

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA**  
**Departamento de Ciencias del Ambiente**



**ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA  
EN EL DISCURSO DEL PROFESORADO DE CIENCIAS NATURALES  
CON EXPERIENCIA EN AULA**

**JORGE ALBERTO SÁEZ ASTORGA**

**Profesores Guía: Mario Quintanilla Gatica**

**Brenda Modak Canobra**

**Trabajo de Titulación presentado en  
conformidad a los requisitos para obtener el  
Título de Profesor de Estado en Química y  
Biología**

Santiago – Chile

2018

© JORGE ALBERTO SÁEZ ASTORGA, 2018

Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo **Licencia Creative Commons.**

**Atribución-NoComercial-Chile.**

---

**ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN EL DISCURSO  
DEL PROFESORADO DE CIENCIAS NATURALES CON EXPERIENCIA EN AULA**

**JORGE ALBERTO SÁEZ ASTORGA**

**Este trabajo fue elaborado bajo la supervisión del Dr. Mario Quintanilla Gatica, de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y de la Dra. Brenda Modak Canobra de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile, aprobado por la comisión de seguimiento y calificación final correspondiente al promedio de las evaluaciones del manuscrito, examen privado y examen público, cuya nota es \_\_\_\_\_.**

---

Dr. Mario Quintanilla Gatica  
Profesor Guía

---

Dra. Brenda Modak Canobra  
Profesora Guía

---

Dra. Marcia Cazanga Solar  
Profesora Comisión Seguimiento

---

Dr. Juan Guerrero Núñez  
Profesor Comisión Seguimiento

---

Dra. Brenda Modak Canobra  
Vicedecana de Docencia y Extensión

**Análisis exploratorio de la competencia argumentativa en el discurso del  
profesorado de ciencias naturales con experiencia en aula**

Doy fe de que esta Tesis no incorpora material de otros autores sin  
identificar debidamente la fuente

Nombre del Alumno: Jorge Alberto Sáez Astorga

Firma del Alumno: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene por objetivo contribuir discretamente al desarrollo de formación profesional docente, especialmente en el área de la didáctica de las ciencias naturales, mediante la caracterización del rol que los profesores de ciencias naturales, biología, química y física con experiencia en aula, atribuyen a la argumentación científica como competencia del pensamiento científico (CPC), por medio del análisis de las producciones docentes, en el contexto de Talleres de Reflexión Docente (TRD) aplicados a un curso de formación continua para profesores de ciencias en ejercicio que sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto de colaboración internacional AKA-EDU/03 y del grupo de investigación GRECIA-UC. Donde a partir del análisis de sus relatos mediante las dimensiones didácticas de la Metodología Científica de Toulmin y los Planos de Pensamiento Científico de Labarrere y Quintanilla, se logra obtener la caracterización de dos perfiles docentes claramente diferenciados entre sí, respecto a su pensamiento competencial argumentativo.

Palabras Clave: argumentación científica escolar, ciencias naturales, discurso docente, educación científica, enseñanza de las ciencias, lenguaje científico.

## **DEDICATORIA**

Con un cariño especial a las mujeres de mi vida, mi abuelita Alicia, mi madre Mónica, mi amor Nicole y mis tres hijitas peludas Amy, Lupita y Pandora. A mi hermano Alejandro y mi padre Ricardo. A mi gran familia, a todos y cada uno de los que forman parte de ella. A mis grandes amigos Ivonne, Camilo, Carlos, Matías y Nicolás. A los que están y los que se fueron, por dejar siempre un aprendizaje en el camino.

A Dios, por darme la oportunidad de amar, tanto lo que hago como a quienes me han acompañado a lo largo de mi formación personal y profesional, así como a quienes compartimos la idea de un mundo más justo y fraterno.

**“Nadie educa a nadie - Nadie se educa a sí mismo – Las personas se educan entre sí con la mediación del mundo”**

**Paulo Freire**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a mi mentor, gran amigo y director de tesis el Dr. Mario Quintanilla, por su incalculable apoyo y toda la confianza depositada en mí, tanto para el presente trabajo, como en mi propio proceso de formación académico profesional. A las profesoras Dra. Brenda Modak y Dra. Carol Joglar, por su apoyo incondicional, por recordarme siempre lo bello de esta profesión, y el poder transformador que en nosotros subyace. A Las profesoras Alejandra Espinoza y Ruth Yáñez, por su gran apoyo y contención en los momentos más difíciles de mi proceso de formación. Al equipo de investigación GRECIA-UC que ha permitido y colaborado en el desarrollo de este trabajo, en especial a mis colegas Carolina Orellana, Miguel Manzanilla, Eloy Peña, Bastián Ibáñez y Rodrigo Páez, por su todo apoyo durante este proceso. También a todas las personas que estuvieron involucradas de una u otra forma en el proceso de ajuste y validación del instrumento de investigación, especialmente a la Dra. Nuria Solsona. Por hacer esto posible a todos ustedes ¡Muchas Gracias!

**Este Trabajo de Titulación ha contado con el patrocinio institucional de:**

**Universidad de Santiago de Chile**



**Pontificia Universidad Católica de Chile**



**Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales**



**Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia**



**Red Latinoamericana de Investigación y Didáctica de las Ciencias Experimentales**



## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	i
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes del problema .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Las competencias del pensamiento científico .....	4
1.4.2 Argumentación como competencia del pensamiento científico.....	5
1.4.3 Dimensiones didácticas para identificar y caracterizar la carga teórica de una producción docente .....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
2.1 Marco metodológico.....	10
2.2 Contexto de la investigación .....	10
2.3 Caracterización de la muestra .....	12
2.4 Instrumentos de recolección y análisis de datos .....	15
2.4.1 Dispositivos del profesorado.....	16
2.4.2 Rúbricas de diseño y evaluación de producciones docentes .....	16
2.4.3 Análisis de correspondencias múltiples .....	17
2.4.4 Redes sistémicas .....	18
2.5 Caracterización y aplicación de los dispositivos.....	18
2.5.1 Reducción de datos .....	19
2.5.2 Caracterización del dispositivo 3.....	19
2.5.3 Caracterización del dispositivo 12.....	20
3. RESULTADOS.....	22
3.1 Tabulación de los resultados .....	22
3.2 Procesamiento de los datos.....	27
3.3 Análisis cruzado de datos .....	32

3.3.1	Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D3A3O3 para el grupo muestral total.....	32
3.3.2	Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D12A3O3 para el grupo muestral total.....	34
3.3.3	Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D3A3O3 y D12A3O3 por cada profesor .....	35
3.3.4	Análisis cruzado de correspondencias múltiples para D3A3O3 y D12A3O3 .....	38
3.4	La red sistémica como instrumento y técnica de análisis de datos .....	41
4.	DISCUSIÓN .....	43
4.1	Análisis y evaluación de resultados obtenidos .....	43
5.	CONCLUSIONES .....	44
5.1	Relativo a los instrumentos .....	44
5.2	Relativo a los objetivos .....	45
5.3	Relativo a los datos.....	45
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
	ANEXOS .....	51

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Habilidades cognitivo lingüísticas competenciales para trabajar con profesorado y estudiantado de ciencias experimentales (Quintanilla, 2018 en prensa). .....	6
Tabla 2: Momentos direccionados según modelo de formación docente. ....	11
Tabla 3: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso. ....	11
Tabla 4: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso. ....	12
Tabla 5: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso. ....	12
Tabla 6: Descriptores estructurantes y funcionales de una dimensión didáctica (Quintanilla, en prensa) .....	16
Tabla 7: Codificación para dispositivos y actividades.....	19
Tabla 8: Actividades del dispositivo 3. ....	20
Tabla 9: Actividades del dispositivo 12. ....	21
Tabla 10: Actividades seleccionadas del dispositivo 3 y del dispositivo 12. ....	21
Tabla 11: Producciones docentes para la actividad D3A3O3. ....	22
Tabla 12: Producciones docentes para la actividad D12A3O3. ....	23
Tabla 13: Producciones docentes reducidas para la actividad D3A3O3.....	25
Tabla 14: Producciones docentes reducidas para la actividad D12A3O3.....	26
Tabla 15: Evaluación de producciones docentes de D3A3O3 en dimensiones didácticas PPC y MCT.....	28
Tabla 16: Evaluación de producciones docentes de D12A3O3 en dimensiones didácticas PPC y MCT.....	29
Tabla 17: Muestra docente que participó de D3A3O3 y D12A3O3, para realizar ACM.....	38
Tabla 18: Resumen de variables utilizadas para el ACM. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Caracterización del profesorado por género. ....	13
Figura 2:Caracterización del profesorado por especialidad disciplinar. ....	14
Figura 3: Caracterización del profesorado por nivel de desempeño laboral. ....	14
Figura 4:Caracterización del profesorado por tipo de subvención del establecimiento. ....	15
Figura 5: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para el total de la muestra. ....	33
Figura 6: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para el total de la muestra.....	33
Figura 7: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para el total de la muestra. ....	34
Figura 8: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para el total de la muestra.....	35
Figura 9:Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para cada docente. ....	36
Figura 10: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para cada docente. ....	36
Figura 11: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por Planos del Pensamiento Científico, para cada docente. ....	37
Figura 12: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para cada docente. ....	38
Figura 13: Resultados del análisis de correspondencias múltiples o conjunto de puntos de categoría. ....	40
Figura 14: Gráfico de medidas discriminantes para el análisis de correspondencias múltiples. ....	41
Figura 15: Red sistémica a partir de los relatos docentes de la Actividad 3 del Dispositivo 12..	42

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

A nivel internacional, se reconoce el valor de la educación científica escolar, como una necesidad social donde la innovación y la tecnología son demandas imperantes, el objetivo entonces subyace en promover y desarrollar en las personas la capacidad de adquirir y desarrollar competencias del pensamiento científico (CPC) (Chamizo e Izquierdo, 2007) que le permitan comprender el mundo natural y tecnológico, para generar participación social, informada y consciente, respecto a las acciones y decisiones que afecten el bienestar social e individual, y a su vez otorgar la posibilidad de que las personas puedan ser capaces de explicar dichos fenómenos naturales o problemas tecnológicos, mediante la participación activa, crítica y responsable, encaminada a la propuesta de soluciones a los problemas socio tecnocientíficos actuales. Esto se ofrece, a través de la socialización del conocimiento científico por parte de los docentes de las asignaturas de ciencias naturales, y sus subáreas de Biología, Física, química y Ciencias de la Tierra, así como sus relaciones de interdependencia entre la materia y la vida, enfatizando en la comprensión de leyes y teorías, que dan explicación a fenómenos naturales, lo que se consigue promoviendo el desarrollo de habilidades, como de competencias del pensamiento científico, que le permitan al estudiantado generar discursos coherentes a partir de la evidencia, para explicar dichos fenómenos, reconociendo el valor de la comunicación como habilidad transversal a todas las disciplinas y asignaturas escolares (MINEDUC, 2016).

En las últimas décadas las investigaciones en el área de la didáctica de las ciencias naturales han venido atendiendo el rol del lenguaje, desde variadas perspectivas teóricas (Fernando, Rodríguez, y Hernández, 2016; Lemke, 1990; Quintanilla et al., 2009; Vélez Arias, Girón Girón, y Girón, 2016 y en particular al discurso de la clase de ciencias naturales, ya que autores como Fernando et al. (2016); Quilez Pardo (2016); Romano(2016); Galagovsky, Bekerman, Giacomo, y Alí (2014); Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) y Sutton(2003), proponen que este lenguaje encierra compleja información muchas veces codificada, que, debido a su diversa composición de expresiones lingüísticas, a veces muy específicas, otras fragmentadas, recortadas o descontextualizadas son comprendidas por los docentes de la disciplina en cuestión, pero no así por los estudiantes, lo que resulta un factor generador de problemas comunicativos en el aula, entre sus distintos actores, y por lo tanto afecta directamente comprensión de los fenómenos involucrados. De este modo, estudiar las concepciones relativas al rol que desarrolla el lenguaje en la actividad humana, y, en particular la actividad científica, implica trascender la idea de lenguaje científico como obstáculo, para abordarlo como un aspecto inherente y crucial en el aprendizaje de las ciencias, en estrecha

relación con las visiones de ciencia que docentes y alumnos construyen a lo largo de sus carreras y vida profesional (Romano, 2016).

Distintos autores, actualmente reconocen la argumentación como una importante habilidad cognitivo-lingüística mediadora y facilitadora en la construcción de relaciones entre modelos y evidencias, por su valor en la relación de fenómenos, modelos, evidencias y explicaciones, como actividad tanto cognitiva como social, y que tiene por objetivo facilitar la comprensión de conceptos científicos mediante el uso de instrumentos tanto conceptuales como procedimentales, y de la racionalidad misma de las ciencias (Mejía, González Abril, y García Martínez, 2013; Ruiz, Márquez y Tamayo, 2014; Ruiz Ortega, Tamayo Alzate y Márquez Bargallo, 2015).

## **1.2 Planteamiento del problema**

A pesar de los esfuerzos, Chile no está ajeno a los problemas involucrados en la enseñanza de las ciencias naturales, según expresa la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2015), los resultados de TIMSS 2015 aplicada a 10.000 estudiantes de 4to y 8vo básico incluyendo diferentes regiones, dependencias administrativas y zonas indican que nuestro país aún se encuentra bajo la media mundial en cuanto a los resultados entregados por la prueba internacional, la cual evalúa predominantemente el manejo conceptual y teórico de los contenidos curriculares, con un promedio de 478 puntos, lo que está por debajo del promedio internacional de los países participantes que es de 500 puntos de los contenidos curriculares de la educación científica escolar. Sólo el 1% de los estudiantes que participaron en esta evaluación, alcanzaron un nivel de desempeño “avanzado”, y entre el 15-37% de los estudiantes no alcanzan el nivel de desempeño “mínimo”, respecto al 5-16% internacional, donde el promedio está situado en los 500 puntos, respecto a la media mundial de los países con producto interno bruto per cápita similar y los dos países mejor y peor evaluados.

La prueba PISA por su parte, aplicada el 2012 a 7.053 estudiantes de 15 años, demostró que Chile, a pesar de tener los mejores resultados de los países latinoamericanos que participaron del estudio, aún se encuentra bajo el promedio mundial de los países participantes en la evaluación. (OECD, 2015).

