocimientos: "saber mucho"
	memorizar: "tomar la lección"
	adquirir datos o procedimientos para usarlos posteriormente: "sirve para"
	abstraer el significado: "desentrañar significados"
	proceso interpretativo dirigido a comprender la realidad: "entender lo que ocurre"

Fuente: Elaborado a partir de Ravela *et al.* (2019).

Posteriormente Van Rossum y Schenk (1984) relacionaron las dos primeras opciones de Säljö con el aprendizaje superficial y las dos últimas con el

Aprendizaje Profundo, mientras que la adquisición de datos o procedimientos para usarlos posteriormente, son compartidas por ambos tipos de aprendizaje.

Si bien estos términos, como ya se mencionó, se utilizan desde hace varias décadas para diferenciar las estrategias utilizadas por las personas en distintas situaciones, los conceptos que sustentan esas definiciones adquieren nueva relevancia (Pereyras, 2015; Fullan, 2019).

Según Fullan, estos conceptos se vuelven importantes frente al desafío que implica preparar a las nuevas generaciones que deberán enfrentarse a futuros cambios. Para este investigador, el Aprendizaje Profundo representa un proceso, que aumenta las expectativas tanto del alumno como de su entorno (familia, escuela, barrio, etc.) de obtener mejores logros. Así mismo, a través de la personalización y la apropiación de lo aprendido aumenta la participación del estudiante en el aprendizaje, conecta al alumnado con el mundo real, desarrolla la autoconfianza, promueve nuevas relaciones entre los alumnos, su familia, sus comunidades y el cuerpo docente, y también, profundiza el deseo humano de, junto con otros, lograr el bienestar común (Fullan, 2019).

El Aprendizaje Profundo se caracteriza por incorporar el análisis crítico de nuevas ideas, las cuales son integradas de algún modo al conocimiento previo sobre el tema, favoreciendo con ello su comprensión y su retención en el largo plazo de tal modo que pueden, más tarde, ser utilizadas en la solución de problemas en contextos diferentes. (Garín 2014; Fasce, 2007; Biggs, Kember y Leung, 2001; Biggs, 1987).

Ravela *et al.* (2019) señalan que en el Aprendizaje Profundo se utilizan procesos de alto requerimiento cognitivo, mientras que el aprendizaje superficial se relaciona con actividades de bajo requerimiento cognitivo. Estos autores entienden como procesos cognitivos, aquellos procesos de construcción intelectual que permiten describir, explicar y valorar las realidades naturales, personales y sociales.

En la tabla 3, se presenta una clasificación de los procesos que van de menor a mayor requerimiento cognitivo. Dicha clasificación constituye una actualización para la era digital realizada por Churches, a partir de la taxonomía de Bloom (Churches, 2008).

**Tabla 3. Clasificación y descripción de procesos cognitivos**

Procesos cognitivos	Descripción
RECORDAR	Recuperar, recordar o reconocer conocimiento que está en la memoria.
COMPRENDER	Construir significado a partir de diferentes tipos de funciones, sean estas escritas o gráficas.
APLICAR	Llevar a cabo o utilizar un procedimiento durante el desarrollo de una representación o de una implementación.
ANALIZAR	Descomponer en partes materiales o conceptuales y determinar cómo estas se relacionan o se interrelacionan, entre sí, o con una estructura completa, o con un propósito determinado.
EVALUAR	Hacer juicios en base a criterios y estándares utilizando la comprobación y la crítica.
CREAR	Juntar los elementos para formar un todo coherente y funcional; generar, planear o producir para reorganizar elementos en un nuevo patrón o estructura.

Fuente: Adaptado de Taxonomía de Bloom y sus actualizaciones.

<https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/TaxonomiaBloomCuadro.pdf>

En la tabla 4, extraída de Fasce (2007) se presentan las características de la estrategia profunda y superficial, que como ya fue explicitado se vinculan con diferentes procesos cognitivos.

**Tabla 4. Características de la estrategia profunda y superficial**

Estrategia profunda	Estrategia superficial
Enfocada en el significado	Enfocada en los datos
Relaciona el conocimiento previo con el nuevo aprendizaje	Centrada en hechos aislados
Vincula el conocimiento nuevo con otras áreas o materias	Dirigida a la memorización para rendir pruebas o exámenes
Relaciona el conocimiento con la experiencia real y cotidiana	No se establecen relaciones con la experiencia habitual
Incorpora un análisis lógico y utiliza el juicio crítico	Acepta los hechos tal como son presentados
Se establece en base a una motivación intrínseca, orientada a la satisfacción del saber	La motivación es externa, orientada a la aprobación de la asignatura

Fuente: Fasce (2007)

Los estudiantes que adoptan un enfoque profundo, tienen la intención de comprender, se involucran en el estudio, hacen uso de la evidencia, la indagación, la evaluación, poseen una visión amplia del tema, que les permite relacionar las ideas y están motivados por el interés (Lublin, 2003).

En la estrategia de Aprendizaje Profundo el estudiante, al partir de su propia experiencia construye por él mismo el conocimiento (Ortega-Díaz y Hernández-Pérez, 2015). Cuando se utiliza el enfoque profundo para realizar una tarea, los

estudiantes tienen sentimientos positivos: interés, sentido de la importancia, sensación de desafío e incluso euforia (Biggs, 2006).

Esquivel *et al.* (Esquivel *et al.*, 2009), recogen el punto de vista de diversos autores y plantean que los estudiantes que siguen un Aprendizaje Profundo están motivados intrínsecamente y teorizan sobre lo aprendido. Las intenciones de aprender que presentan los alumnos hacen posible el entendimiento y la construcción integral de diferentes contenidos.

El aprendizaje superficial está centrado en la memorización o repetición de los contenidos, lo que explica que dichos contenidos sean olvidados rápidamente, poco tiempo después de haber realizado las evaluaciones del tema. No hay una vinculación entre las nuevas ideas y los conocimientos ya adquiridos, sino que la nueva información aparece como hechos aislados (Garín 2014; Fasce, 2007). Se ponen en juego procesos de bajo requerimiento cognitivo, orientados principalmente a “conocer” el tema (Ravela *et al.*, 2019, Fasce, 2007). Los estudiantes que adoptan un enfoque superficial, tienen como principal interés obtener la calificación que les permita aprobar el curso, no teniendo especial motivación por aprender. Memorizan información y tratan de repetir lo aprendido (Lublin, 2003).

En esta estrategia de aprendizaje el estudiante no va más allá de la simple reproducción del conocimiento, no hay una construcción de dicho conocimiento por el sujeto que aprende (Ortega-Díaz y Hernández-Pérez, 2015). Emocionalmente el aprendizaje se convierte en una carga y de ahí la presencia de sentimientos negativos con respecto a la tarea de aprendizaje (Biggs, 2006).

Este enfoque puede llegar a ser una consecuencia de la falta de motivación por parte del estudiante hacia el aprendizaje. La desmotivación puede estar dada por el contexto (factores familiares, sociales, económicos), así como también por el tipo de tarea académica a realizar (tareas descontextualizadas e irrelevantes propuestas por los docentes) (Pérez Hernández, Méndez Sánchez y Pérez Arellano, 2020).

Diversos autores (Pozo, 1993; Pozo, Gómez Crespo 2002; Pozo, Gómez Crespo y Gutiérrez, 2004) señalan que existe una preponderancia hacia una enseñanza de la química basada en el cálculo y la memorización y no de conceptualización, lo que se traduce en que las ideas de la química no puedan ser usadas para mirar la realidad de otro modo diferente que la mirada cotidiana e intuitiva.

Otros autores (Garín, 2014; Fasce, 2007), describen también una tercera forma de abordar el aprendizaje, denominándola aprendizaje estratégico, señalando que el estudiante al utilizar esta estrategia busca destacarse a través de la obtención de buenas calificaciones, constituyendo una forma organizada de estrategia superficial (Fasce, 2007).

Las distintas formas que los estudiantes utilizan para abordar el aprendizaje, no son características innatas de los individuos, sino que están en función del ambiente de aprendizaje, del docente y del currículo (Ravela y otros, 2021;

Fasce, 2007). Dependiendo de estos factores, el mismo aprendiz puede optar por una estrategia de aprendizaje superficial o profunda (Fasce, 2007). De todas formas Muñoz Sanchez (2007), plantea que la literatura especializada ha considerado estos dos enfoques contrapuestos y no combinables, para un determinado contenido, ya que un estudiante no puede aprender de memoria, a la vez que busca aprendizajes significativos.

En este sentido, Biggs (2006), plantea que:

*“...una enseñanza de calidad será aquella que asuma el reto de lograr un aprendizaje profundo en la mayoría de los alumnos a través de las actividades de aprendizaje.”* (Biggs, 2006, p 328).

Para facilitar la adopción de enfoques profundos de aprendizaje por parte de los estudiantes, el docente debe generar escenarios que lo posibiliten y estimulen.

Particularmente, en cursos de nivel terciario se espera que las estrategias de enseñanza apunten a un aprendizaje real y profundo, especialmente cuando la formación terciaria tiene como destinatario a un futuro docente.

Es relevante entonces, el importante desafío que representa para los docentes el planteo de estrategias de enseñanza que promuevan el Aprendizaje Profundo.

Según Álvarez Cedillo *et al.* (2019), “el aprendizaje profundo es un área que falta explorar. Apenas se está en una etapa muy elemental”.

Pérez Hernández *et al.* (2020) concluyen, a partir de un trabajo de investigación cuyo objetivo consistió en identificar los enfoques de aprendizajes en estudiantes de educación superior, que posiblemente las causas que promueven un aprendizaje superficial, visualizado en el 3,03% de los estudiantes evaluados, sean el uso y abuso desmedido de clases exclusivamente teóricas y a la falta de formación didáctica potente de los docentes en las carreras en las que se identificó estudiantes con enfoque superficial de aprendizaje. Estos docentes poseen una sólida formación disciplinar pero con carencias pedagógicas a la hora de enseñar.

Debe ser tarea del docente abocarse al diseño de actividades para que los estudiantes con enfoque superficial puedan irse corriendo a hacia un enfoque profundo de aprendizajes, y que no se produzca un cambio en sentido inverso, por motivos que puedan ser atribuidos a la práctica docente (Pérez Hernández *et al.*, 2020).

#### **2.2.2.2. Factores que promueven el Aprendizaje Profundo**

Entre los factores que promueven estrategias de Aprendizaje Profundo pueden identificarse aquellos que dependen del ambiente de aprendizaje, los que son dependientes del docente y los que dependen del currículo.

En la tabla 5 se presentan algunos de dichos factores (Fasce, 2007).

**Tabla 5. Factores que promueven el Aprendizaje Profundo**

<b>Dependientes del ambiente de aprendizaje</b>	<b>Dependientes del docente</b>	<b>Dependientes del currículo</b>
Confiabilidad en el nivel de calificación de la institución  Ambiente flexible, cordial  Claridad de objetivos y metas  Programas motivadores, de importancia para la carrera profesional  Apropiado clima social y académico	Docente como facilitador y guía  Entregas de retroalimentaciones positivas  Establecimiento de metas realistas  Utilización de metodologías participativas	Establecimiento de contenidos esenciales, sin sobrecarga de información.  Diseño de currículos integrados.  Incorporación de metodologías centradas en el estudiante.  Desarrollo de instrumentos y métodos de evaluación en concordancia con las metodologías y los objetivos.

Fuente: Fasce (2007)

Si se aspira a que los estudiantes aprendan a aprender y adopten un enfoque profundo de aprendizaje, necesariamente deben cambiar las metodologías de enseñanza que solo apuntan a la repetición mecánica de contenidos, por aquellas que estimulan los procesos metacognitivos, de manera de fortalecer prácticas de enseñanza que centren su trabajo en asociaciones transversales e interdisciplinarias, potenciando en el estudiante el análisis y la reflexión (McTighe *et al.*, 2013, cit, por Urzúa *et al* 2018).

Chrobak resalta que la metacognición se refiere al conocimiento, concientización, control y naturaleza de los procesos de aprendizaje. Cada persona, a veces no conscientemente, posee puntos de vista metacognitivos. El estudiante cognitivamente maduro sabe qué es comprender y cómo debe trabajar para comprender. El aprendizaje metacognitivo puede ser estimulado o inhibido de acuerdo a las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes.

Cabe señalar que en términos generales los estudiantes no son alertados sobre lo importante que es reflexionar sobre sus propios conocimientos, la forma en que los construyen y la manera en cómo ellos mismos aprenden. (Chrobak, s/f).

## CAPÍTULO 3.

### FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como se plantea en los capítulos anteriores el tema Equilibrio Químico es una temática estructuradora de la Química que presenta dificultades que inicialmente son intrínsecas a la propia disciplina. A esas dificultades se les suman las que pueden provenir de decisiones didácticas tanto en lo que refiere a la bibliografía recomendada como a los planteos de aula implementados.

En ese marco la investigación buscó dar respuesta a las siguientes interrogantes:

*¿Cómo enseñan los docentes de Educación Terciaria y los docentes de Educación Media el tema Equilibrio Químico? ¿De qué recursos se valen para la enseñanza? ¿Hay en las propuestas la creación de un contexto que aliente el Aprendizaje Profundo del estudiante?*

En base a estas interrogantes los objetivos propuestos para este trabajo de tesis son:

Objetivo general:

Analizar las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de nivel terciario y secundario que dictan el tema de Equilibrio Químico y su relación con la promoción del Aprendizaje Profundo.

Objetivos específicos:

- Hacer un relevamiento de información general (edad, grado de formación, años de docencia, etc.) de los docentes de los diferentes departamentos del país.
- Relevar y caracterizar las diferentes estrategias utilizadas para la enseñanza del tema.
- Relacionar la información general obtenida de los docentes con las diferentes estrategias utilizadas para la enseñanza del tema.
- Vincular las estrategias encontradas con el Aprendizaje Profundo.

## CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de tesis propuesto fue avalado por el Comité de Ética de la Facultad de Química (acreditado por el MSP) y con la toma de conocimiento del Consejo de Facultad de Química, de fecha 28 de octubre de 2021.

Para el desarrollo de la tesis se utilizaron las metodologías, técnicas e instrumentos que se describen a continuación.

### 4.1. Encuesta

A los efectos de analizar las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de Educación Terciaria y Media al tratar el tema Equilibrio Químico y poder relacionar las formas de enseñanza utilizadas con aquellas que fomentan el Aprendizaje Profundo, se recurrió a la realización de una encuesta.

La elección de esta técnica se basó, primeramente, en la accesibilidad de la misma, buscando abarcar por igual el testimonio de docentes de Montevideo y de todo el resto del país.

La encuesta al ser un evento acotado y que se puede realizar en los tiempos elegidos por los participantes puede tener mejor aceptación, ya que es bien sabido, que la carga horaria de los docentes es grande y además excede a los tiempos que insumen las clases. Además, al ser anónima, suele permitir al encuestado manifestarse con libertad para brindar su opinión.

Otro aspecto positivo que vale la pena reseñar es que la encuesta en sí es una forma de focalizar el tema a evaluar, lo que puede dar lugar a replanteamientos y modificaciones de las estructuras de la clase y herramientas que utiliza el docente, como se comentará posteriormente al analizar los resultados obtenidos.

La investigación tuvo un enfoque mixto, ya que presentó características del enfoque cualitativo (orientada hacia la exploración, descripción y entendimiento de las acciones llevadas a cabo por los docentes, y dirigida a las experiencias de los participantes) y del enfoque cuantitativo (cuantificación de variables, realización de análisis estadístico de algunas de ellas, descripción de tendencias, comparación entre grupos o relación entre variables) (Quintanal Díaz *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2010).

Se presentan a continuación las fases del proceso.

#### 4.1.1. Convocatoria

La encuesta fue enviada a los docentes a través de un cuestionario en línea, auto administrado que les llegó por medio de canales institucionales. Para docentes de Enseñanza Terciaria de Formación Docente se utilizó el mail

general de la Sala de Química y para los docentes de Facultad de Química, al ser pocos, se los convocó por los mail personales.

Los docentes de Educación Media fueron convocados a través de la Asociación de Docentes de Educadores de Química (ADEQ) y tratando de contemplar a los docentes que no están asociados, también se envió el comunicado a mails colectivos de diferentes grupos de docente de Química, de Institutos de todo el país.

Esta convocatoria incluyó un Consentimiento Informado, de acuerdo a las exigencias del Decreto 158/19, elaborado por la Comisión Nacional de Ética (MSP) y aprobado por el Consejo de Ministros, el cual se incorporó en el cuerpo del mail (figura 1).

### **Figura 1. Consentimiento informado**

*Estimados compañeros y compañeras:*

*Me estoy poniendo en contacto con Uds, debido a que me encuentro realizando el trabajo de tesis para la Maestría en Química, orientación Educación de la UdelaR, cuyo título es "Estrategias de enseñanza promotoras de aprendizaje profundo en el tema Equilibrio Químico".*

*En el trabajo se realizará una caracterización de las formas de enseñanza del tema Equilibrio Químico, por tanto, la opinión de ustedes es fundamental para poder realizarla.*

*Les estoy enviando una encuesta, realizada a través de un formulario Google, a docentes que estén dictando o hayan dictado el tema Equilibrio Químico. Las respuestas son anónimas y los encuestados no son identificados. La información que se recoja será estrictamente confidencial y reservada, en su procesamiento y difusión y no se usará para ningún otro cometido fuera de los académicos.*

*Al final de esta comunicación encontrarán el link del formulario con la encuesta y se solicita completarlo una sola vez. Ingresar a la encuesta implica tu consentimiento a participar de este estudio. Te puedes retirar de la misma y tus respuestas no serán consideradas por la herramienta utilizada. Los resultados de esta investigación serán difundidos por los canales usuales de la investigación (publicaciones, presentaciones en congresos, ponencias).*

*¡¡¡Muchas gracias desde ya por la colaboración!!!!*

*Saludos cordiales,*

*Prof. Liliana Darré"*

#### 4.1.2. Poblaciones y muestras

Las poblaciones consideradas para este estudio están constituidas, por un lado, por docentes que dictan o han dictado Equilibrio Químico en cursos terciarios. Dentro de éstos, se incluyeron, tal como se comentó anteriormente, a docentes de Formación Docente que dictaron Química General y/o Físicoquímica y a docentes de Facultad de Química de la Universidad de la República (UdelaR) con grado 3 o mayor que dictan el curso de Química General.

Respecto a la selección de esta población, no se realizó diferenciación entre ellos por considerar que los programas y la profundidad con que se trabaja es similar y hay docentes que trabajan en ambos lados. Dentro de los docentes de la Facultad de Química se seleccionaron aquellos que cuentan con grado 3 o mayor por ser los que tienen más experiencia y autonomía.

Por otro lado, la otra población seleccionada fue de docentes de Educación Media, sin discriminación predeterminada.

Las muestras consideradas para el estudio están constituida por los docentes que respondieron el cuestionario. El número de docentes de Educación Terciaria fue  $n = 23$ , incluyendo docentes de Formación Docente y docentes de la Facultad de Química (UdelaR) y como ya se dijo, algunos que trabajan en ambos lados. Por otra parte, la muestra de docentes de Educación Media fue  $n = 42$ .

#### 4.2. Instrumento

##### 4.2.1. Elaboración

La encuesta utilizada constituye la técnica para la recolección de datos mientras que el instrumento utilizado fue un cuestionario.

Para la preparación de ese cuestionario se tuvo en cuenta la bibliografía relevada, la experiencia docente de la tesista y la accesibilidad a un programa que garantice la confidencialidad.

Para su elaboración se siguieron las siguientes etapas:

- 1) Para la elaboración del cuestionario se realizó una revisión bibliográfica a los efectos de orientar el diseño y las preguntas a incluir en el cuestionario.
- 2) Una vez que se dispuso del diseño tentativo del cuestionario, se realizaron entrevistas presenciales semiestructuradas a una muestra de expertos, utilizando una guía de entrevista con preguntas previamente establecidas y se destinó, además, un tiempo para que los entrevistados se expresaron libremente sobre el instrumento presentado.  
Este grupo de expertos colaboró con la validación del cuestionario. La opinión de profesionales expertos es frecuente en estudios cualitativos y exploratorios y es necesaria para optimizar el diseño de los cuestionarios (Hernández, Fernández, Baptista, 2010). La validez del contenido es esencial a la hora de hacer las generalizaciones a partir de los resultados (Escofet *et al.*, 2016).

La muestra de expertos estuvo constituida por ocho docentes de Educación Terciaria, reconocidos por su trayectoria profesional.

- 3) Una vez ajustado el cuestionario con las recomendaciones del grupo de expertos y antes de ser enviado a los integrantes de las poblaciones objetivo, se realizó un pre-testeo para evaluar la comprensión de las preguntas del formulario. Para ello se solicitó a tres docentes que trabajan en Educación Media que lo completaran e indicaran aspectos que pudiesen no estar claros.

#### **4.2.2. Descripción**

El cuestionario incluyó preguntas generales (por ejemplo edad, región en la que se desempeña, estudios realizados, años de trabajo, etc), y preguntas sobre la enseñanza del equilibrio químico, que fueron en algunos casos dicotómicas, en otros de elección múltiple y también de respuesta abierta. El cuestionario final, tal como fue enviado a los docentes, se presenta en el Anexo I.

Se utilizó GOOGLE FORMS que es un software de administración de encuestas que permite diseñar conjuntos de preguntas en diferentes formatos (texto, listas, opciones) que pueden compartirse a través de un link. Las respuestas obtenidas son anonimizadas por este programa.

#### **4.3. Análisis de datos**

Para la selección de las metodologías de análisis de los datos, se siguieron las recomendaciones fundamentalmente de Navarrete para el análisis de las preguntas abiertas (Navarrete, 2011) y varias herramientas de estadística descriptiva e inferencial para las respuestas que se pueden cuantificar que se detallarán a continuación.

Las preguntas de respuesta abierta o de texto son aquellas que permiten al encuestado escribir libremente su opinión en un espacio determinado. Estas preguntas ofrecen el espacio para que el encuestado brinde información no predefinida, permiten detectar problemas que pueden ser el punto inicial para plantear acciones de mejora (cuando se repiten las mismas observaciones) y muestran incomprendimientos por parte de los encuestados.

Para el análisis cualitativo de las preguntas abiertas se tuvieron en cuenta las diferentes fases que caracterizan el proceso, según Navarrete: la reducción de datos (edición, categorización, codificación, registro y tabulación), el análisis descriptivo y la interpretación (Navarrete, 2011).

Respecto a la reducción de datos, primeramente se seleccionaron y se ordenaron las respuestas. Éstas, fueron analizadas manualmente y además, en algunos casos, se utilizó la aplicación "nubedepalabras.es". Con esta información se clasificaron las respuestas y se codificaron. La codificación buscó identificar conceptos y encontrar relaciones entre ellos.

En los casos en que fue posible categorizar se formaron subgrupos lo suficientemente diferenciados entre sí, pero no fue posible realizar otras

subdivisiones. Para la elaboración de las categorías se utilizaron estrategias inductivas y en algunos casos deductiva-inductiva. En base a estas categorías se realizó el análisis de los resultados y la interpretación respecto a la enseñanza del tema y las estrategias que promueven el aprendizaje profundo.

Para el análisis cuantitativo de los datos se utilizó estadística descriptiva e inferencial. Para el estudio estadístico se seleccionaron variables de respuesta y explicativas. Se irán señalando en el capítulo de resultados y discusión las variables seleccionadas en cada caso.

En cuanto a las herramientas de estadística descriptiva usadas fueron: media, mediana, moda, desvío estándar, kurtosis, skewness, QQ plot, box plot, análisis bivalente, obtenidas a partir del uso del Real Statistics. También se usaron tablas de contingencia y tablas de distribución condicional.

Las herramientas estadísticas inferenciales fueron, utilizando Real Statistics, las siguientes: T Test, intervalo de confianza, Test de independencia (Chi-cuadrado) y Test exacto de Fischer (Agresti, 2018).

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-EDUCACIÓN TERCIARIA**

### **ANÁLISIS DE LA ENCUESTA**

Las preguntas originales de la encuesta se presentan en el Anexo I y la metodología seguida para la misma en el capítulo 4.

En este capítulo se comentan los resultados obtenidos y se discuten las principales apreciaciones. En el caso de preguntas abiertas, se incorporan las respuestas de los docentes tal como fueron escritas.

#### **Adhesión a la encuesta**

Los docentes totales que adhirieron a la encuesta fueron 23, 15 de Formación Docente y 8 del Departamento Estrella Campos, de la Facultad de Química de la UdelAR.

Se observa que el número de encuestados de Formación Docente fue cerca del 100% de los docentes que estaban dictando clases en 2021. Según la información suministrada por la Coordinación del Departamento de Química del CFE del 2021, el número total de docentes que dictaron Química General I y Fisicoquímica en el 2021, fue de 15 docentes. De todas formas, hay que señalar que en los 15 docentes que contestaron la encuesta puede estar incluido alguno/s que no estuviera dictando en ese momento.

También participaron 8 docentes del Departamento Estrella Campos (Facultad de Química) con G3 o mayor que fueron invitados a participar de la encuesta ya que dictan o dictaron el tema Equilibrio Químico. No se incluyeron los docentes que participaron como expertos. Cuatro de ellos marcaron también su afiliación en Formación Docente.

Teniendo en cuenta la población encuestada se considera que hubo una buena adhesión a la encuesta.

Se destaca que para el análisis de la encuesta se tomó un solo grupo que incluyó los docentes de Facultad de Química y CFE. Como ya se comentó en el capítulo 4, fueron pocos los docentes de la Facultad de Química que contestaron la encuesta y la mitad de ellos pertenecían a ambos sistemas. Además, si bien el enfoque de la enseñanza del tema puede ser diferente, la profundidad y los programas son similares.

#### **Resultados obtenidos de la encuesta**

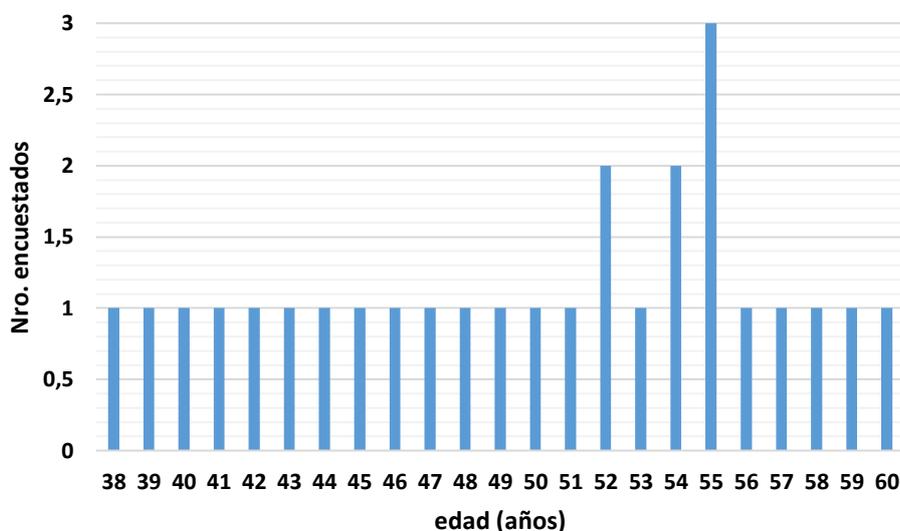
##### **5.1. Datos generales de los encuestados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del primer módulo de la encuesta.

### 5.1.1. Edad

La edad de los docentes encuestados se presenta en la gráfica 1.

**Gráfica 1. Edad de los encuestados**



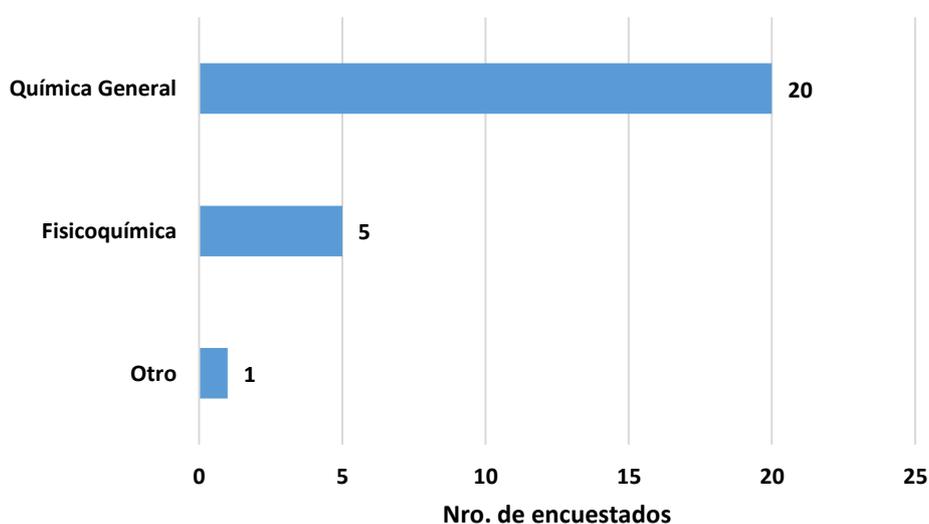
Como se observa en la gráfica, la edad de los docentes encuestados se encuentra entre 38 y 60 años.

Si agrupamos en los siguientes rangos de edades entre 30-40, 41-50, 51-60, los docentes encuestados fueron 3, 6 y 14 respectivamente, mostrando que entre los formadores de docentes priman los mayores de 50 años.

### 5.1.2. Cursos dictados por lo docentes

Los cursos dictados por los docentes se presentan en la gráfica 2.

**Gráfica 2. Cursos de nivel terciario en que ha dictado el tema Equilibrio Químico**

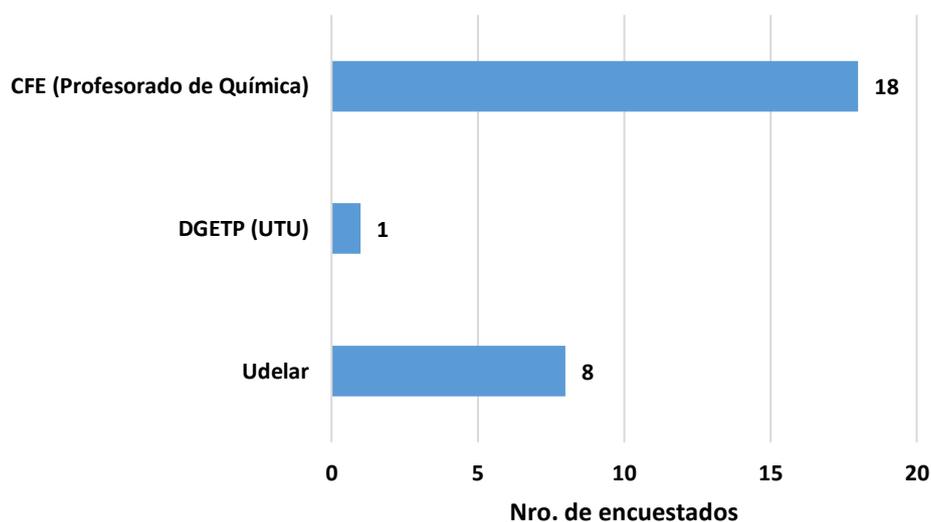


La mayoría de los encuestados dictó el curso de Química General, mientras que solo 5 dictaron el curso más avanzado de Fisicoquímica. Esto es predecible ya que, al ir avanzando en las carreras, el número de estudiantes disminuye notoriamente y por lo tanto la necesidad de docentes es menor.

### 5.1.3. Carreras a los que pertenecen los cursos dictados por los encuestados

Las carreras que fueron seleccionadas por los encuestados se presentan en la gráfica 3.

**Gráfica 3. Carreras a las que pertenecen los cursos dictados por los encuestados**



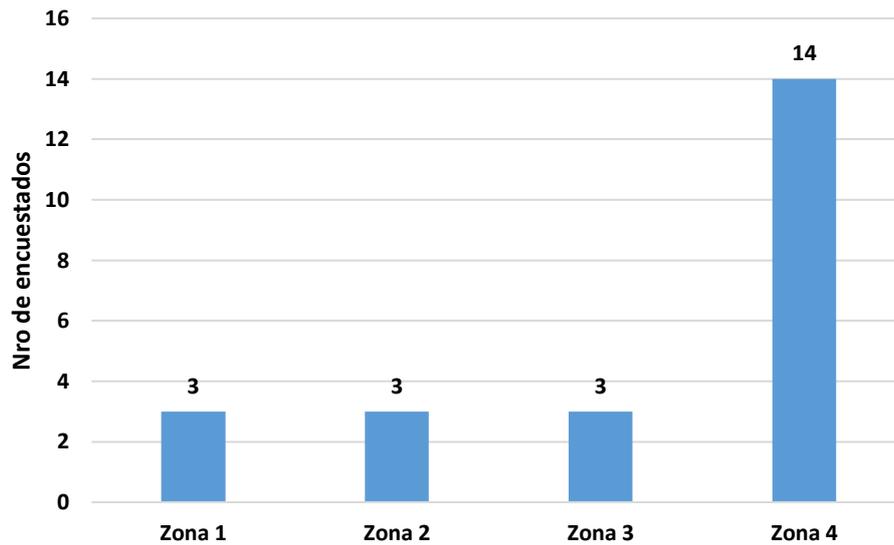
De acuerdo a lo informado anteriormente la mayoría de los encuestados fueron del CFE y por lo tanto corresponden a cursos del Profesorado de Química.

### 5.1.4. Distribución zonal

En cuanto al diseño de la encuesta, se consideró importante regionalizar las respuestas porque no siempre es la misma realidad en cada departamento del país. Esta división zonal se realizó teniendo en cuenta criterios geográficos e incluyendo en cada zona dos centros regionales de formación de profesores que marcan influencia en la zona. La ciudad de Montevideo se consideró aparte.

La gráfica 4 muestra la distribución zonal de las regiones donde actúan los docentes.