Las evaluaciones internacionales antes mencionadas aportan al diagnóstico respecto a los conocimientos adquiridos por los estudiantes, así como un esfuerzo inicial al acercamiento al diagnóstico de las habilidades y las competencias científicas adquiridas por los estudiantes (PISA), pero no evalúa el cómo los docentes, podrían ser un factor determinante en el rendimiento de los estudiantes en las áreas del conocimiento científico. Esto resulta ser importante desde la

perspectiva de los esfuerzos económicos, pedagógicos y didácticos por mejorar los procesos educativos, y que, a nivel diagnóstico o evaluativo, no se ve reflejado mediante estas evaluaciones internacionales, que muestran un estancamiento histórico por debajo del promedio internacional.

Considerando relevante, como situaciones de intervención en el desarrollo profesional, temprano o tardío pueden posibilitar el desarrollo de estas competencias metacognitivas dentro de contextos teóricos amplios, sin perder de vista aspectos científicos, valóricos y sociales (Henaó y Stipcich, 2008). Por lo anterior es que esta investigación pretende, realizar un análisis exploratorio respecto a cómo el profesorado de ciencias naturales en ejercicio y que participa en instancias de perfeccionamiento como el curso de verano para perfeccionamiento respecto a competencias explicativas y argumentativas, concibe la importancia del lenguaje, el discurso, y en particular la argumentación científica como habilidad competencial a desarrollar en el aula, y en sus diálogos con los estudiantes, para desenvolverse con las competencias relevantes al campo disciplinar científico, y en su vida cotidiana (Quintanilla et al., 2009).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Caracterizar las ideas acerca de la argumentación científica, del profesorado de ciencias con experiencia en aula, que participan en instancias de perfeccionamiento.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1) Identificar las representaciones docentes acerca de la competencia argumentativa en las prácticas experimentales docentes.
- 2) Comparar diferentes dimensiones didácticas, acerca de la competencia argumentativa del profesorado.

### **1.4 Marco teórico**

Con el fin de abordar los objetivos planteados a continuación se presentan algunos antecedentes de lo que hasta el momento se conoce respecto a las competencias del pensamiento científico CPC, su desarrollo a partir del protagonismo del profesorado, su discurso.

Enfocado particularmente la argumentación como competencia, y su relación con la enseñanza de las ciencias naturales escolares, desde la mirada de la didáctica de las ciencias.

#### **1.4.1 Las competencias del pensamiento científico**

Desde hace más de cincuenta años que la comunidad académica enfocada a la investigación y desarrollo de la didáctica de las ciencias ha ido cambiando a un ritmo creciente las maneras de pensar, desarrollar y evaluar la función de la educación científica (Aduriz, A. Izquierdo, M, y Quintanilla, M. 2014). A partir de una idea común y una demanda colectiva de la actualidad como la idea social de vivir de manera resuelta y alejados de preocupaciones como la pobreza, la ignorancia, la desigualdad social, la poca empatía, y la violencia, entre otros (Marina, 2005), la comunidad académica de la didáctica de las ciencias actualmente consensua en la necesidad de establecer desde la escuela una nueva componente curricular que contenga un conjunto de contenidos meta científicos provenientes de la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia, exhaustivamente seleccionados y transpuestos a modo de generar valor en la educación científica de la calidad para todos y todas, mediante el desarrollo de procesos cognitivos lingüísticos que a su vez requieren de habilidades, procedimientos y competencias de orden superior (Aduriz-Bravo, 2005; 2008).

La naturaleza de la ciencia (NOS) como componente curricular escolar emergente, ayudaría a entonces producir una genuina actividad científica, desde las clases de ciencias (Izquierdo, 2000), posibilitando dichos procesos, propios de la investigación científica (Sanmartí e Izquierdo, 1997; Sanmartí, 2003). Hoy es innegable el creciente interés por la noción de competencia científica, estableciendo a las Competencias de Pensamiento Científico (CPCs) como el conjunto de acciones realizadas por una persona (sujeto competente), que permiten introducir cambios en un entorno específico (OECD, 2007). El desarrollo de CPCs en la escuela, corresponde a una instancia importante para promover la capacidad de responder con éxito a las exigencias sociales y personales que nos plantea la actividad científica, en el contexto del ejercicio de la ciudadanía por parte de los sujetos competentes, mediante actividades como leer, escribir, pensar, explorar, captar, formular, percibir, atender, manipular, comunicar y transferir conocimiento científico, de manera eficaz y dinámica cuando abordan situaciones problemáticas que requieren una relación dinámica entre conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades sociales (Díaz, Labarrere y Quintanilla, 2012). Donde cada competencia se basa en una combinación de aptitudes cognitivas y prácticas de orden diverso (mental, material, discursivo, decisional. etc.) que se ponen en funcionamiento conjuntamente para la realización eficaz de una acción. En las competencias, los conocimientos, motivaciones, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y/o culturales se aúnan de forma significativa, así entonces,

una competencia corresponde a un tipo de conocimiento complejo, que siempre se ejerce en el seno de un contexto que le da sentido (Quintanilla, 2006; Aduriz-Bravo, 2012).

Desde el ámbito escolar, se adhiere a la idea de que las profesoras y profesores en el marco de la educación formal en cualquier nivel educativo, deben reconocer la importancia de tratar en el aula las cuestiones metacientíficas propias de la ciencia, que es, cómo se elabora, cuál es su grado de validez, cómo representa el mundo, cómo cambia a lo largo del tiempo, qué relaciones establece con la sociedad y la cultura de su época, cuáles son sus maneras de hablar y escribir sobre los fenómenos que aborda (Aduriz, Izquierdo y Quintanilla, 2014) , que se promueven mediante el desarrollo de CPC, con el fin de formar ciudadanos que convivan con el medio de manera sustentable, que sean capaces de apropiarse de las nuevas tecnologías, y que hagan uso y gestión de estas, de manera ponderada y responsable.

#### **1.4.2 Argumentación como competencia del pensamiento científico**

Entre las competencias cognitivo-lingüísticas a desarrollar por los estudiantes, destacan por su relevancia epistemológica la explicación, la argumentación, la formulación y prueba de hipótesis, los modelos de inferencia y narrativa, el pensamiento analógico (metáforas y analogías concretas o modelos analógicos), y los razonamientos inductivo y deductivo (Aduriz, *et al*, 2014).

El papel protagónico que la argumentación juega en la enseñanza de las ciencias fue defendido hace más de casi 20 años por Driver (1999), quien dice que:

“Si el objetivo central de la educación en ciencias es persuadir a los alumnos a buscar evidencias y razones para las ideas que tenemos y considerarlas seriamente como guías para la certidumbre y la acción, entonces al basarnos en la autoridad tradicional no sólo caricaturizamos las normas de la argumentación científica, sino que también distorsionamos la naturaleza de la autoridad de la ciencia” (p. 291).

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua un argumento es un razonamiento que se emplea para probar o demostrar una proposición, o bien para convencer a alguien de aquello que se afirma o se niega (Chamizo, 2007). En particular desde la didáctica de las ciencias, la argumentación científica se define, como una competencia que permite tomar decisiones socio-científicas informadas, responsables y consensuadas en comunidad (en el contexto de la comprensión pública de la ciencia), y de vincularse

permanentemente entonces, con una nueva comprensión de la ciencia, en función de un acercamiento cada vez más significativo hacia la idea de ciudadanía y valores (Quintanilla,2006; Adúriz-Bravo, 2002; Giere, 1999), lo que es puesto en práctica, por ejemplo, mediante la elaboración de un texto, con la finalidad de cambiar el valor epistémico de la tesis sostenida por el destinatario aportando razones significativas para él, de modo de hacerle ver que las nuevas ideas están “justificadas” por la evidencia u otros medios (Revel, Meinardi, y E. Aduriz, 2014; Jiménez Aleixandre, 2010; Jiménez Aleixandre, Gallástegui, Ereixas, y Puig, 2009).

Para comprender entonces, el carácter competencial de una producción científica escolar (pregunta, enunciado, o respuesta) tanto de docentes como de estudiantes, y vincularla con el mundo real (socio científico, cultural, político-científico). Labarrere y Quintanilla (2006), propone introducir al profesorado de ciencias en las definiciones conceptuales que la investigación en didáctica de las ciencias ha explorado, y que han sido promisorias para mejorar el pensamiento competencial de los estudiantes. Para ello, se necesitan seleccionar aquellas habilidades competenciales cognitivo-lingüísticas específicas del trabajo científico escolar, caracterizar los atributos propios (dimensiones o descriptores) de competencias cognitivo-lingüísticas, y, además, a través de preguntas ejemplificadoras de la ciencia. A continuación, en la *Tabla 1*, se sistematizan algunas de estas ideas.

Tabla 1: Habilidades cognitivo lingüísticas competenciales para trabajar con profesorado y estudiantado de ciencias experimentales (Quintanilla, 2018 en prensa).

Habilidades competenciales (cognitivo lingüísticas)	Atributos, dimensiones o descriptores de las habilidades competenciales	Pregunta problematizadora de la ciencia
Describir	Producir proposiciones o enunciados que enumeren cualidades, propiedades, y características	Describe brevemente los problemas ambientales de tu comunidad
Resumir	Realizar un proceso de selección y condensación de ideas de mayor valor estructural	Resume cuáles son las indicaciones de la autoridad de salud a propósito de la epidemia de gripe
Definir	Expresar características necesarias para que el concepto no se confunda con otro	Adelanta una definición de ley de aborto terapéutico

Explicar	Presentar razonamientos o argumentos estableciendo relaciones causales explícitamente.	Explica por qué razones no se puede construir una planta desalinizadora en tu provincia
Justificar	Validar las razones o argumentos recurriendo al corpus de conocimiento	Justifica por qué es necesaria la veda del salmón en el sur de Chile
<b>Argumentar</b>	<b>Producir argumentos con el objetivo de modificar el valor epistémico que tiene para el destinatario</b>	<b>Argumenta a favor del aborto terapéutico en 3 causales para las mujeres mayores de 18 años en Chile</b>
Demostrar	Probar la validez de un resultado mediante razonamiento deductivo.	¿Cómo demostrarías la presencia de iones de sodio en el agua potable de Santiago?

### 1.4.3 Dimensiones didácticas para identificar y caracterizar la carga teórica de una producción docente

Podemos entonces, caracterizar la 'carga teórica de una producción docente a partir de lo que llamaremos dimensiones didácticas (DD) útiles para la didactología como ciencia de diseño (Estany & Izquierdo, 2001), utilizando para ello algunas teorías y orientaciones que explican la configuración de este lenguaje científico complejo, dinámico e interpretativo del mundo. Entre ellas encontramos:

- I. La Teoría de los Planos del Pensamiento Científico (Labarrere & Quintanilla, 2002)
- II. La Metodología de resolución de problemas de la ciencia (Toulmin, 1977)
- III. Tipologías de contenidos científicos escolares
- IV. Teorías acerca de la evaluación de aprendizajes científicos.
- V. Teorías sobre las competencias de pensamiento científico. (Quintanilla et al., 2012)

A continuación, se definen las teorías de las Dimensiones Didácticas seleccionadas para este estudio en particular (I y II), que corresponden a las dimensiones seleccionadas para realizar esta investigación:

- I. La Teoría de los Planos del Pensamiento Científico (PPC)

Labarrere y Quintanilla (2002; 2006) señalan que: "...en los procesos de enfrentamiento y solución de problemas científicos es factible identificar determinados momentos (o etapas), las cuales describen el 'movimiento' de los sujetos que resuelven los problemas por diferentes planos de la actividad cognitiva o metacognitiva. Dichos planos son diferenciables a partir de aquello que resulta objeto de la actividad, los procedimientos y criterios para abordarla, la naturaleza de las acciones y los productos que se obtienen a partir de ella". Tres serían los planos por donde se moviliza el pensamiento científico para comprender, interpretar, hablar, escribir, etc., el conocimiento científico, a saber:

- El plano instrumental-operativo (I-O): Identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento y solución de los problemas en que los recursos del sujeto o del grupo que los resuelve, están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que lo caracterizan, las soluciones posibles y las estrategias, procedimientos, etcétera. Es un plano más bien formal y axiomático desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias, es decir, los instrumentos que convencionalmente posibilitan la solución de dichos problemas de acuerdo con la formalización característica de la ciencia en este plano (fórmulas, cálculos, gráficos, etc.) (Labarrere y Quintanilla, 2006).

- El plano personal-significativo (P-S): Indica otro ángulo de la solución de un problema científico. En éste, los procesos y estados personales de quien resuelve el problema resultan ser los relevantes y la atención del sujeto deja a un lado el análisis de la situación, la búsqueda activa de instrumentos, las representaciones de finalidades vinculadas con la solución esperada y se centra en la persona, como sujeto de la solución. En este plano personal se construyen los significados y sentidos de los "contenidos polémicos". Aquí adquieren relevancia los por qué y para qué del enfrentamiento y la solución de los problemas; también desempeñan un papel importante los puntos de vista, las representaciones y creencias que, sobre los problemas, la solución y ellos mismos, como solucionadores, tienen los sujetos, aunque en muchos casos los mismos sean inestables o poco coherentes desde la lógica de la ciencia, su método y naturaleza (Labarrere y Quintanilla, 2006).

- En el plano relacional-social (o cultural): Identificado como espacio generado en la solución grupal o colectiva de problemas o en la interacción netamente pedagógica centrada en la solución, se hace referencia no sólo a las relaciones que constituyen la trama que se teje en los procesos comunicativos, sino también y acaso sobre todo, al conocimiento y la representación que los sujetos tienen de esas interacciones, así como al dominio y la conciencia que ellos alcanzan respecto a la producción de relaciones deseables, ya sea para la solución de los problemas en cuestión, o para los propios procesos formativos en los cuales están involucrados. El movimiento del sujeto por los planos o espacios de la solución de un problema

científico, puede tener lugar en un sólo plano o como tránsito de uno a otro; de manera que si, a partir de los fragmentos del discurso, o de la observación de la actividad de solución, se elabora determinado perfil del movimiento, se observa una línea quebrada donde se suceden fragmentos de la solución, y en los que se evidencia que en momentos diferentes, quienes resuelven un problema persiguen objetivos diversos, aun cuando se hayan explicitado los objetivos comunes (Labarrere y Quintanilla, 2006).