**Gráfica 4. Distribución zonal de la actuación docente**



Zona 1: Artigas, Salto, Paysandú; Río Negro, Rivera, Tacuarembó

Zona 2: Soriano, Colonia, Flores, Durazno, Florida, San José

Zona 3: Canelones, Maldonado, Rocha, Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo

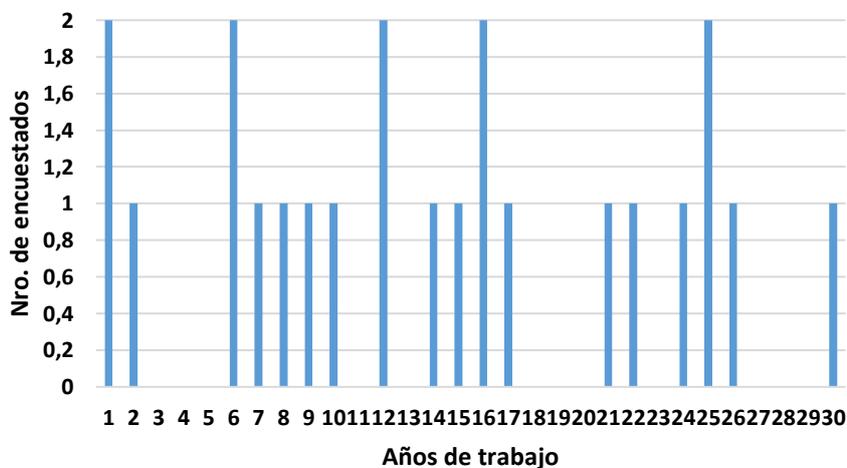
Zona 4: Montevideo

Como era de prever la mayoría de los estudiantes con los que trabajan los docentes son de Montevideo.

#### 5.1.5. Años de trabajo en nivel terciario

Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 5.

**Gráfica 5. Años de trabajo en nivel terciario**



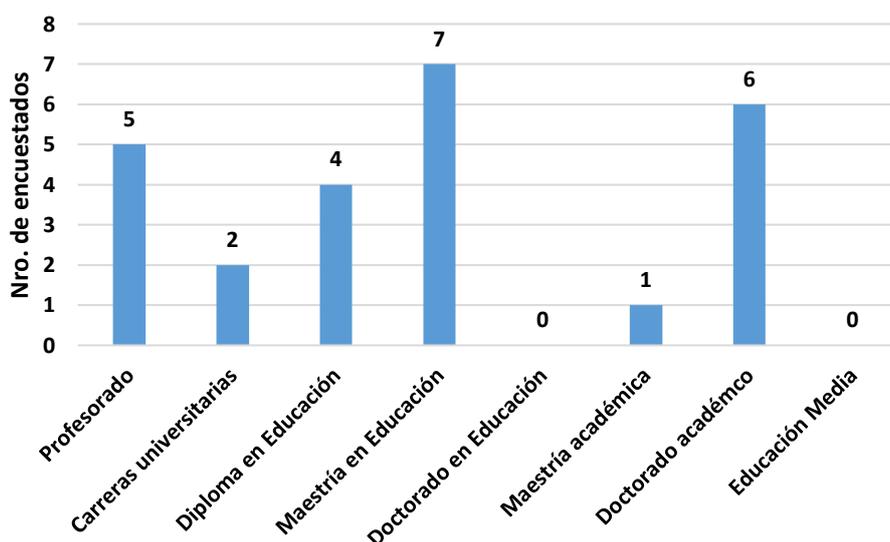
Como se observa en la gráfica, 8 docentes encuestados trabajaron en nivel terciario entre 1 y 10 años, 8 entre 11 y 20 y 7 entre 21 y 30.

Se observa que el 65 % de los docentes encuestados cuenta con más de 10 años de experiencia como docentes de nivel terciario.

### 5.1.6. Último nivel educativo completo

La gráfica 6 muestra el máximo nivel de formación completo alcanzado por los encuestados.

**Gráfica 6. Máximo nivel completo alcanzado por los encuestados**



En la gráfica 6 se observa que solo 5 docentes han finalizado su formación académica con el título de Profesorado, mientras que 11 han finalizado Diplomas o Maestría en Educación. Ninguno de los docentes ha culminado su formación de doctorado en Educación. Por otra parte, de los docentes de Facultad de Química, la mayoría tienen posgrados académicos finalizados.

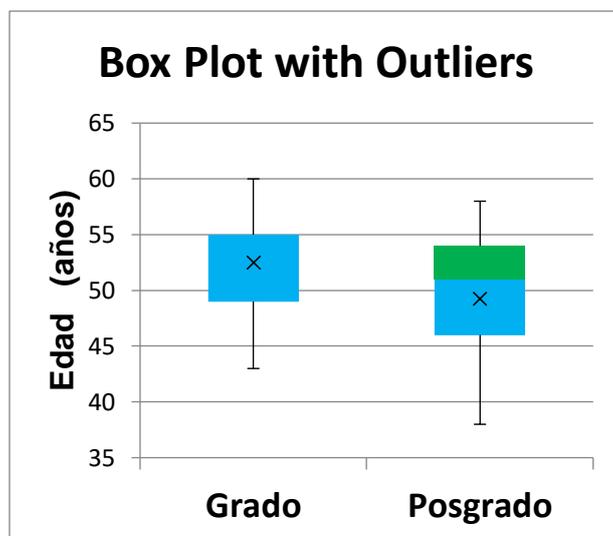
Se aclara que uno de los docentes, además de haber marcado una Maestría en Educación también finalizó un doctorado académico mientras que otro docente marcó dos carreras de grado (Profesorado y Carrera Universitaria) por supuesto que sin priorizar.

Con el objetivo de ver si existe una asociación entre la formación de posgrado y la edad de los docentes, se realizó un estudio estadístico. Se tomó como variable de respuesta categórica la formación del docente y como variable explicativa cuantitativa, la edad. Los resultados del análisis estadístico descriptivo bivalente se presentan en el Anexo II.

En la gráfica 7 se presenta el diagrama de caja correspondiente Edad/Formación y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 7. Diagrama de caja Edad/Formación y datos de estadística descriptiva**

	Grado	Posgrado
Mean	53	49
Standard Error	2,6	1,5
Median	55	51
Mode	55	54
Standard Deviation	6,3	6,1
Range	17	20
Maximum	60	58
Minimum	43	38
Sum	315	837
Count	6	17



A partir de la gráfica se observa que para esta muestra, el promedio de edad de los docentes que han culminado los estudios de posgrado es levemente menor (49) que los que no lo han culminado o realizado (53).

También se realizó el T test, herramienta de estadística inferencial, para comparar el valor medio de muestras independientes (Anexo II). De estos resultados se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios.

## 5.2. Enseñanza del tema Equilibrio Químico

A continuación, se presentan los resultados del segundo módulo de respuestas, referidas a la enseñanza del tema Equilibrio Químico.

### 5.2.1. Diagnóstico

#### 5.2.1.1. Conocimientos previos priorizados por los docentes

Las respuestas obtenidas de esta pregunta abierta se listan a continuación:

- a. A nivel terciario en Facultad de Química se considera que los estudiantes deben manejar fluidamente conceptos de nomenclatura, formulación, estequiometría y termodinámica

- b. Tomando en cuenta el curso que dicto y la forma de introducirlo principalmente conceptos termodinámicos
- c. reacciones y ecuaciones químicas : aspectos experimentales y energéticos
- d. Composición de sistemas materiales, cambios químicos y aspectos relacionados (diferenciación entre cambio, reacción, expresión y ecuación), dimensiones de análisis de la química (teórica y fenomenológica), aspectos termodinámicos básicos.
- e. Estequiometría, concentración de soluciones, estado gaseoso, clasificación de sistemas, energía libre, redox, potencial de oxidación, ecuación de Nernst.
- f. Relaciones estequiométricas, conceptos básicos de termodinámica
- g. Estequiometría; Cinética Química
- h. Teoría atómica y molecular de la materia. Propiedades generales de los elementos. Uniones químicas. Estados de agregación de la materia. Leyes de los gases. Soluciones. Estequiometría.
- i. Termodinámica desde leyes y principios
- j. Ecuación y reacción química, Soluciones unidades de concentración, gases ( variables que afectan) idea de termoquímica , ideas de cinética reacción directa reacción inversa
- k. Estequiometría, leyes ponderales, termoquímica, gases, modelo corpuscular, soluciones, unidades de concentración.
- l. Estequiometria niveles de análisis macro y corpuscular, cinética
- m. sistema, cambio químico, cambio físico, leyes másicas, formas de expresar la concentración, presiones parciales, termodinámica, cinética, saber modelizar e interpretar los procesos, operaciones matemáticas (ecuaciones, proporcionalidad, interpretación de gráficas)
- n. Soy docente de Química Analítica de la Facultad de Química. Deben tener conocimientos previos dictados en los cursos de Química General
- o. Estequiometría
- p. Concentración, avance de una reacción, gráficas concentración-tiempo, termodinámica.
- q. Clasificación de sistemas, propiedades, reacciones y ecuaciones químicas , estequiometría, cinética.
- r. estequiometria; bases termodinámicas (primer y segundo principio); transformación química vista de ambas dimensiones de análisis.
- s. Los conocimientos previos son: cambio química, ecuación química, estequiometría, las leyes de la termodinámica.
- t. Estequiometría
- u. Reacciones químicas; estequiometría; equilibrios físicos; equilibrios dinámicos; reversibilidad; cinética química y termodinámica química.
- v. Concentración

- w. Reacciones químicas; estequiometría; concepto de espontaneidad de los procesos; energía libre de Gibbs; niveles de análisis; cálculos algebraicos.

Como se observa en el listado, la gran mayoría de los docentes considera como temas prioritarios estequiometría y conceptos termodinámicos básicos.

Con el fin de resumir la información y buscando aspectos comunes en las diferentes respuestas de los docentes, a continuación, se presenta la tabla 1, que agrupa los conocimientos previos considerados por los docentes.

**Tabla 1. Conocimientos previos al tema Equilibrio Químico**

<b>Conceptos relacionados con:</b>	<b>Número de docentes que lo mencionan:</b>
Termodinámica	14
Estequiometría	14
Reacción química, cambio químico, ecuación química	7
Soluciones (expresión de la concentración)	7
Cinética	6
Estado gaseoso	5
Dimensiones de análisis de los sistemas	4

Los resultados de la tabla 1 son coincidentes con lo hallado en la investigación realizada por Rocha et al. (2000) donde, para el tema Equilibrio Químico, los temas centrales según los docentes encuestados fueron estequiometría y ecuación química, reversibilidad y reacciones incompletas y concentración. Tal como surge del estudio bibliográfico ya presentado, la mayoría de la bibliografía analizada incluye el tema de Equilibrio Químico previo al de tratamientos termodinámicos de las reacciones químicas, en contraposición a

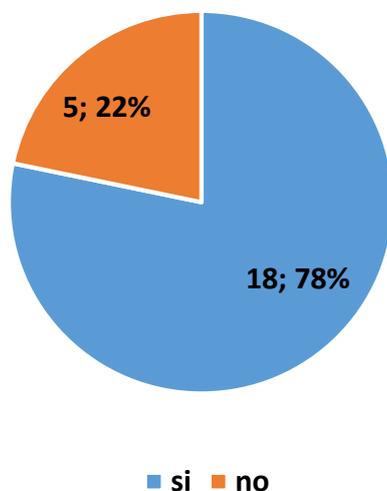
las necesidades reportadas por los docentes donde el 61 % de los mismos lo consideran como conocimientos previos.

Por otra parte, 6 docentes mencionan como conocimientos previos contenidos de cinética química. Esto está de acuerdo con algunos autores que reportan que en la enseñanza de los cursos de Química General suele predominar la aproximación cinética al concepto de Equilibrio Químico mientras que en los cursos más avanzados se utiliza más frecuentemente la fundamentación termodinámica. (Patiño-Sierra y Barragán, 2022).

### 5.2.1.2. Realización de un diagnóstico

En la gráfica 8 se muestra la adhesión de los docentes a realizar o no un diagnóstico.

**Gráfica 8. Realización o no de un diagnóstico previo al dictado del tema**



Como se visualiza a partir de la gráfica, el 78% de los docentes evalúan si los estudiantes poseen o no lo que ellos consideran como conocimientos necesarios para comprender el tema Equilibrio Químico.

Este diagnóstico previo es esencial si se cuenta con disparidad de formación en el alumnado.

Los contenidos referidos al Equilibrio Químico como ya se ha mencionado en el capítulo Introducción, son difíciles de enseñar y de aprender. Por tanto, la interpretación del estado de equilibrio de un sistema también es compleja, necesitando una terminología específica y gran demanda de pre-requisitos conceptuales (Irazoque, 2015; Huerta e Irazoque, 2009).

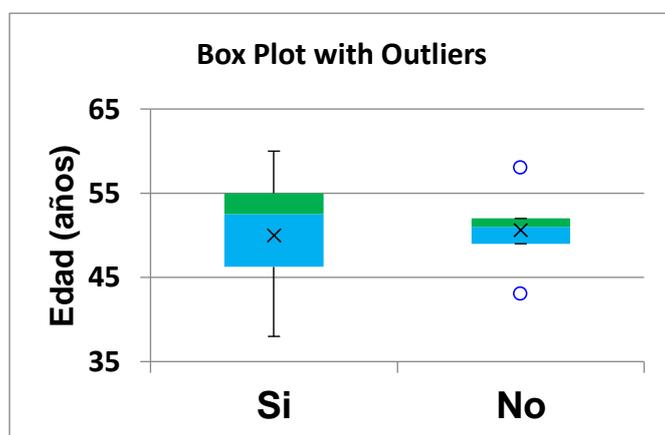
El conocer la situación de partida del grupo en general, y de cada estudiante en particular es un aspecto importante para propiciar mejores condiciones de enseñanza y de aprendizaje. Así se podrá adaptar el desarrollo de las actividades de clase y de laboratorio antes de iniciar los bloques temáticos (Lazo, 2012).

Tratando de visualizar si existe una asociación entre la realización de un diagnóstico con la edad y con la formación de los docentes que contestaron la encuesta, se realizó un estudio estadístico. Para el caso de la edad, se tomó como variable de respuesta categórica si el docente hace o no diagnóstico y como variable explicativa cuantitativa, la edad. En el caso de la relación entre el diagnóstico y la formación, tanto la variable de respuesta (si hace o no el diagnóstico) como la explicativa (formación) son categóricas. Los resultados del análisis estadístico descriptivo bivalente se presentan en el Anexo II.

En la gráfica 9 se presenta el diagrama de caja correspondiente a las variables Edad/Evaluación diagnóstica y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 9. Diagrama de caja para las variables Edad/Evaluación diagnóstica y datos de estadística descriptiva**

	<i>Si</i>	<i>No</i>
Mean	50	51
Standard Error	1,5	2,4
Median	53	51
Mode	55	#N/A
Deviation	6,5	5,4
Range	22	15
Maximum	60	58
Minimum	38	43
Sum	899	253
Count	18	5



A partir de la gráfica se observa que, para esta muestra, el promedio de edad de los docentes que no realizan diagnóstico es levemente mayor que para los que sí lo realizan. En los pocos casos que no realizan diagnóstico existen dos casos de valores atípicos.

Al realizar el T Test se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios.

En la tabla 2 se presenta la distribución condicional (% de docentes) para las variables Diagnóstico/ Formación.

**Tabla 2. Distribución condicional (%) para las variables Diagnóstico/Formación**

	Si (%)	No (%)
Grado	83	17
Posgrado	76	24

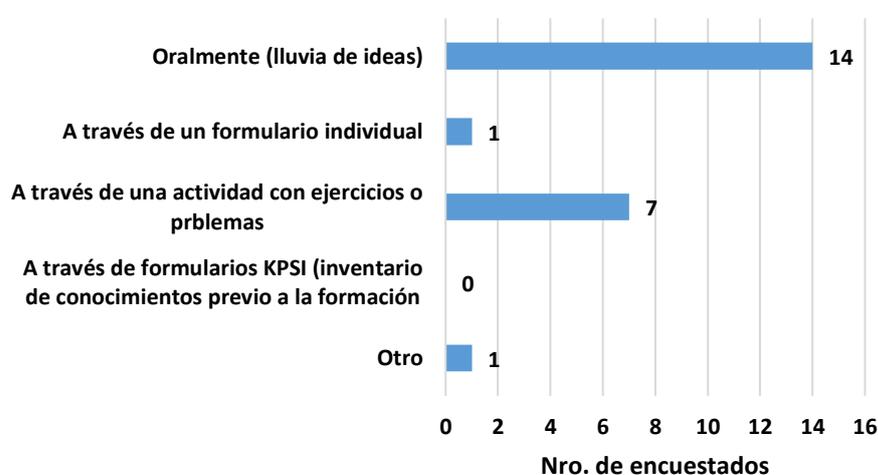
De acuerdo a la distribución condicional presentada se puede comentar que, para la muestra, existe una asociación negativa entre el grado de formación de docentes y el uso del diagnóstico, ya que del grupo de docentes con estudio de grado el 83% realiza diagnóstico mientras que los que cuentan con posgrado lo realizan en un 76%. Si analizamos la composición de los docentes que tienen posgrado, se observa que el 29 % pertenecen solamente a la Facultad de Química de la UdelaR y realizaron posgrados académicos y que, de ellos, el 80 % no realizan diagnóstico.

Por otra parte, al realizar el test de Chi-cuadrado algunas de las frecuencias esperadas son menores a 5, por tanto, se utilizó el test exacto de Fisher. De este test con un valor de  $p > 0,05$  se puede decir que la tendencia observada para la muestra no tiene significancia estadística para la población. Por lo tanto, no es posible decir que en la población haya una asociación entre la formación de los docentes y la realización del diagnóstico.

### 5.2.1.3. Las modalidades de diagnóstico que realizan los docentes

Los resultados obtenidos respecto a las diferentes modalidades con que se realiza el diagnóstico de los estudiantes se muestran en la gráfica 10.

**Gráfica 10. Modalidades utilizadas en el diagnóstico**



Solamente un docente marcó la opción “Otros” aclarando que: “Lo realizo a medida que los contenidos temáticos avanzan y con instrumentos variados,

por ejemplo al introducir el tema con una actividad de observación experimental”.

El 77,8 % de los docentes que realizan un diagnóstico, adopta la forma oral mediante lluvia de ideas para indagar los conocimientos previos al alumno. Este resultado es comprensible ya que si se realizaran evaluaciones escritas e individuales los resultados deberían estar disponibles como máximo a la siguiente clase. Esto se complica ya que usualmente los grupos son muy numerosos, la corrección debe ser inmediata y no todos los estudiantes tienen disponibilidad de contar con dispositivos informáticos, lo que facilitaría el uso de otras alternativas más individualizadas y certeras.

Tal como lo reportan Fiore y Leymonié (2007), para realizar una evaluación diagnóstica inicial se puede recurrir a distintos tipos de actividades de clase cotidianas: orales, escritas, de observación del desempeño de los estudiantes y no necesariamente diseñar una prueba específica para cada oportunidad.

El 38,9% selecciona una actividad que contiene ejercicios y problemas, siendo la segunda opción priorizada. Esta es una opción menos dinámica que la anterior, tiene dificultades adicionales que no necesariamente se relacionan con los prerrequisitos (aspectos matemáticos, necesidades de utilizar la memoria, entre otras) pero es una documentación que puede ser utilizada posteriormente tanto por el docente como por el estudiante.

Se destaca que la utilización de los formularios KPSI, herramienta de evaluación cuyo nombre procede de las iniciales Knowledge and Prior Study Inventory (Young y Tamir, 1977) y que indaga la percepción que el alumno tiene de su grado de conocimiento adquirido en relación a los contenidos que se proponen para trabajar, no fue señalada por ningún docente. Este inventario de estudio y conocimientos previos que realizan los estudiantes, tiene una función reflexiva y motivadora (favoreciendo los procesos de metacognición), permitiendo a los alumnos tener una noción de los contenidos que deberían tener al empezar el nuevo tema y al docente una idea acerca del conocimiento que los estudiantes tienen de los prerrequisitos (Sans Martín, A., 2008).

#### **5.2.1.4. Utilización de la información obtenida en el diagnóstico**

Los resultados de la pregunta abierta correspondiente se listan a continuación:

- a. Para replantear actividades dirigidas a trabajar los conocimientos previos al tema
- b. Parto del menor nivel detectado y trabajo los prerrequisitos ausentes o débiles.
- c. Retomando conceptos ya vistos y que los alumnos demuestran poco dominio, antes de avanzar en el tema Equilibrio Químico.
- d. Para planificar como empezar el tema
- e. Realizando puesta en común
- f. Exploración de ideas previas, generación de conflictos cognitivos relacionados con ellas e introducción de conceptos científicos para dar respuesta a las contradicciones.

- g. Parto generalmente del error si es que existe para trabajar con contraejemplos así los estudiantes construyen su propio conocimiento
- h. Para reconocer el nivel de competencias y de prerrequisitos, así como de representaciones, con el fin de nivelar en una primera instancia y generar la base para trabajar el tema, y en una segunda instancia para abordar de forma diferencial aquellos aspectos en los que se visualiza mayor dificultad.
- i. Como soporte para continuar con el plan de acción.
- j. Realizo revisión conceptual
- k. Para centrar el énfasis en las propuestas de enseñanza, que en general coinciden con lo que esta investigado como dificultades en la comprensión del tema.
- l. Se sugieren textos para estudio y se ofrecen tutorías on line.
- m. Se corrige y profundiza
- n. Reorientación secuencia didáctica
- o. Con la finalidad de ver la base que tienen para establecer desde dónde comenzar a tratar el tema y con que profundidad.
- p. Intento adaptar mi discurso y estrategias pedagógicas al nivel del alumnado. Si detecto que tienen más dificultad en alguno de los conceptos previos, los incorporo a la dialéctica, intentando que los incorporen al proceso de construcción de conocimiento.

De los 18 docentes que manifestaron realizar un diagnóstico, solamente 16 responden a la pregunta de cómo utilizan la información recabada. De los 2 docentes que no responden, no es posible determinar si utilizan (y de que forma) o no utilizan la información que suministra la actividad diagnóstica.

A partir de esas 16 respuestas abiertas obtenidas es posible categorizar en los siguientes subgrupos: acciones de nivelación (actividades dirigidas a trabajar los conocimientos necesarios para encarar el tema), replanificación (adaptar la planificación original de la unidad temática), indeterminado (respuestas que no permiten identificar el uso del diagnóstico). El primer subgrupo implica acciones desde el docente hacia el estudiante, mientras que el segundo implica acciones del docente hacia su trabajo, previo a la intervención del estudiante.

En la tabla 3, se especifica el número de respuesta en cada subgrupo.

**Tabla 3. Número de respuesta en cada subgrupo**

Categorías	Nro. de respuestas	%
Acciones de nivelación	7	44
Replanificación	6	37
Indeterminado	3	19

Como se infiere de la tabla 3, el 89 % de los docentes utilizan el diagnóstico realizado, implementando acciones de nivelación (44%) y replanificando la unidad didáctica (37%). Estos docentes, en alguna instancia han detectado deficiencias que los han llevado a utilizar esas acciones.

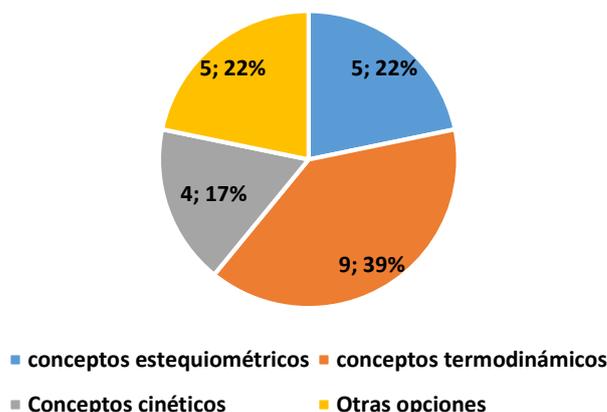
Sans Martin (2008), recomienda, más allá del tipo de actividad que se realice, programar una acción evaluadora diagnóstica, para poder plantear el resto de las actividades a desarrollar en el tratamiento de un tema.

## 5.2.2. Inicio del tema

### 5.2.2.1. Conceptos utilizados

Los resultados generales obtenidos respecto a qué concepto utilizan los docentes para iniciar el tema Equilibrio Químico se indican en la gráfica 11.

**Gráfica 11. Conceptos utilizados para iniciar el tema Equilibrio Químico**



Los docentes que marcaron “Otras opciones” indicaron:

- i) Un poco de cada uno. La medular, sin embargo, para mí, son las gráficas C vs t, que tiene un componente cinético, pero sin necesidad de calcular rapidez de reacción.
- ii) Me baso en conceptos electroquímicos.
- iii) Y además de equilibrios de estado que pueden ser apreciados en el laboratorio
- iv) En la observación de un sistema en equilibrio de la cual se van desprendiendo los conceptos involucrados.
- v) para q general a partir de estequiometría para los cursos de FQ a partir de termodinámica.
- vi) Se basa en conceptos cinéticos y estequiométricos

Como se observa en la gráfica, el 39% de los docentes parten de conceptos termodinámicos para abordar el tema. Esta observación no coincide con el abordaje que se relevó en los libros usualmente recomendados para el tema Equilibrio Químico (ver tabla 1, capítulo 2). Los otros porcentajes son más parejos entre el uso de conceptos estequiométricos y cinéticos. Esta prevalencia del abordaje inicial de conceptos termodinámicos podría estar indicando las necesidades que visualiza el docente. Este resultado es coherente con las respuestas discutidas en el punto 5.2.1.1 donde los profesores consideran como

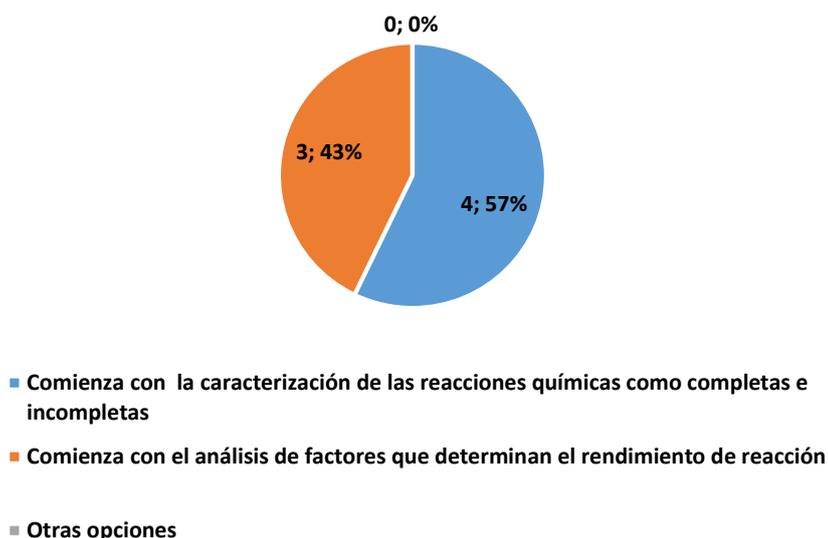
pre-requisitos para la enseñanza del Equilibrio Químico, los aspectos termodinámicos de los procesos químicos.

Dentro de la opción “Otros”, los docentes dan opciones mezcladas o sin interpretación.

#### a. Utilización de los conceptos estequiométricos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos estequiométricos, se presentan en la gráfica 12.

**Gráfica 12. Inicio de la clase con conceptos estequiométricos**



De acuerdo a la gráfica 11, 5 encuestados contestaron que comenzaban con conceptos estequiométricos. Sin embargo, como se observa en la gráfica 12 esta pregunta fue respondida por 7 docentes, ya que incluye a dos docentes que utilizan combinaciones de conceptos.

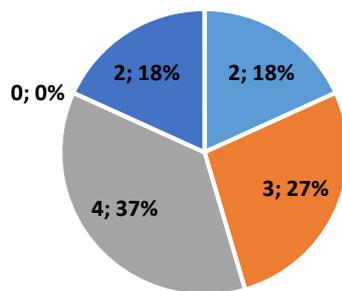
De las respuestas se observa que hay una leve mayoría que comienzan a partir de la caracterización de las reacciones químicas.

No se reporta encuestados que hayan marcado la opción “Otros”. Sin embargo en la opción “Otros” aparece: “Comienzo con la situación de una pila identificando la condición de espontaneidad y luego la de equilibrio.”, no ajustándose a la pregunta planteada.

#### b. Utilización de los conceptos termodinámicos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos termodinámicos, se presentan en la gráfica 13.

### Gráfica 13. Inicio de la clase con conceptos termodinámicos



- Define la constante de equilibrio directamente a partir de  $\Delta G^\circ$
- Deduce la constante de equilibrio a partir de  $\Delta G$
- Define conceptos de reversibilidad y espontaneidad
- Realiza un análisis de la evolución histórica de los conceptos termodinámicos relacionados con el equilibrio
- Otras opciones

Los docentes que contestaron “Otras opciones” aclararon:

- a) Si bien se incluye la relación entre la variación de la energía libre y la constante de equilibrio (opciones 1 y 2 de esta consigna), se analiza que ambos términos de la igualdad refieren a realidades ontológicamente distintas. La variación de la energía libre corresponde al caso hipotético como si la reacción transcurriera "completamente" (y no tiene relación con la espontaneidad), mientras que la constante de equilibrio se relaciona con la composición del sistema real una vez alcanzado el estado final (de equilibrio)
- b) Explico diferencia entre  $\Delta_r G$  y  $\Delta G$ . La constante se deduce de la primera versión.

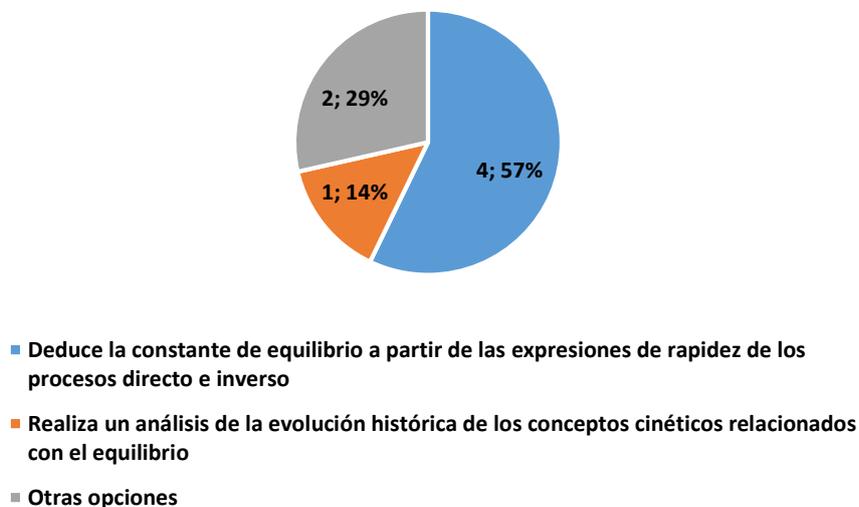
Nuevamente, se observa que a las 9 respuestas originales, se suman 2 que corresponden a docentes que plantearon combinación de conceptos.

Ninguno comienza con la evolución histórica, cabe señalar que algunos autores han planteado que el incluir aspectos de la Historia de la Ciencia en la enseñanza puede mejorar la comprensión de los estudiantes favoreciendo un aprendizaje más significativo (Cuellar, Quintanilla y Marzábal, 2010).

### c. Utilización de los conceptos cinéticos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos cinéticos, se presentan en la gráfica 14.

**Gráfica 14. Inicio de la clase con conceptos cinéticos**



En la mayoría de los casos, los docentes que comienzan el tema Equilibrio Químico a partir de conceptos cinéticos, deducen la constante de equilibrio a partir de las expresiones de velocidad de los procesos directo e inverso. Este enfoque se encuentra en el capítulo de equilibrio entre la bibliografía comúnmente recomendada como Brown, Dickerson, Moore, Mortimer y Whitten. En este abordaje es crítico el tener claro que la igualación de las expresiones de velocidad en un sentido y en el otro al llegar al estado de equilibrio es válido solamente para reacciones elementales. Conceptualmente corresponde al estudio corpuscular de la reacción. Atkins, y Mahan, en su capítulo dedicado al estudio de la cinética química, relacionan la constante de equilibrio con el estudio cinético de las reacciones químicas, aclarando que tal deducción se realiza para procesos elementales. Incluso Dickerson que, en el capítulo sobre Equilibrio Químico, deduce la constante de equilibrio a partir de las expresiones de velocidad (sin especificar en qué casos es posible realizar esta deducción), en el apartado referido a la cinética de las reacciones químicas, alerta acerca de que tal razonamiento no es correcto, excepto para reacciones elementales.

No es posible dilucidar en las respuestas obtenidas, si estas consideraciones son tenidas en cuenta al explicar a los estudiantes.

Dentro de la opción "Otros", si bien 2 docentes marcaron esta opción, al especificar fueron 4 los docentes que realizaron comentarios.

Estos docentes que contestaron "Otras opciones" aclararon:

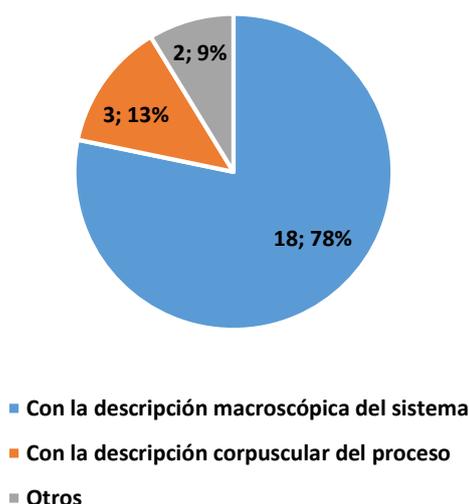
- a) gráficas concentración versus tiempo y el concepto de avance de reacción.

- b) Me baso en la ecuación de Nernst y el trabajo eléctrico.
- c) Uso analogías con física para que se comprenda el concepto de rapidez de reacción
- d) A partir de las concentraciones

### 5.2.2.2. Dimensión de análisis de la temática

Como parte del análisis del desarrollo de la clase, se indagó cómo los docentes realizan la descripción del sistema. Los resultados obtenidos se observan en la gráfica 15.

**Gráfica 15. Descripción del sistema macroscópica/corpuscular**



Los docentes que contestaron “Otras opciones” aclararon:

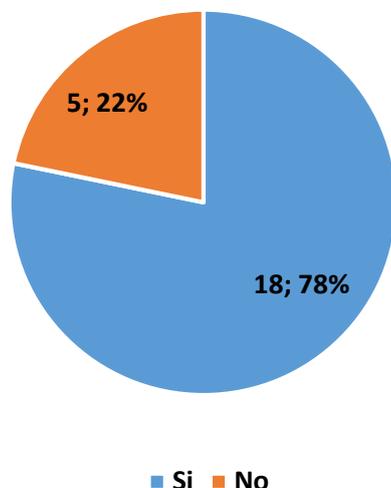
- a) En simultáneo desde ambas dimensiones, diferenciando el carácter estático de la fenomenológica respecto del dinámico de la teórica.
- b) Diferenciando reversibilidad de bilateralidad.

Se observa una clara mayoría que comienza con una descripción macroscópica. En “Otros”, donde contestaron solamente 2 docentes, se destaca la simultaneidad de las dos descripciones: macroscópico y corpuscular. Este punto se considera importante en el tratamiento del tema, ya que como se mencionó en el capítulo Introducción, el hecho de que los estudiantes deban conceptualizar los temas en dos dimensiones diferentes constituye dificultades intrínsecas de la asignatura, sumado el hecho del comportamiento “dual” de un sistema en estado de equilibrio, estático desde lo macroscópico y dinámico desde lo corpuscular.

### 5.2.2.3. Actividad disparadora

La gráfica 16 muestra el uso de los docentes de actividades disparadoras para iniciar el tema Equilibrio Químico.

**Gráfica 16. Actividades disparadoras al inicio del tema Equilibrio Químico**



En la mayoría de los casos los docentes utilizan una actividad disparadora para comenzar el tema, solamente el 22% no lo hace.

Dentro de aquellos docentes que respondieron que Sí realizan actividades disparadoras, se evaluó cuáles son las elegidas. Estos resultados se presentan en la gráfica 17.

**Gráfica 17. Actividades disparadoras elegidas por los docentes**



Se recogieron 19 respuestas de 18 docentes que planifican una actividad que consideran disparadora para el comienzo del tema ya que un docente marcó dos opciones relacionadas con trabajos experimentales.

Si se agrupan los docentes que de alguna forma utilizan actividades experimentales, constituyen un 50%, mientras que los que lo hacen a través de un problema teórico o el análisis de un texto constituyen 39 %.

Los docentes que marcaron "Otras opciones" (11 %) indicaron:

- a) Búsqueda de regularidades en ciertos fenómenos naturales en los que se observa la tendencia a lograr estados de equilibrio desde ciertas condiciones iniciales y hacia un determinado sentido.
- b) Se trabaja simultáneamente desde una situación problema que analiza cualitativa y cuantitativamente así como teórica y fenomenológicamente, el equilibrio del dióxido de nitrógeno con el tetróxido de dinitrógeno.
- c) Situaciones de la vida cotidiana siempre!! Es la torna más fácil de enseñar y que comprendan

Las actividades disparadoras en general se utilizan como actividades de motivación, aspecto importante a ser considerado en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Alemán M. *et al.*, 2018). La motivación, a su vez, favorece el aprendizaje significativo, siendo importante que exista en todo momento en el desarrollo de los temas a tratar pues fomenta que el aula se transforme en un espacio de interacción y colaboración entre estudiantes y docentes (Cobeña N. y Moya M., 2019).

En las respuestas obtenidas, 6 docentes utilizan actividades que se vinculan con las características reseñadas en las tablas 4 y 5 de Aprendizaje Profundo. Las actividades consideradas son las siguientes: actividad experimental abierta (2 docentes), análisis de un texto (1 docente) y las tres opciones extraídas de las respuestas abiertas en "Otros" (3 docentes).

### 5.2.3. Secuencia de contenidos

Las respuestas abiertas obtenidas se listan a continuación:

- a) Concentración vs tiempo. El equilibrio como estado final. Concepto de avance de una reacción. Presentación de la constante de equilibrio como condición final a través de simulaciones en computadoras. Perturbación de la constante de equilibrio a través del cambio de cantidades químicas. Explicación microscópica de las observaciones macroscópicas. Termodinámica de una reacción, Delta G, grado de avance y deducción de la expresión de Kp. Principio de Le Chatelier explicado a través de la gráfica de G vs grado de avance. Relación equilibrio-estequiometría (rendimiento de una reacción).
- b) A partir de una pila trabajo el concepto de espontaneidad, luego la situación de equilibrio, la ecuación de determinación del trabajo eléctrico

- y su relación con la Ecuación de Nernst y luego la deducción de la ecuación para hallar la energía libre a partir de ella y tomando en cuenta los criterios de espontaneidad y de equilibrio establecidos con la ecuación de Nernst deducimos los que corresponden a la  $E_c$  con energía libre. Volvemos a considerar la situación de equilibrio desde lo macroscópico y desde lo corpuscular.
- c) Deducción de  $K$  a partir de ecuación fundamental de la termodinámica. Expresión de  $K_c$ ,  $K_x$  y relación con  $K$ . Representaciones gráficas de  $\Delta G$  en función del avance (se pide lo retomen de los cursos de química general) Van't Hoff y efecto de la temperatura. Efectos de modificaciones al equilibrio. Se discute Le Chatelier y la forma de justificar matemáticamente cada efecto, analizando casos donde no se cumplen ciertos enunciados estudiados comúnmente. Ejercicios y situaciones problema.
  - d) Análisis fenomenológico de sistemas en equilibrio utilizando el ejemplo de una reacción química concreta, como la síntesis del amoníaco y las dificultades prácticas que acarrea el hecho de alcanzarse tan rápidamente el equilibrio. Necesidad de solucionar este inconveniente recurriendo a la dimensión teórica de la Química (Cinética y Termodinámica).
  - e) espontaneidad de las reacciones químicas, energía libre de Gibbs para una reacción química, reacciones reversibles, condición termodinámica de equilibrio, definición de la constante de equilibrio, propiedades del equilibrio, naturaleza del equilibrio, relación entre cociente de reacción y constante de equilibrio, relación entre las constantes de equilibrio, dependencia de la constante de equilibrio con la temperatura, perturbación del equilibrio
  - f) Se comienza con abordaje macroscópico y luego corpuscular.
  - g) Caracterización del equilibrio desde ambas dimensiones de análisis. Análisis de gráficos de energía libre en función de la composición del sistema o grado de avance de la reacción. Aspectos cuantitativos del equilibrio químico. Cociente de reacción y constante de equilibrio. Relación de la constante de equilibrio con el rendimiento de la reacción. Predicción de la evolución de un sistema por comparación del cociente de reacción y la constante de equilibrio, vínculo con el gráfico de energía libre en función de la composición del sistema. Relación entre  $K_p$  y  $K_c$ . Influencia de la temperatura en la constante de equilibrio. Perturbaciones a un sistema en equilibrio: principio de Le Chatelier. Posteriormente se trabaja con equilibrios iónicos, pero se considera otra unidad didáctica.
  - h) Análisis de diferentes sistemas, def de que se entiende por equilibrio químico (con base en cinética) descripción y def de la  $k_{eq}$ .  $K_g$ ,  $K_p$ . Def de otras situaciones de no equilibrio (factor  $Q$ ) y análisis de la tendencia del sistema. Relación con la energía libre de Gibbs entalpía y entropía en el equilibrio. Arribo a ppio de Le Chatelier y factores que lo afectan.
  - i) A partir de la actividad experimental: Propiedades macroscópicas del sistema, reversibilidad, espontaneidad, cálculo de  $\Delta G^\circ$  para sistemas en equilibrio y para sistemas una situación de no equilibrio, factores que modifican el valor de  $\Delta G^\circ$ , interpretación corpuscular de

- la situación de equilibrio, Ley de acción de masas, planteo de  $Q$  y cálculos de  $K_{eq}$ , problematización de la  $[ ]$  vs la actividad, equilibrios en fase homogénea y equilibrios de fases heterogéneas, factores que afectan el equilibrio.
- j) Observación de un sistema en equilibrio, caracterización, representación, expresión que involucran aspectos estequiométricos (factores que influyen en el rendimiento), termodinámicos ( $k$  a partir de variación de energía libre) y cinéticos (procesos llamados directos e inversos), problematización: procesos llamados completos, rendimiento, etc. Taller: Vinculación con procesos industriales.
  - k) Equilibrio termodinámico. Constante termodinámica. Desde allí, acercar la idea de la constante aparente, explicando consideraciones que podrán realizarse en algunos casos, respecto a tomar concentraciones como actividades. En equilibrio iónico, ver posibles desviaciones. Análisis el caso de la constante del producto iónico de agua, y sus desviaciones según fuerza iónica y temperatura.
  - l) Caracterización del estado de equilibrio desde la dimensión macroscópica, y tomando como referencia la idea de transformación química incompleta. Explicación a partir del concepto de proceso reversible, mostrando la relación entre composición del sistema con el tiempo y variación de  $G$ . Definición de  $K_{eq}$ . Relación entre  $K$  y  $Q$  para analizar la evolución de un sistema. Estudio de la composición del estado de equilibrio. Modificaciones al estado de equilibrio.
  - m) Una vez definida  $k$  a partir de  $\Delta G$  y  $\Delta G^\circ$ , se trabaja con sistemas que están evolucionando hacia el estado de equilibrio y se plantea el concepto de cociente de reacción para identificarlos. Utilizo el contrastar  $Q$  con  $\Delta G$  para determinar el sentido espontáneo de evolución del sistema de reacción. También se define el concepto de actividad. Se estudian las propiedades a nivel macro y submicroscópico de los sistemas en equilibrio, diferenciándolas cuidadosamente, si bien en la introducción del tema mediante una actividad experimental, las propiedades macroscópicas ya se habían mencionado. Se compara el rendimiento de una reacción completa con una en equilibrio. Se realizan ejercicios de planteo y cálculo de  $k_c$ . Se diferencian los equilibrios homogéneos de los heterogéneos. Se relaciona  $k_c$  y  $k_p$ . Se estudia la relación entre la temperatura y el valor de  $K$ . Terminamos con el estudio de los factores que afectan el sistema en equilibrio.
  - n) para  $q$  general a partir de ejemplos de gases como en Atkins y para FQ como el Castellán en ambos casos hasta llegar a equilibrios en solución y heterogéneos
  - o) Introducción, definición, características del equilibrio, constante de equilibrio, ejercicios, cociente de reacción, constante en función de la presión, ejercicios, factores que afectan el equilibrio, ejemplos, equilibrios heterogéneos, ejercicios
  - p) Análisis macro corpuscular estequiometría cinética
  - q) A partir de un ejemplo teórico se introducen los conceptos de espontaneidad y reversibilidad. Luego se vincula con la energía de Gibbs y la ley de acción de masas. Se define la constante de equilibrio en base a ello.

- r) Comienzo por la interpretación de lo que ocurre a nivel submicroscópico en una reacción genérica, graficando con el tiempo las concentraciones de los componentes del sistema y monitoreando las velocidades directa e inversa. Apalanco la discusión en el tema cinética química dado en la semana anterior. Desde allí se deduce la expresión de la constante y el concepto de equilibrio químico dinámico. Finalmente se incorporan naturalmente otros conceptos asociados, como cuadro estequiométrico, rendimiento, y perturbación.
- s) Equilibrio homogéneo y heterogéneo, equilibrio ácido- base y equilibrio de precipitación y complejación.
- t) El tema se enfoca como una visión general e introductoria del concepto de equilibrio químico. Se comienza con un enfoque termodinámico, luego se brindan conceptos asociados a actividades y concentraciones, luego propiedades generales de los equilibrios químicos para después mencionar de modo amplio los distintos tipos de equilibrios relacionados a la materia Química Analítica I (ácido-base, formación de complejos, redox, precipitación, distribución entre solventes no miscibles). Se muestran ejemplos y estos contenidos son soportes para los temas mencionados que luego son dictados con mayor profundidad en el curso.
- u) Razones por las que las reacciones no alcanzan rendimiento 100%  
Presentación de la constante de equilibrio  
Sistemas homogéneos  
sistemas heterogéneos
- v) Los estudiantes deben previamente leer la bibliografía recomendada. En clase se plantea un ejercicio de donde se comienzan calculando concentraciones, fracciones molares, etc, en una situación de equilibrio homogéneo y de ahí se llega al planteo de la constante de equilibrio. Luego se van presentando otras situaciones, para que a partir de ese planteo inicial.
- w) Caracterización del estado de equilibrio, dimensión macroscópica y dimensión corpuscular. Aspectos cuantitativos del estado de equilibrio. Constante de equilibrio. Interpretación del valor de la constante. Cociente de reacción, predicción del sentido de la reacción. Determinación de composiciones del sistema en equilibrio. Factores que afectan el estado de equilibrio. Equilibrio en solución acuosa.

Dada la variabilidad de las respuestas, no fue posible establecer subgrupos pero, en términos generales, se puede observar que luego de realizar una descripción del estado de Equilibrio Químico, se tratan los aspectos cuantitativos desde diferentes abordajes para trabajar el concepto de constante de equilibrio. Esto también se ha observado en la bibliografía relevada, más allá de las diferencias encontradas.

En algunos casos las respuestas obtenidas no son claras y no permiten detectar la secuencia específica de contenidos utilizada por el docente.

#### 5.2.4. Acciones para el desarrollo del tema

En la gráfica 18 se presentan las distintas opciones elegidas por los docentes para el desarrollo de la clase.

**Gráfica 18. Opciones elegidas por los docentes para el desarrollo de la clase**



De los resultados obtenidos se puede observar que más de la mitad de los docentes (52,2%) utiliza como una de las acciones más frecuentes las clases expositivas en su curso. En cuanto a las actividades promotoras de Aprendizaje Profundo se puede resaltar una alta incidencia de actividades más participativas como el planteamiento de situaciones problema (43,4%) y opciones de menor elección como talleres (8,7%) y proyectos (4,3%).

Asimismo, se consultó a los docentes sobre los aspectos positivos de las opciones seleccionadas. En el listado a continuación se presentan los comentarios vertidos por los docentes:

- Simulaciones, prácticos en computadora, predicción y cálculo de resultados.
- Desde lo experimental se visualiza la situación de un sistema en equilibrio y de otro que no lo está. Se generan preguntas a responder que muestran la necesidad de una construcción teórica. Luego mediante preguntas guía y con la intervención puntualmente expositiva se desarrolla la teoría.
- Se aprovecha la estructura de la disciplina para mostrar enfoques algo distintos a los trabajados en cursos anteriores por el estudiante.
- La guía expositiva del docente en un tema complejo es inevitable, complementando la exposición con análisis de datos experimentales, interpretación de gráficos y resolución colectiva de problemas. Las actividades experimentales profundizan las conceptualizaciones, siempre que tengan cierto grado de apertura y permitan a los alumnos plantear hipótesis e introducir cambios

- justificados en las variables y en el diseño experimental de partida.
- e. como diversas formas de tratar el tema equilibrio y algunas no me parecen correctas al ser la clase expositiva lo trato desde el punto de vista termodinámico
  - f. Buscar la diversidad y complementariedad de las mismas.
  - g. El planteo de situaciones problema constituye una muy buena alternativa para hacer surgir las ideas previas de los estudiantes durante la resolución de las mismas, el hecho de hacerlas de carácter grupal, apunta al trabajo cooperativo, en el cual la retroalimentación de pares es frecuente, oportuna e inmediata. El rol del docente, circulando por los equipos, habilita a recoger insumo de cuáles son las creencias que emanan de las discusiones y permite luego realizar intervenciones puntuales para redirigir razonamientos en caso que sea necesario o reforzar lo que corresponda.
  - h. Asimismo, la posterior resolución de ejercicios y problemas permite la consolidación de los contenidos y competencias trabajadas, conjugando aspectos conceptuales y procedimentales.
  - i. Dar herramientas al futuro docente para sus prácticas de aula. Facilitar la comprensión del tema
  - j. Los trabajos experimentales permiten operar con factores que determinan y modifican el equilibrio así como para la comprensión del equilibrio en su dimensión macroscópica y el planteo de las situaciones problema permite operar con la ley de acción de masas y obtener conclusiones a partir de los resultados numéricos, conceptualizar el equilibrio a nivel corpuscular o nanoscópico y representar el equilibrio en el nivel de representación simbólica.
  - k. Involucramiento de los estudiantes con el tema, discusiones establecidas en la clase y problematización explícita.
  - l. Es un tema que exige la necesidad de teorizar, y por ende, profundizar en selección de textos, y observar errores comunes en libros de química General
  - m. El ubicar al estudiante ante un problema, permite visualizar mejor los obstáculos epistemológicos en la construcción de los conceptos acerca del tema y dar más libertad para trabajar en la transposición didáctica. El análisis crítico de textos es una actividad constitutiva al ejercicio profesional de la docencia, sobre todo de los textos que se utilizan frecuentemente para la enseñanza a nivel medio y superior.
  - n. Los trabajos experimentales ya sea que los realicen ellos o los busquen en videos en Youtube, les permiten visualizar los aspectos macroscópicos de un sistema que evoluciona hasta el equilibrio ya que se utilizan ejemplos

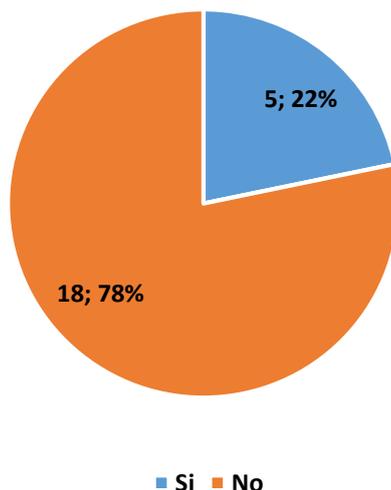
coloridos, con sales de cobalto, óxidos de nitrógeno o sales de cromo. Los aspectos cuantitativos se tratan a través de situaciones planteadas en ejercicios. Es más fácil considerar el estudio de los aspectos cuantitativos de manera experimental, con el estudio de equilibrios en fase acuosa.

- o. para Q G, trabajos experimentales y situaciones problemas fomenta la comprensión
- p. Permiten una práctica constante
- q. Contextualización y experimentación con
- r. Las clases expositivas ayudan a entender el tema. Los ejercicios y problemas a fijar los conceptos teóricos dados en la primera opción.
- s. La introducción expositiva inicial permite recordar los conceptos dados en la clase teórica y además plantear situaciones problema que lleven a los estudiantes a encontrar soluciones mediante indagación. Los ejercicios de los repartidos prácticos hacen posible asentar los conceptos en una progresión constructivista.
- t. Con los ejercicios y problemas se logran abordar en forma práctica todos objetivos de la clase. Es expositiva, por el planteo actual del curso, considero que el formato taller es mejor a la hora de desarrollar competencias.
- u. Este tema se dicta en el marco del curso teórico de Química Analítica I. No puedo brindar más detalles asociados a la pregunta
- v. -
- w. Se pueden exponer los principales conceptos relacionados con el tema y ponerlos en práctica en la resolución de ejercicios.
- x. El combinar las clases expositivas con el planteamiento de situaciones problemas promueve una mejor discusión de los conceptos.

Respecto a la valoración que hacen los docentes de sus prácticas, algunas de las respuestas no son del todo explícitas, pero en general el aspecto positivo que le atribuyen a las acciones utilizadas es suponer que favorece la comprensión del tema.

Con el fin de indagar un poco más acerca de las herramientas utilizadas por los docentes, se les consultó sobre el uso de simuladores o similares. Los resultados se muestran en la gráfica 19 y en el listado adjunto.

**Gráfica 19. Uso de simuladores o similares**



Es posible observar que la mayoría de los docentes (78%) no utiliza simuladores o similares en sus clases de equilibrio, considerando que éstos son recursos didácticos potentes para ser utilizados en la enseñanza tanto de la Química, como de otras disciplinas, ya que permiten modelar fenómenos naturales, que no son tan sencillos de observar en la realidad (Lorduy y Naranjo, 2020).

Logran evaluar situaciones que muchas veces no son posibles de percibir en el mundo “real”, constituyendo así una herramienta válida para ser utilizada en el proceso de enseñanza de las ciencias experimentales. La incorporación de las simulaciones, en la enseñanza de las ciencias tiene una importancia que se destaca tanto desde el punto de vista científico como educativo (Raviolo, 2019). El uso de simuladores puede tener una influencia positiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo que los alumnos puedan volver sobre el contenido varias veces, brindándoles la posibilidad de que realicen una autoevaluación de su proceso (Delgado, Kiausowa y Escobar, 2021).

La utilización de actividades de simulación y modelización asociadas con la experimentación en el proceso de enseñanza de fenómenos químicos genera modelos mentales más focalizados en los estudiantes y aprendizajes profundos. De todas formas, se debe señalar que el uso de simuladores por sí solo no garantiza que los estudiantes aprendan. Será necesario plantear objetivos y estrategias que permitan esta integración para ser eficientes en el proceso de aprendizaje (Pacheco, Lorduy y Paéz, 2021).

Aquellos docentes que optan por el uso de simuladores o similares, especificaron cuáles son los utilizados:

- Simulaciones online de reacciones fuera y en equilibrio.
- Generalmente utilizo los del PHET de la U de Colorado, aunque hay varios en la red.
- Al inicio, con simuladores que muestran lo que ocurre a nivel corpuscular y también para analizar los factores que afectan el equilibrio.

- d) Phet y amrita
- e) Phet

Tres docentes mencionan la utilización de los simuladores de la Universidad de Colorado PhET los que tienen la ventaja de estar disponibles en forma gratuita, en <https://phet.colorado.edu/>.

Este sitio web tiene disponibles varias alternativas para utilizar en Química, permitiendo el análisis y discusión de contenidos de interés para la disciplina, favoreciendo la comprensión de los estudiantes y contribuyendo de esta forma a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Delgado, Kiausowa y Escobar, 2021).

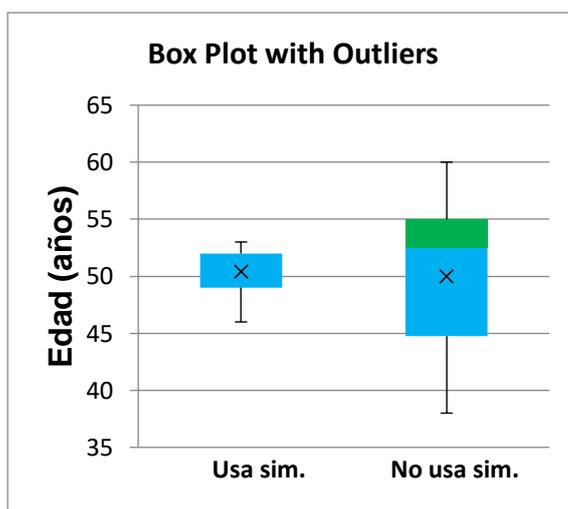
Para visualizar si existe asociación entre la utilización de simuladores o similares y la edad y la formación de los docentes, se realizó un estudio estadístico.

Para el caso de la edad, se tomó como variable de respuesta categórica si el docente usa o no simuladores y como variable explicativa cuantitativa la edad.

En la gráfica 20 se presenta el diagrama de caja correspondiente al uso de simuladores/Edad y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 20. Diagrama de caja Uso de simuladores/Edad y datos de estadística descriptiva**

	<i>Usa simulador</i>	<i>No usa simulador</i>
Mean	50,4	50
Standard Error	1,3	1,6
Median	52	53
Mode	52	55
Deviation	2,9	6,7
Range	7	22
Maximum	53	60
Minimum	46	38
Sum	252	900
Count	5	18



A partir de la gráfica se observa que el promedio de edad de los docentes que usan y no simuladores es prácticamente el mismo. También se realizó el T test, para comparar el valor medio de muestras independientes (resultados en Anexo II). De estos resultados se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios.

En el caso de la relación entre el uso de simuladores y la formación, tanto la variable de respuesta (si usa o no simuladores) como la explicativa (formación) son categóricas. Los resultados del análisis estadístico descriptivo bivalente se presentan en el Anexo II.

En la tabla 4 se presenta la distribución condicional (% de docentes) para el uso de simuladores/ formación.

**Tabla 4. Distribución condicional (%) Uso simuladores/Formación**

	Si (%)	No (%)
Grado	0	100
Posgrado	29	71

De acuerdo a la distribución condicional presentada se puede comentar que, para la muestra, existe una asociación positiva entre el grado de formación de docentes y el uso de simuladores. Se observa que de los docentes que tienen posgrados terminados y que usan simuladores, el 80% corresponde a docentes del CFE. De los docentes que pertenecen exclusivamente a la UdelaR, solamente uno utiliza simuladores en sus clases.

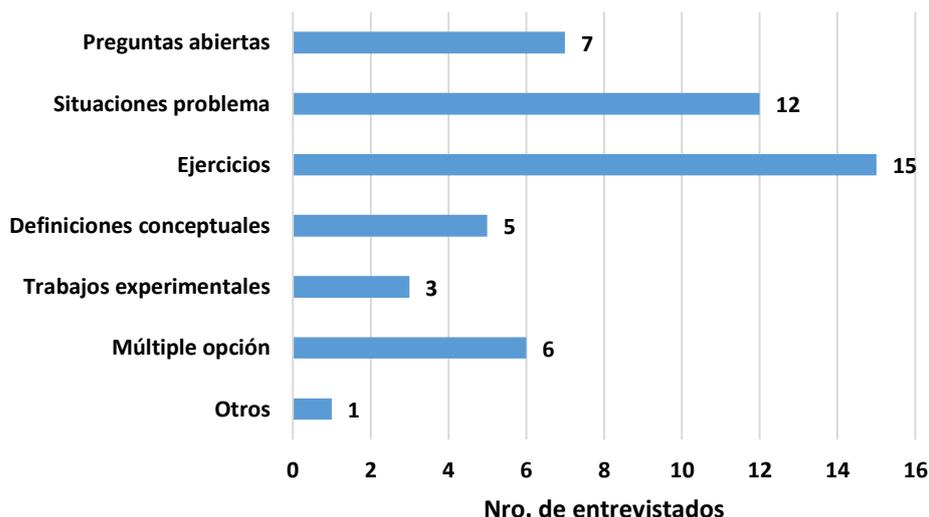
Por otra parte, al realizar el test de Chi-cuadrado algunas de las frecuencias esperadas son menores a 5 por tanto se utilizó el test exacto de Fisher. De este test con un valor de  $p > 0,05$  se puede decir que la tendencia observada para la muestra no tiene significancia estadística para la población. Por lo tanto, no es posible decir que en la población haya una asociación entre la formación de los docentes y el uso de simuladores.

### **5.2.5. Actividades de evaluación**

Los medios de evaluación reportados por los docentes se muestran en la gráfica 21.

Según la terminología utilizada por Hamondi, López y López (2015), los medios de evaluación incluyen todas las producciones de los estudiantes, que los docentes puedan recoger y/u observar para evidenciar lo que los alumnos han aprendido y pueden ser tanto escritos, como orales o prácticos.

**Gráfica 21. Medios de evaluación reportados por los docentes**



Las opciones propuestas utilizan diferentes procesos cognitivos. Utilizando la taxonomía de Bloom y su actualización para la era digital propuesta por Churches, se pueden analizar las diferentes opciones. (Churches, 2008) Por ejemplo, las definiciones conceptuales utilizan “recuperar o recordar”, considerado procesos cognitivos de orden inferior. Por el contrario, en las preguntas abiertas y en las situaciones problema se utilizan, además, procesos cognitivos de orden superior como “analizar, evaluar, crear”. En el caso de ejercicios, trabajos experimentales y preguntas de múltiple opción si éstos son mecánicos o preestablecidos involucrarían procesos cognitivos intermedios utilizando “comprender y aplicar”.

Es válido recordar lo expresado en el capítulo 2, en donde se señaló que en el aprendizaje profundo se utilizan procesos de alto requerimiento cognitivo, mientras que el aprendizaje superficial se relaciona con actividades de bajo requerimiento cognitivo. (Ravela *et al.*, 2019)

De los resultados obtenidos en la encuesta, la mayoría de los docentes (15) utiliza como una de las formas más frecuentes el planteo de ejercicios para la evaluación, seguido de la utilización de situaciones problemas (12), mientras que 7 docentes plantean preguntas abiertas en la evaluación.

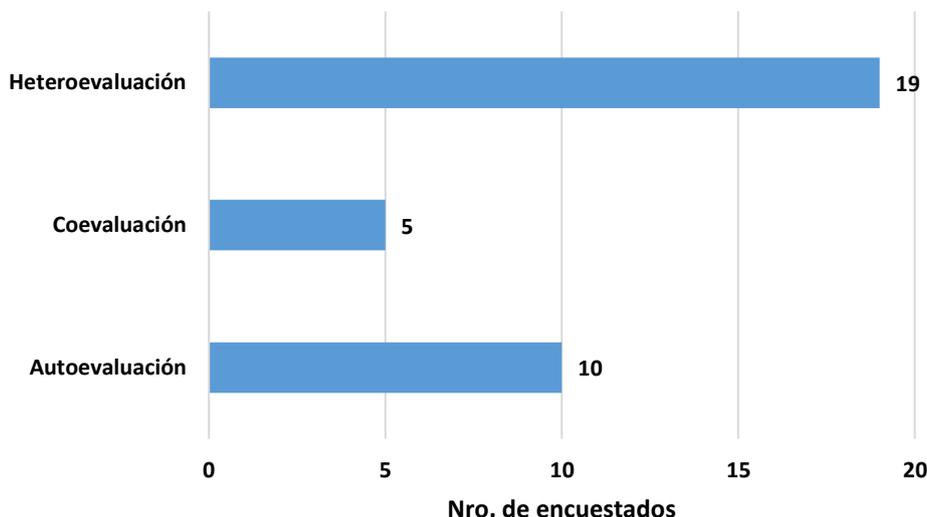
Los tipos de evaluación con preguntas de múltiple opción, definiciones conceptuales y trabajos experimentales son las opciones menos elegidas por los docentes.

El docente que marcó “Otros” comentó:

- a) Situaciones problemas con énfasis en industria

Respecto al tipo de evaluación que realiza, los resultados fueron los que se muestran en la gráfica 22.

**Gráfica 22. Tipos de evaluación**



De la observación de las respuestas individuales, se observa que de los 19 docentes que marcaron heteroevaluación (realizada por el docente), 13 de ellos lo hacen de forma exclusiva para evaluar el tema, mientras que 3 combinan con autoevaluación (realizada por el propio alumno) y otros tres utilizan la coevaluación (realizadas por grupos de pares de alumnos), además de las mencionadas.

Cabe destacar que hay 4 docentes que no utilizan heteroevaluación, dos de ellos solamente plantean actividades de autoevaluación y otros dos combinan actividades de autoevaluación y coevaluación.

Según Sanmartí (2007), la evaluación es el motor del aprendizaje; su finalidad principal es la regulación tanto de la enseñanza como del aprendizaje. Enseñar, aprender y evaluar son tres procesos que no se pueden separar. La evaluación es una ocasión para conocer la calidad de los procesos y una oportunidad para su reformulación y mejora (Pérez Gómez, 2007).

Como se ha señalado, 13 docentes solamente realizan actividades de heteroevaluación. Si bien la evaluación por parte del docente es importante por los aspectos señalados anteriormente, en un proceso activo de aprendizaje no debería ser la única forma de evaluación (Basurto Mendoza et al., 2021). Es relevante que el docente proporcione devoluciones que permitan al estudiante avanzar en el aprendizaje; éstas deben enfocarse en la tarea (no en valoraciones de la persona); considerando aspectos que los alumnos puedan modificar, y orientadas a qué hacer a continuación (Ravela *et. al*, 2019).

La entrega de retroalimentaciones positivas ha sido señalada como uno de los factores dependientes de los docentes que promueven el Aprendizaje Profundo (Tabla 5, capítulo 2).

Calatayud y Alonso (2022), plantean, a partir de una publicación realizada por Hounsell, que la retroalimentación impacta en el aprendizaje en tres aspectos: acelerando el aprendizaje, optimizando la calidad de lo que se aprende y

subiendo el nivel de logro individual y grupal. Además se señala otra característica que debe tener la retroalimentación, y es que debe ser inmediata y constante para que pueda aprovecharse al máximo su potencial para la mejora del aprendizaje.

Por otra parte, la inclusión de actividades de autoevaluación, en las que el estudiante pueda tomar conciencia del aprendizaje realizado, asimilarlo, transformarlo e incluso modificarlo, se tornan fundamentales, como prácticas que promueven el desarrollo de pensamiento crítico; necesario no solo en el período de estudiante, sino también en el desarrollo profesional (Basurto Mendoza *et al*, 2021).

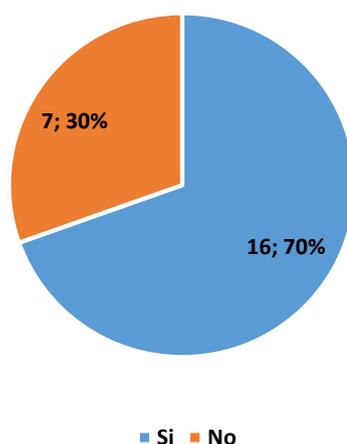
Es muy importante para los estudiantes poder detectar y regular sus dificultades, para encontrar la ayuda necesaria para poder superarlas (San Martí, 2007). Como ya fue planteado en el capítulo 2, si se pretende que los alumnos adopten un enfoque profundo de aprendizaje, se deben promover los procesos metacognitivos, de este modo, la autoevaluación contribuye a que el estudiante sea conciente de lo que se sabe y de lo que resta por aprender (Barranco Pérez, 2008).

Las actividades de coevaluación, poseen un carácter colaborativo, al ser realizada entre pares. Permiten afianzar los conocimientos debido a que las experiencias cooperativas son más duraderas que las individuales (Basurto Mendoza *et al.*, 2021). Además, las actividades de coevaluación promueven el potencial que los propios estudiantes tienen para realizar devoluciones importantes a sus compañeros. Incluir a los alumnos en la revisión de los trabajos de sus compañeros enriquece el trabajo en el aula con nuevas visiones (Ravela *et al.* 2019). Este tipo de actividades son utilizadas solamente por 5 docentes.

#### 5.2.6. Actividades de cierre del tema

En la gráfica 23 y en el listado posterior se presentan las respuestas de los docentes respecto a las actividades de cierre que realizan.