## II. La Metodología de Resolución de Problemas de la ciencia de Toulmin (MCT)

En un sentido aún más complejo, pensamos que el camino de la formación científica requiere necesariamente una argumentación didáctica conectada al análisis de los diversos factores que han condicionado, sino determinado, las maneras en que se aprende a enseñar y a divulgar el conocimiento científico, en distintas épocas y culturas. En su libro “La Comprensión Humana” Toulmin (1977) instala una discusión acerca del ‘cambio conceptual’ y del ‘cambio científico’ en orden a evaluar las categorías de análisis por donde se moviliza el conocimiento científico desde la lógica del objeto y del sujeto. Al respecto, el autor incorpora uno de los temas más polémicos acerca de las concepciones más bien racionalistas ‘duras’, esto es, la naturaleza valórica e intersubjetiva de la ciencia y sus métodos. La base de su argumentación establece a lo menos tres tipos de metodologías científicas enfrentados a cinco problemas de la ciencia ampliamente definidos y caracterizados (Chamizo, 2007). Respecto de los 5 tipos de problemas señala:

- Siempre hay ciertos fenómenos que la ciencia de la naturaleza puede esperar razonablemente explicar, pero para los que ningún procedimiento disponible proporciona todavía un tratamiento exitoso (tipología de problema 1).
- Siempre hay fenómenos que pueden ser explicados hasta cierto punto usando procedimientos explicativos corrientes, pero con respecto a los cuales los científicos desearían explicaciones más completas o más precisas (tipología de problema 2).
- Comprende los problemas que se presentan cuando consideramos la mutua relación de diferentes conceptos coexistentes en una misma rama de la ciencia (tipología de problema 3).
- Incluye los que conciernen a la mutua relación de conceptos de diferentes ramas de la ciencia (tipología de problema 4).
- Estos problemas surgen de conflictos entre conceptos y procedimientos corrientes, de las ciencias especiales y las ideas y actitudes corrientes entre la gente y en general (tipología de problema 5).

Respecto a los modos de resolver un problema científico, señala “En teoría, en todo caso, se puede empezar a resolver problemas de cualquiera de los 5 tipos principales examinados con cualquiera de los 3 modos alternativos (Toulmin, 1977). Estos modos o métodos serían:

- Mejorar la representación o los modelos teóricos (*Pensamiento, P*),
- Introducir nuevos sistemas de comunicación (*Lenguaje, L*).
- Refinar los métodos experimentales en los fenómenos (*Experiencia, E*).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Marco metodológico**

Debido a la orientación de diferentes enfoques en investigación educacional, se ha considerado pertinente un diseño metodológico cuantitativo estableciendo relaciones estadísticas entre los datos obtenidos (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2003; Quintanilla, 2011). Esta investigación corresponde a un diseño no experimental ya que la investigación no considera la intervención voluntaria en la muestra, sino que la analiza desde su contexto real y natural (actividades de aula, actividades experimentales de laboratorios, entre otros).

La metodología considerada corresponde a un diseño transeccional, porque se pretende identificar y caracterizar en el discurso de los docentes de Ciencias Naturales, Biología, Química, y Física, las funciones que atribuyen a la competencia argumentativa. Este tipo de diseño es de carácter estadístico descriptivo (Izquierdo, García-Martínez, Quintanilla, y Adúriz-Bravo, 2016).

Considerando las finalidades de este proyecto de investigación, se consideró a una muestra no probabilística de sujetos voluntarios (Hernández-Sampieri et al., 2004), específicamente 24 profesores (ver Tabla 5) de Chile, en el contexto de un curso de perfeccionamiento de una Escuela de verano en 2017, impartido en una universidad de la Región Metropolitana en Chile, que integra el Consejo de Rectores. El curso se ha denominado “Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica”. Donde se aplicaron los diversos instrumentos de recolección y análisis de datos, que se detallan a continuación en el punto 2.4.

### **2.2 Contexto de la investigación**

Para la ejecución de este curso, se siguió una agenda académica planificada (Ver anexo 1) en lo que se denomina, un espacio naturalizado de formación docente (Hernández-Sampieri

et al., 2004) o Taller de Reflexión docente (TRD) (Quintanilla et al., 2010). Los TRD corresponden a una secuencia de actividades previamente validadas, y agrupadas en dispositivos que son elaborados, diseñados y constantemente reevaluados, por los docentes del curso, con la finalidad de identificar, caracterizar y evaluar las competencias de pensamiento científico (CPC). Las sesiones de los TRD fueron estructuradas, siguiendo el formato de profesionalización docente desarrollado por Quintanilla et al (2007), el que consta de tres momentos direccionados teóricamente según se indica en la Tabla 2.

Tabla 2: Momentos direccionados según modelo de formación docente.

Momentos	Tipificación
1.-Fase introductoria	Tiene como objetivo introducir al profesorado en los conceptos, modelos y teorías que estructuran el curso. Es de carácter teórico-reflexivo, con base en la lectura de documentos, el análisis y socialización de los diferentes contenidos fundamentales que se abordan en el curso.
2.-Fase de trabajo grupal o de resolución de la tarea	Orientado con dispositivos teóricamente intencionados a la resolución de tareas específicas de cada sesión, tales como: i. Lectura individual de textos previamente seleccionados. ii. Ejecución y problematización de prácticas experimentales. iii. Redacción y narración de experimentos. iv. Análisis y profundización de tópicos teóricos, respaldados por bibliografía. v. Redacción de propuestas de innovación de prácticas experimentales. vi. Discusión sobre las relaciones entre modelos teóricos y fenómenos.
3.-Fase de evaluación	Orientada a mirar lo vivido por cada uno de los sujetos individuales y por el "sujeto colectivo". Intercambio y debate de puntos de vista y vinculantes con la teoría analizada y el estado del arte de las propuestas de innovación de cada grupo.

El curso se extendió durante 4 días en un formato estructurado con lecturas, debates, experimentos, y producciones docentes, de las cuales dan cuenta la casi totalidad de los dispositivos. Una síntesis de la estructura formal y de los materiales y métodos utilizados durante el curso se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso.

Nombre del curso	"Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica"
Número de días	4
Número de horas	20
Académicos a cargo	3

Profesores participantes	24
Actividades	48
Dispositivos totales	16
Dispositivos teóricos	10
Dispositivos experimentales	6
Dispositivos seleccionados	2
Actividades seleccionadas	2

### 2.3 Caracterización de la muestra

A continuación, se realiza la caracterización del grupo de profesoras y profesores que participan en este estudio y que forman la muestra problema, donde se identifica tanto el género del profesorado, su área de especialización científica, el nivel educacional en el que imparten clases, así como el tipo de financiamiento del establecimiento educacional en el que desempeñan su labor. En la Tabla 4 se define la codificación a utilizar para la posterior caracterización.

Tabla 4: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso.

Código	Significado
P1 - P24	Nomenclatura para identificar a cada uno de los 24 docentes participantes en la investigación
F	Nomenclatura para género Femenino
M	Nomenclatura para género Masculino
CN	Nomenclatura para el área disciplinar de Ciencias Naturales
B	Nomenclatura para el área disciplinar de Biología
F	Nomenclatura para el área disciplinar de Física
Q	Nomenclatura para el área disciplinar de Química
P	Nomenclatura para el Nivel escolar Primario
S	Nomenclatura para el Nivel escolar Secundario
PP	Nomenclatura para tipo de financiamiento Particular Pagado
PS	Nomenclatura para tipo de financiamiento Particular Subvencionado
M	Nomenclatura para tipo de financiamiento Municipal o Estatal.

En la Tabla 5 se presenta un resumen respecto a la información general de los profesores que participaron del curso de perfeccionamiento. En esta tabla se especifican el género de cada docente, el nivel educativo en que desempeñan su labor, el área disciplinar de desempeño, y el tipo de financiamiento del establecimiento donde participan.

Tabla 5: Síntesis de la estructura formal, y de materiales y métodos utilizados durante el curso.

Docente	Género	Especialidad	Nivel desempeño	Tipo de institución
---------	--------	--------------	-----------------	---------------------

P1	M	CN	P	PS
P2	M	F	S	PP
P3	F	CN	P	PP
P4	M	F	S	PP
P5	F	Q	S	PP
P6	F	Q	S	PS
P7	F	F	S	PS
P8	F	CN	S	PS
P9	M	F	S	PP
P10	M	Q	S	PP
P11	M	Q	S	PP
P12	F	Q	S	PP
P13	F	B	S	PP
P14	F	F	S	PP
P15	F	CN	P	PP
P16	F	F	S	PP
P17	F	F	S	PP
P18	F	B	S	PP
P19	F	B	S	PP
P20	M	B	S	PP
P21	F	B	S	PP
P22	F	CN	P	PP
P23	F	B	S	PP
P24	F	Q	S	PS

A partir de los datos de la Tabla 5, se procedió a cuantificar cada columna por separado, estableciendo así un análisis descriptivo de primer orden, género, áreas disciplinares de formación académica, niveles de desempeño profesional, y el tipo de financiamiento que reciben los establecimientos en los que cada uno de ellos trabaja.

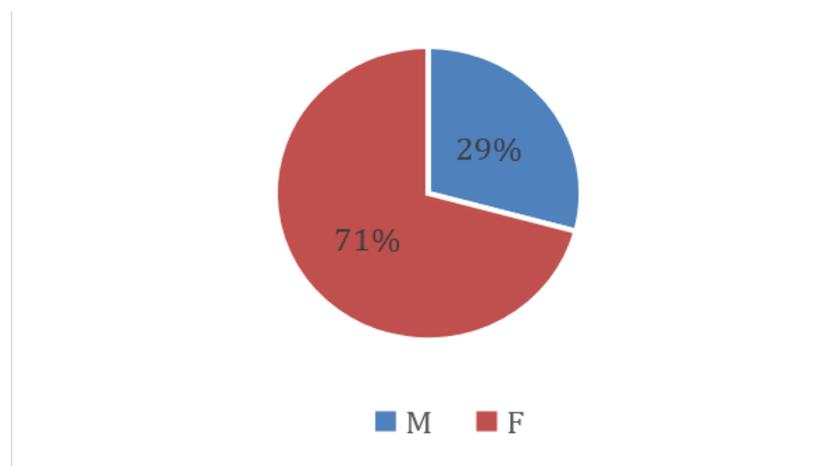


Figura 1: Caracterización del profesorado por género.

En la Figura 1, del total de 24 docentes un 71% se considera de género femenino (F) y solo un 29% corresponde al género masculino (M), destacando la participación mayoritaria del género femenino en este estudio en particular. el grupo de profesores que participó del curso de perfeccionamiento y de los talleres de reflexión docente.

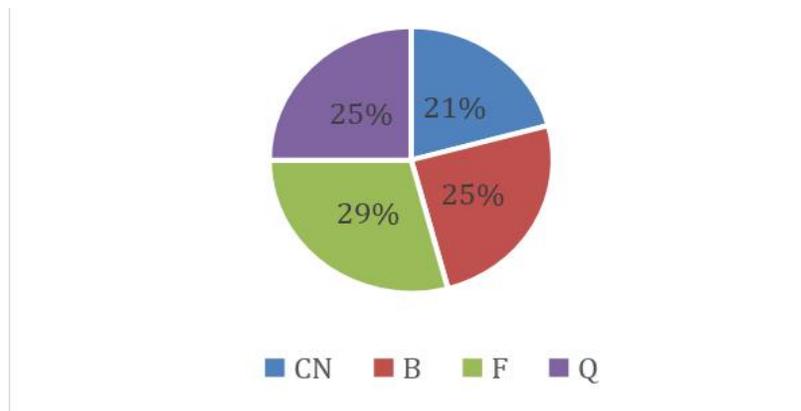


Figura 2:Caracterización del profesorado por especialidad disciplinar.

La Figura 2, entrega información de la especialidad disciplinar de dominio del grupo de profesoras y profesores participantes en el curso de perfeccionamiento y por tanto de este estudio. Del grupo de 24 profesores, un 21% de ellos corresponden al área disciplinar de Ciencias Naturales (CN), un 25% de Biología (B), otro 25% de Química (Q), y un 29% de Física (F), lo que evidencia que el grupo muestral de esta investigación es homogéneo en cuanto a las áreas disciplinares ejercidas por los docentes que la componen.

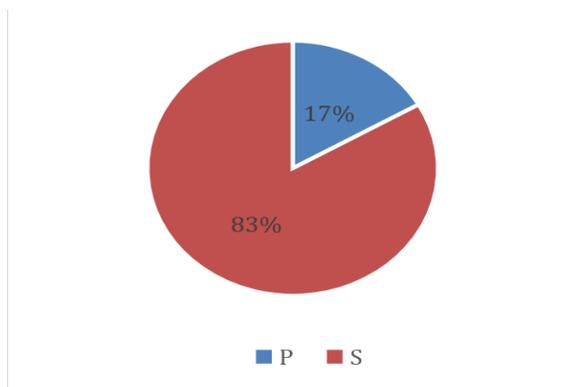


Figura 3: Caracterización del profesorado por nivel de desempeño laboral.

La Figura 3, aporta información sobre el nivel educativo en que se desempeña el profesorado participante en el curso de perfeccionamiento y por consecuencia en esta investigación. Donde un 83% del profesorado se desempeña en el nivel educacional secundario (S) y un 17% en el nivel educacional primario (P), datos que aportan a la caracterización de la

muestra, la cual es mayoritariamente de docentes que ejercen en escuelas y liceos de Chile, que imparten clases en Enseñanza Media o Educación Secundaria.

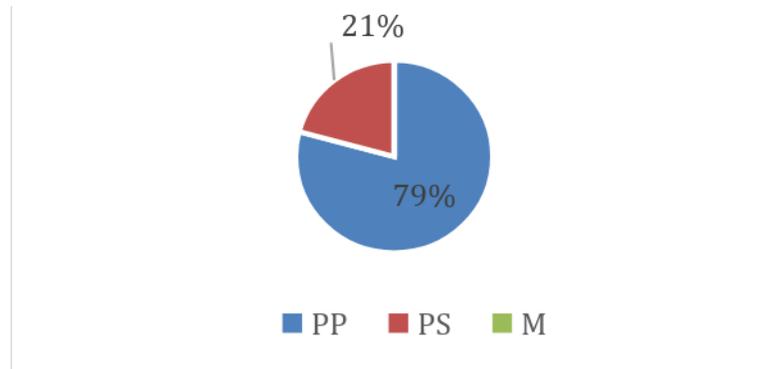


Figura 4:Caracterización del profesorado por tipo de subvención del establecimiento.

La Figura 4, por su parte, entrega información respecto al tipo de financiamiento que reciben los establecimientos donde el profesorado en cuestión desempeña su labor docente. En el grupo de análisis ningún docente participante se desempeña en establecimientos de tipo estatales-municipales, un 21% desempeña su labor en establecimientos Particulares-subvencionados o de subvención mixta (PS), y un 79% de ellos trabaja en establecimientos de tipo particular pagado (PP).

#### 2.4 Instrumentos de recolección y análisis de datos

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizan distintos instrumentos, por una parte, aquellos útiles para la recolección de datos, a partir de los cuales se genera la información a analizar, los que en el contexto de esta investigación son denominados *Dispositivos*, y por otro lado instrumentos que permiten hacer un análisis de primer y segundo orden para caracterizar los datos obtenidos.