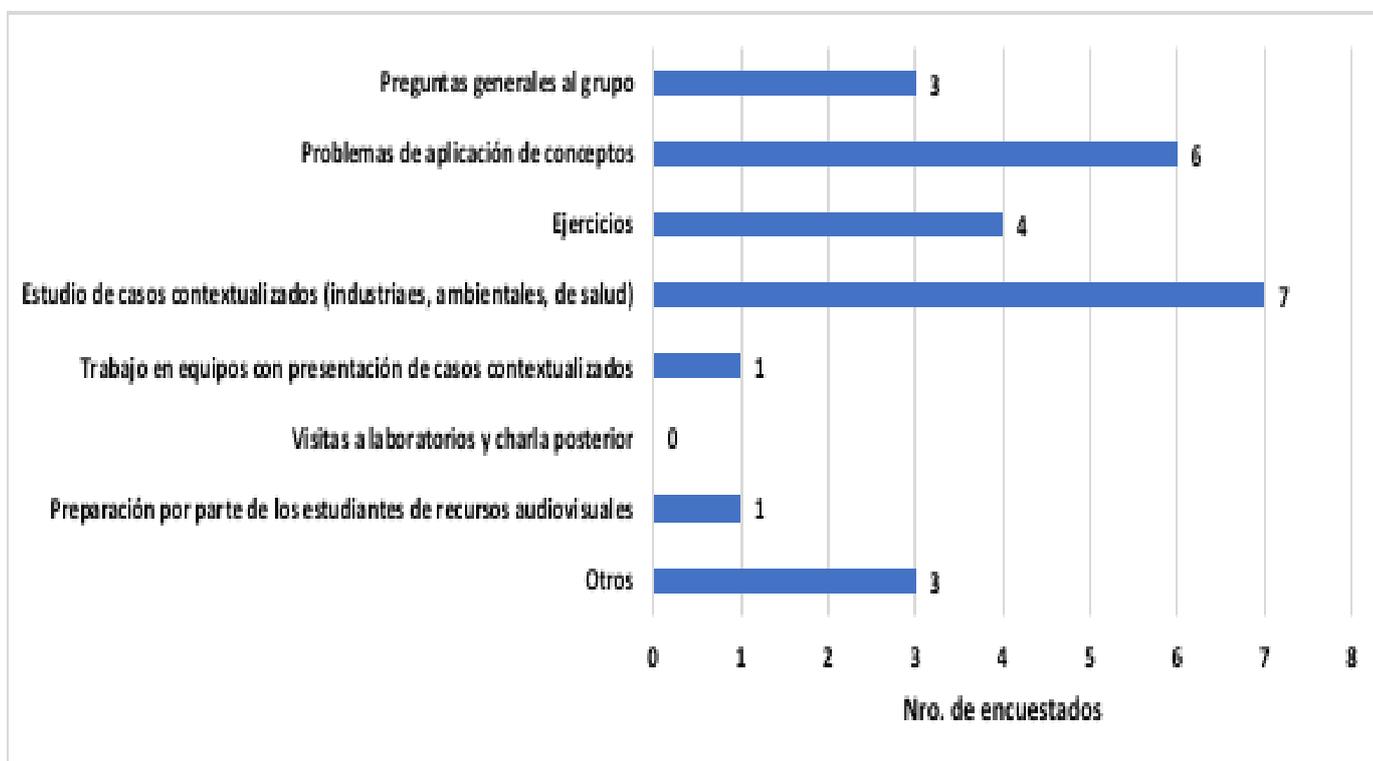
**Gráfica 23. Decisión de realizar actividades de cierre**



Es importante destacar que el 70 % de los docentes planifican alguna actividad para dar cierre al tema.

Aquellos docentes que respondieron que sí realizan actividades de cierre, especificaron cuáles. Estos resultados se muestran en la gráfica 24.

**Gráfica 24. Actividades de cierre utilizadas**



Entre los docentes que realizan actividades de cierre, las que más se destacan son el estudio de casos contextualizados y los problemas de aplicación de conceptos.

Si bien son tres docentes que responden la opción “otros”, son cuatro los que especifican en qué basan sus actividades de cierre.

Éstos realizaron los siguientes comentarios:

- equilibrios ácido/base en el cuerpo humano y equilibrio gaseoso  $O_2/CO_2$ /Hemoglobina
- Preparación por parte de estudiantes de recursos áulicos para este tema como posibles prácticas a desarrollar en bachillerato
- Integración de contenidos con tratamiento de equilibrios simultáneos y competitivos, para poner énfasis en tendencias en el grado de avance.
- Situación a resolver como casos concretos con juego de roles

### 5.2.7. Bibliografía recomendada por los docentes

La información recabada respecto al uso de la bibliografía, se presenta en la gráfica 25.

**Gráfica 25. Tipo de bibliografía utilizada**



La mayoría de los docentes dan lineamientos en cuanto a la recomendación del material bibliográfico, tanto en libros específicos como repartidos creados por los docentes. Si bien es un porcentaje minoritario, hay docentes que dejan a libre elección de los estudiantes la bibliografía a utilizar.

Respecto a los repartidos creados por los docentes, Patiño y Barragán (2022), señalan la importancia de la creación de material didáctico por parte de los profesores, resaltando que la innovación docente no necesariamente se relaciona con la creatividad para enseñar teniendo en cuenta el material disponible, sino para crear nuevo material académico que favorezca los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Aquellos docentes que contestaron “Otros” aclararon:

- a) Utilizo mucho páginas web, videos, y simulaciones en entornos sintéticos de aprendizaje.
- b) Algunos artículos seleccionados por el docente
- c) Artículos de investigación didáctica sobre el tema.
- d) Páginas web y en lo posible interactivas
- e) La bibliografía recomendada son diversos capítulos de libros de Química General, no libros específicos sobre equilibrio químico

En las aclaraciones realizadas por estos 5 docentes, es posible visualizar que en todos los casos el docente selecciona el material a recomendar, ya sea artículos específicos en lo que se incluyen aquellos de investigación didáctica o capítulos determinados de alguno de los libros comúnmente utilizados.

### 5.2.8. Dificultades detectadas en el desarrollo del tema

Los docentes plantearon las dificultades detectadas en el desarrollo del tema mediante las respuestas a una pregunta abierta. A continuación se presentan sus respuestas:

- a) Matemático: análisis de gráficas, entender la  $K$  como una relación entre concentraciones y que su valor puede ser constante, pero que las concentraciones no tienen por qué ser las mismas en condiciones fijas de  $T$ . La correlación macro/micro y el concepto de equilibrio dinámico.
- b) Diferenciación de los niveles de descripción y razonamiento, dificultades en los prerrequisitos, dificultades en el manejo matemático del tema.
- c) Aspectos matemáticos básicos que no tienen incorporados los estudiantes. Aspectos conceptuales erróneamente aplicados al utilizar Le Chatelier. Aspectos de comprensión de situaciones problema planteadas.
- d) Cálculos de concentraciones en equilibrio; relación entre  $K_c$  y  $Q$ ; aplicación del principio de Le Chatelier sobre todo en los referidos a los cambios energéticos en el sistema en equilibrio.
- e) los estudiantes no traen conocimientos sobre termodinámica, la mayoría trató el tema desde el punto de vista cinético, es necesario deconstruir algunas ideas.
- f) Muchas veces las dificultades son matemáticas y no químicas. También dificultades para realizar la interpretación de los resultados.
- g) Primera dificultad: Comprensión del gráfico de energía libre en función de la composición del sistema. Deducciones de aspectos que se desprenden del gráfico anterior que dependen de las condiciones iniciales y los que no. Por ejemplo, la "magnitud" de la constante (mayor o mucho mayor a uno, menor o mucho menor a uno) no depende de las condiciones iniciales y se puede deducir de dicho gráfico, sin embargo, la deducción del sentido en que evolucionará un sistema de composición particular hasta alcanzar el estado de equilibrio equilibrio, depende de la comparación del cociente de reacción con la constante y también se puede ver en dicho gráfico. Sin embargo, la dificultad de interpretación del mismo, e incluso del vínculo con el gráfico de concentración en función del tiempo (para ciertas condiciones iniciales) es notoria. Segunda dificultad: Influencia del cambio de temperatura en la composición de los sistemas en equilibrio. Tercera dificultad: Si bien no es una dificultad propia de la asignatura, se advierten notorias dificultades en herramientas matemáticas básicas que se requieren para la resolución de ejercicios y análisis de la coherencia de los resultados obtenidos.
- h) Miedo inicial al tema ..., pocas prácticas aptas de aplicación en lab de secundaria , , cuesta a los alumnos comprender que son reacciones que incompletas,

- i) Pobre comprensión de los conceptos calor, energía, entropía, energía libre. Dificultades en la representación simbólica, y pobre comprensión de las proporciones estequiométricas. Dificultades relacionadas con la operación algebraica.
- j) Representación matemática, dominio del valor de constante, modelización de los sistemas en equilibrio.
- k) Carencia de un tratamiento conceptual en cursos previos. Limitaciones matemáticas para un tratamiento termodinámico con una profundidad adecuada
- l) Dificultades para comprender la reversibilidad del proceso, que lo confunden con proceso invertible; 2) Diferenciar la reversibilidad del dinamismo, por no tener claro las dimensiones de análisis del sistema y su transformación. ; 3) Problemas en el estudio de las modificaciones al estado de equilibrio y cálculos de composición luego de la modificación.
- m) Diferenciar los niveles de análisis en la caracterización de un sistema en equilibrio; combatir el "se desplaza" para que sea sustituido por el concepto de espontaneidad de una u otra de las reacciones y los cálculos algebraicos cuando tienen que utilizar la fórmula de Bhaskara o similares.
- n) en Q general los equilibrios en solución y heterogéneos les cuesta más.
- o) Vincular lo micro y lo macro
- p) Dificultad pasaje de una análisis a otro ( macro a corpuscular) simultaneidad de procesos dificultades herramientas matemáticas
- q) Algunos conceptos previos incorrectos o no entendidos adecuadamente.
- r) Falta de conceptos previos. Poco nivel de abstracción. Dificultad de interpretación del concepto de equilibrio dinámico.
- s) La dificultad mayor se presenta a la hora de enfrentar sistemas en los que hay más de un equilibrio planteado.
- t) No se detectan dificultades importantes en el desarrollo y buena comprensión del tema
- u) Entender que las concentraciones de productos y reactivos individuales van a ser diferentes en diferentes situaciones de equilibrio.
- v) Dificultades en la comprensión de lo que implica el estado de equilibrio a nivel corpuscular, en la interpretación conceptual de situaciones problema más allá de lo que puede ser la resolución matemática.

Analizadas las respuestas abiertas, se observó que cada docente plantea varias dificultades, sin priorizar específicamente alguna. A partir de estas respuestas abiertas se pudieron crear cuatro subgrupos, con los consecuentes números de respuestas que se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5. Dificultades detectadas para el desarrollo del tema Equilibrio Químico**

Dificultades	Nro. de respuestas
Contenidos inherentes al tema (Le Chatelier, Keq, factores que afectan el equilibrio, conceptualización de reacción incompleta, modelización, equilibrios heterogéneos y en solución	13
Matemáticas	11
Dimensiones de análisis	6
Conocimientos previos	5

Un docente no encuentra ningún tipo de dificultad.

De la tabla 5 se observa que 11 docentes plantean la dificultad matemática tanto para interpretación de gráficas y realización de cálculos. Esta deficiencia ha emergido de varias de las preguntas incluidas en la encuesta.

También se destaca la dificultad del estudio en dos dimensiones diferentes tal como se analizó en el punto 5.2.2.2 de este capítulo.

Respecto a los conocimientos previos, los docentes han detectado deficiencias por ejemplo de conceptos termodinámicos básico. El otro punto que han destacado 13 docentes es el de las dificultades inherentes al tema. Esto está de acuerdo con la investigación nacional realizada por Britos (2011), tal como se planteó en el capítulo Introducción.

Asimismo, Rocha *et al.* (2000), describen a partir de un estudio que recoge lo planteado por diferentes autores, las siguientes dificultades relacionadas al aprendizaje del Equilibrio Químico, que también pueden ser consideradas inherentes al tema:

- Identificación de las cantidades de cada una de las sustancias presentes en el equilibrio, como determinadas por la estequiometría de reacción.
- Compartimentalización del sistema equilibrio (tomando cada lado de la ecuación química como independiente).
- Confusión entre velocidad y extensión de la reacción.
- Confusión masa-concentración.
- Utilización del Principio de Le Chatelier

Quílez (2006) y Raviolo y Martínez (2003) indican además las siguientes dificultades:

- Manejo de proporcionalidad insuficiente.
- Inadecuada comprensión corpuscular de la reacción química.
- Confusión entre composición inicial y de equilibrio.
- No admitir la coexistencia de todas las especies.
- Considerar al equilibrio como estático.
- Desconocimiento de las condiciones en las que la Keq es constante y el significado de su valor.

Estos aportes de la bibliografía coinciden, en términos generales, con lo relevado en la encuesta de esta tesis.

### **5.2.9. Comentarios finales de los docentes**

Con el fin dar una posibilidad para realizar un comentario final en dónde los docentes se pudieran expresar en algún tema de importancia para ellos y no abordado en el encuesta, se incorporó una pregunta abierta final. Las respuestas obtenidas se listan a continuación:

- a) Tanto particularmente en equilibrio químico como en todo el curso de FQ en formación docente, las principales dificultades son la falta de herramientas matemáticas que en general presentan y los muy pocos conocimientos previos adecuados sobre temas físicos. En ambos casos me refiero a aspectos básicos, no demasiado complejos.
- b) A lo largo de la enseñanza de este tema no pude realizar actividades prácticas porque no estaban dadas las condiciones de laboratorio para ello. Considero que la realización de prácticas es muy importante.
- c) Es un tema que merece consensuar su desarrollo, desde la terminología utilizada hasta los niveles de profundización.
- d) El tema equilibrio químico, como estado del sistema asociado al estudio de las transformaciones químicas es sumamente integrador y paradigmático en la caracterización del pensamiento químico. La enseñanza efectiva pasa por priorizar los aspectos conceptuales. Allí el enfoque epistémico (dimensiones de análisis, priorizando el abordaje termodinámico) y ontológico (niveles de realidad) son claves.
- e) Considero muy importante que el docente continúe propiciando el desarrollo de los conceptos estructurantes involucrados con el tema equilibrio químico, más allá de las clases puntuales sobre el mismo. Al abordar los equilibrios iónicos y de solubilidad, se deben retomar las ideas generales de Equilibrio, diferenciándolas al interpretar un proceso químico como una reacción ácido - base o un proceso físico como el de disolución.
- f) El nivel de los alumnos que llegan a primer año es bastante deficiente más que nada en cuanto a su forma de encarar el estudio. Eso hace que se lleve mucho tiempo en procurar adquirir hábitos de estudio favorables al nivel terciario y se llega al tema equilibrio químico en el mes de octubre y con el tiempo justo para tratarlo en forma más bien expositiva con pocas oportunidades de investigar a través de situaciones problema que lleven a una construcción conceptual más rica y duradera.

En estos comentarios se resaltan las dificultades del dictado del tema, del cual se habló anteriormente pero también se resalta la importancia que los docentes le otorgan al tema.

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-EDUCACIÓN MEDIA

### ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Al igual que en el capítulo anterior, las preguntas originales de la encuesta se presentan en el Anexo I y la metodología seguida para la misma en el capítulo 3. Asimismo, se comentan los resultados obtenidos y se discuten las principales apreciaciones. En el caso de preguntas abiertas, se incorporan las respuestas de los docentes sin ninguna modificación.

#### Adhesión a la encuesta

La adhesión a la encuesta se obtuvo tras varias convocatorias a los distintos colectivos docentes. Se logró una adhesión de 42 docentes. Una muestra de  $n=42$  es un número adecuado para un estudio estadístico de poblaciones infinitas, según el teorema del límite central (Agresti, 2018)

#### Resultados obtenidos de la encuesta

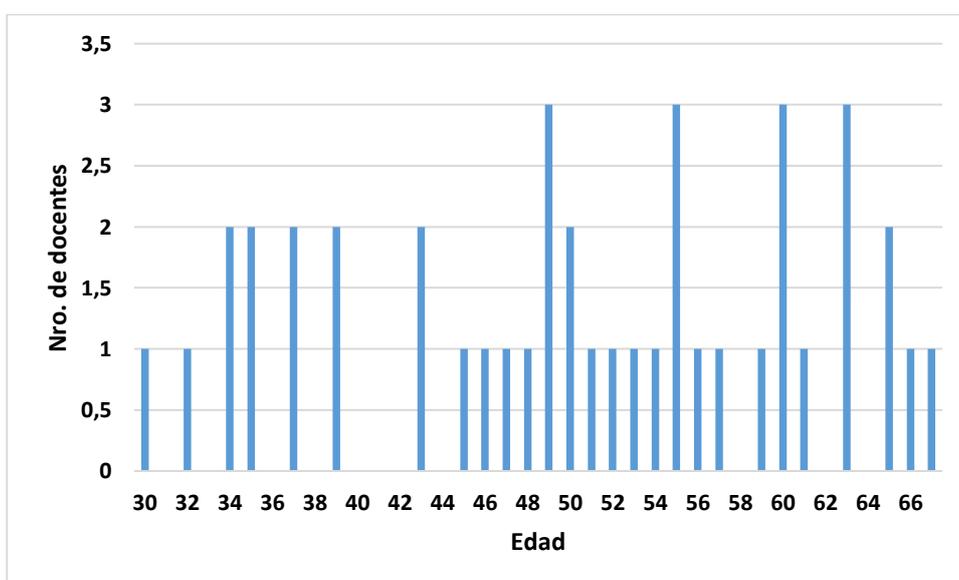
##### 6.1. Datos generales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del primer módulo de la encuesta.

##### 6.1.1. Edad

La edad de los docentes encuestados se presenta en la gráfica 1.

#### Gráfica 1. Edad de los encuestados



Como se observa en la gráfica la edad de los docentes encuestados se encuentra entre 30 y 67 años. En este caso se decidió agrupar a los docentes según dos categorías: docentes de hasta 45 años y docentes de más de 45 años. Son 13 los docentes que pertenecen a la primera categoría y 29 a la segunda.

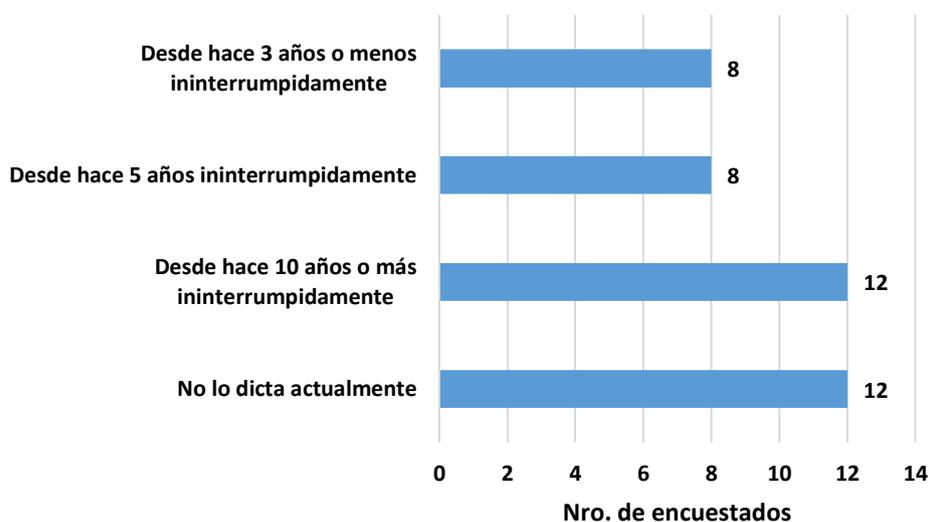
Se decidió realizar estos grupos teniendo en cuenta la edad de los docentes egresados es aproximadamente de 25 años y que se continúa en actividad hasta una edad cercana a los 65 años, lo que daría 40 años de desempeño docente. De esta forma se considera un grupo de docentes en la primera mitad de su carrera docente y el otro en su segunda mitad de la carrera.

El 69% de los docentes encuestados estarían en la segunda mitad de su carrera docente. Cabe señalar que en Educación Media, los cursos en los que se dicta el tema Equilibrio Químico pertenecen a los últimos años, y tal vez no estén disponibles para ser elegidos por los docentes más jóvenes.

### 6.1.2. Tiempo de dictado del tema Equilibrio Químico

El tiempo que los docentes de Educación Media ha dictado el tema de Equilibrio Químico se presentan en la gráfica 2.

**Gráfica 2. Tiempo de dictado del tema Equilibrio Químico**

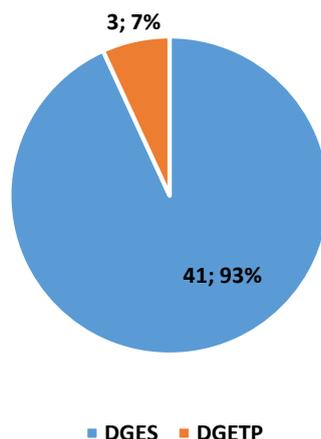


De la gráfica 2 se observa que son pocos los docentes que cuentan con 3 años o menos de experiencia dictando el tema. O sea que la mayoría lo han ido trabajando por varios años, por lo que las respuestas recabadas corresponden a docentes de larga trayectoria.

### 6.1.3. Subsistemas a los que pertenecen los cursos dictados

La gráfica 3 presenta la carrera en la cual se inserta el tema Equilibrio Químico dictado por el docente.

**Gráfica 3. Subsistema en el que se inserta el tema**



DGES: Dirección General de Educación Secundaria

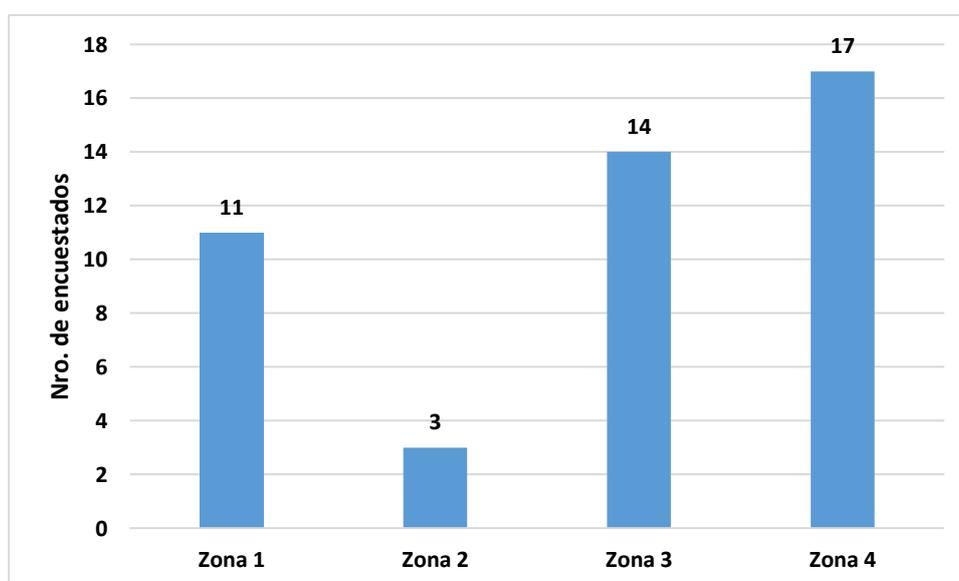
DGETP: Dirección General de Educación Técnico Profesional

La mayoría de los docentes (39) pertenece exclusivamente a DGES, un solo docente encuestado dictó el tema únicamente en DGETP, mientras que dos corresponden a ambos subsistemas.

#### 6.1.4. Distribución zonal

La gráfica 4 indica las zonas en las cuales los docentes encuestados dictaron el tema Equilibrio Químico.

**Gráfica 4. Distribución zonal de los docentes encuestados**



Zona 1: Artigas, Salto, Paysandú; Río Negro, Rivera, Tacuarembó

Zona 2: Soriano, Colonia, Flores, Durazno, Florida, San José

Zona 3: Canelones, Maldonado, Rocha, Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo

Zona 4: Montevideo

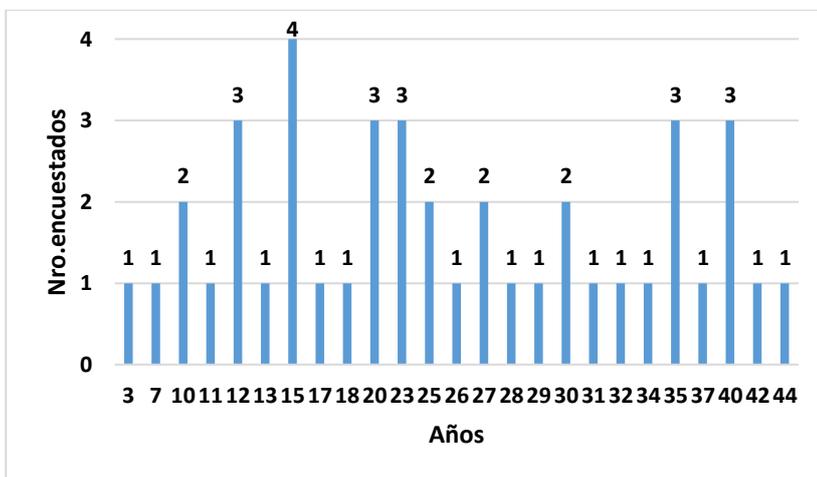
El total de respuestas supera el número de docentes encuestados ya que hay docentes que trabajan en más de una zona.

Se destaca que la mayoría de los encuestados trabajan en el interior del país, a diferencia de los docentes de Educación Terciaria.

### 6.1.5. Años de trabajo a nivel medio

La gráfica 5 indica los años de trabajo que cada docente ha tenido en Educación Media.

**Gráfica 5. Años de trabajo en Educación Media**

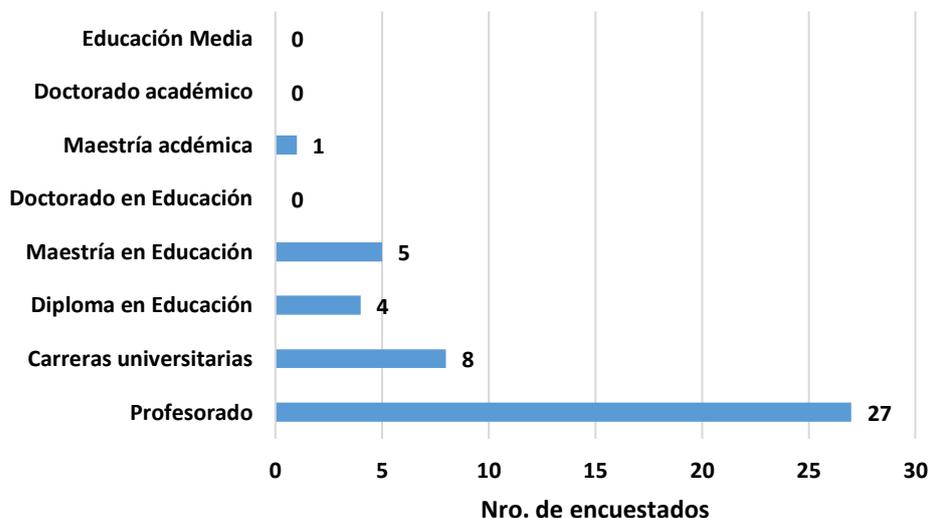


Como se observa en la gráfica, el 90% de los docentes encuestados trabajaron en enseñanza media más de 10 años.

### 6.1.6. Último nivel educativo completo

La gráfica 6 indica el último nivel de formación completo.

**Gráfica 6. Último nivel de formación completo**



De los docentes encuestados, 27 realizaron el Profesorado, 8 la carrera de grado universitaria pero de éstos hay tres docentes que marcaron ambas opciones. Por lo tanto de los docentes encuestados, 32 han finalizado su formación académica con el título de grado, mientras que solo 10 han finalizado Diplomas o Maestría en Educación. Ninguno de los docentes ha culminado su formación de Doctorado.

Es posible en este punto señalar una diferencia que se observa con respecto a la formación de los docentes de Educación Terciaria y que es posible apreciar en la tabla 1.

**Tabla 1. Distribución condicional (%) Formación/Educación Media, Educación Terciaria**

	<b>Docentes con título de grado</b>	<b>Docentes con título de posgrado</b>
Educación Media	76 %	24%
Educación Terciaria	26%	74%

A partir de la tabla se puede observar que aumenta el número de docentes con posgrado finalizado en los docentes de Educación Terciaria respecto a los docentes de Educación Media.

Por otra parte, se realizó el test de Chi-cuadrado. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo II.

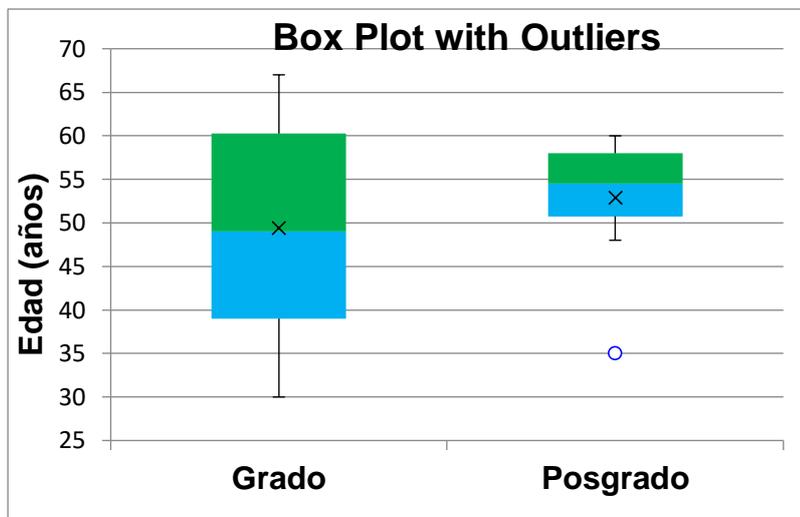
Éstos indican que hay suficiente significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para rechazar la hipótesis nula y aceptar que hay una asociación entre los docentes que terminaron posgrado y la enseñanza terciaria. O sea que se puede afirmar que los docentes de Educación Terciaria tienen mayor formación curricular que los de Educación Media.

Con el objetivo de ver si existe una asociación entre la formación de posgrado y la edad de los docentes, se realizó un estudio estadístico. Se tomó como variable de respuesta categórica la formación del docente y como variable explicativa cuantitativa, la edad. Los resultados del análisis estadístico descriptivo bivariante se presentan en el Anexo II.

En la gráfica 7 se presenta el diagrama de caja correspondiente Edad/Formación y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 7. Diagrama de caja Edad/Formación y datos de estadística descriptiva**

	Grado	Posgrado
Mean	49	53
Standard Error	2,0	2,4
Median	49	55
Mode	49	60
Standard Deviation	11,4	7,5
Range	37	25
Maximum	67	60
Minimum	30	35
Sum	1582	529
Count	32	10



A partir de la gráfica se observa que para esta muestra, el promedio de edad de los docentes que han culminado los estudios de posgrado es mayor que los que no lo han culminado o realizado.

También se realizó el T test, para comparar el valor medio de muestras independientes (resultados en Anexo II). De estos resultados se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios.

## 6.2. Enseñanza del tema Equilibrio Químico

A continuación, se presentan los resultados del segundo módulo de respuestas, referidas a la enseñanza del tema Equilibrio Químico.

### 6.2.1. Diagnóstico

#### 6.2.1.1. Conocimientos previos priorizados por los docentes

Las respuestas obtenidas de esta pregunta abierta se listan a continuación:

- Reacciones químicas y cinética. Aunque en el programa de tercero de bachillerato cinética está después.
- Unidades de concentración. Reacción química: reactivos y productos.

Procesos físicos y químico, reacción química, proceso reversible e irreversible, constancia de las propiedades de un sistema, concepto de sistema y su clasificación, relaciones estequiométricas.

- c) Ecuaciones químicas, teoría atómica, modelo discontinuo de la materia, formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos, estequiometría. Resolución de ecuaciones de segundo grado y su interpretación.
- d) Formulación y escritura de ecuaciones. Interpretación de lo que significa la ecuación de una reacción. Identificar procesos químicos y físicos. Masa molar.  
Concepto de expresión de concentración de soluciones (molaridad).
- e) Expresiones termoquímicas su igualación, lectura e interpretación. Sistemas y su clasificación. Reacciones completas e incompletas Reversibilidad de procesos.
- f) Cantidad química, reacciones químicas, redox, ecuaciones de segundo grado, concentración, termodinámica.
- g) Soluciones, estequiometría, fenómenos químicos y físicos. Y para favorecer el equilibrio estudiado en los gases de la presión de vapor.
- h) Reacción química, equilibrio, constante, ácidos y bases débiles.
- i) Estequiometria, reacciones reversibles, velocidad de reacción. Diferenciar los aspectos macro, observables de los microscópicos o corpusculares
- j) Estado gaseoso, soluciones, concentración M
- k) Estequiometria, Molaridad
- l) Ecuaciones Químicas, Proporcionalidad-Estequiometría, igualación, operaciones matemáticas
- m) Comprender que es una de reacción química, cantidad química, igualación de ecuaciones y concentración
- n) termodinámica, espontaneidad
- o) Estequiometría, modelo atómico- molecular, cinética química
- p) Igualación de ecuaciones Procesos bidireccionales Variables de estado
- q) Estequiometría, concentración de una solución, variación de entalpía
- r) lectura e interpretación de una ecuación química completa e igualada, estados de agregación, influencia de las condiciones ambientales en los sistemas a estudiar, significado del planteo de una constante, interpretación a nivel corpuscular de propiedades macroscópicas, sistemas dinámicos. Unidades de concentración de soluciones y leyes de los gases. A nivel matemático manejo de las operaciones que se incluyen en las K
- s) Ácidos, hidróxidos, nomenclatura, formulación, ecuaciones de disociación
- t) Conocer los procesos químicos desde aspectos estequiométricos y termodinámicos
- u) Reacciones químicas. Estequiometria. Concentración. Teoría cinético molecular

- v) Sistemas Energías Termodinámica Reacciones químicas ecuaciones matemáticas y químicas
- w) Ácidos y bases. Ecuaciones químicas.
- x) Ecuación química, termodinámica, pH, kw, ácidos, bases según Arrhenius,
- y) Ecuaciones químicas. Concentración. Reacción directa e inversa.
- z) Concepto de reacción química y ecuación química. Igualación de ec. q. y estequiometría
- aa) Reacciones Químicas - Soluciones - Termodinámica.
- bb)Estequiometría - termodinámica ( energía libre)
- cc)Ecuaciones químicos, procesos químicos, estequiometría.
- dd)Ecuaciones químicas, concentración
- ee) Nociones matemáticas: Notación científica (interpretación de números expresados con dicha notación) Relaciones entre los términos de un cociente. Ecuaciones de 1er grado. Báscara. Logaritmo Interpretación de gráficas. Reacciones químicas, ecuaciones, términos (reactivos, productos), igualación. Soluciones. Concentración de soluciones. Gases, ecuación general.
- ff) Ecuaciones químicas. Estequiometría. Unidades de concentración. Termoquímica. Ácidos y bases. Ecuaciones de segundo grado. pH.
- gg) Cálculos Estequiométricos y Cinética Química
- hh)Termodinámica, cinética
- ii) Reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración molar
- jj) En cuento a contenidos mencionaría: estequiometría
- kk) Ecuaciones químicas y sus relaciones cuantitativas. Concentración de soluciones
- ll) reacción química - ecuación química ( R P coeficientes estequiométricos) proceso reversible - carácter dinámico de las reacciones -Saber argumentar e interpretar gráficos y procesos
- mm) Ecuaciones, concentración, estequiometría
- nn)Concentración de soluciones, cinética, mol
- oo)Identificar R y P en una ecuac; saber igualar. Molaridad y teoría cinético molecular.

Con el fin de resumir la información y buscando aspectos comunes en las diferentes respuestas de los docentes, a continuación, se presenta la tabla 2.