Para el análisis de primer orden, cuantitativo, se utilizarán las Rúbricas de Diseño y Evaluación (Quintanilla, *en prensa*), y para un análisis de segundo orden, complementario, se utilizarán, el análisis de correspondencias múltiples (ACM), y las redes sistémicas. Todo lo anterior a modo de cumplir con los objetivos de esta investigación citados en el apartado 1.3.

Los instrumentos aplicados pueden clasificarse en:

- I. Dispositivos del profesorado
- II. Rúbricas de diseño y evaluación de producciones docentes

- III. Análisis de correspondencias múltiples
- IV. Redes Sistémicas o redes conceptuales

### 2.4.1 Dispositivos del profesorado

Por *Dispositivos del profesorado* se entenderá en adelante, al conjunto de actividades contenidas en instrumentos de recolección de datos, aplicados a profesionales docentes en este caso, mediante la resolución de guías de trabajo experimental, o la lectura de artículos científicos contextualizados con talleres de reflexión teórica del contenido. Durante el desarrollo del curso los dispositivos cumplen dos funciones esenciales, que son: (a) Promover la reflexión teorizada de los contenidos y; (b) Propiciar la producción de materiales docentes. En los Anexos se adjuntan el total de dispositivos del curso.

### 2.4.2 Rúbricas de diseño y evaluación de producciones docentes

Para llevar a cabo la caracterización cuantitativa de primer orden de las producciones docentes en el contexto del curso de perfeccionamiento y la carga teórica de sus relatos, se utilizarán las teorías y orientaciones que explican la configuración de este lenguaje científico complejo, dinámico e interpretativo del mundo que se utiliza en las ciencias, entre las que destacan cinco dimensiones detalladas en la Rúbrica para el diseño y evaluación de preguntas o enunciados científicos escolares intencionado su carga teórica detallada en la Tabla 6, citada del trabajo de Quintanilla (*en prensa*). Dicha rúbrica permite analizar, tanto enunciados y preguntas, a través de los que denominan *Descriptorios Funcionales*, y de *Descriptorios Estructurantes* para el caso de producciones y respuestas, tanto a estudiantes como profesorado los cuales facilitan el análisis meta-teórico o socio-científico, así como también la formulación de dichos enunciados, preguntas o producciones, considerando para ello los descriptorios correspondientes para cada Dimensión Didáctica.

Tabla 6: Descriptorios estructurantes y funcionales de una dimensión didáctica (Quintanilla, en prensa)

DIMENSIÓN DIDÁCTICA	DESCRIPTOR ESTRUCTURANTE (DE)			DESCRIPTOR FUNCIONAL (enunciado/pregunta)
<b>Metodología científica Para abordar un problema de la ciencia (MCT)</b>	<b>P</b>	<b>Pensamiento</b>	<b>Teorías de la ciencia, enunciados, leyes, fórmulas, algoritmos, modelos científicos.</b>	<b>Mejorar las representaciones teóricas de la ciencia. Orientada a la modelización.</b>
	<b>L</b>	<b>Lenguaje</b>	<b>Hablar, escribir, narrar un experimento, explicar,</b>	<b>Mejorar o ajustar los lenguajes de la ciencia.</b>

			argumentar, justificar, nuevas reglas del juego.	Habilidades cognitivo-lingüísticas Orientada a la comunicación científica.
	E	Experiencia	Instrumentos, recursos, dispositivos, materiales.	Innovar las actividades experimentales. Orientada a los procedimientos.
Planos del Pensamiento científico (PPC)	I-O	Instrumental u operativo	Cálculos, fórmulas, signos definiciones, medir, graficar, pesar, dibujar, anotar, registrar, etc.	Énfasis en la actividad (sin sujeto) y en el objeto de la ciencia.
	P-S	Personal o Significativo	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad <i>dirigida al estudiante, a una persona</i> . Intención de abordar un problema individualmente.	Direccionada al sujeto que aprende (yo, tú, él/ella).
	R-S	Relacional o social	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad dirigida al colectivo grupal. Intención de abordar un problema cooperativamente.	Orientada al sujeto colectivo (nosotros, vosotros, ellos/ellas). Orientada a la actividad del o los sujetos.
Función de los contenidos científicos escolares (CCE)	C	Conceptual	Definiciones conceptuales, características, propiedades, funciones.	Orientada al plano instrumental y a la actividad científica
	P	Procedimental	Experimentos, instrumentos, mediciones, registros, tablas de datos, cálculos.	
	A/V	Actitudinal o valórico	Valores, emociones, cultura, normas, actitudes.	Orientada al plano personal o social, socio científico, ideológico,
Énfasis de la función evaluativa del aprendizaje científico	Pc.	Proceso	Desarrollo del pensamiento.	Interpretación de fenómenos con teorías. Plano competencial
	Pd.	Producto	Productos del conocimiento.	Cuantificación, categorización. Medición. Logro.
Carácter Competencial de la Pregunta	SI	Presente	Se explicita la competencia.	Orientada a una Habilidad cognitivo-lingüística específica.
	NO	Ausente	No se explicita la competencia.	Sin orientación competencial.

### 2.4.3 Análisis de correspondencias múltiples

Este tipo de análisis es una técnica estadística correspondiente a una generalización del análisis factorial simple, que se utiliza para relacionar variables cualitativas, y que permite estudiar relaciones entre dos características de la misma muestra, permitiendo a su vez estudiar las

relaciones entre cualquier número de categorías de variables, generando así mapas de posicionamiento o agrupación de las variables utilizadas. Donde cada una de las categorías ingresada como variable de análisis es representada con un punto dentro del gráfico, en el que la distancia entre los puntos es el indicador de las relaciones que existen entre ellas. Las variables admisibles para este modelo estadístico deben ser de carácter nominal respecto a nombres o categorías y ordinal cuando además de poseer una nomenclatura específica, estas variables pueden organizarse de una manera apropiada, siendo más informativa que la anterior. A partir de lo anterior, las variables cuantitativas también pueden reestructurarse con una previa codificación a modo de que puedan ser utilizadas como variables ordinales, y se puedan analizar tablas de medidas con el uso de ACM (Clausen, 1998).

#### **2.4.4 Redes sistémicas**

Las redes sistémicas, son un tipo de instrumento para la investigación educativa, correspondiente a estructuras que resultan del análisis de datos cualitativos obtenidos ya sea a partir de cuestionarios abiertos, entrevistas y/o observaciones de clase (Fortuny, 1989). Esta técnica de análisis propuesta por primera vez por Bliss y Ogborn (1983). Denominada así a partir de terminología proveniente de la lingüística sistémica, basa su interés en la descripción y representación del significado, y de los recursos semánticos del lenguaje, es considerada útil por los autores, para averiguar el significado de una entrevista, así como lo que se puede entender de una respuesta de los estudiantes, o del profesorado, ya que, "Cada palabra escrita en el contexto de una frase, posee un significado, no directamente expresado en palabras" (Fortuny, 1989). Las redes resultantes del análisis de datos evidencian las relaciones de dependencia o independencia entre las ideas, los sentimientos o los valores que se expresan a través de los datos. Los criterios y los resultados obtenidos permiten conectar la descripción de los datos con sus posibles características o interpretaciones, y por tanto resulta ser un instrumento pertinente para utilizar, a modo de ampliar la caracterización competencial de esta investigación, a un aspecto cualitativo de segundo orden (Fortuny, 1989).

#### **2.5 Caracterización y aplicación de los dispositivos.**

Dentro del formato del curso de perfeccionamiento para profesores, basado en TRD, se aplicaron 16 dispositivos diferentes (Ver Anexos), los que corresponden a un total de 48 actividades, cada una con un objetivo particular, y que en conjunto comprenden los tres momentos teóricos especificados en la Tabla 2. Para nombrar a los dispositivos y sus correspondientes actividades se utilizará una nomenclatura específica para esta investigación, la cual es mostrada en la Tabla 7, donde detalla cada uno de los códigos utilizados en adelante

referente a los dispositivos del curso de perfeccionamiento docente, y sus respectivas actividades.

Tabla 7: Codificación para dispositivos y actividades.

Código	Significado
D1-D16	Nomenclatura asignada para cada uno de los 16 dispositivos, como instrumentos con un conjunto de actividades en cada uno de ellos.
A1-A4	Nomenclatura asignada para cada actividad de un dispositivo.
O1-O4	Nomenclatura asignada para el objetivo correspondiente a cada actividad.
D3A3O3	Nomenclatura asignada específica para la actividad 3 del dispositivo 3, y su respectivo objetivo.
D12A3O3	Nomenclatura asignada para la actividad 3 del dispositivo 12, y su respectivo objetivo.

### 2.5.1 Reducción de datos

Dentro de las 48 actividades comprendidas en los 16 dispositivos (Anexo 2), solo 2 son las que focalizan de forma directa a los objetivos planteados en esta investigación, correspondiente a caracterizar el rol que los profesores de ciencias naturales con experiencia en aula atribuyen a la competencia argumentativa en la enseñanza de las ciencias. Por lo tanto, del total de dispositivos citados en la Tabla 3, se analizarán solamente los dispositivos 3 y 12 (D3 y D12), que contienen actividades pertenecientes al Momento de Formación Docente 2: “Fase de trabajo grupal o de resolución de la tarea indicados en la Tabla 2.

De las tareas incluidas en la fase, las actividades seleccionadas de los dispositivos D3 y D12 corresponden en ambos casos a las actividades número 3 de cada uno de los dos dispositivos (D3A3O3 y D12A3O3), ambas orientadas a:

- I.- La lectura individual de textos previamente seleccionados.
- II.- Análisis y profundización de tópicos teóricos respaldados por bibliografía.

En las actividades D3A3O3 y D12A3O3 respectivamente, se aborda la importancia que los docentes otorgan al lenguaje científico y a la competencia argumentativa, a partir de sus experiencias profesionales en aula.

### 2.5.2 Caracterización del dispositivo 3

El dispositivo 3 (D3), contiene los siguientes elementos: una lectura previa de una situación problema, y cuatro actividades según se especifican a continuación en la Tabla 8. Donde

previo a la resolución de actividades de este dispositivo, los profesores han leído en un espacio normalizado (Actividad de aula), el artículo “Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje” (Sutton, 2003) (Ver Anexos) que tiene como objetivo problematizar, el valor del lenguaje en la enseñanza de las ciencias.

Tabla 8: Actividades del dispositivo 3.

Situación problematizadora	“En un consejo de profesores se discute ¿Qué valor le atribuyen al <i>discurso del profesorado</i> en la clase de ciencias?, de sus conclusiones surgen las siguientes ideas: (i) Transferir información a los estudiantes, (ii) Claridad en las instrucciones para resolver los problemas, (iii) Controla a los estudiantes, y (iv) Estimular sus competencias del pensamiento científico.	
Descriptor	Actividad	Objetivo
D3A1O1	Si estuvieras participando de esta reunión, ¿Con cuál o cuáles de las ideas estarías de acuerdo? ¿Por qué?	Identificar la postura que tomarían los docentes frente a la situación planteada y cuáles son sus fundamentos.
D3A2O2	¿Cómo podríamos promover en nuestros estudiantes que las ideas científicas consideran aspectos del mundo y buscan pruebas para apoyar o contradecir esas nuevas ideas que se discuten como parte de la actividad humana?	Identificar qué mecanismos, métodos, estrategias y recursos, que utilizan o consideran los docentes, para promover en sus estudiantes habilidades y competencias del pensamiento científico.
D3A3O3	¿Por qué se considera el lenguaje científico como un proceso de creación de las ciencias que se va conectando entre sí con nuevas formas de observar, hablar, y hacer, y éstas se mantienen unidas mediante argumentaciones basadas en pruebas, y que “cambian en el tiempo”?	Identificar la finalidad que los profesores le atribuyen a la argumentación sobre el proceso de creación de las ciencias, a través de un lenguaje científico dinámico y modificable en el tiempo.
D3A4O4	En su experiencia como profesor de ciencias ¿Cómo hablan, leen y escriben (comunican) sus ideas nuestros estudiantes en la clase de ciencias? ¿Qué piensas?	Identificar a partir de las propias experiencias docentes, que valor le dan al lenguaje que utilizan sus estudiantes en las clases de ciencias.

De las cuatro actividades detalladas en la Tabla 8, la actividad D3A3O3 es la única que refiere directamente al rol que los docentes atribuyen a la competencia argumentativa sobre el desarrollo y creación de las ciencias, así como de su lenguaje propio y dinámico (lenguaje científico). Es por esto que, para este estudio en particular, se ha decidido considerar solo la respuesta que el profesorado ha dado a la actividad 3 del dispositivo 3 (D3A3O3), descartando entonces para esta investigación en particular el análisis de D3A1O1, D3A2O2 y D3A4O4.

### 2.5.3 Caracterización del dispositivo 12

El dispositivo 12 (D12), contiene los siguientes componentes: Una lectura previa, y tres actividades según se especifican a continuación en la Tabla 9. La lectura previa en espacio normalizado correspondió al artículo “Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación” (Osborne, 2009) (Ver Anexos) que tiene como objetivo caracterizar a partir de las experiencias profesionales de los docentes, y la lectura del artículo antes

mencionado, su percepción acerca de la importancia de la argumentación como CPC, para promover mejoras en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias en su contexto escolar, y en particular del proceso de pensamiento y aprendizaje de los propios estudiantes.

Tabla 9: Actividades del dispositivo 12.

Descriptor	Actividad	Objetivo
D12A1O1	¿Qué relevancia le atribuyes a la enseñanza dialógica en el aprendizaje de la ciencia escolar?	Caracterizar la relevancia que los profesores de ciencias naturales en ejercicio atribuyen a la enseñanza dialógica en el aprendizaje de la ciencia escolar.
D12A2O2	¿Qué estructuras y procesos de la práctica educativa te parecen necesarios de abordar para promover sujetos competentes en ciencias?	Caracterizar las estructuras y procesos de aprendizaje que los profesores de ciencias naturales en ejercicio consideran necesarios para promover sujetos competentes en ciencias.
D12A3O3	Desde tu experiencia y a partir de la lectura, ¿Cómo “colabora” la argumentación científica en mejorar la calidad del pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes?	Caracterizar a partir de las experiencias de los docentes y de la lectura, su percepción sobre la importancia de la argumentación como competencia del pensamiento científico promotora del aprendizaje de las ciencias por parte los estudiantes.

Dentro de los objetivos de las tres actividades que incluye el dispositivo 12, la actividad 3 (D12A3O3), es la única que refiere directamente al rol que el profesorado en estudio atribuye a la argumentación como competencia mediadora de aprendizaje, y desarrollo del pensamiento científico. Es por esto que en adelante el estudio se centrará en la respuesta que el profesorado a esta actividad (D12A3O3), descartando D12A1O1 y D12A2O2, como material relevante. De acuerdo a lo descrito anteriormente, esta investigación se centrará en el análisis de las actividades D3A3O3 y D12A3O3, y que se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10: Actividades seleccionadas del dispositivo 3 y del dispositivo 12.

Descriptor	Actividad	Objetivo
D3A3O3	¿Por qué se considera el lenguaje científico como un proceso de creación de las ciencias que se va conectando entre sí con nuevas formas de observar, hablar, y hacer, y éstas se mantienen unidas mediante argumentaciones basadas en pruebas, y que “cambian en el tiempo”?	Identificar la finalidad que los profesores le atribuyen a la argumentación sobre el proceso de creación de las ciencias, a través de un lenguaje científico dinámico y modificable en el tiempo.
D12A3O3	Desde tu experiencia y a partir de la lectura, ¿Cómo “colabora” la argumentación científica en mejorar la calidad del pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes?	Caracterizar a partir de las experiencias de los docentes y de la lectura, su percepción sobre la importancia de la argumentación como competencia del pensamiento científico promotora del aprendizaje de las ciencias por parte los estudiantes.

A partir de los datos obtenidos del profesorado que compone la muestra de este estudio, se procedió a realizar el tratamiento de estos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Tabulación de los resultados

A continuación, en las Tablas 11 y 12, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación y sistematización de las producciones docentes o relatos, de los dispositivos D3A3O3 y D12A3O3, respectivamente, a toda la muestra analizada. Los resultados se identifican por dispositivo, actividad y objetivo (D3A3O3 y D12A3O3), y por docente (P1- P24), según se indica en la Tabla 11 y Tabla 12, para cada uno de los objetivos individualizados anteriormente en la Tabla 10 para ambos objetivos de las actividades seleccionadas (D3A3O3 y D12A3O3 respectivamente).

Tabla 11: Producciones docentes para la actividad D3A3O3.

Docente	D3A3O3 (transcripción)
P1	Porque en definitiva el lenguaje es igual o más importante que lo que puede ocurrir en un tubo de ensayo. La ciencia está en cómo se entiende y se comunica.
P2	El lenguaje científico es la forma que podemos evidenciar la cosmovisión que tienen nuestros estudiantes y van cambiando en el tiempo debido a la comprensión de más conceptos, vinculación entre ellos y grado de madurez personal.
P3	No hay registro de datos.
P4	No hay registro de datos.
P5	No hay creación de ciencias sin comunicación escrita ni diálogo, debido a que así se pueden comunicar ideas y diferenciar errores.
P6	Ya que a través del lenguaje es posible que nuestros estudiantes comprendan de mejor forma lo que se quiere entregar.
P7	Cuando se verbalizan las ideas, se pueden caracterizar mejor, concretar o validar ciertos pensamientos, otros para ser cuestionados y cuantificarlos según nuevas ideas.
P8	No hay registro de datos.
P9	Porque a medida que aparecen nuevas formas de pensar en el proceso de creación es que la forma de argumentar se modifica en relación a nuevas pruebas.
P10	El lenguaje también evoluciona con los tiempos y en la base para comunicar hechos científicos e interpretarlos fielmente.
P11	En la medida que el lenguaje va cambiando y evolucionando, se va creando nuevas formas de entender, observar y comprender ciencias.
P12	Ya que el lenguaje es una herramienta interpretativa de situaciones nuevas. Que apoya el desarrollo del pensamiento y el razonamiento.
P13	Porque a medida que plantean nuevas ideas se ven en la necesidad de realizar nuevas acciones para discutir las, esto se repite innumerables veces, pues la ciencia y su conocimiento es tentativo o provisorio.
P14	Al estar conectado con nuevas formas de hablar, hacer, observar estas (ideas) irán cambiando, y conectándose con las existencias, por eso se habla de provisionalidad, tal cual también responde a los contextos históricos.

P15	No hay registro de datos.
P16	"Cambia en el tiempo" ya que con nuevas observaciones y experimentaciones se descubren nuevos procesos, que pueden reforzar los anteriores conocimientos. Por esto se hace necesario cambiar tanto una metodología de trabajo y forma de pensar, y con ello un nuevo lenguaje que dará mayor precisión a los hechos observados y su explicación.
P17	No hay registro de datos.
P18	Debido a que a través del lenguaje se explica o argumenta una investigación científica. Esta explicación puede variar de acuerdo a lo observado o hecho, se van haciendo nuevas observaciones, se van "probando" nuevas ideas. Por eso es un proceso.
P19	Porque para transmitir las ideas científicas se necesita expresar correctamente dichas ideas, entonces el lenguaje toma un papel fundamental en la forma de aprender y adquirir las ideas a identificar, coherentemente y con sentido.
P20	No hay registro de datos.
P21	Porqué a través del tiempo es el lenguaje el que permanece para transmitir los cambios y las maneras de percibir el mundo.
P22	Porque la ciencia no es sólo la comprobación de una idea a un experimento, por el contrario, es un todo desde cómo surge, los materiales que se necesitan para realizarlo, las eventualidades que surgen, los cambios a realizar, el resultado y el cómo expresar en palabras lo ya descubierto y transmitirlo de una forma clara por medio del lenguaje. El expresar las ideas desde lo que tenemos comprendido o transformarlo en palabras.
P23	El lenguaje es una construcción humana, El lenguaje modela la realidad y esa construcción no puede ser aislada, debe ser consensuada.
P24	No hay registro de datos.

Tabla 12: Producciones docentes para la actividad D12A3O3.

Docente	D12A3O3 (transcripción)
P1	No hay registro de datos.
P2	Considerar y ampliar distintos puntos de vistas que son atingentes para elaborar una respuesta. Estructurar un argumento con un formato coherente en el discurso, un preámbulo, un análisis del contenido sustentado y sus implicancias.
P3	La argumentación científica ayuda a una comprensión más profunda de los conceptos a enseñar y para que les dé un sentido de lo que existe a su alrededor.
P4	Hoy en día no existe el "asombro" ni el interés de los alumnos por las ciencias, la argumentación colaboraría bastante en los aprendizajes y a fomentar el pensamiento en los alumnos con el fin de formar individuos "pensantes" y críticos.
P5	La argumentación permite crear pensamiento en los estudiantes, permite que aprendan a pensar y relacionar sus ideas y plantear nuevas.
P6	No hay registro de datos.
P7	A través de la argumentación científica los estudiantes aprenden a dialogar sobre ciencia, justificar o refutar ideas. De esta manera el estudiante se apropia de su aprendizaje, partiendo por conocer conceptos claves (instrumentos y contenidos), leer y escribir (significativo) para finalmente verbalizar estas ideas (desarrolla habilidades complejas y crea pensamiento superior).
P8	La argumentación científica es una habilidad mayor, que permite el desarrollo de otros como: Explicar, justificar, demostrar. Lo que nos permite defender nuestras ideas.
P9	Porque con ello el estudiante realiza actividades metacognitivas que permita la evaluación de las respuestas entregadas por ellos y sus pares, desarrollando habilidades de pensamiento de orden superior.

P10	Ayuda ya que permite desarrollar habilidades en los jóvenes, como el concluir, explicar, predecir...etc., evidentemente utilizando el lenguaje, y será eficiente en la medida que el capital cultural de los alumnos y profesores sea bueno.
P11	La argumentación permite visualizar los conceptos, aprendizajes, si sus alumnos han aprendido correctamente los "contenidos de ciencias" basados en buenas lecturas y discusión, entonces tendría una mejor argumentación.
P12	Ayuda a articular las ideas a la reflexión y razonamiento. Genera opinión, seguridad.
P13	Creo que respondí la pregunta con la respuesta 1. En definitiva, dentro de sus muchas ventajas, considero que permite que los alumnos sean tremendamente críticos, pues además de evidencias la comprensión de un contenido al ser capaz de explicarlos y seleccionar argumentos, son capaces de dar validez a sus ideas y las del resto, fomentando a su vez un enriquecimiento de su vocabulario, consciente de lo que ha aprendido.
P14	Para argumentar es necesario manejar el contenido y además pensar en el (uso, consecuencias, aportes, etc.). Con estos elementos promover la argumentación es un desafío cuya consecuencia es la mejoría en el aprendizaje.
P15	Desde mi experiencia no hay mucho tiempo para la argumentación por la cobertura curricular. Pero con esta experiencia, el perfeccionamiento y lectura creo que es tremendamente relevante para manejar el pensamiento el hacer comparaciones, resolver problemas, hacer indagaciones, explicar y reflexionar, para realizar una argumentación.
P16	No hay registro de datos.
P17	Creo que la argumentación científica ayuda a que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento como analizar, identificar, interpretar, etc., las que a su vez aportan al desarrollo de habilidades lingüísticas como definir, describir, explicar, justificar, etc.
P18	No hay registro de datos.
P19	La argumentación científica ayuda a mejorar la comprensión conceptual, el razonamiento cognitivo etc. En definitiva, colabora en la finalidad de lograr aprendizajes profundos y significativos de la ciencia.
P20	Favorece una adecuada estructuración y organización del pensamiento que favorece el desarrollo de explicaciones de fenómenos naturales basados en datos y evidencias. Permite el desarrollo del pensamiento crítico para resolver problemas.
P21	La argumentación nos ayudaría a humanizar nuestra manera de enseñar a pensar científicamente a nuestros alumnos.
P22	Considero que el argumentar requiere del desarrollo de habilidades de nivel superior ya que el estudiante por una parte debe expresar de forma oral o simbólica lo que piensa, además de transmitirlo de forma clara para que el otro pueda comprender lo mismo que el desea expresar o decir, pensar hablar argumentar, creo que al poder expresar el pensamiento del estudiante y tener que argumentar y contra-argumentar, requiere el no sólo buscar evidencias para comprobar lo que se dice o piensa, sino que también el escuchar y consensuar con otros, siendo elementos claves para la reflexión.
P23	La argumentación permite modelar el pensamiento, realizar un ejercicio cognitivo mayor. Permite adecuar las ideas y contrastando con otras, para reforzarlas o modificarlas.
P24	Para argumentar necesariamente al alumno debe internalizar los conocimientos, comprender, razonar para ser capaz de generar una argumentación científica. Por lo que veo es la herramienta que nos permite asegurar que se genere el aprendizaje significativo.

En la Tabla 11 se detallan las respuestas del profesorado para la actividad D3A3O3, en la cual 17 docentes contestaron la actividad, mientras que 7 de ellos (correspondientes a P3, P4, P8, P15, P17, P20 y P24), no aportaron a la producción de material de análisis ("No hay registro de datos."), ya que por diversas razones personales no participaron a dicha instancia del curso

de perfeccionamiento. A partir de lo anterior, se elaboró la Tabla 13, como se muestra a continuación, dejando un total de 17 producciones docentes para la actividad D3A3O3.

Tabla 13: Producciones docentes reducidas para la actividad D3A3O3.

Docente	D3A3O3 (transcripción)
P1	Porque en definitiva el lenguaje es igual o más importante que lo que puede ocurrir en un tubo de ensayo. La ciencia está en cómo se entiende y se comunica.
P2	El lenguaje científico es la forma que podemos evidenciar la cosmovisión que tienen nuestros estudiantes y van cambiando en el tiempo debido a la comprensión de más conceptos, vinculación entre ellos y grado de madurez personal.
P5	No hay creación de ciencias sin comunicación escrita ni diálogo, debido a que así se pueden comunicar ideas y diferenciar errores.
P6	Ya que a través del lenguaje es posible que nuestros estudiantes comprendan de mejor forma lo que se quiere entregar.
P7	Cuando se verbalizan las ideas, se pueden caracterizar mejor, concretar o validar ciertos pensamientos, otros para ser cuestionados y cuantificarlos según nuevas ideas.
P9	Porque a medida que aparecen nuevas formas de pensar en el proceso de creación es que la forma de argumentar se modifica en relación a nuevas pruebas.
P10	El lenguaje también evoluciona con los tiempos y en la base para comunicar hechos científicos e interpretarlos fielmente.
P11	En la medida que el lenguaje va cambiando y evolucionando, se va creando nuevas formas de entender, observar y comprender ciencias.
P12	Ya que el lenguaje es una herramienta interpretativa de situaciones nuevas. Que apoya el desarrollo del pensamiento y el razonamiento.
P13	Porque a medida que plantean nuevas ideas se ven en la necesidad de realizar nuevas acciones para discutirlos, esto se repite innumerables veces, pues la ciencia y su conocimiento es tentativo o provisorio.
P14	Al estar conectado con nuevas formas de hablar, hacer, observar estas (ideas) irán cambiando, y conectándose con las existencias, por eso se habla de provisionalidad, tal cual también responde a los contextos históricos.
P16	"Cambia en el tiempo" ya que con nuevas observaciones y experimentaciones se descubren nuevos procesos, que pueden reforzar los anteriores conocimientos. Por esto se hace necesario cambiar tanto una metodología de trabajo y forma de pensar, y con ello un nuevo lenguaje que dará mayor precisión a los hechos observados y su explicación.
P18	Debido a que a través del lenguaje se explica o argumenta una investigación científica. Esta explicación puede variar de acuerdo con lo observado o hecho, se van haciendo nuevas observaciones, se van "probando" nuevas ideas. Por eso es un proceso.
P19	Porque para transmitir las ideas científicas se necesita expresar correctamente dichas ideas, entonces el lenguaje toma un papel fundamental en la forma de aprender y adquirir las ideas a identificar, coherentemente y con sentido.
P21	Porqué a través del tiempo es el lenguaje el que permanece para transmitir los cambios y las maneras de percibir el mundo.
P22	Porque la ciencia no es sólo la comprobación de una idea a un experimento, por el contrario, es un todo desde cómo surge, los materiales que se necesitan para realizarlo, las eventualidades que surgen, los cambios a realizar, el resultado y el cómo expresar en palabras lo ya descubierto y transmitirlo de una forma clara por medio del lenguaje. El expresar las ideas desde lo que tenemos comprendido o transformarlo en palabras.
P23	El lenguaje es una construcción humana, El lenguaje modela la realidad y esa construcción no puede ser aislada, debe ser consensuada.