**Tabla 2. Conocimientos previos al tema Equilibrio Químico**

<b>Conceptos relacionados con:</b>	<b>Número de docentes que lo mencionan:</b>
Reacción química, cambio químico, ecuación química	28
Soluciones (expresión de la concentración)	20
Estequiometría	18
Termodinámica	9
Conceptos matemáticos	8
Estado gaseoso	5
Cinética	5
Dimensiones de análisis de los sistemas	2

A diferencia de lo observado en la encuesta de Educación Terciaria, en este caso se incorpora un nuevo ítem que nuclea conceptos matemáticos.

La mayoría de los docentes marcaron como conocimientos previos aquellos relacionados con “Reacción química, cambio químico, ecuación química”, seguido de soluciones y estequiometría. En este grupo solo 9 docentes (21 %) consideran como conocimientos previos los termodinámicos, a diferencia de los docentes de Educación Terciaria.

En este caso, las apreciaciones de los docentes están de acuerdo con la bibliografía usualmente recomendada.

Respecto a las propuestas programáticas vigentes, en el caso de Educación Secundaria (Plan Reformulación 2006), para el curso de 2° de Bachillerato Diversificado (orientaciones Científica y Biológica) se propone como contenido eje las transformaciones de la materia, jerarquizando la reacción química, y

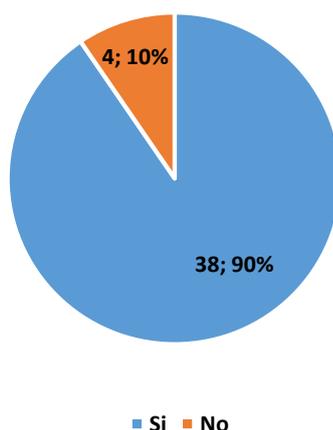
para el curso de 3° de Bachillerato Diversificado (orientación Físico-Matemática, Ciencias Biológicas y Ciencias Agrarias), se propone jerarquizar el estudio de las reacciones químicas desde una dimensión energética y cinética, así como el estudio de los sistemas en equilibrio. El estudio de los sistemas en equilibrio, en la propuesta programática, se encuentra luego del estudio energético y antes del estudio cinético de las reacciones químicas (Propuesta programática de Química. Tercer año bachillerato-Plan reformulación 2006. Diversificación: Científica y Biológica) Esto estaría de acuerdo con las necesidades planteadas por la mayoría de los docentes que consideran que los estudiantes deben tener conocimientos sobre reacción química, soluciones y estequiometría antes de trabajar sobre los sistemas en equilibrio.

En el mismo sentido en los cursos de Educación Media Tecnológica (Químico Industrial y Agrario) la temática Equilibrio Químico se propone para ser tratada en el segundo año de ambos bachilleratos luego de transformaciones químicas y estequiometría.

#### 6.2.1.2. Realización de un diagnóstico

En la gráfica 8 se muestra la adhesión de los docentes a realizar o no un diagnóstico.

**Gráfica 8. Realización o no de un diagnóstico previo al dictado del tema**



Como es posible visualizar a partir de la gráfica 8, la mayoría de los docentes (90%) realiza alguna actividad de diagnóstico y solamente un 10% de los encuestados no las realiza.

Ya fue discutido en el capítulo 5 la importancia de realizar un diagnóstico antes de comenzar el tratamiento del tema.

La tabla 3 muestra la distribución condicional de la realización del diagnóstico por docentes de Educación Terciaria y Media.

**Tabla 3. Distribución condicional de la realización del diagnóstico por docentes de Educación Terciaria y Media**

	Docentes que realizan diagnóstico (%)	Docentes que no realizan diagnóstico (%)
Educación Media	90	10
Educación Terciaria	78	22

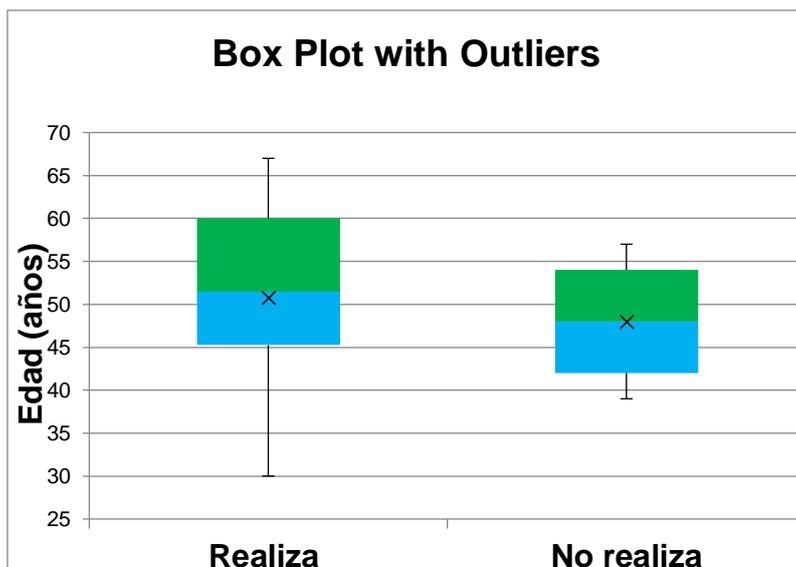
Para las muestras estudiadas, se puede afirmar que hay más docentes de Educación Media que realizan actividades de diagnóstico respecto a los de Educación Terciaria. Con el objetivo de evaluar si estas diferencias son estadísticamente significativas, se utilizó el test Chi-cuadrado y Fisher (Anexo 2) dando resultados no significativos ( $p > 0,05$ ).

Tratando de visualizar si existe una asociación entre la realización de un diagnóstico con la edad y con la formación de los docentes que contestaron la encuesta, se realizó un estudio estadístico de la muestra de la misma forma que lo reportado para Educación Terciaria.

En la gráfica 9 se presenta el diagrama de caja correspondiente Edad/Evaluación diagnóstica y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 9. Diagrama de caja Edad/Evaluación diagnóstica y datos de estadística descriptiva**

	Realiza	No realiza
Mean	51	48
Standard Error	1,8	4,2
Median	52	48
Mode	60	#N/A
Standard Deviation	10,8	8,4
Range	37	18
Maximum	67	57
Minimum	30	39
Sum	1929	192
Count	38	4



A partir de la gráfica se observa que, para esta muestra, el promedio de edad de los docentes que no realizan diagnóstico es menor que para los que sí lo realizan.

Al realizar el T Test se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios. En la tabla 4 se presenta la distribución condicional (% de docentes) para las variables Diagnóstico/Formación.

**Tabla 4. Distribución condicional (% de docentes) para las variables Diagnóstico/ Formación**

	Si (%)	No (%)
Grado	91	9
Posgrado	90	10

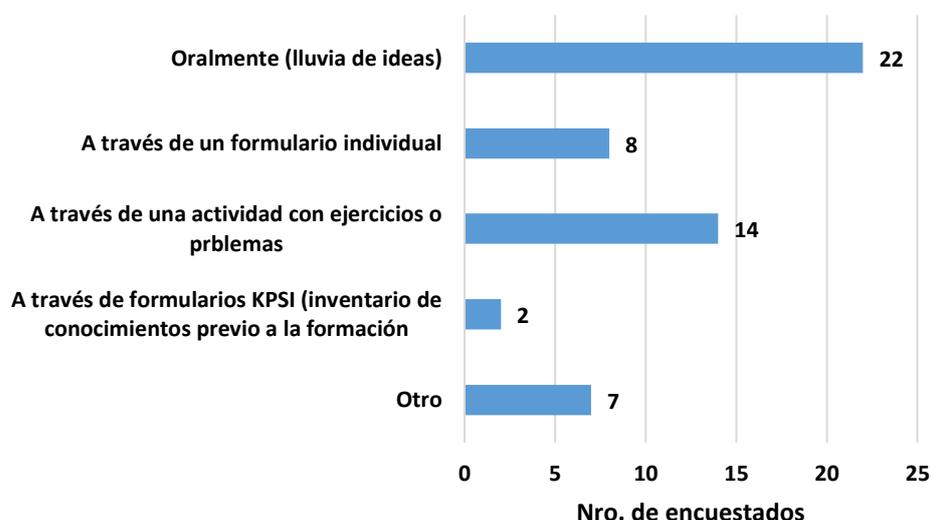
De acuerdo a la distribución condicional presentada se puede comentar que, para la muestra, existe una muy leve diferencia entre el grado de formación docente y la aplicación del diagnóstico.

Por otra parte, al realizar el test de Chi-cuadrado algunas de las frecuencias esperadas son menores a 5, por tanto, se utilizó el test exacto de Fisher (Anexo II). De este test con un valor de  $p > 0,05$  se puede decir que no hay diferencias significativas.

### 6.2.1.3. Modalidades de diagnóstico

La gráfica 10 presenta las modalidades de diagnóstico que realizan los docentes.

**Gráfica 10. Modalidades de diagnóstico**



Como se muestra en la gráfica, el 57,9% de los docentes que realiza diagnóstico, adopta la forma oral mediante lluvia de ideas para indagar los conocimientos previos del alumno. Este resultado es comprensible como ya fue planteado en el capítulo 5, realizándose también la discusión sobre las otras modalidades utilizadas.

El 36,8% selecciona una actividad que contiene ejercicios y problemas, siendo la segunda opción priorizada, al igual que lo obtenido en la encuesta realizada a docentes de Educación Terciaria.

Es de destacar que la utilización de los formularios KPSI, cuyas ventajas fueron discutidas en el capítulo 5, fue señalada solamente por dos docentes.

Los docentes que marcaron la opción “Otros” aclararon:

- a) Se divide la clase en equipos, y se entrega diferentes fichas que refieren a alguno de los conceptos que deben manejar previamente. Los estudiantes trabajan según lo propuesto y luego ponemos en común. A lo largo de tantos años de trabajo he ido modificando las diferentes estrategias de trabajo inicial, ésta la trabajé este año.
- b) Simulaciones
- c) Algún juego que involucre los temas planteados
- d) Dedicando tiempo de clase a la resolución de ejercicios y discusión de conceptos fundamentales
- e) Vídeos
- f) Revisión de estos temas.
- g) Análisis del proceso Haber-Bosch. Desde su aspecto histórico y sus aplicaciones.

Se observa que la respuesta d) podría haberse incluido en “actividad con ejercicios y problemas”. Los comentarios a, c y g, implican una participación más activa por parte del estudiante.

#### **6.2.1.4. Utilización de la información del diagnóstico**

Los resultados de la pregunta abierta correspondiente se listan a continuación:

- a) Por lo general realizó un repaso antes de trabajar el tema, de acuerdo al diagnóstico.
- b) Para planificar el tema, viendo dónde debe hacerse un repaso y dónde se puede avanzar más rápido.
- c) A partir de ellas, se planificaba la unidad.
- d) En la planificación de la unidad didáctica
- e) De acuerdo a lo descrito antes, se va trabajando para uniformizar conceptos previos
- f) Como insumo para repasar y/o abordar esos conceptos e introducir el tema
- g) Como base para el desarrollo del tema

- h) Para nivelar y ver el mejor disparador para el tema
- i) Para saber dónde empezar el tema, el punto de partida.
- j) Para nivelar conocimientos grupales y avanzar en el tema
- k) Cómo insumo para planificar el repaso necesario
- l) Detectando fortalezas y debilidades de los estudiantes y trabajando a partir de las mismas.
- m) En base a la información obtenida planteo trabajos previos para alcanzar los conocimientos necesarios [en caso que no los tengan] pero también los utilizo para armar las fichas de trabajo que permitan repasar conceptos previos y profundizar en nuevos.
- n) Revisión de los procesos de ruptura de enlaces químicos y formación de nuevos enlaces, teniendo en cuenta las conservaciones implicadas y las relaciones estequiométricas entre reactivos y productos
- o) La analizo para ver las mayores dificultades
- p) La utilizo para planificar más actividades de nivelación en caso de que sean necesarias.
- q) Normalmente tomo algún concepto "faltante" en un buen número de estudiantes y lo trabajo en clase, o se es uno o dos casos, les pido a esos estudiantes que vayan al laboratorio en algún horario que podamos y les doy una clase individual (o casi)
- r) Para elegir el punto de partida
- s) Se toma como un continuo y se van introduciendo nuevos conceptos en la medida que se pueden integrar a los temas antes mencionados. Se utilizan las horas de apoyo en los casos de que algunos estudiantes no logren el manejo de estos conceptos previos.
- t) Retomo lo que detecto como no dado o que no saben
- u) Profundizo sobre las zonas erróneas, parto desde ahí
- v) Parto de dónde observo mayor dificultad.
- w) Retomando los temas.
- x) para planificar
- y) Repasando los temas mencionados anteriormente.
- z) Utilizo para empezar el tema desde ahí
- aa) Como insumo para repaso previo si lo amerita
- bb) Indagación de las ideas previas para la estructuración cognitiva y lograr la significación de los contenidos nuevos.
- cc) Sólo empleo las razones por las que una reacción que uno espera como completa y sin contar las pérdidas del proceso o la pureza de reactivos se llega a introducir el concepto de equilibrio
- dd) Para poder ajustar el abordaje de la temática
- ee) A partir de ella se construye el nuevo tema y en caso de no estar completa se profundiza, se explica
- ff) Retomaría las dificultades identificadas para trabajarlas con los estudiantes
- gg) Repaso los conceptos para nivelar los contenidos en el grupo
- hh) planificación de repaso de conceptos

- ii) Reforzando lo necesario
- jj) Analizando el nivel para trabajar el tema.
- kk) Repaso lo que no está claro

De los 38 docentes que manifestaron realizar un diagnóstico, 37 responden a la pregunta de cómo utilizan la información recabada. En la tabla 5 se reporta el número de respuestas en cada uno de los subgrupos que fueron considerados.

**Tabla 5. Número de respuesta en cada subgrupo**

Categorías	Nro de respuestas	%
Acciones de nivelación	18	49
Replanificación	11	30
Indeterminado	8	21

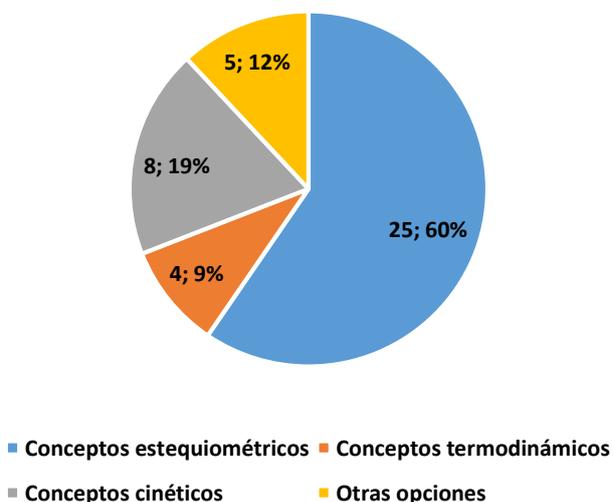
Estos resultados muestran al igual que en Educación Terciaria, las acciones de nivelación son las predominantes. Sin embargo, se observa que hay un menor porcentaje de docentes en Educación Secundaria que utilizan los resultados obtenidos en el diagnóstico para replanificar el desarrollo del tema. Se considera que los trabajos de replanificación requieren por parte del docente una mayor dedicación.

## 6.2.2. Inicio del tema

### 6.2.2.1. Conceptos utilizados

La gráfica 11 muestra las opciones elegidas por los docentes para el inicio del tema.

**Gráfica 11. Conceptos utilizados para iniciar el tema Equilibrio Químico**



Los docentes que marcaron “Otras opciones” indicaron:

- a) Realizo una práctica sencilla demostrativa y a partir de ahí doy los conceptos.
- b) Ley de acción de masas
- c) manejando supuestos datos experimentales
- d) Estequiométricos y cinéticos
- e) De acuerdo a las incertidumbres y/o habilidades diagnosticadas.

Como se observa en la gráfica 11, el 60% de los docentes parten de conceptos estequiométricos para abordar el tema. Esta observación coincide con lo planteado por los docentes encuestados respecto a los conocimientos previos que los estudiantes deben tener para trabajar la tema Equilibrio Químico, así como con las secuencias de contenidos propuestas en Educación Media. El 19% de los docentes eligió la opción “conceptos cinéticos”, y un menor porcentaje (9%) señaló “conceptos termodinámicos”.

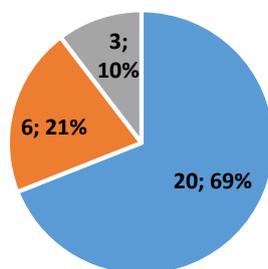
Es posible señalar una diferencia con respecto a los docentes de Educación Terciaria, para los cuales la opción más elegida para comenzar el tema fue “conceptos termodinámicos” (gráfica 11, capítulo 5).

Dentro de la opción “Otros”, uno de los docentes menciona conceptos estequiométricos y cinéticos, las demás respuestas no especifican.

#### a. Utilización de los conceptos estequiométricos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos estequiométricos, se presentan en la gráfica 12.

#### Gráfica 12. Inicio de la clase con conceptos estequiométricos



- Comienza con la caracterización de las reacciones químicas como completas e incompletas
- Comienza con el análisis de factores que determinan el rendimiento de reacción
- Otras opciones

De acuerdo a la gráfica 11, 25 encuestados contestaron que comenzaban con conceptos estequiométricos. Sin embargo, como se observa en la gráfica 12 esta pregunta fue respondida por 29 docentes, ya que incluye a 4 docentes que indicaron la opción “Otros”.

De las respuestas se observa que hay una mayoría (20 docentes) que comienzan a partir de la caracterización de las reacciones químicas.

Hay 3 encuestados que marcaron la opción “Otros”, sin embargo son cuatro las respuestas que se registran:

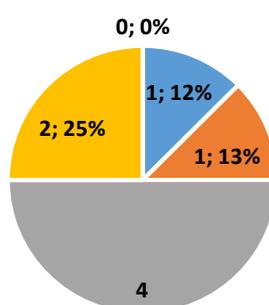
- a) Comienzo con una tabla de cantidades químicas en mol para reactivos y productos en un sistema en equilibrio químico (Petrucci)
- b) Relativo al enfoque que se le dé al tema. (Como expliqué antes)
- c) Variación de energía libre igual a cero
- d) En sistemas cerrados rapidez de reacciones directa e inversa.

Se observa en las respuestas c y d que los docentes no se ajustaron a la consigna.

#### b. Utilización de los conceptos termodinámicos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos termodinámicos, se presentan en la gráfica 13.

**Gráfica 13. Inicio de la clase con conceptos termodinámicos**



- Define la constante de equilibrio directamente a partir de  $\Delta G^\circ$
- Deduce la constante de equilibrio a partir de  $\Delta G$
- Define conceptos de reversibilidad y espontaneidad
- Realiza un análisis de la evolución histórica de los conceptos termodinámicos relacionados con el equilibrio
- Otras opciones

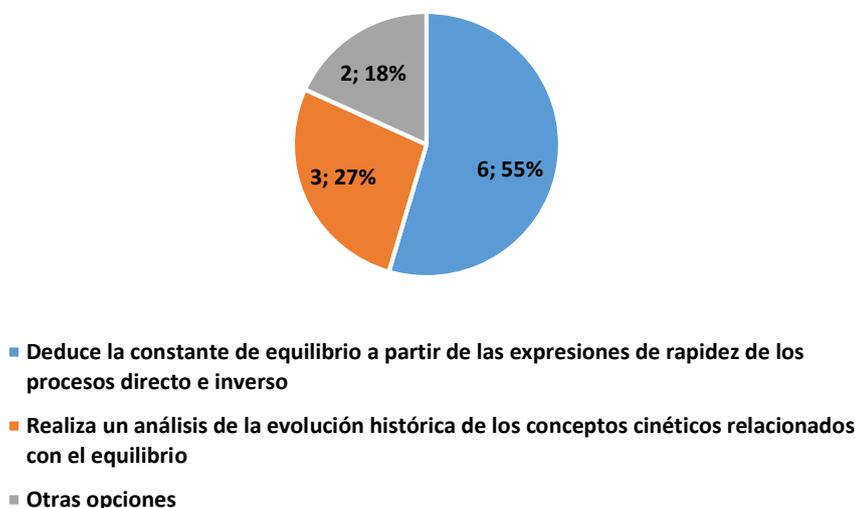
Nuevamente, se observa que a las 4 respuestas originales, se suman 4, de las cuales, 3 corresponden a docentes que marcaron “Otras opciones” en referencia a los conocimientos utilizados para comenzar el tema Equilibrio Químico y un docente que si bien indicó comenzar con conceptos estequiométricos, también eligió una opción en esta pregunta. .

Hay dos docentes que comienzan con la evolución histórica, a diferencia de docentes de Educación Terciaria que ninguno eligió esa opción. Ya fue señalado en el capítulo 4, la importancia de incluir aspectos de la Historia de la Ciencia en la enseñanza.

### c. Utilización de los conceptos cinéticos al inicio

Los resultados obtenidos, al indagar cómo comienzan los docentes sus clases utilizando conceptos cinéticos, se presentan en la gráfica 14.

**Gráfica 14. Inicio de la clase con conceptos cinéticos**



Como en casos anteriores si bien en el punto 6.2.2.1., se señaló que 8 docentes inician el tema a partir de conceptos cinéticos, en este ítem se recogen 11 respuestas.

Al igual que en la encuesta de Educación Terciaria, el mayor número de respuestas corresponde a “deduce la constante de equilibrio a partir de las expresiones de velocidad de los procesos directo e inverso”. Ya se ha discutido en el capítulo 5, las precauciones que deben tenerse en cuenta al abordar el tema partiendo de este punto y al igual que en el capítulo anterior no es posible dilucidar en las respuestas obtenidas, si las consideraciones realizadas son tenidas en cuenta al trabajar con los estudiantes.

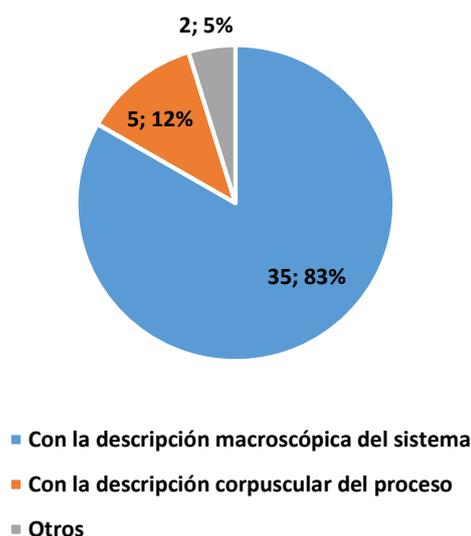
Los 2 docentes que contestaron “Otras opciones”, aclararon:

- a) Tomo cinética como una forma de explicar "cómo" ocurren las reacciones químicas y comienzo equilibrio indicando que estadísticamente no tiene sentido que todas las partículas se hayan encontrado con la geometría y energía adecuadas para reaccionar, y luego abarco lo histórico, Por ejemplo reacción de Haber y paso a introducir algo de termodinámica en el "porqué" ocurren las reacciones, haciendo hincapié en que los estados de menos energía y más estabilidad son más probables, Luego lo retomo en termodinámica
- b) Se plantea que en determinado momento las velocidades de la reacción directa e inversa son iguales y como consecuencia la conc de reactivos y productos permanecen constantes y por tanto cualquier operación entre ellos dará constante. (A la misma temperatura)

### 6.2.2.2. Dimensión de análisis de la temática

Como parte del análisis del desarrollo de la clase, se indagó cómo los docentes realizan la descripción del sistema. Los resultados obtenidos se observan en la gráfica 15.

**Gráfica 15. Descripción del sistema**

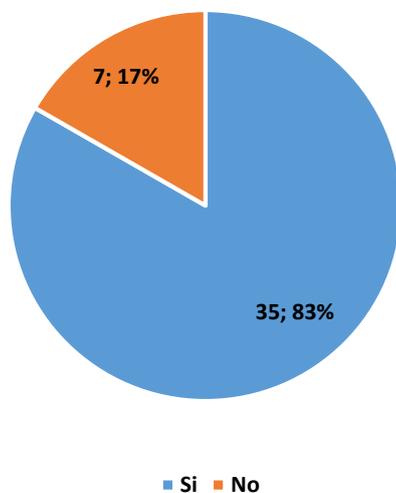


Se observa una clara mayoría (83%), que comienza con una descripción macroscópica del sistema, al igual que los docentes de Educación Terciaria. La opción "Otros", es elegida por 2 docentes, pero solamente uno aclara: "Muestro un sistema como de cromato/dicromato y uso el razonamiento descripto antes". A partir de dicha respuesta es posible inferir que dicho docente también comienza con una descripción desde la dimensión macroscópica del sistema. La importancia de este aspecto fue discutida en el capítulo 5.

### 6.2.2.3. Actividad disparadora

La gráfica 16 muestra el uso de los docentes de actividades disparadoras para iniciar el tema Equilibrio Químico.

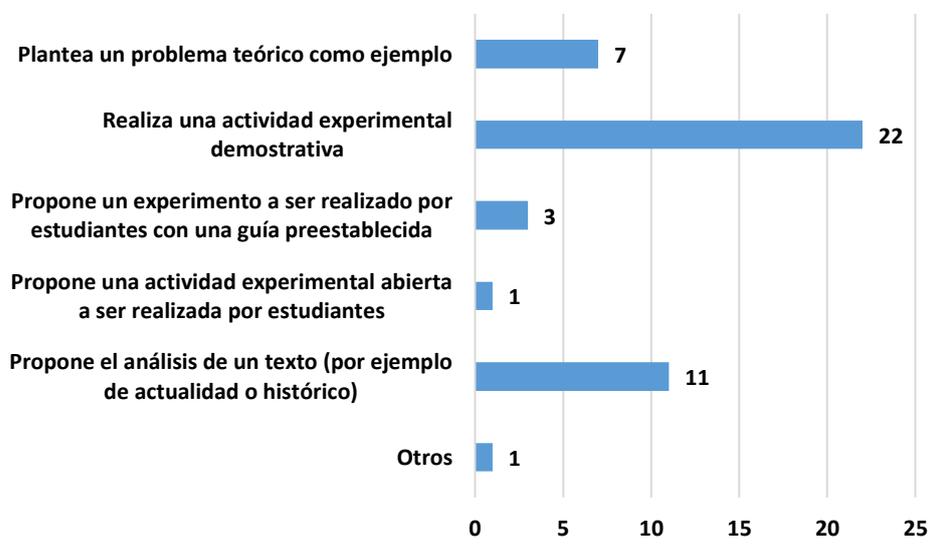
**Gráfica 16. Actividades disparadoras al inicio del tema Equilibrio Químico**



En la mayoría de los casos, tanto los docentes de Educación Media como los de Educación Terciaria utilizan una actividad disparadora para comenzar el tema. En este caso de Educación Media el 83 % realiza actividades disparadoras.

Dentro de aquellos docentes que respondieron que Sí realizan actividades disparadoras, se evaluó cuáles son las elegidas. Estos resultados se presentan en la gráfica 17.

**Gráfica 17. Actividades disparadoras elegidas por los docentes**



Se recogieron 42 respuestas de los 35 docentes que planifican actividad disparadora. Cabe señalar que en algunos casos los docentes marcaron más de un tipo de actividad. De estas respuestas 26 corresponden a actividades experimentales y 18 que utilizan un problema teórico o el análisis de un texto.

Un solo docente marcó "Otras opciones", e indicó:

"Doy como ejemplo los procesos metabólicos en el organismo y el desplazamiento del  $\text{CO}_2$  como forma de desplazar un equilibrio hacia los productos, cadena respiratoria en el ciclo de Krebs (agua)."

Tal como fue discutido en el capítulo 5, es posible plantear que 13 docentes (37%) de los que realizan actividades disparadoras utilizan actividades que se vinculan con el Aprendizaje Profundo, tal como se plantea en las tablas 4 y 5 del capítulo 2. Las actividades consideradas fueron las siguientes: actividad experimental abierta (1 docente), análisis de un texto (11 docentes) y la opción extraída de la respuesta abierta en "Otros" (1 docente).

### **6.2.3. Secuencia de contenidos**

Las respuestas de los docentes encuestados obtenidas a la pregunta de cuál es la secuencia de contenidos que utilizan, se listan a continuación:

- a) Descripción macroscópica de una reacción de equilibrio. Posteriormente analizamos la cinética de la reacción y planteo de la ecuación química. Continuamos con el planteo de la constante de equilibrio y como se calcula según las concentraciones en el equilibrio y según las presiones parciales de las sustancias gaseosas en el equilibrio. Relación entre ambas constantes ( $K_c$  y  $K_p$ ). Por último trabajamos el principio de Le'Chatelier.
- b) Def de estado de equilibrio Condiciones del equilibrio químico Análisis cuantitativo de los sistemas en equilibrio Factores que modifican el estado de equilibrio.
- c) Se plantea una actividad experimental y se realiza un análisis de la misma, introduciendo los conceptos de proceso incompleto, equilibrio químico, dinamicidad del equilibrio. Condiciones para un proceso en equilibrio (sistema cerrado, constancia de las concentraciones) Velocidad de la reacción directa e inversa. Expresión de la constante de equilibrio a determinada temperatura Principio de Le Chatelier, factores concentración, presión, volumen y temperatura. Predicción de cambios teniendo en cuenta un proceso en equilibrio determinado y el Principio de Le Chatelier. Planteo y resolución de ejercicios
- d) Descripción macroscópica de un sistema en equilibrio. Perspectiva corpuscular Calculo de concentraciones Principio de Le Chatelier
- e) Concluimos en base a textos conceptos macro y corpuscular (trabajamos con fichas que evolucionan en el tema). Aspectos cualitativos y con datos experimentales concluimos la expresión de la constante. Se analiza cómo se afecta ésta, con la temperatura. y la relación entre diferentes valores de constantes para diferentes reacciones. Se analiza factor concentración

- y el efecto sobre cómo se modifican las concentraciones sin alteración de la constante. El objetivo es alcanzar el equilibrio en soluciones acuosa, comenzando por el equilibrio iónico del agua y las los solutos que disueltos en ella lo modifican. Concepto de electrolitos fuertes y débiles. pH. Efecto de ión común y soluciones reguladoras.
- f) Condiciones para existencia de equilibrio. Rapidez de reacción directa e inversa. Constancia de propiedades macroscópicas del sistema. Gráficas concentración vs tiempo y rapidez de reacción va tiempo Concentraciones de equilibrio. Constante de equilibrio Cociente de reacción y su relación con la constante de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$  Factores que pueden "romper" un estado de equilibrio Principio de Le Chatelier.
  - g) Práctica, principio de Le Chatelier, reacciones en equilibrio, ejercicios
  - h) El planteado en el programa
  - i) Estequiometría, Termodinámica
  - j) Luego de abordar los conceptos previos, realizamos un análisis grafico de las concentraciones en función del tiempo, mencionando siempre la razón del cambio en la velocidad de reacción
  - k) Reconocimiento de un sistema en equilibrio Planteo de la  $K_{eq}$  Factores que modifican al sistema en equilibrio Equilibrio gaseoso Equilibrio en solución acuosa
  - l) Análisis macro de la evaporación del agua en un sistema cerrado. Análisis corpuscular y ecuación del cambio físico Planteó de una situación problema de un cambio químico con un rendimiento del 60%, conclusiones al respecto, análisis de gráficos Análisis de resultados de una actividad teórica que revela un número constante para diferentes concentraciones, planteó de  $K_c$ , ejercicios, Le Chatelier
  - m) Representación de lo que sucede corpuscularmente en una RQ, relacionarlo con reacciones completas/incompletas, reversibilidad, llevarlo a nivel Macro, analizar estequiometría,  $K_{eq}$ , interpretación de  $K$ , criterios de espontaneidad.
  - n) Reacciones químicas, concepto de equilibrio química, modelización del equilibrio químico, constante de equilibrio [concepto y cálculos], factores que afectan la constante, aplicaciones
  - o) equilibrio químico - factores que afectan al equilibrio además de la temperatura - principio de Le Chatelier - expresión de la constante cinética y relación con  $K_p$ , - equilibrios homo y heterogéneos estudio de algunos equilibrios en particular
  - p) Ideas previas relacionadas al concepto de equilibrio, situaciones de reversibilidad cotidianas. Aspectos macroscópicos y luego microscópicos. Caracterizaciones estequiométricas, cinéticas y termodinámicas. Relaciones entre  $Q$  y  $K_c$ ,  $K_p$ . Estudios gráficos y aritméticos. Le Chatelier.
  - q) Concepto...factores que lo afectan
  - r) Tabla de cantidades químicas molares / Gráficos de concentración en función del tiempo a partir de la tabla / conclusiones de esta tabla / Definición de equilibrio químico / Práctica de equilibrio químico / constante

- de equilibrio y sus características / factores que alteran el equilibrio químico / cálculos / equilibrio en solución acuosa / autoionización del agua / definiciones ácido-base (2) / ácidos y bases fuertes y débiles / cálculos / neutralización / Práctica titulación ácido base / práctica efecto de ion común / hidrólisis de sales.
- s) Ya lo hice antes. Al llegar al concepto de que hay sistemas donde coexisten todas las especies paso a plantear sistemas gaseosos, incluyo planteo de  $K_{eq}$  de distintos ejemplos y sus relación con los sistemas planteados, luego cálculos sencillos. A continuación paso a sistemas acuosos y ácidos y bases. Defino según Arrhenius y luego Bronsted Lowry Aquí vuelvo a usar un juego para clasificar rápidamente los ácidos y bases fuertes y débiles y continúo profundizando cálculo de pH.
  - t) Aspectos macroscópicos. Aspectos corpusculares. Variación de la concentración de reactivos y productos durante el transcurso de la reacción. Definición  $K_{eq}$  en sistemas gaseosos. Equilibrio en sistemas acuosos.
  - u) Observación de sistemas en equilibrio, caracterización de las reacciones y se vincula con los aspectos termodinámicos estudiados. Se trabaja con datos de las concentraciones y presiones parciales de las especies en el equilibrio y la expresión de la constante. Formas de calcular la constante de equilibrio y el uso de la misma para caracterizar la composición del sistema. Efectos de la modificación de concentraciones, temperatura y presión. Ácidos y bases débiles.
  - v) Concepto. Constante. Determinación de constante  $K_c$  y  $K_p$ . Tipos de equilibrios. Cálculo de concentraciones en equilibrio. Principio de Le Chatelier y factores que afectan el equilibrio. Equilibrio en solución acuosa
  - w) Ya no lo recuerdo
  - x) Se define equilibrio químico, velocidades de reacción, representación gráfica de velocidades de reacción, constante de equilibrio:  $K_c$ ,  $K_p$ . Predicción del sentido de la reacción partiendo de  $Q$ . Características del equilibrio. Relación entre la constante de equilibrio y el grado de disociación. Perturbaciones en el equilibrio.
  - y) Precisos químicos, tipo de procesos reversibles e irreversibles alcanzando un máximo de entropía, ley de acción de masas,  $K$ , equilibrios gaseosos en función de la concentración y de la presión, equilibrio ácido-base en soluciones acuosas  $K_a$  y  $K_b$  y buffer.
  - z) Reacciones directa e inversa. Propiedades de un sistema que está en equilibrio. Expresión de la constante de equilibrio:  $K_p$  y  $K_c$ . Cálculos de constantes. Ejercicios. Principio de Le Chatelier.
  - aa) 1- presentación de datos experimentales por ejemplo: para una reacción hipotética en estado gaseoso  $A(g) \rightarrow 2B(g)$  A incoloro y B coloreado 2- Observaciones macroscópicas ( por ejemplo color, pH, conductividad u otro) 3- Trabajo con datos para distintas condiciones de inicio y finales del sistema cerrado a  $t$  cte y se llega a ver una constancia en una relación  $A/B^2$ . 4- se relaciona con una  $K_{exp}$ . (obvio que será una  $K_p$ ) 5- Se