Anteriormente en la Tabla 12 se presentaron los resultados obtenidos de la aplicación y sistematización de las producciones docentes, del dispositivo D12A3O3, a toda la muestra analizada, donde 20 docentes de la muestra aportaron datos a la investigación, mientras que 4 de ellos (correspondientes a P1, P6, P16 y P18), no aportaron a la producción de material de análisis ("No hay registro de datos."), y que tal como muestra la Tabla 12, no corresponden a los mismos profesores sin registro de datos, de la Tabla 11 (quienes igualmente por motivos personales, no participaron a dicha instancia del curso de perfeccionamiento). A partir entonces de la ausencia de estos datos (4) para la actividad D12A3O3, se elaboró la Tabla 14, detallada a continuación.

Tabla 14: Producciones docentes reducidas para la actividad D12A3O3.

Docente	D12A3O3 (transcripción)
P2	Considerar y ampliar distintos puntos de vistas que son atingentes para elaborar una respuesta. Estructurar un argumento con un formato coherente en el discurso, un preámbulo, un análisis del contenido sustentado y sus implicancias.
P3	La argumentación científica ayuda a una comprensión más profunda de los conceptos a enseñar y para que les dé un sentido de lo que existe a su alrededor.
P4	Hoy en día no existe el "asombro" ni el interés de los alumnos por las ciencias, la argumentación colaboraría bastante en los aprendizajes y a fomentar el pensamiento en los alumnos con el fin de formar individuos "pensantes" y críticos.
P5	La argumentación permite crear pensamiento en los estudiantes, permite que aprendan a pensar y relacionar sus ideas y plantear nuevas.
P7	A través de la argumentación científica los estudiantes aprenden a dialogar sobre ciencia, justificar o refutar ideas. De esta manera el estudiante se apropia de su aprendizaje, partiendo por conocer conceptos claves (instrumentos y contenidos), leer y escribir (significativo) para finalmente verbalizar estas ideas (desarrolla habilidades complejas y crea pensamiento superior).
P8	La argumentación científica es una habilidad mayor, que permite el desarrollo de otros como: Explicar, justificar, demostrar. Lo que nos permite defender nuestras ideas.
P9	Porque con ello el estudiante realiza actividades metacognitivas que permita la evaluación de las respuestas entregadas por ellos y sus pares, desarrollando habilidades de pensamiento de orden superior.
P10	Ayuda ya que permite desarrollar habilidades en los jóvenes, como el concluir, explicar, predecir...etc., evidentemente utilizando el lenguaje, y será eficiente en la medida que el capital cultural de los alumnos y profesores sea bueno.
P11	La argumentación permite visualizar los conceptos, aprendizajes, si sus alumnos han aprendido correctamente los "contenidos de ciencias" basados en buenas lecturas y discusión, entonces tendría una mejor argumentación.
P12	Ayuda a articular las ideas a la reflexión y razonamiento. Genera opinión, seguridad.
P13	Creo que respondí la pregunta con la respuesta 1. En definitiva, dentro de sus muchas ventajas, considero que permite que los alumnos sean tremendamente críticos, pues además de evidencias la comprensión de un contenido al ser capaz de explicarlos y seleccionar argumentos, son capaces de dar validez a sus ideas y las del resto, fomentando a su vez un enriquecimiento de su vocabulario, consciente de lo que ha aprendido.
P14	Para argumentar es necesario manejar el contenido y además pensar en el (uso, consecuencias, aportes, etc.). Con estos elementos promover la argumentación es un desafío cuya consecuencia es la mejoría en el aprendizaje.

P15	Desde mi experiencia no hay mucho tiempo para la argumentación por la cobertura curricular. Pero con esta experiencia, el perfeccionamiento y lectura creo que es tremendamente relevante para manejar el pensamiento el hacer comparaciones, resolver problemas, hacer indagaciones, explicar y reflexionar, para realizar una argumentación.
P17	Creo que la argumentación científica ayuda a que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento como analizar, identificar, interpretar, etc., las que a su vez aportan al desarrollo de habilidades lingüísticas como definir, describir, explicar, justificar, etc.
P19	La argumentación científica ayuda a mejorar la comprensión conceptual, el razonamiento cognitivo etc. En definitiva, colabora en la finalidad de lograr aprendizajes profundos y significativos de la ciencia.
P20	Favorece una adecuada estructuración y organización del pensamiento que favorece el desarrollo de explicaciones de fenómenos naturales basados en datos y evidencias. Permite el desarrollo del pensamiento crítico para resolver problemas.
P21	La argumentación nos ayudaría a humanizar nuestra manera de enseñar a pensar científicamente a nuestros alumnos.
P22	Considero que el argumentar requiere del desarrollo de habilidades de nivel superior ya que el estudiante por una parte debe expresar de forma oral o simbólica lo que piensa, además de transmitirlo de forma clara para que el otro pueda comprender lo mismo que el desea expresar o decir, pensar hablar argumentar, creo que al poder expresar el pensamiento del estudiante y tener que argumentar y contra-argumentar, requiere el no sólo buscar evidencias para comprobar lo que se dice o piensa, sino que también el escuchar y consensuar con otros, siendo elementos claves para la reflexión.
P23	La argumentación permite modelar el pensamiento, realizar un ejercicio cognitivo mayor. Permite adecuar las ideas y contrastando con otras, para reforzarlas o modificarlas.
P24	Para argumentar necesariamente al alumno debe internalizar los conocimientos, comprender, razonar para ser capaz de generar una argumentación científica. Por lo que veo es la herramienta que nos permite asegurar que se genere el aprendizaje significativo.

### 3.2 Procesamiento de los datos

A modo de procesar la información obtenida de las actividades realizadas por el profesorado que compone la muestra problema de esta investigación, respecto a las actividades D3A3O3 y D12A3O3, se evalúan a continuación las producciones docentes desde dos dimensiones teóricas, de las cinco detalladas anteriormente en el apartado 2.4.1. en la Rúbrica de diseño y evaluación de preguntas o enunciados científicos escolares (Quintanilla, *en prensa*).

Por tanto se procedió en esta investigación, a realizar un trabajo de análisis de los datos aportados por el profesorado participantes de cada instancia, donde el criterio de análisis se definió como la presencia (Si) o ausencia (No), de cada uno de los tres descriptores de la dimensión didáctica PPC (correspondientes a I-O, P-S y R-S) y los tres descriptores de la dimensión MCT (correspondientes a P,L y E). Dicho trabajo se detalla en la Tabla 15 para el caso de las respuestas del profesorado para la actividad D3A3O3, y en la Tabla 16 para quienes participaron de la actividad D12A3O3.

Tabla 15: Evaluación de producciones docentes de D3A3O3 en dimensiones didácticas PPC y MCT.

Docente	D3A3O3 (transcripción)	PPC			MCT		
		I-O	P-S	R-S	P	L	E
P1	Porque en definitiva el lenguaje es igual o más importante que lo que puede ocurrir en un tubo de ensayo. La ciencia está en cómo se entiende y se comunica.	Si	No	No	Si	Si	Si
P2	El lenguaje científico es la forma que podemos evidenciar la cosmovisión que tienen nuestros estudiantes y van cambiando en el tiempo debido a la comprensión de más conceptos, vinculación entre ellos y grado de madurez personal.	Si	Si	Si	Si	Si	No
P5	No hay creación de ciencias sin comunicación escrita ni diálogo, debido a que así se pueden comunicar ideas y diferenciar errores.	No	No	Si	No	Si	No
P6	Ya que a través del lenguaje es posible que nuestros estudiantes comprendan de mejor forma lo que se quiere entregar.	Si	No	Si	No	Si	No
P7	Cuando se verbalizan las ideas, se pueden caracterizar mejor, concretar o validar ciertos pensamientos, otros para ser cuestionados y cuantificarlos según nuevas ideas.	Si	Si	Si	Si	Si	No
P9	Porque a medida que aparecen nuevas formas de pensar en el proceso de creación es que la forma de argumentar se modifica en relación a nuevas pruebas.	Si	No	No	Si	Si	No
P10	El lenguaje también evoluciona con los tiempos y en la base para comunicar hechos científicos e interpretarlos fielmente.	Si	No	No	No	Si	Si
P11	En la medida que el lenguaje va cambiando y evolucionando, se va creando nuevas formas de entender, observar y comprender ciencias.	Si	No	No	No	Si	No
P12	Ya que el lenguaje es una herramienta interpretativa de situaciones nuevas. Que apoya el desarrollo del pensamiento y el razonamiento.	Si	No	No	Si	Si	Si
P13	Porque a medida que plantean nuevas ideas se ven en la necesidad de realizar nuevas acciones para discutir las, esto se repite innumerables veces, pues la ciencia y su conocimiento es tentativo o provisorio.	Si	No	Si	Si	Si	No
P14	Al estar conectado con nuevas formas de hablar, hacer, observar estas (ideas) irán cambiando, y conectándose con las existencias, por eso se habla de provisionalidad, tal cual también responde a los contextos históricos.	Si	No	Si	No	Si	No
P16	"Cambia en el tiempo" ya que con nuevas observaciones y experimentaciones se descubren nuevos procesos, que pueden reforzar los anteriores conocimientos. Por esto	Si	Si	No	Si	Si	Si

	se hace necesario cambiar tanto una metodología de trabajo y forma de pensar, y con ello un nuevo lenguaje que dará mayor precisión a los hechos observados y su explicación.						
P18	Debido a que a través del lenguaje se explica o argumenta una investigación científica. Esta explicación puede variar de acuerdo a lo observado o hecho, se van haciendo nuevas observaciones, se van "probando" nuevas ideas. Por eso es un proceso.	Si	Si	No	Si	Si	Si
P19	Porque para transmitir las ideas científicas se necesita expresar correctamente dichas ideas, entonces el lenguaje toma un papel fundamental en la forma de aprender y adquirir las ideas a identificar, coherentemente y con sentido.	Si	Si	No	Si	Si	No
P21	Porqué a través del tiempo es el lenguaje el que permanece para transmitir los cambios y las maneras de percibir el mundo.	Si	No	No	No	Si	No
P22	Porque la ciencia no es sólo la comprobación de una idea a un experimento, por el contrario, es un todo desde cómo surge, los materiales que se necesitan para realizarlo, las eventualidades que surgen, los cambios a realizar, el resultado y el cómo expresar en palabras lo ya descubierto y transmitirlo de una forma clara por medio del lenguaje. El expresar las ideas desde lo que tenemos comprendido o transformarlo en palabras.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
P23	El lenguaje es una construcción humana, El lenguaje modela la realidad y esa construcción no puede ser aislada, debe ser consensuada.	Si	No	Si	Si	Si	Si

Tabla 16: Evaluación de producciones docentes de D12A3O3 en dimensiones didácticas PPC y MCT.

Docente	D12A3O3 (transcripción)	PPC			MCT		
		I-O	P-S	R-S	P	L	E
P2	Considerar y ampliar distintos puntos de vistas que son atingentes para elaborar una respuesta. Estructurar un argumento con un formato coherente en el discurso, un preámbulo, un análisis del contenido sustentado y sus implicancias.	No	Si	No	Si	Si	No
P3	La argumentación científica ayuda a una comprensión más profunda de los conceptos a enseñar y para que les dé un sentido de lo que existe a su alrededor.	No	Si	Si	Si	Si	No
P4	Hoy en día no existe el "asombro" ni el interés de los alumnos por las ciencias, la	No	No	Si	Si	Si	No

	argumentación colaboraría bastante en los aprendizajes y a fomentar el pensamiento en los alumnos con el fin de formar individuos "pensantes" y críticos.						
P5	La argumentación permite crear pensamiento en los estudiantes, permite que aprendan a pensar y relacionar sus ideas y plantear nuevas.	No	Si	Si	Si	Si	No
P7	A través de la argumentación científica los estudiantes aprenden a dialogar sobre ciencia, justificar o refutar ideas. De esta manera el estudiante se apropia de su aprendizaje, partiendo por conocer conceptos claves (instrumentos y contenidos), leer y escribir (significativo) para finalmente verbalizar estas ideas (desarrolla habilidades complejas y crea pensamiento superior).	No	Si	Si	Si	Si	No
P8	La argumentación científica es una habilidad mayor, que permite el desarrollo de otros como: Explicar, justificar, demostrar. Lo que nos permite defender nuestras ideas.	No	Si	Si	Si	Si	No
P9	Porque con ello el estudiante realiza actividades metacognitivas que permita la evaluación de las respuestas entregadas por ellos y sus pares, desarrollando habilidades de pensamiento de orden superior.	Si	Si	Si	Si	Si	No
P10	Ayuda ya que permite desarrollar habilidades en los jóvenes, como el concluir, explicar, predecir...etc., evidentemente utilizando el lenguaje, y será eficiente en la medida que el capital cultural de los alumnos y profesores sea bueno.	No	Si	Si	No	Si	No
P11	La argumentación permite visualizar los conceptos, aprendizajes, si sus alumnos han aprendido correctamente los "contenidos de ciencias" basados en buenas lecturas y discusión, entonces tendría una mejor argumentación.	Si	Si	Si	Si	Si	No
P12	Ayuda a articular las ideas a la reflexión y razonamiento. Genera opinión, seguridad.	No	No	No	Si	No	No
P13	Creo que respondí la pregunta con la respuesta 1. En definitiva, dentro de sus muchas ventajas, considero que permite que los alumnos sean tremendamente críticos, pues además de evidencias la comprensión de un contenido al ser capaz de explicarlos y seleccionar argumentos, son capaces de dar validez a sus ideas y las del resto, fomentando a su vez un enriquecimiento de su vocabulario, consciente de lo que ha aprendido.	Si	Si	Si	Si	Si	No
P14	Para argumentar es necesario manejar el contenido y además pensar en el (uso, consecuencias, aportes, etc.). Con estos elementos promover la argumentación es un	No	No	No	Si	Si	No

	desafío cuya consecuencia es la mejoría en el aprendizaje.						
P15	Desde mi experiencia no hay mucho tiempo para la argumentación por la cobertura curricular. Pero con esta experiencia, el perfeccionamiento y lectura creo que es tremendamente relevante para manejar el pensamiento el hacer comparaciones, resolver problemas, hacer indagaciones, explicar y reflexionar, para realizar una argumentación.	No	Si	No	Si	Si	No
P17	Creo que la argumentación científica ayuda a que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento como analizar, identificar, interpretar, etc., las que a su vez aportan al desarrollo de habilidades lingüísticas como definir, describir, explicar, justificar, etc.	No	Si	Si	Si	Si	No
P19	La argumentación científica ayuda a mejorar la comprensión conceptual, el razonamiento cognitivo etc. En definitiva, colabora en la finalidad de lograr aprendizajes profundos y significativos de la ciencia.	No	Si	No	Si	Si	No
P20	Favorece una adecuada estructuración y organización del pensamiento que favorece el desarrollo de explicaciones de fenómenos naturales basados en datos y evidencias. Permite el desarrollo del pensamiento crítico para resolver problemas.	Si	Si	No	Si	Si	Si
P21	La argumentación nos ayudaría a humanizar nuestra manera de enseñar a pensar científicamente a nuestros alumnos.	No	Si	Si	Si	Si	No
P22	Considero que el argumentar requiere del desarrollo de habilidades de nivel superior ya que el estudiante por una parte debe expresar de forma oral o simbólica lo que piensa, además de transmitirlo de forma clara para que el otro pueda comprender lo mismo que el desea expresar o decir, pensar hablar argumentar, creo que al poder expresar el pensamiento del estudiante y tener que argumentar y contra-argumentar, requiere el no sólo buscar evidencias para comprobar lo que se dice o piensa, sino que también el escuchar y consensuar con otros, siendo elementos claves para la reflexión.	No	Si	Si	Si	Si	Si
P23	La argumentación permite modelar el pensamiento, realizar un ejercicio cognitivo mayor. Permite adecuar las ideas y contrastando con otras, para reforzarlas o modificarlas.	No	No	No	Si	Si	No
P24	Para argumentar necesariamente al alumno debe internalizar los conocimientos, comprender, razonar para ser capaz de generar una argumentación científica. Por lo que veo es	Si	Si	No	Si	Si	No

	la herramienta que nos permite asegurar que se genere el aprendizaje significativo.						
--	---	--	--	--	--	--	--

### 3.3 Análisis cruzado de datos

A partir del procesamiento de datos y en base a la bibliografía consultada, se procedió a realizar un análisis cruzado de los relatos explicitados en las producciones docentes, para las dos dimensiones previamente designadas, en cada una de las dos actividades D3A3O3 y D12A3O3 correspondientemente.

#### 3.3.1 Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D3A3O3 para el grupo muestral total

De los datos obtenidos de la actividad D3A3O3 para el grupo muestral total previamente diferenciado y reducido en la sección 3.1., se obtienen las Figuras 5 y 6, que detallan en porcentajes la presencia (Si) o ausencia (No), de cada uno de los tres descriptores antes detallados de cada dimensión, respectivamente, para cada gráfico.

En el primer caso (Figura 5), se describe el porcentaje de cobertura de descriptores para la dimensión de los PPC en la actividad D3A3O3, donde se observa que el 94% de la muestra (16 docentes, con excepción de P5) establece algún tipo de relación entre el lenguaje científico y el descriptor Instrumental-operativo (I-O). En el caso del descriptor Personal-significativo por su parte, solo un 35% de la muestra (6 docentes, correspondientes a P2, P7, P16, P18, P10, P11, P19 y P22) establece relación entre este descriptor (P-S) y el lenguaje científico utilizado en el aula. De igual modo solo un 47% de la muestra (8 docentes, correspondientes a P2, P5, P6, P7, P13, P14, P22 y P23), atribuye alguna relación entre el lenguaje científico y el descriptor Relacional-social (R-S).

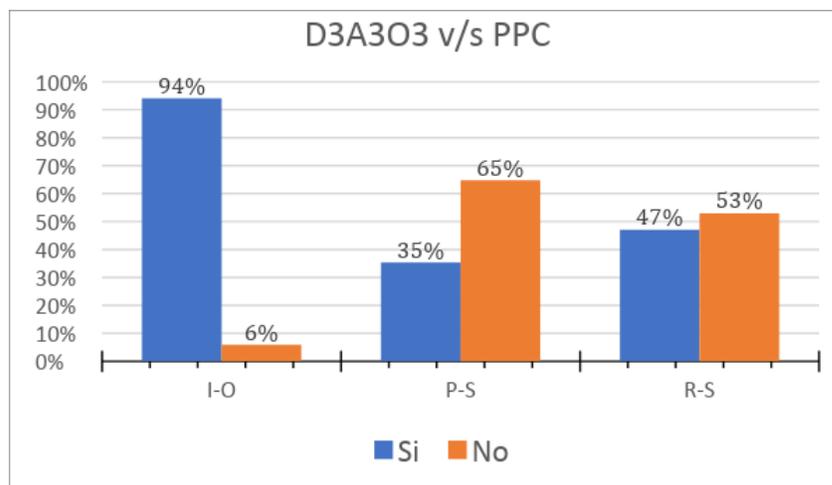


Figura 5: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para el total de la muestra.

En el cruce de variables, representado en la Figura 6, se detalla la tendencia de los descriptores de la dimensión MCT, donde un 65% de la muestra (11 docentes, con excepción de P5, P6, P10, P11, P14 y P21) establece una relación entre el lenguaje científico y el descriptor Pensamiento (P). Para el caso del lenguaje (L) como descriptor, un 100% de la muestra (17 docentes) reconoce algún tipo de relación entre éste y el lenguaje científico. Finalmente, desde esta dimensión de análisis, un 41% de la muestra (7 docentes, correspondientes a P1, P10, P12, P16, P18, P22 y P23), establece relación en su relato, entre el descriptor Experiencia (E) y el lenguaje científico.

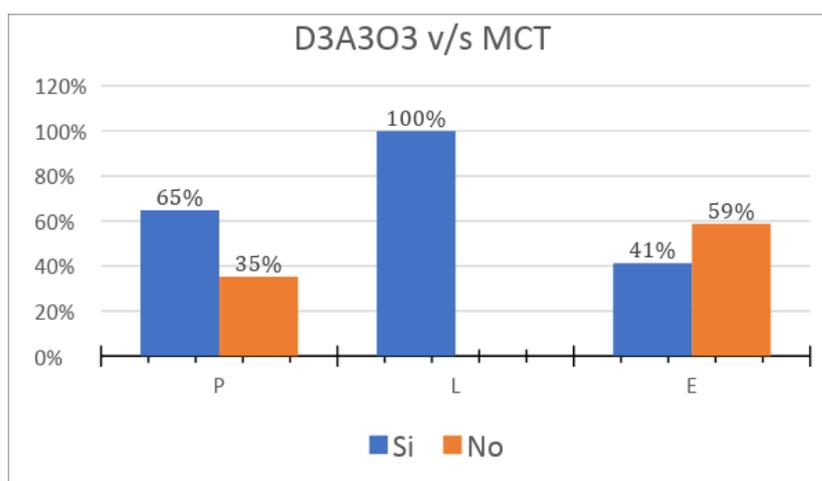


Figura 6: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para el total de la muestra.

### 3.3.2 Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D12A3O3 para el grupo muestral total

Para el caso la actividad D12A3O3, se realizó un cruce de variables bajo la misma lógica de la actividad D3A3O3, donde las producciones docentes respecto a la argumentación científica son analizadas respecto a la cobertura de descriptores en sus relatos (presencia o ausencia), por su respectivo grupo muestral total diferenciado y reducido, para las dimensiones PPC y MCT, detalladas porcentualmente en las Figuras 7 y 8.

La Figura 7 resume el porcentaje de cobertura de descriptores por parte del profesorado, evaluada desde la dimensión didáctica PPC de la actividad D12A3O3, la cual revela que solamente un 25% de la muestra (5 docentes, correspondientes a P9, P11, P13, P20 y P24) en el curso de perfeccionamiento, establece en su relato, una relación entre el descriptor Instrumental-operativa (I-O) a la argumentación científica. Un 80% de ellos (16 docentes, con excepción de P4, P12, P14, y P23), establece una relación entre el proceso personal de los estudiantes que aprenden (P-S), y la argumentación científica. A su vez, un 60% del profesorado (12 docentes, con excepción de P2, P12, P14, P15, P19, P20, P23 y P24), reconocen en la argumentación científica una relación con el descriptor Relacional-social (R-S).

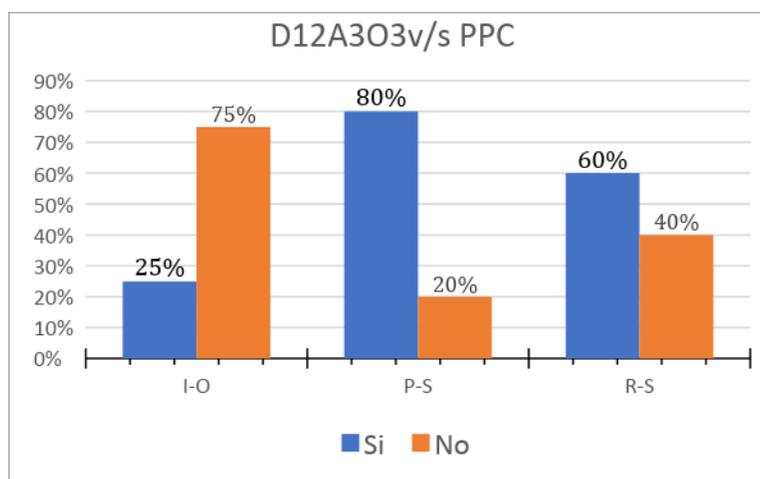


Figura 7: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para el total de la muestra.

Finalmente, la Figura 8, por su parte, revela que un 95% de la muestra (19 docentes, con excepción de P10) explicitan una relación entre la argumentación científica y el descriptor de la dimensión MCT, correspondiente a Pensamiento (P). Un 95% de la muestra (19 docentes, con excepción de P12) establece alguna relación entre el descriptor Lenguaje (L), y argumentación científica en sus relatos. Un 10% de la muestra (2 docentes, correspondientes a P20 y P22), por

su parte, establece en la argumentación científica, una relación con el descriptor Experiencia (E) definido por Toulmin (1977).

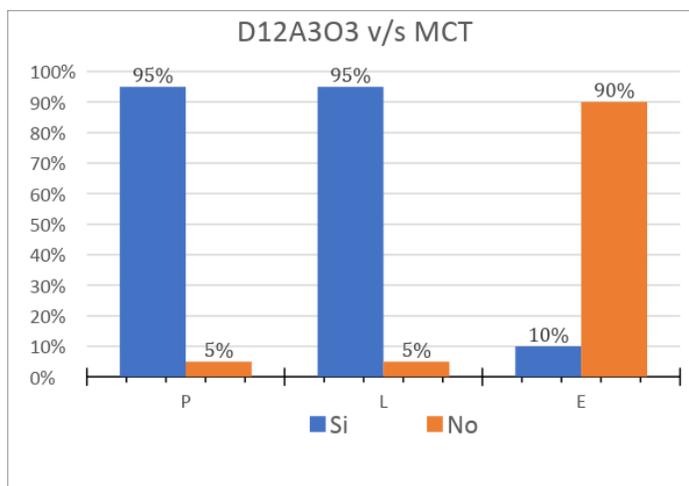


Figura 8: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para el total de la muestra.

### 3.3.3 Análisis cruzado de los datos obtenidos de la actividad D3A3O3 y D12A3O3 por cada profesor

A continuación, en las Figuras 9, 10, 11, y 12 se presentan los resultados obtenidos a partir de los relatos docentes de los mismos 17 y 20 docentes para D3A3O3 y D12A3O3 respectivamente, para un análisis particular de cada docente,

En el caso de la Figura 9 se detalla que tres docentes (P2, P7 y P22), han explicitado los tres descriptores (I-O, P-S, y R-S), en sus respuestas a la actividad D3A3O3. Por su parte, siete docentes abordan en su relato dos de los tres descriptores, de los cuales tres docentes (P16, P18 y P19) incluyen I-O y P-S, cuatro docentes (P6, P13, P14 y P23) incluyen los descriptores I-O y R-S, y seis docentes (P1, P9, P10, P11, P12, y P21) incluyen solo el descriptor I-O. Finalmente, uno de ellos (P5) incluye únicamente al descriptor R-S, en su respuesta.

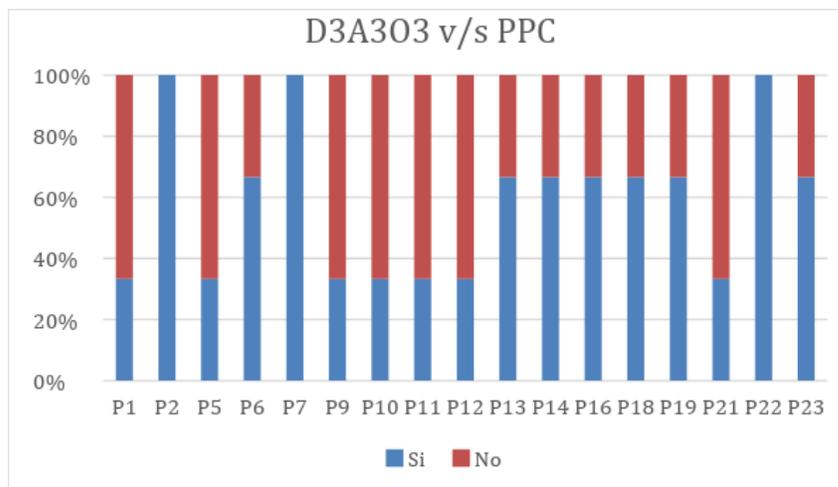


Figura 9: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por los Planos del Pensamiento Científico, para cada docente.

Para el caso del análisis de D3A3O3, a partir de la dimensión didáctica MCT (Figura 10), se obtiene que seis docentes (P1, P12, P16, P18, P22 y P23), establecen una relación entre los tres descriptores (P, L y E) y el lenguaje científico. Cinco docentes (P2, P7, P9, P13 y P19) establecen una relación entre el lenguaje científico con los descriptores P y L. Uno de ellos (P10) relaciona en su relato al lenguaje científico con los descriptores L y E. Cinco de ellos (P5, P6, P11, P14 y P21) establecen relación entre el lenguaje científico y el descriptor L únicamente.

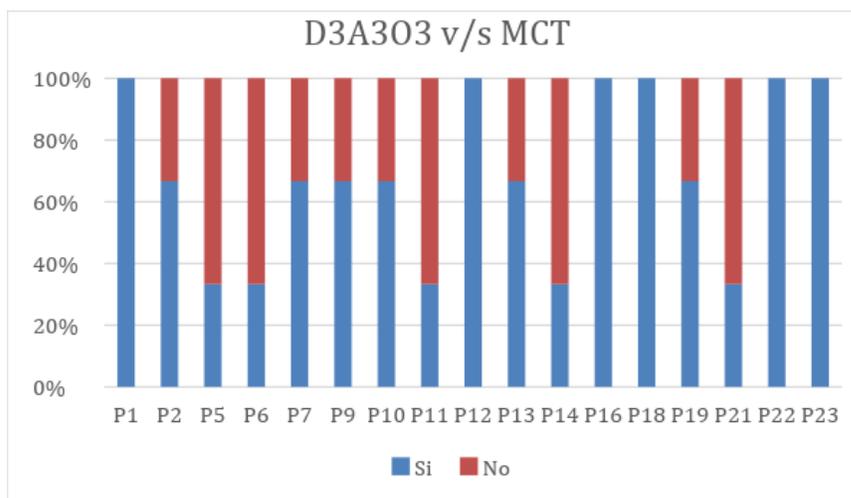


Figura 10: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 3 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para cada docente.