- relaciona esta  $K_{exp}$ . con una magnitud teórica  $\Delta G^\circ$  - se muestra la importancia de relacionar un parámetro experimental con uno teórico que se puede obtener de tablas. se trabaja con tablas y su lectura. 7- Se ridiculiza "la importancia del eq. químico" en la industria. Si lo que importa es obtener un producto o no obtenerlo. En general no se desea el eq. químico. 8- Y se continúa diferente según el alumnado. Sistemas heterogéneos, ácidos, bases, etc. Ejemplos industriales, biológicos.
- bb) Reacciones incompletas - Concepto de Eq. Qco. - Representa gráfica  $Conc.=f(t)$  - Constante de equilibrio ( $K_c$ ) - Aplicaciones de  $K_c$  - Cociente de reacción ( $Q$ ) - Principio de Le Châtelier.
  - cc) Análisis de datos experimentales referidos a la obtención de amoniacosistema en estado de equilibrio y  $\Delta G$  del sistema - constante de equilibrio- cálculos de composición del sistema- principio de Le Chatelier
  - dd) Análisis de gráficas,  $K_c$  y  $Q$ , Principio de Le Chatelier, equilibrio ácido-base, disociación del agua.
  - ee) Caracterización macroscópica, reacciones completas e incompletas, concentraciones, constantes de equilibrio
  - ff) Reacciones completas e incompletas. Ejemplos de reacciones reversibles. Planteo de las condiciones para que se establezca el equilibrio. Clasificación en eq homogéneos y heterogéneos. Planteo de  $K_c$ . Usos de  $K_c$ . (interpretación de su valor, predicción del sentido neto en que ocurrirá la reacción  $Q_c$ , cálculo de las concentraciones en el eq a partir de diferentes datos) Equilibrio en soluciones acuosas.  $K_w$ . Ácidos y bases según Arrhenius y Brønsted. Escala. pH Fuerza de ácidos y bases. Valoración ácido base. Reactivos indicadores. Soluciones amortiguadoras.
  - gg) Características macroscópicas. Ley de acción de masas. Relación de  $K_p$  y  $K_c$ . Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Principio de Le Chatelier. Factores que perturban al equilibrio. Aspectos cuantitativos que sirvan para estudiar la composición del sistema en equilibrio. Equilibrio ácido-base. Fuerza relativa de ácidos y bases. Hidrólisis de Sales  $K_h$ .
  - hh) Planteo de la Constante de Equilibrio y luego un Análisis con Cuadro de Datos al Inicio de la reacción, el sentido favorecido y la situación en el Equilibrio.
  - ii) Deducción de la cte de equilibrio. Concepto de reversibilidad a nivel macro y corpuscular. Resolución de situaciones problema
  - jj) Se realiza diagnóstico de los conceptos previos, se intenta elaborar una hipótesis para el experimento realizado, se introduce concepto de reacción inversa y cómo se simboliza, trabaja con cuadro de datos experimentales, se llega al concepto de equilibrio y sus condiciones. Luego constante de equilibrio. Cuando se da termodinámica, luego, se retoma este tema
  - kk) Condiciones macroscópicas del equilibrio químico. Dinamicidad del equilibrio a nivel molecular. Aspectos cuantitativos del equilibrio. Constante de equilibrio  $K_c$ . Composición de un sistema en equilibrio. El

- cociente de reacción  $Q_c$ . Aplicaciones. Modificaciones a un sistema en equilibrio: Principio de Le Chatelier Efecto de la concentración. Efecto de la presión. Efecto de la temperatura Equilibrio de la disociación iónica del agua:  $K_w$  Teorías ácido-base: Arrhenius y Brønsted. Concepto de pH. Definición. Escala de pH.
- ll) Generalidades de los sistemas en equilibrio,  $K_c$ ,  $Q$ , Le Chatelier, Equilibrio ácido base. pH
- mm) reacción química completa (combustión de papel) e incompleta (tubo de  $NO_2$   $N_2O_4$ ) Representación gráfica análisis estudio y concepto de equilibrio (condiciones) Constante de equilibrio  $K_c$  Relación entre  $K_c$  de diferentes igualaciones de la misma ecuación Cálculo de  $K_c$  en función de datos prácticos .Coeficiente de reacción  $Q$  Alteraciones del estado de equilibrio y su estudio en función de  $K_c$ . Predicciones LE Chatelier . Cálculos de alteraciones del estado de equilibrio. Equilibrio en solución acuosa
- nn) Concepto de equilibrio, caracterización macroscópica del equilibrio, cálculos matemáticos, interpretación de los resultados
- oo) Ecuaciones completas e incompletas. Sistema cerrado, reversible. Ley de velocidad, constante de equilibrio primero en base a concentraciones. Ejercicios, luego Le Chatelier, ejercicios. Equilibrio acuoso, luego equilibrio ácido base.
- pp) Concepto de reversible y dinámico. A partir de una ecuación genérica planteo la  $K_{eq}$ . Repaso molaridad y también analizó el significado de una  $K_{eq}$  grande, pequeña o igual a 1. Luego vemos Le Chatelier y analizamos los efectos de los cambios que pueden afectar el equilibrio.

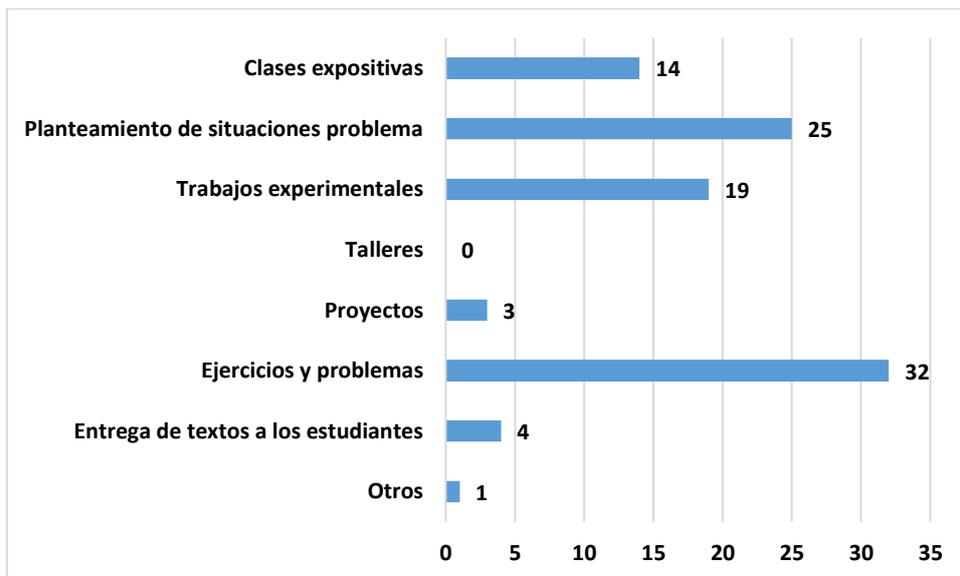
A pesar de la variabilidad de las respuestas, en términos generales, se puede observar que luego de realizar una descripción del estado de equilibrio químico, se tratan los aspectos cuantitativos desde diferentes abordajes para trabajar el concepto de constante de equilibrio y luego los factores que afectan al estado de equilibrio. Esto también se ha observado en la bibliografía relevada, más allá de las diferencias encontradas.

En algunos casos las respuestas obtenidas no son claras y no permiten detectar la secuencia específica de contenidos utilizada por el docente.

#### 6.2.4. Acciones para el desarrollo del tema

En la gráfica 18 se presentan las distintas opciones elegidas por los docentes para el desarrollo de la clase.

**Gráfica 18. Opciones elegidas por los docentes para el desarrollo de la clase**



De los resultados obtenidos se puede observar que la opción “ejercicios y problemas” fue la más elegida, tanto en la encuesta de Educación Media (76 %) como en la de Educación Terciaria (57 %).

Respecto a las actividades promotoras de Aprendizaje Profundo se puede resaltar una alta incidencia de actividades más participativas como el planteamiento de situaciones problema (60%) y opciones de menor elección como proyectos (7%). Ningún docente de los relevados en la encuesta reporta utilizar la modalidad de talleres para este tema.

Asimismo, se consultó a los docentes sobre los aspectos positivos de las opciones seleccionadas. En el listado a continuación se presentan los comentarios vertidos por los docentes:

- Hasta el momento estos métodos me dan resultado debido a que comprenden mejor el tema. Aunque la parte práctica se realiza en el curso práctico.
- Tardar menos tiempo en el tratamiento del tema.
- Observan cambios durante la reacción justificando que el equilibrio es dinámico. Se revelan algunos conceptos y reafirman los mismos mediante la resolución de problemas.
- Diversidad de posibilidades según características del alumnado
- Los estudiantes pueden deducir respuestas e intercambiar entre ellos y el docente. La resolución de situaciones problemas ayudan a conformar el tema.
- Resultan adecuados a las condiciones de trabajo que se han encontrado más frecuentemente
- Los estudiantes aprenden mucho más haciendo.

- h) Textos: la cercanía a los libros para prepararlos para niveles superiores Experimentación para ver lo que de verdad ocurre Expositivo con la anterior lectura por parte de los estudiantes del tema Ejercicios contextualizados
- i) Las clases expositivas porque trabajo en nocturno y el nivel es muy desperejo entonces me preguntan lo que necesiten. Las situaciones problemas porque bajan la teoría a la práctica
- j) La complejidad del tema exige dejar en claro los conceptos básicos para facilitar la comprensión del tema y de los que siguen
- k) Importancia de reconocer un sistema en equilibrio y los factores que lo modifican Cálculos a partir de datos, entre ellos pH de ácidos y bases débiles
- l) Al ser un tema tan complejo hasta para los docentes, "bajar a tierra" sin perder la rigurosidad del mismo, lo permite el puntualizar en los materiales y en las clases los aspectos claves
- m) Contextualización y aplicación de contenidos. Desarrollo de habilidades
- n) Los trabajos experimentales permiten al estudiante comprender y ver lo que ocurre. Sucede lo mismo con las situaciones problema, permiten que el estudiante aplique conocimientos, intentando que use lo aprendido en clase.
- o) mayores son los logros cuando se da la interacción entre ellos para alcanzar la resolución de una situación, de la discusión grupal se logran bellos resultados
- p) Razonar situaciones en las que el sistema químico se encuentra en equilibrio y en cuáles no. En las actividades experimentales comprender los efectos de las perturbaciones a un sistema en equilibrio
- q) Entienden
- r) Equilibrio químico es un tema que presenta cierta complejidad para algunos estudiantes; la opción de un enfoque tradicional se basa en que éste puede alinearse más con la gestión del ambiente y espacio de estudio (organización del cuaderno, por ejemplo). Las situaciones problemáticas dan solidez al entendimiento del tema y generan seguridad en los estudiantes cuando las resuelven. Equilibrio químico también puede abordarse con otras metodologías; por ejemplo, mediante un proyecto, pero los proyectos suelen ser muy productivos para profundizar sobre el tema del problema planteado (y no todos los estudiantes eligen un tema como éste). Sin embargo, tal como está organizado el programa de sexto año de EMS (mayormente a partir de contenidos) que, además es pretencioso, es preciso acudir a esta metodología (tradicional).
- s) La relación teórico-práctica en el tema es importante, También la exposición reiterada al tema ( el cerebro es una máquina estadística) y aprendemos mejor al utilizar los conocimientos en resolución de problemas
- t) Es una metodología tradicional pero da resultado en el aprendizaje

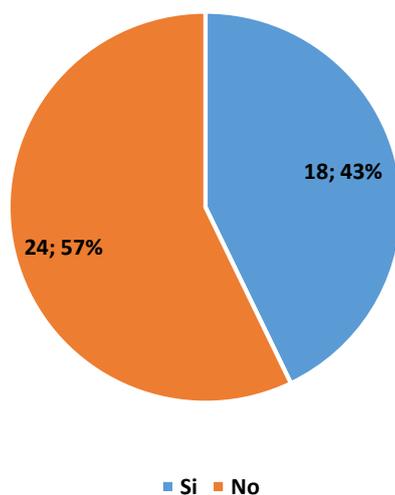
- u) Tanto las situaciones problemas como los trabajos experimentales habilitan a trabajos más autónomos de los estudiantes. De todas formas se entiende que las clases expositivas, vistas como un espacio de conversación permiten un acompañamiento de los procesos de los estudiantes. En este tema en particular se entiende que es necesario poner en práctica algunas de las herramientas incorporadas a través de ejercicios.
- v) La secuencia ordenada del trabajo. Y la parte experimental sirve para que ellos manipulen y vean los fenómenos
- w) La clase expositiva era mi forma, dudo que se sigan dando así, las actividades experimentales siempre son motivadoras
- x) Los trabajos experimentales ayuda al estudiante a visualizar lo trabajado en lo teórico.
- y) Situación cercana y cotidiana, experimentarlo en el laboratorio, aplicarlo en situaciones hipotéticas pudiendo predecir situaciones.
- z) Aportes de los alumnos desde su perspectiva. Aplicación de lo aprendido en clase.
- aa) equilibrio químico es un tema complejo donde lo que importa no es el tema en sí mismo sino su poder predictivo.
- bb) Desarrollar la lectura y la comprensión lectora, fomentar la observación y el análisis, deducir e inducir.
- cc) Facilitan el desarrollo del tema ir aplicando los conceptos que se van trabajando desde el plano teórico.
- dd) Para el caso del principio de Le Chatelier pueden relacionar los aspectos teóricos con los experimentales.
- ee) Los estudiantes por un lado se sienten bien al completar ejercicios y problemas que le brindaran herramientas para tratar de resolver situaciones problemas
- ff) 1-Tener seguridad en los aspectos teóricos a los que accede TODA la clase. Que falta de registro o acceso a la información (si la hubiera) dependa únicamente de la responsabilidad del estudiante de asistir a clase y llevar ordenadamente el curso y no de sus posibilidades de acceso a la información 2-La ejercitación y problematización posterior permite practicar, profundizar, ejemplificar, detectar aspectos no comprendidos, dudas, dificultades ( por el docente y por el propio alumno)
- gg) Como se trata de un tema que engloba muchos otros contenidos, es primordial manejar el bagaje conceptual en las exposiciones y reafirmar los nuevos conceptos a través de la realización de ejercicios y problemas. Sin lugar a dudas la experimentación y la contextualización que se le dé al enfoque, nutren al abordaje del tema con mayor motivación y significación.
- hh) Pronta resolución de los ejercicios planteados.
- ii) Que no se resuelvan todos los ejercicios de la misma forma

- jj) El texto se basa en una situación real, para contextualizar el tema y muchas veces a partir del mismo se discuten situaciones problemas a explicar y en definitiva resolver.
- kk) Encuentro que propongo a los estudiantes involucrarse con el tema desde lo experimental y lo teórico con situaciones contextualizadas.
- ll) Ellos deben involucrarse en cada propuesta.
- mm) puedo evaluar la comprensión de los alumnos respecto al tema y su interés
- nn) El planteo de situaciones reales cotidianas junto con las experimentales les da un contexto y sentido a la teoría. Los ejercicios refuerzan los conceptos.
- oo) Se aprovecha más el interés y razonamiento del alumno.
- pp) Facilita el entendimiento de los alumnos.

Respecto a la variada valoración que hacen los docentes de sus prácticas, es posible plantear que, en general, el aspecto positivo que le atribuyen a las acciones utilizadas es suponer que favorece la comprensión del tema, que se refuerzan los conceptos y también que algunas de ellas favorecen la motivación.

Con el fin de indagar un poco más acerca de las herramientas utilizadas por los docentes, se les consultó sobre el uso de simuladores o similares. Los resultados se muestran en la gráfica 19 y en el listado adjunto.

**Gráfica 19. Uso de simuladores o similares**



Es posible observar que más de la mitad de los docentes (57%) no utiliza simuladores o similares en sus clases de equilibrio, mientras que en la encuesta de Educación Terciaria el porcentaje que no los usa es aún mayor (78 %).

Se destaca que la mayoría de los docentes no está utilizando este tipo de herramientas consideradas de importancia en la enseñanza actual, como se ha discutido en el capítulo 5.

Al realizar el test de independencia de Chi Cuadrado para determinar si dichas diferencias son estadísticamente significativas, los resultados arrojaron un valor de  $p > 0,05$  (Anexo II), por tanto, no se encuentra significancia estadística para la diferencia observada entre los encuestados de ambos niveles de enseñanza.

Aquellos docentes que optan por el uso de simuladores o similares, especificaron cuáles son los utilizados:

- a) Existe un simulador en internet que va demostrando que sucede con las concentraciones de las sustancias durante la reacción. Inclusive te muestra el comportamiento de las sustancias a nivel corpuscular.
- b) Un simulador que muestra cómo la trompetita y la variación de la concentración afectan el estado de equilibrio.
- c) Trabajo en el laboratorio con práctica de equilibrio cromato - dicromato. pH de soluciones, ácidas, básicas y sales. y soluciones reguladoras.
- d) Simuladores y estudios gráficos
- e) Phet Colorado
- f) Al inicio y durante el desarrollo del tema. Los que he encontrado en internet
- g) En ocasiones utilizo un simulador del equilibrio del cobalto pero no en forma sustitutiva a la Práctica de laboratorio.
- h) Phet y juegos desarrollados por mí
- i) En los liceos que no cuentan con los materiales de laboratorio para equilibrio uso simulador
- j) Ahora no los recuerdo, pero los utilicé
- k) Para ácidos fuertes y débiles usó el simulador de Phet.
- l) En phet, labo virtual, al inicio y luego lo traigo para reafirmar
- m) Los simuladores de PhET (concentración; leyes de los gases, ácidos y bases) son muy buenos soportes para la reestructuración cognitiva así como también algunas prácticas del simulador chemlab para el tema ácidos y bases reactivos indicadores.
- n) Cuando la explicación se hace a nivel corpuscular
- o) Utilizo los simuladores de PHET para reproducir situaciones que no podemos realizar a nivel experimental
- p) pHet en escala de PH labovirtual.blogspot.com para modificaciones en equilibrio

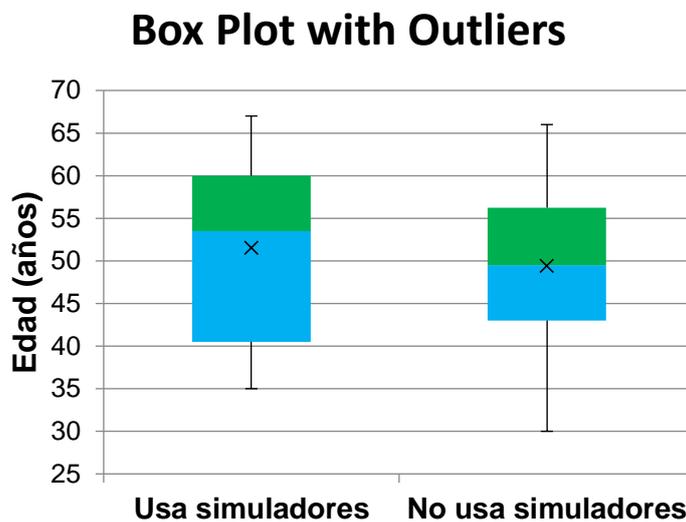
De las respuestas obtenidas se puede señalar que 7 docentes mencionan los simuladores de la Universidad de Colorado PhET, ya mencionadas anteriormente y un docente indica que utiliza juegos desarrollados por él.

Para visualizar si existe asociación entre la utilización de simuladores o similares y la edad y la formación de los docentes, se realizó un estudio estadístico. Para

el caso de la edad, se tomó como variable de respuesta categórica si el docente usa o no simuladores y como variable explicativa cuantitativa la edad. En la gráfica 20 se presenta el diagrama de caja correspondiente Uso de simuladores/Edad y datos estadísticos descriptivos.

**Gráfica 20. Diagrama de caja Uso de simuladores/Edad y datos de estadística descriptiva**

	<i>Usa simuladores</i>	<i>No usa simuladores</i>
Mean	52	49
Standard Error	2,6	2,1
Median	54	50
Mode	35	49
Standard Deviation	10,9	10,4
Range	32	36
Maximum	67	66
Minimum	35	30
Sum	927	1185
Count	18	24



A partir de la gráfica se observa que el promedio de edad de los docentes que usan simuladores es mayor que los que no lo usan. También se realizó el T test, para comparar el valor medio de muestras independientes (resultados en Anexo II). De estos resultados se puede concluir que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, o sea que los promedios de edad de cada grupo sean iguales ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, el intervalo de confianza incluye el cero y por tanto no es posible concluir acerca de las diferencias entre los valores medios.

En el caso de la relación entre el uso de simuladores y la formación, tanto la variable de respuesta (si usa o no simuladores) como la explicativa (formación) son categóricas. Los resultados del análisis estadístico descriptivo bivalente se presentan en el Anexo II.

En la tabla 6 se presenta la distribución condicional (% de docentes) para el uso de simuladores/ formación.

**Tabla 6. Distribución condicional (%) Uso simuladores/Formación**

	Si (%)	No (%)
Grado	41	59
Posgrado	40	60

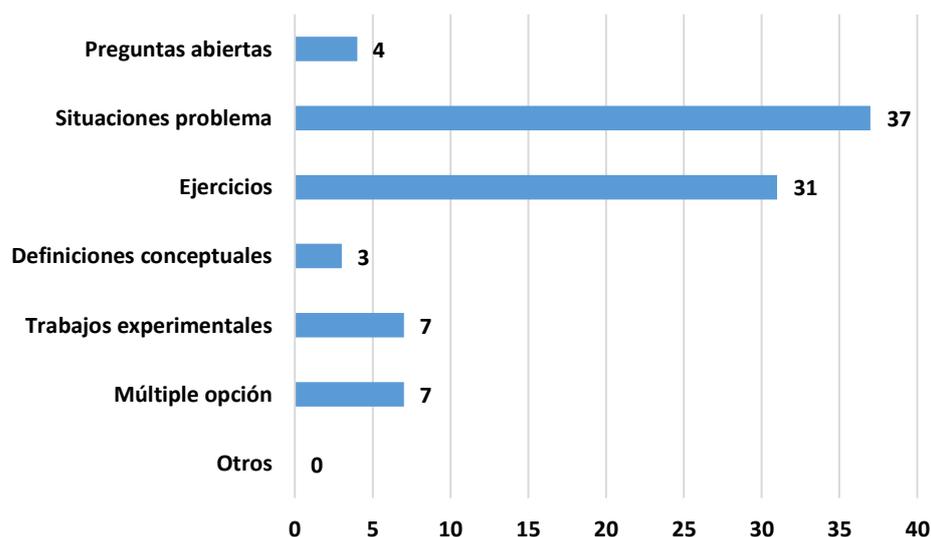
Es muy escasa la diferencia observada al presentar la distribución condicional para el uso de simuladores según la formación.

Por otra parte, al realizar el test de Chi-cuadrado algunas de las frecuencias esperadas son menores a 5 por tanto se utilizó el test exacto de Fisher. De este test con un valor de  $p > 0,05$  se puede decir que no hay evidencia estadística para plantear que exista una asociación entre la formación de los docentes y el uso de simuladores.

### 6.2.5. Actividades de evaluación

Los medios reportados por los docentes para la evaluación se muestran en la gráfica 21.

**Gráfica 21. Medios reportados por los docentes para la evaluación**



En la gráfica 21, la opción más elegida es el planteo de situaciones problema (88,1 %). Según lo analizado en el capítulo 5, esta opción requiere que los estudiantes utilicen procesos cognitivos de orden superior, al igual que para responder a las preguntas abiertas elegida por el 9,5% de los encuestados.

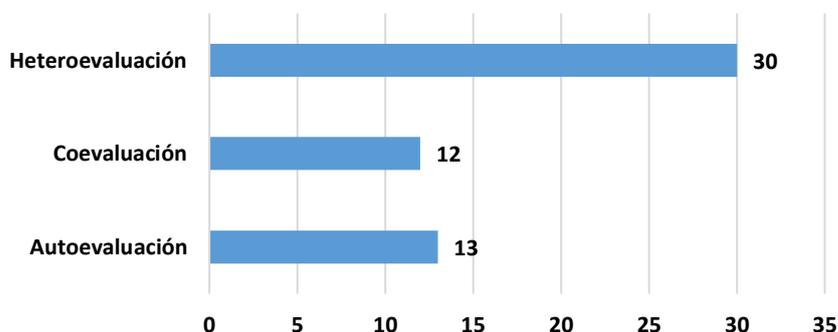
Como segunda opción elegida se encuentra el planteo de ejercicios, mientras que para los docentes de Educación Terciaria ésta fue la opción más señalada.

Son muy pocos los docentes que evalúan solicitando definiciones conceptuales (7%), las que requieren de procesos cognitivos de orden inferior. Los trabajos

experimentales y las preguntas de múltiple opción han sido señalados por el 17% de los docentes en ambos casos. Ningún docente indicó la opción “Otros”.

Respecto al tipo de evaluación que realiza, los resultados fueron los que se muestran en la gráfica 22.

**Gráfica 22. Tipos de evaluación**



A partir de la gráfica 22 y de la observación de las respuestas individuales se pueden resumir las formas de evaluación en la tabla 7.

**Tabla 7. Formas de evaluación utilizadas por los docentes de Educación Media**

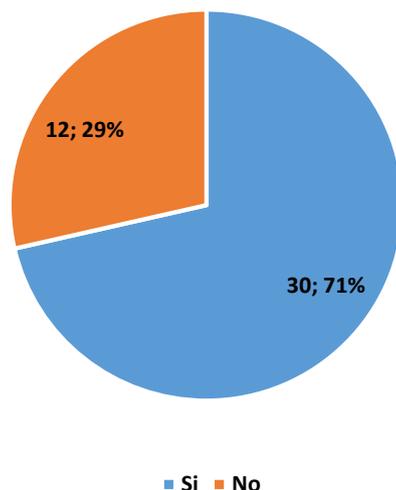
Formas de evaluación	Número de docentes
Heteroevaluación	23
Autoevaluación	6
Coevaluación	4
Heteroevaluación y Coevaluación	2
Coevaluación y Autoevaluación	2
Heteroevaluación y Autoevaluación	1
Heteroevaluación, Coevaluación y Autoevaluación	4

Ya se discutió en el capítulo 5 las características de cada forma de evaluación y la conveniencia de combinar las distintas modalidades para favorecer un Aprendizaje Profundo. En ese sentido es de destacar que en total son 11 los docentes encuestados que combinan formas de evaluación.

#### 6.2.6. Actividades de cierre del tema

En la gráfica 23 y en el listado posterior se presentan las respuestas de los docentes respecto a las actividades de cierre que realizan.

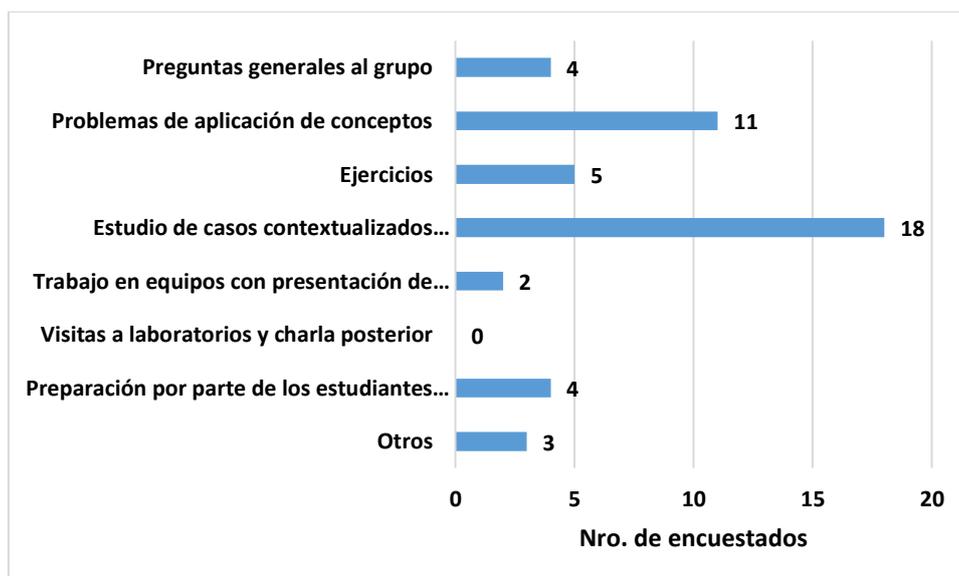
**Gráfica 23. Decisión de realizar actividades de cierre**



Se observa un resultado similar para los docentes de Educación Media (71%) y Terciaria (70 %) en cuanto a la utilización de una actividad de cierre.

Aquellos docentes que respondieron que sí realizan actividades de cierre, especificaron cuáles. Estos resultados se muestran en la gráfica 24.

**Gráfica 24. Actividades de cierre utilizadas**



Entre los docentes que realizan actividades de cierre, las que más se destacan son el estudio de casos contextualizados y los problemas de aplicación de conceptos, al igual que entre los docentes de Educación Terciaria.

Solo tres docentes respondieron la opción “otros”, y realizaron los siguientes comentarios:

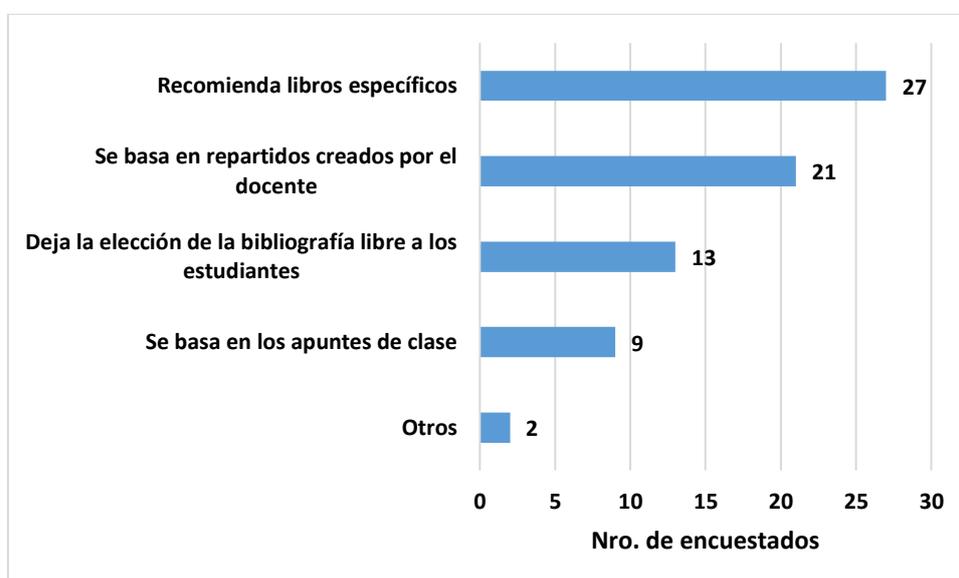
- a) Debates sobre situaciones problema planteadas en el momento.
- b) Según el grupo realizo kahoot o similar y evaluación en el laboratorio (control de práctico)
- c) Test de Kahoot grupal

Es de destacar que dos docentes realizan actividades utilizando la herramienta digital Kahoot, esta herramienta es útil para profesores y alumnos para repasar conceptos de forma entretenida, como si fuese un concurso. Una de las opciones más comunes es el uso de preguntas tipo test. Hay resultados que indican que los alumnos perciben Kahoot como un recurso que los mantiene motivados y comprometidos (Guevara *et al.*, 2022).

### 6.2.7. Bibliografía recomendada por los docentes

La información recabada respecto al uso de la bibliografía, se presenta en la gráfica 25.

**Gráfica 25. Tipo de bibliografía utilizada**



La mayoría de los docentes dan lineamientos en cuanto a la recomendación del material bibliográfico, tanto en libros específicos como repartidos creados por los docentes. Si bien son 13 los docentes que marcan como opción “deja elección de la bibliografía libre a los estudiantes”, solamente dos la indican como única opción. Los otros 11, señalan otra opción junto con esa.

Aquellos docentes que contestaron “Otros” aclararon:

- a) Videos míos de youtube o reviso alguno que me indiquen que usan ellos
- b) Páginas de Internet y tutoriales.

Es importante destacar que uno de los docentes crea los videos que recomienda a los estudiantes.

### **6.2.8. Dificultades detectadas en el desarrollo del tema**

Los docentes plantearon las dificultades detectadas en el desarrollo del tema mediante una pregunta abierta. A continuación se presentan sus respuestas:

- a) En principio les cuesta entender la cinética de la reacción. Y después al calcular las concentraciones en el equilibrio tienen dificultades en los despejes para hallar el cambio en la concentración para calcular la concentración en el equilibrio. Ni hablar con las ecuaciones de segundo grado.
- b) Dificultades matemáticas (resolución de ecuaciones)
- c) Los conocimientos fundamentales que desconocen y razonamiento.
- d) Resolución matemática Interpretación de resultados
- e) Usos de relaciones estequiométricas. Y no entender la relación entre lo que sucede en una reacción y la relación con la ecuación escrita.
- f) Manejo de lenguaje técnico Trasposición de conceptos a situaciones "nuevas"
- g) Dificultades matemáticas, falta de estudio, falta de profundización en cursos anteriores
- h) Problemas matemáticos a la hora de la resolución de los ejercicios
- i) La falta de estudio. El nivel con el que llegan. Dificultades para Relacionar lo teórico con situaciones problema.
- j) Ideas previas con errores.
- k) Los cambios en el equilibrio provocados por diferentes factores y los cálculos que estos conlleva
- l) Le Chatelier efecto de la temperatura No entienden que la  $k$  no lleva unidades Problemas de interpretación grafica
- m) Noción de proporcionalidad
- n) Dificultad en abstraer para poder entender algunos conceptos o modelizar, problemas en despejar y calcular, y aplicar los conocimientos a situaciones puntuales.
- o) es un tema que por momentos me da la sensación que pretenden la mecanización y no por conceptualización por lo que es complicado algunos años abordar el tema. aunque depende de los intereses del grupo
- p) Aplicar Le Chatelier Resolver cuadros de equilibrio Analizar aspectos termodinámicos
- q) No comprenden las expresiones Planteo de las ecuaciones igualadas
- r) Éste suele ser el primer tema que les asigno estudiarlo desde un libro de amplia distribución (Brown). Les pido que estudien y que expliquen en clase qué entendieron. Esta es una dificultad importante, enfrentarse a un libro de texto. Otra dificultad se presenta en la parte de cálculos que implican balance de masa. Y también se ha encontrado dificultad en efecto de la temperatura (Le Chatelier), en la aplicación de los

- principios teóricos a una situación dada. Con respecto a equilibrio en solución acuosa, plantea dificultades el entendimiento de los ácidos y bases débiles y sus cálculos (aunque no en todas las opciones) y la hidrólisis de sales y cálculo del pH en efecto del ion común, suele presentar dificultades.
- s) Es multifactorial, el reconocimiento de lo que representan los símbolos, como ecuaciones, doble flecha, etc, La necesidad de plantear la relación matemática y contar con conocimientos como concentración de soluciones, leyes de los gases y los manejos matemáticos a partir de la K, también la influencia de las condiciones como temperatura y su interpretación a nivel corpuscular
  - t) Sí se da a principio del año, dificultades matemáticas
  - u) La visualización de los sistemas en equilibrio en su dinámica corpuscular, incorporar los aspectos energéticos para la comprensión del fenómeno y los aspectos prácticos para determinar las concentraciones en el equilibrio
  - v) El nivel de matemática manejado, en general, me limita las posibilidades de desarrollo de la temática
  - w) Falta de abstracción, falta de estudio, mala base matemática
  - x) La falta de comprensión lectora. La falta de razonamiento. La falta de compromiso y estudio.
  - y) Aplicarlo a soluciones ácido- base, deducir el pH, comprender lo que es un buffer, comprender que el equilibrio es dinámico y conservativo.
  - z) Grado de abstracción. Al no visualizar procesos se vuelve compleja la comprensión. Dificultades en matemáticas.
  - aa) 1-Es un tema complejo para el nivel de secundaria y no caer en una simple tablita. 2- La confusión entre la conservación de la masa y la cantidad de materia. Por ello se debe trabajar con ecuaciones con delta distinto de cero.
  - bb) Carencia de conceptos de química - Carencia de herramientas matemáticas.
  - cc) 1- comprender que no pueden hacer un abordaje de los problemas desde la estequiometría vista en 5to. 2- para los grupos de medicina dificultades matemáticas en problemas que involucran la Kc 3- relacionar el estado de equilibrio con termodinámica.
  - dd) La bibliografía presenta errores muchas veces como por ejemplo el equilibrio se desplaza a..., no caer en un montón de ejercicios que solamente sean los aspectos matemáticos, la dificultad de conectarlo con la vida real.
  - ee) La parte matemática, el distinguir cuando se trata de lo macroscópico y su representación submicroscópica y las relaciones estequiométricas
  - ff) Dificultades matemáticas Dificultades que surgen de la falta de manejo de información sobre el tema, aun cuando ya han sido tratados.
  - gg) Comprensión de los fenómenos a nivel corpuscular (sobre todo en la restitución de los equilibrios), cálculos de pH a partir de las constantes

- de equilibrio y comprensión de las ecuaciones químicas que se estudian.
- hh) Empleo de herramientas de la Matemática.
  - ii) Dificultades operativas en matemática
  - jj) Explicar cómo dos procesos químicos opuestos pueden darse simultáneamente
  - kk) He identificados dificultades matemáticas y de razonamiento lógico.
  - ll) Escasas herramientas matemáticas y poco tiempo de estudio del tema.
  - mm) la tendencia a utilizar el aprendizaje memorístico y operativo para la resolución de las situaciones planteadas Relacionar los procesos
  - nn) macroscópicos con los microscópicos. La diferenciación entre un sistema que ha alcanzado el equilibrio con la ausencia de reacción
  - oo) Los cálculos matemáticos
  - pp) Resolución matemática de las ecuaciones
  - qq) Les cuesta el planteo correcto de la  $K_{eq}$  y razonar como afectan los cambios de P y T en el equilibrio.

Analizadas las respuestas abiertas, se observó que cada docente plantea varias dificultades, en algunos casos, sin priorizar específicamente alguna. A partir de estas respuestas abiertas se pudieron crear cuatro subgrupos, con las consecuentes respuestas que se presentan en la tabla 8.

**Tabla 8. Dificultades detectadas para el desarrollo del tema Equilibrio Químico**

Dificultades	Nro. de respuestas
Matemáticas	23
Contenidos inherentes al tema (Le Chatelier, $K_{eq}$ , factores que afectan el equilibrio, conceptualización de reacción incompleta, modelización, equilibrios heterogéneos y en solución)	19
Conocimientos previos	8
Dimensiones de análisis	5

De la Tabla 8 se observa que 23 docentes plantean la dificultad matemática, seguida por las dificultades inherentes al tema (19 docentes). Las otras opciones fueron menos elegidas.

Los aspectos generales de estas opciones ya fueron discutidos en el Capítulo 5 y son válidas para esta encuesta.

### **6.2.9. Comentarios finales de los docentes**

Como comentarios finales, los docentes encuestados plantearon lo siguiente:

- a) Considero muy importante la investigación , cómo ésta, que aporta mejoras a nuestra práctica docente
- b) Me gustaría saber más de los resultados. Y agradecer este trabajo de investigación si bien encuentro que es un poco largo el cuestionario, es la única forma de hacer algo válido
- c) Es un tema hermoso, que está en un programa muy ambicioso, pero se aborda bien, si los alumnos tienen un nivel adecuado de matemática
- d) El tema es más motivador con simuladores y actividades experimentales
- e) Las preguntas de esta encuesta ya me está ayudando a nuevas planificaciones cuando me toque dar este tema.
- f) Tema que no es fácil para abordar en un curso liceal.
- g) Creo que existe una manía con este tema y no sé si es tan importante de tratar en enseñanza secundaria en forma "supuestamente" profunda. Hay temas más simples y relevantes para todo ciudadano que los capacitara para luego seguir avanzando en el conocimiento científico. Parece que dar conocimientos de termodinámica hace a un docente mejor, aunque se digan disparates al simplificar.
- h) En los últimos dos años debido a la pandemia este fue el tema que recorte de la planificación.
- i) Es un tema vasto, extenso, difícil y al que abordamos únicamente desde algunos aspectos y no todos los aspectos que implica
- j) Equilibrio químico es un tema que me ha planteado interrogantes siempre, en especial la adimensionalidad de la constante y el abordaje termodinámico
- k) La poca importancia que el alumno le da a las explicaciones cualitativas o microscópicas del estado de equilibrio para la explicación de procesos macros.

Estas respuestas muestran que hay docentes (5) que realizan comentarios positivos tanto del tema como de esta investigación. Otros (2), lo consideran un tema no tan importante y a recortar en situación especiales. Por otra parte, otros docentes hacen comentarios de donde se trasluce la dificultad del tema.

## **Capítulo 7. CONCLUSIONES**

Los dos capítulos anteriores dan cuenta del proceso de investigación realizado con la finalidad de indagar sobre la enseñanza del tema del Equilibrio Químico en nuestro país, en los escenarios donde se lo enseña. En ellos se presentan conclusiones parciales de los diferentes asuntos tratados.

En este espacio se intentará presentar una mirada más global y sintética a los efectos de poder lograr una aproximación a posibles respuestas a las preguntas formuladas. Al mismo tiempo, encontrar los matices que los resultados han mostrado en la Educación Terciaria en comparación con la Educación Media.

Primeramente, es importante destacar que con la encuesta se abarcó un número elevado de los docentes de Química que dictan o dictaron Equilibrio Químico y que tienen la responsabilidad de su enseñanza en el nivel terciario, siendo menor la adhesión a nivel secundario pero con un número de docentes que permitió los estudios estadísticos.

La información general obtenida de la encuesta a los docentes de Educación Terciaria, tanto de Formación en Educación como de la Facultad de Química, mostró que el 65% cuenta con más de 10 años de experiencia como docentes de nivel terciario. Por otra parte, un alto porcentaje de los 23 encuestados, además de contar con el título de Profesorado, han realizado algún posgrado en educación o académico. De allí que las respuestas obtenidas son de docentes con experiencia y muy bien formados. Se destaca que no se realizó en el análisis de la encuesta una diferenciación entre docentes de Udelar y CFE, por los motivos comentados anteriormente.

Por otra parte, la información general de los docentes encuestados de Educación Media, muestra que las respuestas obtenidas son de docentes con experiencia ya que el 90% cuenta con más de 10 años dictando el tema.

Se destaca que todos contestaron poseer título de grado mientras que 10 de ellos han realizado algún posgrado en educación o académico. Este aspecto muestra una diferencia estadísticamente significativa respecto a los docentes de Educación Terciaria y su formación académica.

La tabla 1 nuclea la información anterior.

**Tabla 1. Porcentajes comparativos de experiencia y formación de los docentes de educación terciaria y secundaria**

<b>Categoría</b>	<b>Docentes de educación terciaria (%)</b>	<b>Docentes de educación media (%)</b>
Más de 10 años de experiencia	65	90
Título de grado solamente	21	76
Título de posgrado	78	24

Respecto al tratamiento del tema de Equilibrio Químico, en la tabla 2 se resumen los resultados generales para los dos grupos obtenidos en la encuesta sobre el tratamiento del tema en ambos niveles incluyendo el diagnóstico, conceptos de inicio del tema, actividades disparadoras y de cierre, y formas de evaluación. En la tabla 3 se presentan las acciones más usadas en el desarrollo del tema

**Tabla 2. Fases de enseñanza del tema Equilibrio Químico**

		<b>Educación Terciaria 23 encuestados</b>		<b>Educación Media 42 encuestados</b>	
<b>Fases de la enseñanza</b>		<b>Número de docentes</b>	<b>Porcentaje de docentes (%)</b>	<b>Número de docentes</b>	<b>Porcentaje de docentes (%)</b>
<b>Diagnóstico</b>	Si	18	78,3	38	90,5
	No	5	21,7	4	9,5
<b>Conceptos de inicio de tema</b>	Termodinámica	9	39,1	4	9,5
	Estequiometría	5	21,7	25	59,5
	Cinética	4	17,5	8	19,0
	Otros	5	21,7	5	12,0
<b>Actividad disparadora</b>	Si	18	78,3	35	83,3
	No	5	21,7	7	16,7
<b>Cierre</b>	Si	16	69,6	30	71,4
	No	7	30,4	12	28,6
<b>Evaluación</b>	Una sola forma	15	65,2	33	78,6
	Más de una forma	8	34,8	9	21,4

**Tabla 3. Acciones más usadas por los docentes para el desarrollo del tema**

Desarrollo		Educación Terciaria 23 encuestados		Educación Media 42 encuestados	
		Número de respuestas	Porcentaje de respuesta (%)	Número de respuestas	Porcentaje de respuesta (%)
Acciones más usadas para el desarrollo del tema*	Clases expositivas	12	22,6	14	14,3
	Situaciones problema	11	20,7	25	25,5
	Trabajos experimentales	8	15,1	19	19,4
	Talleres	2	3,80	0	0
	Proyectos	1	1,90	3	3,1
	Ejercicios y problemas	13	24,5	32	32,6
	Entrega de textos	3	5,7	4	4,1
	Otros	3	5,7	1	1,0

De la tabla 2 se observa que para las muestras estudiadas se puede afirmar que hay un mayor porcentaje de docentes de Educación Media que de Terciaria que realizan diagnóstico. Esto puede deberse a las exigencias y controles que se realizan en Educación Media, asentados en la libreta digital.

En cuanto a los conceptos de inicio, los docentes de Educación Terciaria prefieren mayoritariamente los conceptos termodinámicos mientras que en Educación Media se inclinan mayoritariamente por los estequiométricos. Esto puede ser debido a la dificultad de los tratamientos termodinámicos a nivel medio, tanto por la receptividad de los estudiantes como por la formación de los docentes.

En cuanto a la actividad disparadora y el cierre del tema, los resultados obtenidos son similares en ambos grupos. Por el contrario, sí se observa cierta diferencia en la utilización de las formas de evaluación.

De forma general, la tabla 2 permite concluir que mayoritariamente en ambos niveles:

- realizan diagnósticos previos al tratamiento del tema
- plantean actividades disparadoras
- proponen actividades de cierre
- suelen evaluar de una única forma

De todas formas, no todos los docentes incluyen todas las fases previstas para el tratamiento del tema, las que más allá de apoyar el ordenamiento de un tema, fomentan el Aprendizaje Profundo. De acuerdo a esto, se debería insistir en las clases de formación docente aspectos sobre la estructuración de los temas y el valor que tiene cada fase a los efectos de darle a los docentes herramientas como para la estructuración de la clase.

Otro aspecto a destacar y ahondando en cada fase de enseñanza, se puede concluir que:

- para el diagnóstico se prefiere la utilización de la forma oral mediante lluvia de ideas tanto por los docentes de Educación Terciaria como los de Educación Media, lo que implica una mayor agilidad en la recolección y procesamiento de la información, en los tiempos destinados para las clases. Preocupa, de todas formas, que el 21,7 % de los docentes encuestados de Educación Terciaria y el 9,5% de Educación Media no realiza diagnóstico por lo que la situación en algunos casos puede ser difícil para la inmersión inicial del estudiante en el tema. También se observa poca adhesión a otras modalidades de diagnóstico que pueden ser útiles para la evaluación de los grupos.

Una observación positiva surgida de la encuesta es que la mayoría de los docentes de Educación Terciaria y de Educación Media utilizan el diagnóstico para tomar medidas de nivelación de los grupos o para replanificar las clases adaptándolas a los conocimientos de los estudiantes.

- existe una gran versatilidad en la selección del enfoque de inicio del tema en la clase.

Algunas de estas opciones están de acuerdo con los libros recomendados de Química General y Fisicoquímica.

Otra guía pueden ser los programas de las asignaturas. Analizando los programas de “Química General I” (plan 2008), “Química General I y su enseñanza” (plan 2023), de Formación Docente, se puede indicar, que el estudio de los sistemas en equilibrio se encuentra luego del estudio de las transformaciones químicas y sus aspectos energéticos y cinéticos. En el caso de “Fisicoquímica I”, en la propuesta programática se encuentra primero el tratamiento de los aspectos energéticos, luego el de los sistemas en equilibrio. Los aspectos cinéticos están propuestos para el curso posterior de “Fisicoquímica II”.

En el caso del curso de Fisicoquímica correspondiente a la carrera de Tecnólogo Químico, es coincidente con el orden propuesto en los cursos de Fisicoquímica de Formación Docente, en cambio en el curso de Química General de Facultad de Química, se propone trabajar primero con los aspectos cinéticos de las reacciones químicas, luego con los estados de equilibrio y por último sobre los aspectos energéticos.

Habiendo analizado las secuencias establecidas por los programas de estudio y las respuestas de los docentes se concluye que no siempre estas son consideradas.

- respecto a las actividades disparadoras, solo el 33% de los docentes de Educación Terciaria que las realizan, eligieron las que se vinculan con un Aprendizaje Profundo. Por su parte, en Educación Media, es el 37%. De acuerdo a estas cifras, las que se consideran bajas, deberían ser modificadas incentivando la selección de actividades con una activa participación del estudiante.
- respecto a la modalidad de evaluación, se destaca que 13 docentes de Educación Terciaria utilizaron solamente heteroevaluación y 2 autoevaluación, no usando modalidades combinadas que sería lo favorable en un proceso activo de aprendizaje. Por otra parte, 8 de los docentes utilizaron modalidades combinadas, integrando aquellas más activas para el estudiante como son la coevaluación y la autoevaluación. En el caso de Educación Media 9 docentes, combinan formas de evaluación, ya señalado como un aspecto favorable en un proceso activo de aprendizaje.

En cuanto al desarrollo del tema, según muestra la tabla 3, en ambos niveles hay versatilidad en las propuestas. Las principales observaciones son:

- en ambos grupos estudiados predomina el uso de ejercicios y problemas, acciones que no se enfocan en fomentar un Aprendizaje Profundo.
- En segundo lugar le siguen propuestas diferentes. En el caso de Educación Terciaria, se utiliza la clase expositiva que no estimula el Aprendizaje Profundo. En cambio, en Educación Media el segundo planteo preferencial fue el de situaciones problemas que involucra más al estudiante en el trabajo y por lo tanto enfocado hacia el Aprendizaje Profundo. El porcentaje de docentes que utiliza los trabajos experimentales es escaso y similar en ambos grupos de docentes.

En general se puede concluir que en Educación Terciaria son menos numerosos los docentes que utilizan modalidades donde se enfatiza la participación más activa de los estudiantes, como puede ser en talleres, proyectos, trabajos experimentales, entre otros, apuntando a un Aprendizaje Profundo. En Educación Media, se destaca una alta incidencia de la utilización de situaciones problema, en cambio, otras modalidades que implican una participación más

activa de los estudiantes son menos seleccionadas por los docentes encuestados, como por ejemplo talleres y proyectos.

En cuanto a la bibliografía recomendada, el 22% de los docentes encuestados de Educación Terciaria recomendaron opciones que le dan libertad de elección al estudiante y no como única opción, mientras que, en Educación Media, lo hace el 52% y solo el 5% como única opción. Se considera que no tiene connotaciones negativas dar libertad de elección a los estudiantes respecto a la bibliografía aunque no debería ser la única opción. Lo que es importante es fomentar el uso crítico de las fuentes de información, especialmente en estas épocas en que están surgiendo nuevas herramientas, no reflexivas, como las de inteligencia artificial.

A manera de cierre se transcriben palabras de encuestados que reflejan realidades que habría que estudiar y modificar:

“... las principales dificultades son la falta de herramientas matemáticas que en general presentan y los muy pocos conocimientos previos adecuados sobre temas físicos. En ambos casos me refiero a aspectos básicos, no demasiado complejos.” (ET)

“A lo largo de la enseñanza de este tema no pude realizar actividades prácticas porque no estaban dadas las condiciones de laboratorio para ello. Considero que la realización de prácticas es muy importante.” (ET)

“El nivel de los alumnos que llegan a primer año es bastante deficiente más que nada en cuanto a su forma de encarar el estudio. Eso hace que se lleve mucho tiempo en procurar adquirir hábitos de estudio favorables al nivel terciario” (ET)

“Considero muy importante la investigación, como ésta, que aporta mejoras a nuestra práctica docente” (EM)

“Las preguntas de esta encuesta ya me están ayudando a nuevas planificaciones cuando me toque dar este tema.” (EM)

“Creo que existe una manía con este tema y no sé si es tan importante de tratar en enseñanza secundaria en forma "supuestamente" profunda...” (EM)

“Es un tema vasto, extenso, difícil y al que abordamos únicamente desde algunos aspectos y no todos los aspectos que implica” (EM)

## Capítulo 8. PROPUESTAS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Una vez culminado el trabajo de tesis se lograron visualizar una serie de acciones que podrían facilitar el abordaje del tema Equilibrio Químico propiciando un Aprendizaje Profundo. Se propone considerar los siguientes puntos:

- Teniendo en cuenta que menos de un 50% de los docentes que se adhirieron a la encuesta poseen **posgrados en educación**, se debería incentivar y valorizar la realización de estos estudios.
- Los resultados obtenidos muestran una disparidad en la **organización** de las clases. Hay quien no realiza un diagnóstico, ni realiza actividades disparadoras o evaluaciones combinadas que pueden favorecer el aprendizaje. Para mejorar esta situación cada docente deberá reflexionar y evaluar las situaciones de enseñanza, trabajar coordinadamente con sus pares e incluso aceptar las evaluaciones entre pares, entre otras opciones. Se rescata nuevamente el comentario de una de las preguntas abiertas donde aprecian la encuesta como forma de reflexionar sobre la planificación de la clase.
- En cuanto al **diagnóstico**, si bien se utilizan lluvia de ideas y ejercicios y problemas, no se utiliza prácticamente el formulario KPSI, una herramienta que se considera relevante especialmente por la intervención de los estudiantes, por ser sencilla de aplicar y por permitir la valoración de cómo se sienten los alumnos frente a determinados contenidos. Se propone realizar un relevamiento de herramientas de este tipo y su difusión masiva en eventos de discusión acerca de temas de enseñanza y en redes, entre otros.
- Se debería estimular a los docentes el uso de **actividades disparadoras** que favorecen el Aprendizaje Profundo, como actividades experimentales abiertas. La idea es que puedan llevar a cabo experimentalmente las propuestas que realicen. Para ello, y por lo que surge de la encuesta realizada, no todos los establecimientos tienen laboratorios equipados.
- Respecto a las acciones utilizadas para el **desarrollo** de las clases, el docente debería utilizar opciones en las cuales se logre el involucramiento de los estudiantes. Si bien se comprende que los tiempos de clase son limitados, la realización de proyectos o talleres fomenta el aprendizaje profundo. El Tema Equilibrio Químico sería una buena ocasión para ello.
- Dado el bajo reporte del uso de simuladores y habiendo ofertas de uso libre y gratuito, se propone el diseño de actividades que incluyan estas herramientas para algunas instancias del tema. En la era digital las **herramientas tecnológicas** pueden ser aliados importantes en la enseñanza del Equilibrio Químico.

- En cuanto a los tipos de **evaluación** se recomienda la utilización combinada de los tres tipos de evaluación con la participación activa del estudiante.

Por otra parte, se desea comentar que este trabajo de tesis consistió en una observación de la situación de enseñanza del tema Equilibrio Químico dado por diferentes docentes de todo el país. Si bien el análisis ha sido acotado a una temática en particular, surgen apreciaciones más generales que permiten pensar a futuro en un panorama más amplio de la enseñanza de la Química. De allí que nos permitamos plantear algunas perspectivas futuras:

- Puede considerarse como una continuación de este trabajo, la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes, ya que esta tesis se ha enfocado unilateralmente en qué hacen los docentes. Con las dos visiones se podrían dar reseñas concretas de cómo encarar el tema Equilibrio Químico en clase. Se podrá enfocar en el tema Equilibrio Químico en particular pero se podrá ampliar en otras temáticas de la Química.
- Es importante lograr una concordancia entre los conocimientos que surgen de la investigación didáctica acerca de las situaciones de enseñanza que promueven Aprendizajes Profundos y lo que realmente se hace en las distintas situaciones de aula. Muchas veces puede ser por desconocimiento o por falta de recursos necesarios en las instituciones. Para ello, se propone la creación de grupos de trabajo integrados por docentes de distintas instituciones, que puedan tomar como base los trabajos de investigación realizados en el país y actuar como multiplicadores y referentes para el trabajo entre pares docentes. Para potenciar los trabajos de discusión entre pares, es importante relevar las necesidades de los docentes mediante encuestas exhaustivas y profesionales que puedan ser el punto disparador de la búsqueda de soluciones. Cuando expresamos necesidades estamos considerando la infraestructura, equipamiento, aquellas relacionadas con la formación de los docentes (asistencia a cursos, congresos, pasantías, etc). Como es bien sabido los cambios implican asignación de recursos los que deberían ser efectivizados.
- Se considera fundamental profundizar en la investigación en Didáctica de las Ciencias en general y en Didáctica de la Química en particular en nuestro país, ya que las realidades pueden ser diferentes a las de otros lugares aunque las problemáticas generales coincidan.

## BIBLIOGRAFÍA REFERIDA

- Agresti, A. (2018). *Statistical methods for the social sciences*. 5ª edición, Boston: Pearson.
- Alemán M., B. et al. (2018). La motivación en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. *Rev. Med. Electrónica* vol. 40 no. 4. *versión On-line* ISSN 1684-1824
- Álvarez Cedillo, J. A. et al. (2019). La exploración en el desarrollo del aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. Vol 9, N° 18. Recuperado de: <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.474>.
- Anugam V., K; Revoju, S. y Dhevalapally B., R. (2023). Discovery of catalytic click reactions and the 2022 Nobel Prize. *Chemistry News*. Volume 124, Issue 04 p. 0397
- Atkins, P. y Jones, L. (2006) *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. 3ª edición, Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bachelard, (1996) *La formation de l'esprit scientifique*. París: Vrin (1ère éd. 1938).
- Basurto M., S.T. et al. (2021). Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Pol. Con.* (Edición núm. 56) Vol. 6, No. 3, pp. 828-845 ISSN: 2550 - 682X DOI: 10.23857/pc.v6i3.2408
- Benarroch, A. (2000) Del modelo cinético-corpúscular a los modelos atómicos. *Reflexiones didácticas*. *Alambique*, 23, p. 95.
- Benia, I.; Franco, M.; Nieto, M. y Sebé, S. (2013) *Didáctica de las ciencias experimentales. Aportes y reflexiones sobre la educación en química*, Montevideo; Uruguay: Grupo Magro Editores.
- Biggs, J.B. (2006) Calidad del aprendizaje universitario. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 20, núm. 3, 2006, pp. 327-331
- Britos, L. (2011) *Las dificultades en la enseñanza del estado dinámico de equilibrio en el curso de Tercer Año de Bachillerato Diversificado*. Tesis de maestría en Educación. Universidad Católica del Uruguay. Montevideo.
- Brown, T.L.; Le May, Jr.; Bursten, B.E.; Burdege, J., (2004), *Química. La ciencia central*, 9ª edición, México D.F, México: Pearson Educación.
- Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la química. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.). Ed MAGRO
- Caamaño, A. y Oñorbe, A. (2004) La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68-81.
- Caamaño, A. (1999a). La química en el bachillerato: nuevos contenidos QTS, pero los mismos conceptos. *Aula de innovación educativa*, n. 81, mayo, p. 35.
- Camilloni, A. .R. de; Basabe, L y Feeney, S. (2010) Los formatos de los instrumentos de evaluación del aprendizaje y sus relaciones con las modalidades de estudio de los estudiantes universitarios. *Perspectivas de investigación y marcos de análisis*. "Formatos de los instrumentos de

- evaluación de aprendizajes utilizados en cátedras universitarias y modalidades de estudio del estudiante. Una exploración de sus relaciones”. Recuperado de: <https://docplayer.es/42495123-Alicia-w-de-camilloni-laura-basabe-silvina-feeney.html>.
- Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la Física y de la Química* (pp. 35-55). Barcelona, España: GRAÓ.
  - Calatayud, M.A. y Alonso T., B. (2022). Complicidad entre Autoevaluación y Aprendizaje. Matices para su Implantación en la Universidad. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa* 15(1), 23-42. <https://doi.org/10.15366/riee2022.15.1.002>
  - Chang, R., (1998), *Química*, 6ª edición, México D.F, México: Mc Graw Hill.
  - Chrobak, R. (s/f) La metacognición y las herramientas didácticas. Recuperado de: <https://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Chrobak.htm>.
  - Churches, A. (2008). Bloom's Digital Taxonomy. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/228381038\\_Bloom's\\_Digital\\_Taxonomy](https://www.researchgate.net/publication/228381038_Bloom's_Digital_Taxonomy).
  - Cuellar F.,L; Quintanilla G., M. y Marzábal B., A (2010). La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: Análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciênc. educ.* 16 (2) <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200001>
  - Cobeña N., M.A. y Moya M., M.E. (2019). El papel de la motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Recuperado de: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/08/motivacion-ensenanza-aprendizaje.html>  
[//hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1908motivacion-ensenanza-aprendizaje](https://hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1908motivacion-ensenanza-aprendizaje)
  - Delgado P., N; Kiausowa, M. y Escobar H., A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID-19. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Año: VIII Número:3 Artículo no.:21. <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com>
  - del Pozo V., V. (2013). Unidad didáctica el Equilibrio Químico. Universidad de Valladolid. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/3476/TFM-G170.pdf?sequence=1>
  - Dickerson, R.; Gray, H.; Haight, G. (1993). *Principios de Química*. 3ª ed. Barcelona, España: Reverté.
  - Escofet A.; Folgueiras P.; Luna E. y Palou B. (2016). Elaboración y validación de un cuestionario para la valoración de proyectos de aprendizaje-servicio. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. 21, Núm. 70, pp. 929-949 (ISSN: 14056666)
  - Esquivel c., J.; Rodríguez N., M.C. y Padilla M., V.M. (2009). Enfoques hacia el aprendizaje, motivos y estrategias de estudiantes de las carreras de enfermería, ingeniería y organización deportiva. *Revista de Pedagogía*. Vol 30, N° 87.

- Fasce, E.H., (2007), Tendencias y perspectivas. Aprendizaje profundo y superficial. *Rev. Educ. Cienc. Salud* ; 4 (1): 7-8 . Recuperado de <http://www2.udec.cl/ofem/recs/anteriores/vol412007/esq41.pdf>.
- Fiore, E.; Leymoní, J., (2007), *Didáctica Práctica. Para enseñanza media y superior*, Montevideo, Uruguay: Grupo Magro Editores.
- Fullan M., McEachen J., Quinn J. (2018) *Aprendizaje Profundo. New Pedagogies for Deep Learning*.
- Furió M, C.; Furió G., C.; Solbes M., J. (2012). Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 37-57, Editora UFPR.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 4, p. 548.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35.
- Ganaras, K.; Dumon, A. (2003) La construction du concept d'équilibre chimique. *L'actualité chimique*, N° 266, pp. 38-47. Recuperado de: <https://new.societechimiquedefrance.fr/numero/n266-juin-2003>.
- Garín, A.S. (2014) Sobre el aprendizaje profundo y la investigación como método de enseñanza. *Academia*. 12 (23), 191-201.
- Guevara Vizcaíno, C., Cordero Cordero, G., y Erazo-Álvarez, C., (2022). Kahoot! como herramienta de gamificación del aprendizaje: una experiencia con estudiantes de Medicina. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4-2), 328-341 <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1426>
- Hamondi, C; López Pastor, V.M. y López Pastor, A.T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartidos del aprendizaje en educación superior. *Perfiles Educativos*, XXXVII (147), 146-161.
- High, K.E., Penkman, K.E.H. (2020). A review of analytical methods for assessing preservation in waterlogged archaeological wood and their application in practice. *Herit Sci* 8, 83. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00422-y>
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Hernández P, F y Hervás A., R. M. (2005) Enfoques y estilos de aprendizaje en educación superior. *REOP*. 16 (2), 283-299
- Hildebrand, J. H. (1946). Catalyzing the approach to chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 23, 589-592.
- Huerta, P. y Irazoque, G. (2009). El equilibrio químico, una investigación de aula. *Rev. Enseñanza de la ciencias*. Número extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 2646-2650
- Irazoque, P., G. (2015) Conocimiento didáctico del Contenido de Profesores Mexicanos sobre el Tema Equilibrio Químico. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/384232/gip1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Irazoque P., G.; Izquierdo A., M. y Garriz R., A. . (2016). En: Bello, S (Coord), *Didáctica de la Química Universitaria* (pp. 98-120). UNAM. México. Recuperado de <http://depa.fquim.unam.mx/sieq/didactica.pdf>
- Kotz, J.; Treichel, P., (2003), *Química y reactividad química*, 5ª edición, México D.F, México: Thomson.
- Lazo, L. (2012) Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la Química General para estudiantes de primer año de Universidad, *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 23(12), 66-89.
- Lorduy, D. y Naranjo, C. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27), e11177. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11177>ISSN 2216-0159 e-ISSN 2462-86032020, 11(27), e11177 <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020>.
- Lublin, J. (2003). Deep, surface and strategic approaches to learning. Centre for Teaching and Learning .Good Practice in Teaching and Learning. Recuperado de: <https://studylib.net/doc/18290095/deep--surface-and-strategic-approaches-to-learning>.
- Mahan, B. (1986). *Química. Curso Universitario*. 3ª ed. México D.F, México: Addison-Wesley Iberoamericana, Sistemas Técnicos de Edición.
- Masterton, W.; Slowinski, E., (1974), *Química General Superior*, 3ª edición, México D.F, México: Interamericana.
- Moncaleano R., H. (2008) *La enseñanza del concepto de equilibrio químico. Análisis de las dificultades y estrategias didácticas para superarlas*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Servei de Publicacions C/ Artes Gráficas. València Spain <file:///C:/Users/maria/OneDrive/Escritorio/liliana%20darre/eq2%20tesis%20doctoral.pdf>
- Moore, J.; Stanitski, C.; Wood, J.; Kotz, J.; Joesten, M., (2000), *El mundo de la Química. Conceptos y aplicaciones*. 3ª edición, México D.F, México: Addison Wesley Longman.
- Mortimer, C., (1983), *Química*, México D.F, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Muñoz M., M y Garay G., F. (2015). La investigación como forma de desarrollo profesional docente: Retos y perspectivas. En: *Estudios Pedagógicos XLI*, N° 2, pp:389-399.
- Muñoz Sanchez E. (2007). Contexto socioeconómico, percepción del contexto educativo y tiempo de estudio en relación con los resultados de aprendizaje en la educación superior. *Innovar* 17 (30) 31-46.
- Navarrete, J.M. (2011). Problemas centrales del análisis de datos cualitativos. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*. N°1. Año 1. pp. 47 - 60.
- Ortega-Díaz C. y Hernández-Pérez A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Ra Ximhai* 11(4): 213-220.
- Pacheco A., A; Lorduy F., D. y Páez G. J. (2021). Criterios de una secuencia didáctica utilizando simuladores PhET asociados a experiencias de laboratorio para la enseñanza de la química. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*. Número extraordinario: ISSN impreso 0121-

3814. E-ISSN-2323-0126. Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- Patiño-Sierra, D.F y Barragán, D. (2022). Un método formal para la armonización conceptual del equilibrio químico. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 11 (2), 148-161. DOI:<https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v11n2.99977>
  - Pereyras, A. (2015). ¿Qué es el aprendizaje profundo? Nuevas pedagogías para el cambio educativo. Red Global de Aprendizajes. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: [https://redglobal.edu.uy/storage/app/media/recursos/AP\\_ale-pereyras.pdf](https://redglobal.edu.uy/storage/app/media/recursos/AP_ale-pereyras.pdf).
  - Pérez Gómez, A. (2007). La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. *Cuadernos de Educación de Cantabria 1*. Recuperado de: [https://www.educantabria.es/docs/info\\_institucional/publicaciones/2007/Cuadernos\\_Educacion\\_1](https://www.educantabria.es/docs/info_institucional/publicaciones/2007/Cuadernos_Educacion_1).
  - Pérez H., A.F.; Méndez S., C.J. y Pérez A., P. (2020). Enfoques de aprendizaje y rendimiento académico en la educación superior. *Perspectivas docentes*. Vol. 30. N°71. DOI: 10.19136/pd.a30n71.3060. Recuperado de: <http://revistas.ujat.mx/index.php/perspectivas>.
  - Pozo, J.I; Gomez Crespo M. Á.; Gutierrez J., María Sagrario (2004): "Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos" en *Educación Química*, Vol. 15, N° 3 (Julio), pp. 198-209. En línea: [educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf789.PDF](http://educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf789.PDF)
  - Pozo, J.I.; Gomez Crespo, M. Á. (2002) Más allá del 'equipamiento cognitivo de serie': La comprensión de la naturaleza de la materia. En M. Benlloch (comp.): *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*, pp. 235-264. Barcelona: Ed. Paidós Educador.
  - Pozo, J. (1993) *Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas?*, *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 187-204.
  - Quílez, J. (2002) Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. *Educación Química*, vol. 13, N° 2, pp. 101-112. Disponible en línea en: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2002.2.66302>
  - Quílez, J. (2006). From chemical forces to chemical rates: A historical/philosophical foundation for the teaching of chemical equilibrium. *Sci. & Educ.*, 18(9), pp. 1203-1252.
  - Quílez, J. (2022). Breve reconstrucción histórica del concepto de equilibrio químico. *Alambique*, 107, 55-61.
  - Quílez, J. y Sanjosé L., V. (1996). El principio de Le Chatelier a través de la historia y su formulación didáctica en la enseñanza del equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 14 (3), 381-390.
  - Quílez, J. y Soláz, J. (1995). Students and teachers missapplications of Le Chatelier Principle: implications on the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching* 32 (9), 939-957.
  - Quílez P, J.; Solaz P,J.J.; Castelló H, M. y Sanjosé L, V. (1993). La necesidad de un cambio metodológico en la enseñanza del equilibrio

- químico: limitaciones del principio de Le Chatelier. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 11 (3), 281-288.
- Quintanal D., J.; García D., B. (coords); Riesco G., M.; Fernández M., E. y Sánchez H., J.C. (2012). *Fundamentos básicos de metodología de investigación educativa*. Madrid: España: Editorial CCS.
  - Ravela, P; Picaroni, B. y Loureiro G. (2019). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula?*, Montevideo; Uruguay: Grupo Magro Editores.
  - Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación Química*, 30(2), 114. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174>
  - Raviolo, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. Conferencia VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química. Santa Fe, 9-11 de junio, 2010. Recuperado de [http://www.cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1369940071\\_ConferenciaSimulacionesRaviolo.pdf](http://www.cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1369940071_ConferenciaSimulacionesRaviolo.pdf)
  - Raviolo, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto histórico sobre el concepto Equilibrio Químico. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 415–422.
  - Raviolo, A., y Garritz, A. (2007). Uso de analogías en la enseñanza de la química: necesidad de elaborar decálogos e inventarios. *Alambique*, 51, 28-39.
  - Raviolo, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 415-422.
  - Raviolo, A. (2006). Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación química*, 17(4e), 300-307.
  - Raviolo, A. (2005). *Enseñanza y aprendizaje de modelos sobre el equilibrio químico. Una propuesta didáctica con alumnos universitarios españoles y argentinos*. Tesis doctoral. Centro de Formación del Profesorado. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.
  - Raviolo, A., y Martínez, A. M (2003). Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. *Educación en química* 14(3) 60-662.
  - Rocha, A. L. et al. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *ADAXE. Revista de estudio y experiencias educativas*.16:163-178. ISSN 0213-4705
  - Sanchez S., R. (2009). La importancia de la historia y la epistemología de las ciencias para la organización lógica del discurso químico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED No. Extraordinario, 2009 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*.
  - Sanmartí, N. (2007). [Evaluar para aprender. Recuperado de http://www.xtec.cat/~ilopez15/materials/ambitpedagogic/avaluacio/evaluaparaaprender.pdf](http://www.xtec.cat/~ilopez15/materials/ambitpedagogic/avaluacio/evaluaparaaprender.pdf)
  - Sans Martín, A. (2008). *La evaluación de los aprendizajes: construcción de instrumentos*. Cuadernos de docencia universitaria. Barcelona,

- España: ICE y Ediciones Octaedro. Recuperado de: <https://octaedro.com/wp-content/uploads/2019/02/16502.pdf>
- Shaik, M.R.; Adil, S.F. y Khan, M.(2023) Novel Nanomaterials for Catalytic and Biological Applications. *Crystals* **2023**, 13, 427. <https://doi.org/10.3390/cryst13030427>
  - Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, 2. Recuperado de: [www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf](http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf)
  - Urzúa G., L. et al. (2019). **Aprendizaje profundo de conceptos químicos y rendimiento académico mediante autorregulación de aprendizaje**. Rev Educ Cienc Salud 2018; 15(1): 6-11.
  - van Driel, J.H y Gräber, W. (2002). The teaching and learning of chemical equilibrium. En: J.K. Gilbert et al. (eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 271-292.
  - Van Rossum, E.J. and Schenk, S.M. (1984). The relationship between learning conception, study strategy and learning outcome. *British Journal of Education Psychology*, 54, pp. 73-83.
  - Veiga, N.; Alvarez, N.; Castellano, E.E.; Ellena, J.; Facchin, G. Y Torre, M.H. (2021). Comparative Study of Antioxidant and Pro-Oxidant Properties of Homoleptic and Heteroleptic Copper Complexes with Amino Acids, Dipeptides and 1,10-Phenanthroline: The Quest for Antitumor Compounds. *Molecules* 26, 6520. <https://doi.org/10.3390/molecules26216520>
  - Vetere, V., Cappannini, O. y Espínola, C. (2017). Dificultades en la comprensión de equilibrio químico en estudiantes de primer año universitario. I Jornadas sobre Enseñanza y Aprendizaje en el nivel Superior en Ciencias Exactas y Naturales. ISSN: 2683-6947. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76079>.
  - Whitten, K.; Davis, R.; Peck, M., (1988). *Química General*, 5ª edición, Madrid, España: Mc Graw Hill.
  - Young, D. B., y Tamir, P. (1977). Finding Out What Students Know. *Science Teacher*, 44(6), 27-28.

## ANEXO I

En este anexo se presentan las preguntas originales propuestas a los encuestados docentes de Educación Terciaria y de Educación Media.

### Educación Terciaria

#### I) Datos generales

- 1) Edad
- 2) Indique si está dictando o ha dictado a nivel terciario cursos, en los que se trabaje el tema Equilibrio Químico, de:

- a. Química General
- b. Fisicoquímica
- c. Otro

- 3) Indique si dichos cursos corresponden a carreras de:
  - a. CFE (Profesorado de Química)
  - b. DGETP (UTU)
  - c. UdelAR

CFE: Consejo de Formación en Educación

DGETP: Dirección General de Educación Técnico Profesional de la Administración Nacional de Educación Pública

UdelAR: Universidad de la República

- 4) Marque la/s zona/s (hasta dos) en la/s que tenga o haya tenido la mayor parte de los estudiantes correspondientes a los cursos de Química General y/o Fisicoquímica.

Zona 1 (Artigas, Salto, Paysandú, Río Negro, Rivera, Tacuarembó)

Zona 2 (Río Negro, Soriano, Colonia, Flores, Durazno, Florida)

Zona 3 (Canelones, Maldonado, Rocha, Treinta y Tres, Cerro Largo)

Zona 4 (Montevideo)

- 5) Indique los años de trabajo en nivel terciario.
- 6) Especifique su último nivel de formación completo:
  - a. Profesorado
  - b. Carreras universitarias
  - c. Diploma de Educación
  - d. Maestría en Educación
  - e. Doctorado en Educación
  - f. Maestría académica
  - g. Doctorado académico
  - h. Educación Media

#### II) Enseñanza del tema Equilibrio Químico

1) ¿Qué conocimientos previos deben tener los alumnos para facilitar la enseñanza del tema?

- 2) ¿Realiza algún diagnóstico sobre los conocimientos previos del alumnado?

Si/No

- 3) Si Ud. contestó sí a la pregunta anterior ¿Cómo lo hace?
  - a. Oralmente (lluvia de ideas)
  - b. A través de un formulario individual
  - c. A través de una actividad con ejercicios o problemas
  - d. A través de formularios KPSI (inventario de conocimientos previo a la formación)
  - e. Otros
- 4) Teniendo en cuenta la respuesta a la pregunta 3, ¿cómo utiliza la información obtenida?
- 5) Para comenzar la enseñanza del tema equilibrio en su curso:
  - a. Se basa en conceptos estequiométricos
  - b. Se basa en conceptos termodinámicos
  - c. Se basa en conceptos cinéticos
  - d. Otras opciones

Si indicó otras opciones en la pregunta 5, especifique.

- 6) Si Ud. se basa en conceptos estequiométricos,
  - a. comienza con la caracterización de las reacciones químicas como completas e incompleta
  - b. comienza con el análisis de factores que determinan el rendimiento de reacción
  - c. Otras opciones

Si indicó otras opciones en la pregunta 6, especifique.

- 7) Si Ud. se basa en conceptos termodinámicos, cómo comienza?
  - a. Define la constante de equilibrio directamente a partir de  $\Delta G^\circ$
  - b. Deduce la constante de equilibrio a partir de  $\Delta G$
  - c. Define conceptos de reversibilidad y espontaneidad
  - d. Realiza un análisis de la evolución histórica de los conceptos termodinámicos relacionados con el equilibrio
  - e. Otras opciones

Si indicó otras opciones en la pregunta 7, especifique.

- 8) Si Ud. se basa en conceptos cinéticos, ¿cómo comienza?
  - a. Deduce la constante de equilibrio a partir de las expresiones de rapidez de los procesos directo e inverso
  - b. Realiza un análisis de la evolución histórica de los conceptos cinéticos relacionados con el equilibrio
  - c. Otras opciones

Si indicó otras opciones en la pregunta 8, especifique.

- 9) ¿En qué dimensión de análisis comienza la enseñanza del tema equilibrio?
  - a. con la descripción macroscópica del sistema
  - b. con la descripción corpuscular del proceso
  - c. otros

Si indicó otros en la pregunta 9, especifique.

- 10) ¿Realiza alguna actividad disparadora para comenzar el tema?  
Sí/No
- 11) Si Ud. respondió que sí en la respuesta anterior, indique cuál o cuáles de las siguientes opciones utiliza:
- Plantea un problema teórico como ejemplo
  - Realiza una actividad experimental demostrativa
  - Propone un experimento a ser realizado por estudiantes con una guía preestablecida
  - Propone una actividad experimental abierta a ser realizada por estudiantes
  - Propone el análisis de un texto (por ejemplo de actualidad o histórico)
  - Otros

Si indicó otros en la pregunta 11, especifique.

12) ¿Qué secuencia de contenidos sigue en sus clases de equilibrio químico? Realice una descripción en un máximo de 100 palabras.

13) ¿Qué acciones utiliza para desarrollar el tema equilibrio químico en su curso?

- Clases expositiva
- Planteamiento de situaciones problema
- Trabajos experimentales
- Talleres
- Proyectos
- Ejercicios y problemas
- Entrega de textos a los estudiantes
- Otros

14) Indique los aspectos positivos de las opciones seleccionadas por Ud. en la pregunta 13.

15) ¿Realiza en algún momento del desarrollo de la unidad temática Equilibrio Químico actividades que impliquen el uso de simuladores o similares?  
Sí/No

Si Ud. contestó Sí especifique cuál/es utiliza y en qué momento.

- 16) Las actividades de evaluación que plantea se basan en (señale las DOS más utilizadas):
- Preguntas abiertas
  - Situaciones problema
  - Ejercicios
  - Definiciones conceptuales
  - Trabajos experimentales

- f. Múltiple opción
- g. Otros

Si Ud. indicó otros en la pregunta 16, especifique.

17) Para la evaluación del tema Ud. utiliza:

- a) Heteroevaluación
- b) Coevaluación
- c) Autoevaluación

18) ¿Realiza alguna actividad de cierre del tema?

Si/No

19) Si en la respuesta anterior respondió sí, indique cuál/cuáles de las siguientes:

- a) Preguntas generales al grupo
- b) Problemas de aplicación de conceptos
- c) Ejercicios
- d) Estudio de casos contextualizados (industriales, ambientales, de salud)
- e) Trabajo en equipos con presentación de casos contextualizados
- f) Visitas a laboratorios y charla posterior
- g) Preparación por parte de los estudiantes de recursos audiovisuales
- h) Otros

Si indicó otros en la pregunta 19, especifique.

20) Respecto a la bibliografía utilizada Ud. (señale hasta dos opciones):

- a) Recomienda libros específicos
- b) Se basa en repartidos creados por el docente
- c) Deja la elección de la bibliografía libre a los estudiantes
- d) Se basa en los apuntes de clase
- e) Otros

Si indicó "Otros" en la pregunta anterior especifique.

21) ¿Qué dificultades ha detectado en el desarrollo del tema? Mencione hasta tres aspectos que considere más relevantes.

### **III) Comentario Final**

22) A continuación incluya cualquier comentario que crea pertinente.

#### **Educación Media**

El cuestionario para los docentes de Educación Media fue similar al de docentes de enseñanza terciaria. En este punto, se presentan solo las preguntas diferentes del formulario para Educación Media.

Pregunta 2. Indique si está dictando o ha dictado a nivel de enseñanza media el tema Equilibrio Químico):

- a) Desde hace 3 años o menos ininterrumpidamente
- b) Desde hace 5 años ininterrumpidamente
- c) Desde hace 10 años o más ininterrumpidamente
- d) No lo dicta actualmente

Pregunta 3. Indique si dichos cursos corresponden a:

- a. DGES (Dirección General de Educación Secundaria)
- b. DGETP (Dirección General de Educación Técnica Profesional)

Pregunta 5: Indique los años de trabajo en Enseñanza Media

## ANEXO II

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se presentan a continuación los resultados de los análisis estadísticos realizados, tanto de estadística descriptiva como inferencial.

Para realizar dichos análisis se utilizó Real Statistics (© *Real Statistics*), un complemento gratuito de libre descarga para Excel.

#### A. EDUCACIÓN TERCIARIA

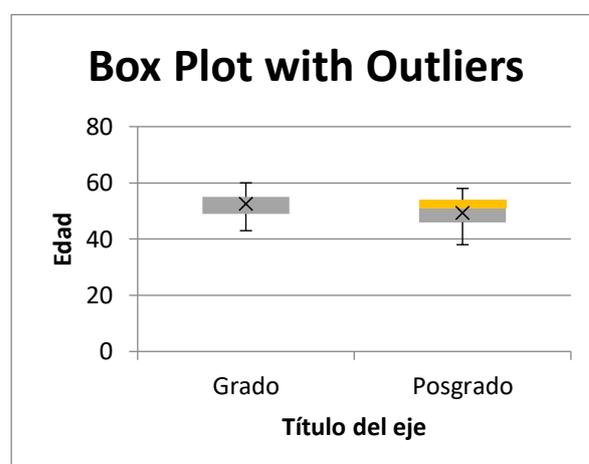
##### 1. Estudio de la relación entre la formación de los docentes y su edad.

Variable de respuesta: Formación de los docentes

Variable explicativa: Edad de los docentes

##### a. Estadística descriptiva

	Grado	Posgrado
Mean	52,5	49,2352941
Standard Error	2,55277627	1,47660534
Median	55	51
Mode	55	54
Standard Dev	6,25299928	6,08819977
Sample Vari	39,1	37,0661765
Kurtosis	-0,59922423	-0,63926537
Skewness	-0,68100312	-0,61987679
Range	17	20
Maximum	60	58
Minimum	43	38
Sum	315	837
Count	6	17
Geometric M	52,1756184	48,8601245
Harmonic Me	51,8383024	48,4646921
AAD	5	4,92733564
MAD	2,5	4
IQR	6	8



## b. Estadística inferencial

T Test: Two Independent Samples									
SUMMARY			Hyp Mean Di	0					
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d					
Grado	6	52,5	39,1						
Posgrado	17	49,2352941	37,0661765						
Pooled			37,5504202	0,5327662					
T TEST: Equal Variances			Alpha	0,05					
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	2,90985422	1,12194826	21	0,13727482	1,7207429			no	0,2378057
Two Tail	2,90985422	1,12194826	21	0,27454963	2,07961384	-2,78666725	9,31607901	no	0,2378057
T TEST: Unequal Variances			Alpha	0,05					
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	2,94907273	1,10702793	8,60454122	0,1491339	1,84275144			no	0,35308614
Two Tail	2,94907273	1,10702793	8,60454122	0,29826779	2,27810509	-3,45359173	9,9830035	no	0,35308614

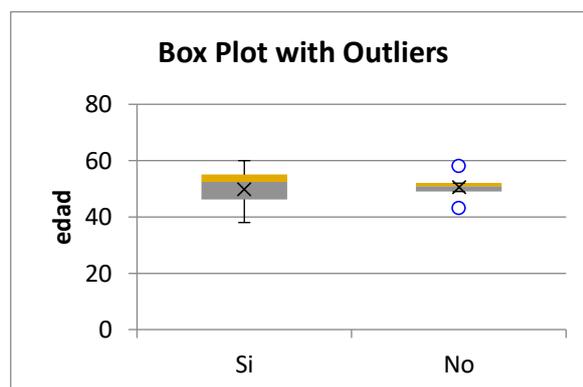
## 2. Estudio de la relación entre la realización de una actividad diagnóstica y la edad de los docentes.

Variable de respuesta: Realización de diagnóstico

Variable explicativa: Edad de los docentes

### a. Estadística descriptiva

	Si	No
Mean	49,9444444	50,6
Standard Error	1,53067165	2,42074369
Median	52,5	51
Mode	55	#N/A
Standard Dev	6,49408982	5,41294744
Sample Vari	42,1732026	29,3
Kurtosis	-0,7398919	1,23903598
Skewness	-0,57882332	-0,09205586
Range	22	15
Maximum	60	58
Minimum	38	43
Sum	899	253
Count	18	5
Geometric M	49,5220006	50,365507
Harmonic Me	49,0768928	50,1283442
AAD	5,50617284	3,68
MAD	3,5	2
IQR	8,75	3



**b. Estadística inferencial**

T Test: Two Independent Samples										
SUMMARY										
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d	Hyp Mean Di					0
Si	18	49,9444444	42,1732026							
No	5	50,6	29,3							
Pooled			39,721164	0,10401561						
T TEST: Equal Variances										
				Alpha	0,05					
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r	
One Tail	3,18605777	0,20575759	21	0,41948092	1,7207429			no	0,0448548	
Two Tail	3,18605777	0,20575759	21	0,83896185	2,07961384	-7,28132541	5,9702143	no	0,0448548	
T TEST: Unequal Variances										
				Alpha	0,05					
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r	
One Tail	2,86408025	0,22888868	7,55387631	0,41251493	1,87388584			no	0,08299244	
Two Tail	2,86408025	0,22888868	7,55387631	0,82502987	2,32992634	-7,32865158	6,01754047	no	0,08299244	

**3. Estudio de la relación entre la realización de una actividad diagnóstica y la formación de los docentes.**

Variable de respuesta: Realización de diagnóstico

Variable explicativa: Formación de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes	
	Realiza diagnóstico	No realiza diagnóstico
Grado	5	1
Posgrado	13	4

**b. Estadística inferencial**

Expected Values				Chi-Square Test							
	Si	No	Total	SUMMARY							
Grado	4,69565217	1,30434783	6	Alpha 0,05							
Posgrado	13,3043478	3,69565217	17	Count	Rows	Cols	df				
Total	18	5	23	23	2	2	1				
Fisher Exact Test				CHI-SQUARE							
p-value				1	chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio	
					Pearson's	0,12276688	0,72605274	3,84145882	no	0,0730595	1,53846154
					Max likeliho	0,1280215	0,7204923	3,84145882	no	0,07460665	1,53846154

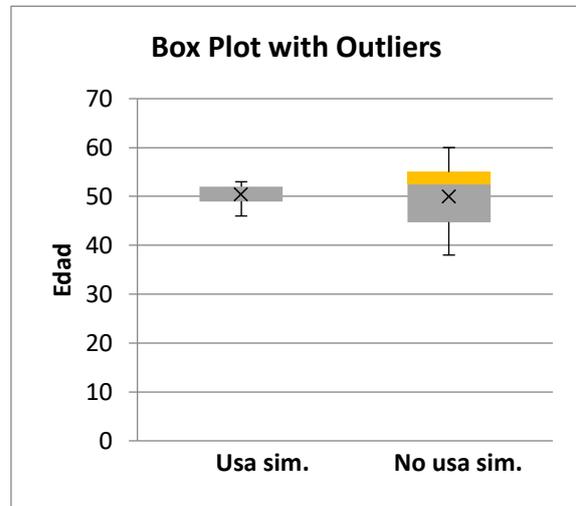
#### 4. Estudio de la relación entre el uso de simuladores y la edad de los docentes.

Variable de respuesta: Uso de simuladores

Variable explicativa: Edad de los docentes

##### a. Estadística descriptiva

	Usa simulador	No usa simulador
Mean	50,4	50
Standard Error	1,288409873	1,618924035
Median	52	52,5
Mode	52	55
Standard Dev	2,880972058	6,868512982
Sample Variance	8,3	47,17647059
Kurtosis	-0,062418348	-1,064898539
Skewness	-1,083135089	-0,472992207
Range	7	22
Maximum	53	60
Minimum	46	38
Sum	252	900
Count	5	18
Geometric Mean	50,33235994	49,53105776
Harmonic Mean	50,26299777	49,04116375
AAD	2,32	5,888888889
MAD	1	4,5
IQR	3	10,25



##### b. Estadística inferencial

T Test: Two Independent Samples									
SUMMARY			Hyp Mean Di		0				
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d					
Usa simulador	5	50,4	8,3						
No usa simulador	18	50	47,1764706						
Pooled			39,7714286	0,06342703					
T TEST: Equal Variances				Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	3,188073011	0,125467641	21	0,45067337	1,7207429			no	0,02736903
Two Tail	3,188073011	0,125467641	21	0,90134674	2,07961384	-6,22996077	7,02996077	no	0,02736903
T TEST: Unequal Variances				Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	2,069037224	0,193326633	16,767366	0,42451284	1,74099638			no	0,04716021
Two Tail	2,069037224	0,193326633	16,767366	0,84902568	2,11204762	-3,96990513	4,76990513	no	0,04716021

**5. Estudio de la relación entre el uso de simuladores y la formación de los docentes.**

Variable de respuesta: Uso de simuladores

Variable explicativa: Formación de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes	
	Usa simuladores	No usa simuladores
Grado	0	6
Posgrado	5	12

**b. Estadística inferencial**

Expected Values				Chi-Square Test						
	Usa TICs	No usa TICs	Total	SUMMARY	Alpha		0,05			
	Count	Rows	Cols	df						
Grado	1,30434783	4,69565217	6	23	2	2				
Posgrado	3,69565217	13,3043478	17							
Total	5	18	23							
Fisher Exact Test				CHI-SQUARE						
	p-value			chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio	
	0,27248952			2,25490196	0,13319189	3,84145882	no	0,31311215	0	
				Max likeliho	3,48785655	0,06182058	3,84145882	no	0,38941743	0

**B. EDUCACIÓN MEDIA**

**1. Estudio de la relación entre la formación de los docentes y el nivel de enseñanza en el que se desempeñan**

Variable de respuesta: Formación de los docentes

Variable explicativa: Nivel de enseñanza

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes con título de grado	Número de docentes con título de posgrado
Educación Media	32	10
Educación Terciaria	6	17

**b. Estadística inferencial**

Expected Values			Chi-Square Test								
	Grado	Posgrado	Total	SUMMARY		Alpha		0,05			
E.M.	24,5538462	17,4461538	42	Count	Rows	Cols	df				
E.T	13,4461538	9,55384615	23	65	2	2	1				
Total	38	27	65								
				CHI-SQUARE							
Fisher Exact Test				chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio		
				Pearson's	15,363126	8,8703E-05	3,84145882	yes	0,48616436	9,06666667	
p-value				0,00016089	Max likeliho	15,7307913	7,3026E-05	3,84145882	yes	0,49194733	9,06666667

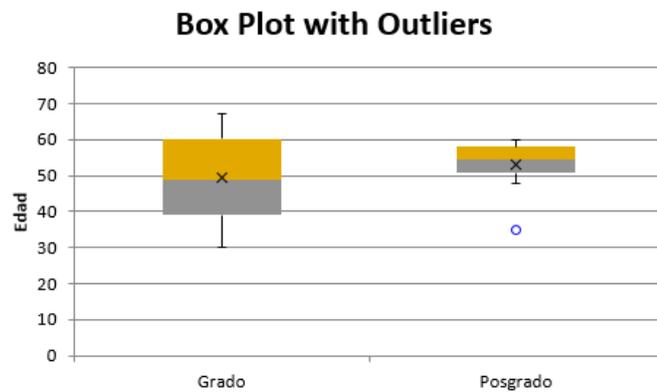
**2. Estudio de la relación entre la formación de los docentes y su edad.**

Variable de respuesta: Formación de los docentes

Variable explicativa: Edad de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Grado	Posgrado
Mean	49,4375	52,9
Standard Error	2,01303089	2,35914297
Median	49	54,5
Mode	49	60
Standard Dev	11,3874223	7,46026511
Sample Variance	129,673387	55,6555556
Kurtosis	-1,23328553	3,39846805
Skewness	-0,02788688	-1,64400639
Range	37	25
Maximum	67	60
Minimum	30	35
Sum	1582	529
Count	32	10
Geometric Mean	48,1162628	52,3459253
Harmonic Mean	46,7675462	51,6963305
AAD	9,52734375	5,14
MAD	10,5	4,5
IQR	21,25	7,25



**b. Estadística inferencial**

T Test: Two Independent Samples										
SUMMARY					Hyp Mean Di	0				
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d						
Grado	32	49,4375	129,673387							
Posgrado	10	52,9	55,6555556							
Pooled			113,019375	0,32569668						
T TEST: Equal Variances					Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r	
One Tail	3,85146634	0,89900825	40	0,18701424	1,68385101			no	0,14073103	
Two Tail	3,85146634	0,89900825	40	0,37402848	2,02107539	-11,2466038	4,32160384	no	0,14073103	
T TEST: Unequal Variances					Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r	
One Tail	3,10126569	1,11647964	23,2921513	0,13780127	1,71297054			no	0,22538511	
Two Tail	3,10126569	1,11647964	23,2921513	0,27560254	2,06722281	-9,87350717	2,94850717	no	0,22538511	

**3. Estudio de la relación entre la realización de una actividad diagnóstica y el nivel de enseñanza en el que se desempeñan los docentes.**

Variable de respuesta: Realización de actividad diagnóstica

Variable explicativa: Nivel de enseñanza

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes	
	Realiza diagnóstico	No realiza diagnóstico
Enseñanza Media	38	4
Enseñanza Terciaria	18	5

**b. Estadística inferencial**

Expected Values				Chi-Square Test							
	Realiza	No realiza	Total	SUMMARY				Alpha	0,05		
	Count	Rows	Cols	df							
E.M.	36,1846154	5,81538462	42	65	2	2	1				
E.T.	19,8153846	3,18461538	23								
Total	56	9	65								
Fisher Exact Test				CHI-SQUARE							
	p-value			chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio		
	0,26021666			Pearson's	1,85895856	0,17274505	3,84145882	no	0,16911346	2,63888889	
				Max likeliho	1,7785969	0,18232171	3,84145882	no	0,16541774	2,63888889	

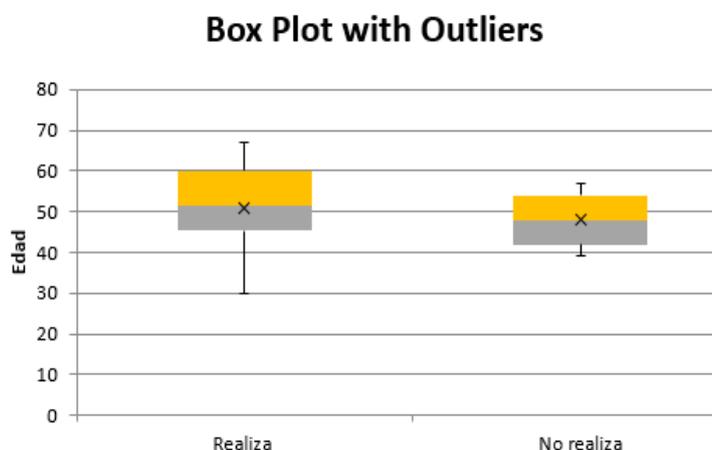
**4. Estudio de la relación entre la realización de una actividad diagnóstica y la edad de los docentes.**

Variable de respuesta: Realización de diagnóstico

Variable explicativa: Edad de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Realiza	No realiza
Mean	50,7631579	48
Standard Error	1,75385542	4,2031734
Median	51,5	48
Mode	60	#N/A
Standard Deviation	10,8114909	8,40634681
Sample Variance	116,888336	70,6666667
Kurtosis	-0,94185414	-3,90672837
Skewness	-0,37346649	1,8504E-17
Range	37	18
Maximum	67	57
Minimum	30	39
Sum	1929	192
Count	38	4
Geometric Mean	49,5398942	47,4428693
Harmonic Mean	48,2248199	46,8885773
AAD	8,82825485	7
MAD	8,5	7
IQR	14,75	12



**b. Estadística inferencial**

T Test: Two Independent Samples									
SUMMARY									
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d					
Realiza	38	50,7631579	116,888336						
No realiza	4	48	70,6666667						
Pooled			113,421711	0,25945235					
T TEST: Equal Variances									
				Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	5,59823271	0,49357682	40	0,31215219	1,68385101			no	0,07780477
Two Tail	5,59823271	0,49357682	40	0,62430439	2,02107539	-8,55129247	14,0776083	no	0,07780477
T TEST: Unequal Variances									
				Alpha	0,05				
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	4,55441275	0,60669905	4,12548846	0,28792903	2,11335089			no	0,28620516
Two Tail	4,55441275	0,60669905	4,12548846	0,57585806	2,7434534	-9,73166125	15,257977	no	0,28620516

**5. Estudio de la relación entre la realización de una actividad diagnóstica y la formación de los docentes.**

Variable de respuesta: Realización de diagnóstico

Variable explicativa: Formación de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes	
	Realiza diagnóstico	No realiza diagnóstico
Grado	29	3
Posgrado	9	1

**b. Estadística inferencial**

Expected Values				Chi-Square Test							
	Realiza	No realiza	Total	SUMMARY			Alpha		0,05		
				Count	Rows	Cols	df				
Grado	28,952381	3,04761905	32	42	2	2	1				
Posgrado	9,04761905	0,95238095	10								
Total	38	4	42								
Fisher Exact Test				CHI-SQUARE							
				chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio		
				Pearson's	0,00345395	0,95313507	3,84145882	no	0,00906845	1,07407407	
				Max likeliho	0,00341953	0,95336887	3,84145882	no	0,00902316	1,07407407	
	p-value	1									

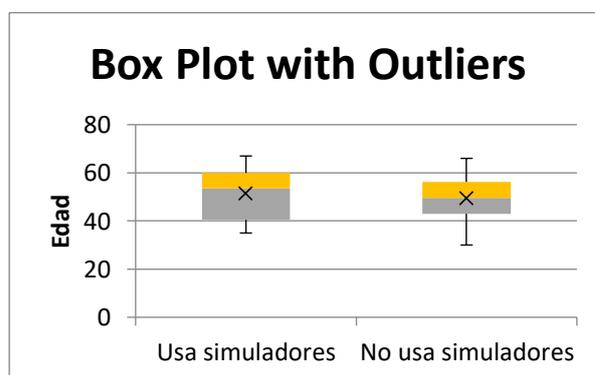
**6. Estudio de la relación entre el uso de simuladores y la edad de los docentes.**

Variable de respuesta: Uso de simuladores

Variable explicativa: Edad de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Usa simuladores	No usa simuladores
Mean	51,5	49,375
Standard Error	2,579773005	2,12713022
Median	53,5	49,5
Mode	35	49
Standard Deviation	10,94504992	10,42076731
Sample Variance	119,7941176	108,5923913
Kurtosis	-1,375163589	-0,725045246
Skewness	-0,267400562	-0,285691412
Range	32	36
Maximum	67	66
Minimum	35	30
Sum	927	1185
Count	18	24
Geometric Mean	50,33359609	48,23787056
Harmonic Mean	49,12122098	47,02270271
AAD	9,333333333	8,208333333
MAD	9	6,5
IQR	19,5	13,25



**b. Estadística inferencial**

T Test: Two Independent Samples									
SUMMARY									
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d	Hyp Mean Di	0			
Usa simuladores	18	51,5	119,794118						
No usa simuladores	24	49,375	108,592391						
Pooled			113,353125	0,19959157					
T TEST: Equal Variances									
					Alpha	0,05			
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	3,319705214	0,640117078	40	0,26287319	1,68385101			no	0,10069695
Two Tail	3,319705214	0,640117078	40	0,52574639	2,02107539	-4,58437451	8,83437451	no	0,10069695
T TEST: Unequal Variances									
					Alpha	0,05			
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	3,3436375	0,635535401	35,7571592	0,26456297	1,68860055			no	0,10568641
Two Tail	3,3436375	0,635535401	35,7571592	0,52912594	2,02857236	-4,65781062	8,90781062	no	0,10568641

**7. Estudio de la relación entre el uso de simuladores y la formación de los docentes.**

Variable de respuesta: Uso de simuladores

Variable explicativa: Formación de los docentes

**a. Estadística descriptiva**

	Número de docentes	
	Usa simuladores	No usa simuladores
Grado	13	19
Posgrado	4	6

**b. Estadística inferencial**

Expected Values				Chi-Square Test						
	Usa simulad	No usa simul	Total	SUMMARY				Alpha	0,05	
	Count	Rows	Cols	df						
Grado	12,952381	19,047619	32							
Posgrado	4,04761905	5,95238095	10	42	2	2	1			
Total	17	25	42							
CHI-SQUARE										
Fisher Exact Test				chi-sq	p-value	x-crit	sig	Cramer V	Odds Ratio	
				Pearson's	0,00123529	0,97196272	3,84145882	no	0,00542326	1,02631579
				Max likeliho	0,00123638	0,97195044	3,84145882	no	0,00542564	1,02631579
	p-value	1								