La actividad D12A3O3, evaluada desde la dimensión didáctica PPC, representada en el la Figura 11 detalla que sólo tres docentes ( P9 y P11 y P13), consideran en sus respuestas los tres descriptores (I-O, P-S y R-S), diez de ellos establecen una relación entre la argumentación

científica y dos descriptores, donde dos docentes (P20 y P24) consideran los descriptores I-O y P-S, mientras que los ocho restantes (P3, P5, P7, P8, P10, P17, P21 y P22) consideran en sus respuestas los descriptores P-S y R-S. Cuatro docentes por su parte, establecen una relación entre la argumentación científica y un solo un descriptor, donde tres de ellos (P2, P15 y P19) relacionan a la argumentación científica con el descriptor P-S, y el restante (P4) lo relaciona con el descriptor R-S. Finalmente, tres docentes (P12, P14 y P23) no explicitan a través de su relato, relación alguna entre la argumentación científica y algún descriptor de la dimensión PPC.

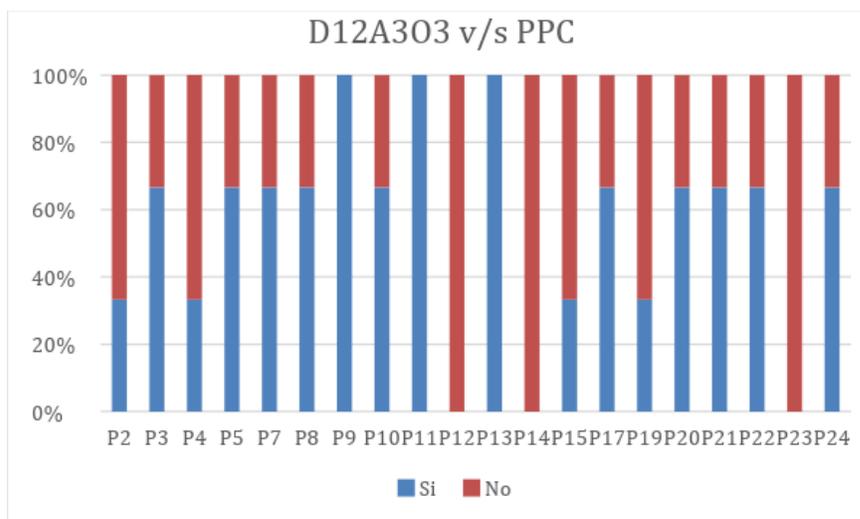


Figura 11: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por Planos del Pensamiento Científico, para cada docente.

Para el caso de la actividad D12A303, evaluada desde la dimensión MCT, tal como se muestra en la Figura 12, se observa que solo dos docentes (P20 y P22), atribuyen a la argumentación científica, una función complementaria entre Pensamiento, Lenguaje y Experiencia. Dieciséis docentes (P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P11, P13, P14, P15, P17, P19, P21, P23 Y P24) establecen una relación entre dos de estos tres descriptores y la argumentación científica, que además en todos los casos corresponden a Pensamiento y Lenguaje. De los dos docentes restantes, uno de ellos (P10) establece relación entre la argumentación y el descriptor Lenguaje, y el otro docente (P12) establece dicha relación con el descriptor Pensamiento.

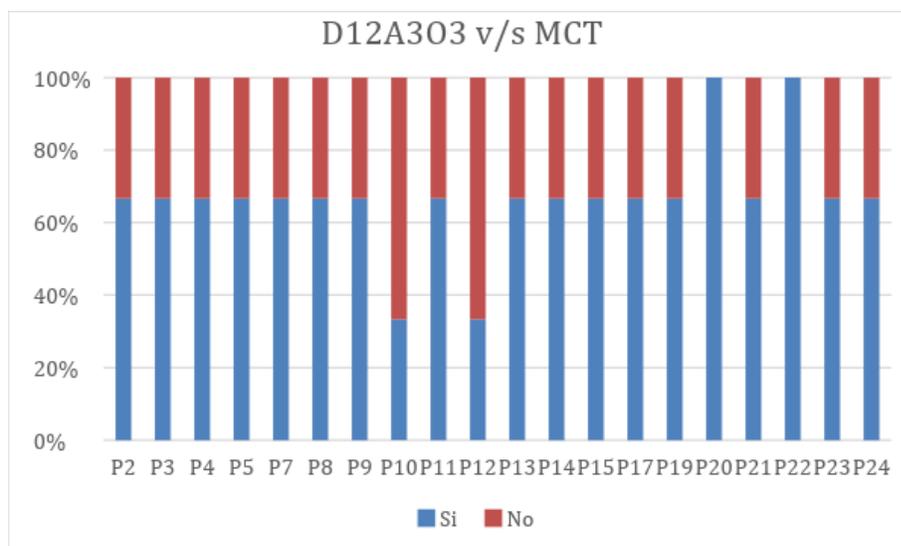


Figura 12: Producciones docentes para la Actividad 3 del Dispositivo 12 evaluadas por la Metodología Científica de Toulmin, para cada docente.

### 3.3.4 Análisis cruzado de correspondencias múltiples para D3A303 y D12A303

A modo de realizar una caracterización más íntegra del profesorado con experiencia en aula, respecto a su pensamiento competencial argumentativo, se procedió a hacer un cruce de variables utilizando la metodología de Análisis de correspondencias múltiples (ACM) (Clausen, 1998), para lo que fue necesario reducir nuevamente el grupo muestral del profesorado, seleccionando a quienes participaron tanto en la resolución de la actividad DA303 como de la actividad D12A303, por tanto, la muestra de datos para este estudio, se redujo a un total de 13 docentes (Ver Tabla 17).

Tabla 17: Muestra docente que participó de D3A303 y D12A303, para realizar ACM.

Docente	PPP / D3A303			MCR / D3A303			PPP/D12A303			MCR/D12A303		
	I-O	P-S	R-S	P	L	E	I-O	P-S	R-S	P	L	E
P2	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No
P5	No	No	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No
P7	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No
P9	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
P10	Si	No	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No
P11	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
P12	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si	No	No

P13	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
P14	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	No
P19	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No
P21	Si	No	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No
P22	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
P23	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No

Para esto fue necesario utilizar el software de análisis estadístico SPSS® Statistics Versión 23.0.0.0. definiendo como variables, los datos aportados, desde el análisis cuantitativo de la Tabla 17, del total de docentes (13) que respondieron en cada una de las dos actividades (D3A3O3 y D12A3O3), para cada uno de los tres descriptores de cada dimensión didáctica seleccionada (PPC y MCT), resultando así un total de 12 variables codificadas y descritas en la Tabla 18.

Tabla 18: Resumen de variables utilizadas para el ACM.

Código	Significado
IO3	I-O en su respuesta de la actividad 3.
PS3	P-S en su respuesta de la actividad 3.
RS3	R-S en su respuesta de la actividad 3.
P3	P en su respuesta de la actividad 3.
L3	L en su respuesta de la actividad 3.
E3	E en su respuesta de la actividad 3.
IO12	I-O en su respuesta de la actividad 12.
PS12	P-S en su respuesta de la actividad 12.
RS12	R-S en su respuesta de la actividad 312
P12	P en su respuesta de la actividad 12.
L12	L en su respuesta de la actividad 12.
E12	E en su respuesta de la actividad 12.

Para llevar a cabo el ACM se establecieron las 12 variables descritas en la tabla, y se procedió a establecer relaciones entre la presencia y ausencia de estas para cada una de las dos actividades D3A3O3 y D12A3O3, por la muestra total de profesores, a modo de identificar mediante su agrupación en el mapa de posicionamiento de las variables en el gráfico conjunto de puntos de categoría como se muestra en la Figura 13.

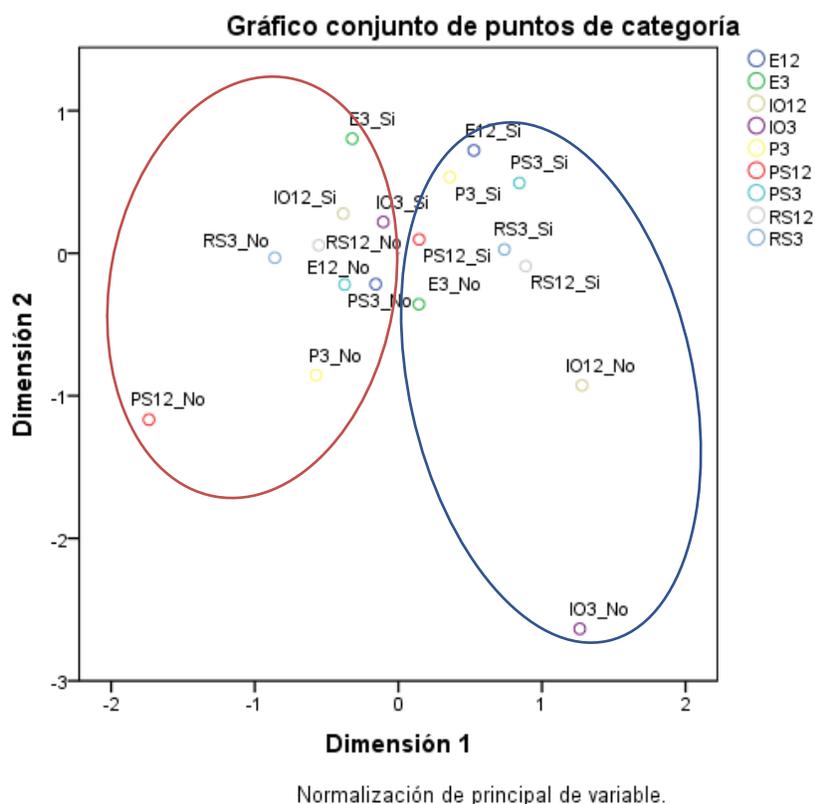


Figura 13: Resultados del análisis de correspondencias múltiples o conjunto de puntos de categoría.

Del gráfico de conjunto de puntos de categorías (Figura 13) expuesto anteriormente establece que la agrupación de las variables ocurre en dos zonas del gráfico claramente diferenciadas, de las cuales se interpreta su correspondencia con los perfiles docentes buscados. Donde para el caso del grupo de la derecha del gráfico (círculo rojo) el perfil docente contempla el plano Instrumental-operativo (Labarrere y Quintanilla, 2002) y el descriptor Experiencia (Toulmin, 1977), por su parte, a la argumentación científica la relacionan fuertemente con el descriptor I-O. El segundo grupo, correspondiente al círculo azul que agrupa las variables a la derecha del gráfico establece un perfil docente que considera para el caso del lenguaje científico a los descriptores P-S, R-S (Labarrere y Quintanilla, 2002) y el Pensamiento como único descriptor relevante de la MCT (Toulmin, 1977), a su vez este segundo perfil atribuye, a la argumentación científica una relación significativa con P-S, R-S de PPC y el descriptor Experiencia de MCT. Es necesario mencionar que para este análisis (ACM), se descartaron como variables los descriptores Lenguaje para D3A3O3 y D12A3A3 (L3 y L12), así como P-S para D12A3O3 (PS3), ya que dichos descriptores tienen una varianza nula donde todos los docentes de la muestra presentan dichos descriptores en sus relatos. Lo anteriormente descrito es respaldado por la información entregada en la Figura 13 la cual establece cuales son las medidas

discriminantes al realizar el cruce de variables, las que corresponden a aquellas más alejadas del origen, en la Figura 14 correspondientes a IO3, P3, PS3, RS12, IO12 y RS3, y descartando a su vez para esto, las variables más cercanas al origen, correspondientes a L3, L12 y PS12.

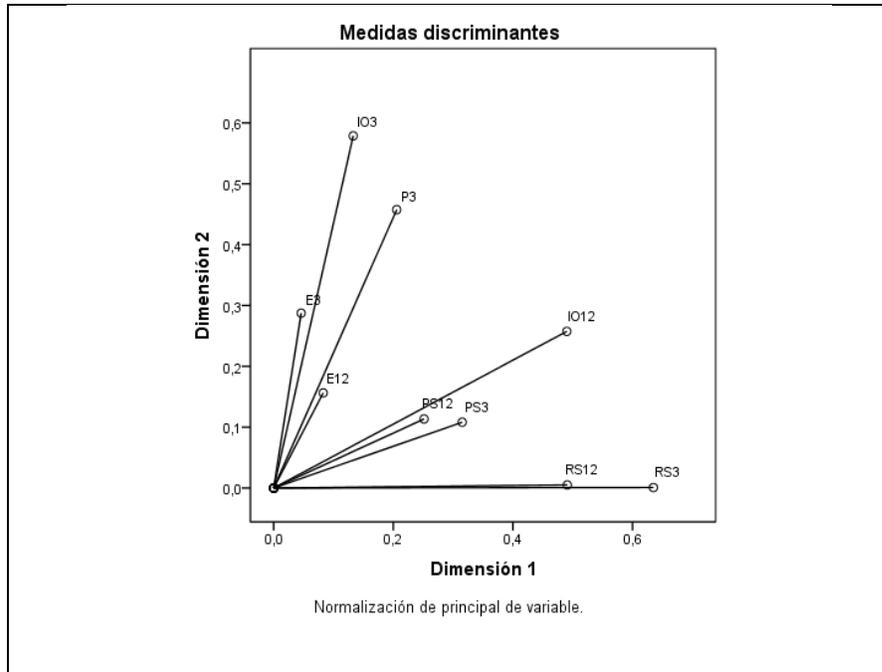


Figura 14: Gráfico de medidas discriminantes para el análisis de correspondencias múltiples.

### 3.4 La red sistémica como instrumento y técnica de análisis de datos

Como la finalidad de esta investigación, es caracterizar en particular, la importancia que los docentes de ciencias otorgan a la competencia argumentativa, se considera necesario aportar a dicho objetivo, los resultados de un análisis de segundo orden, cualitativo, que aporte y complemente los resultados obtenidos del análisis cualitativo de los dispositivos del apartado 3.3. a modo de mostrar las principales ideas aportadas por el grupo muestral en sus relatos.

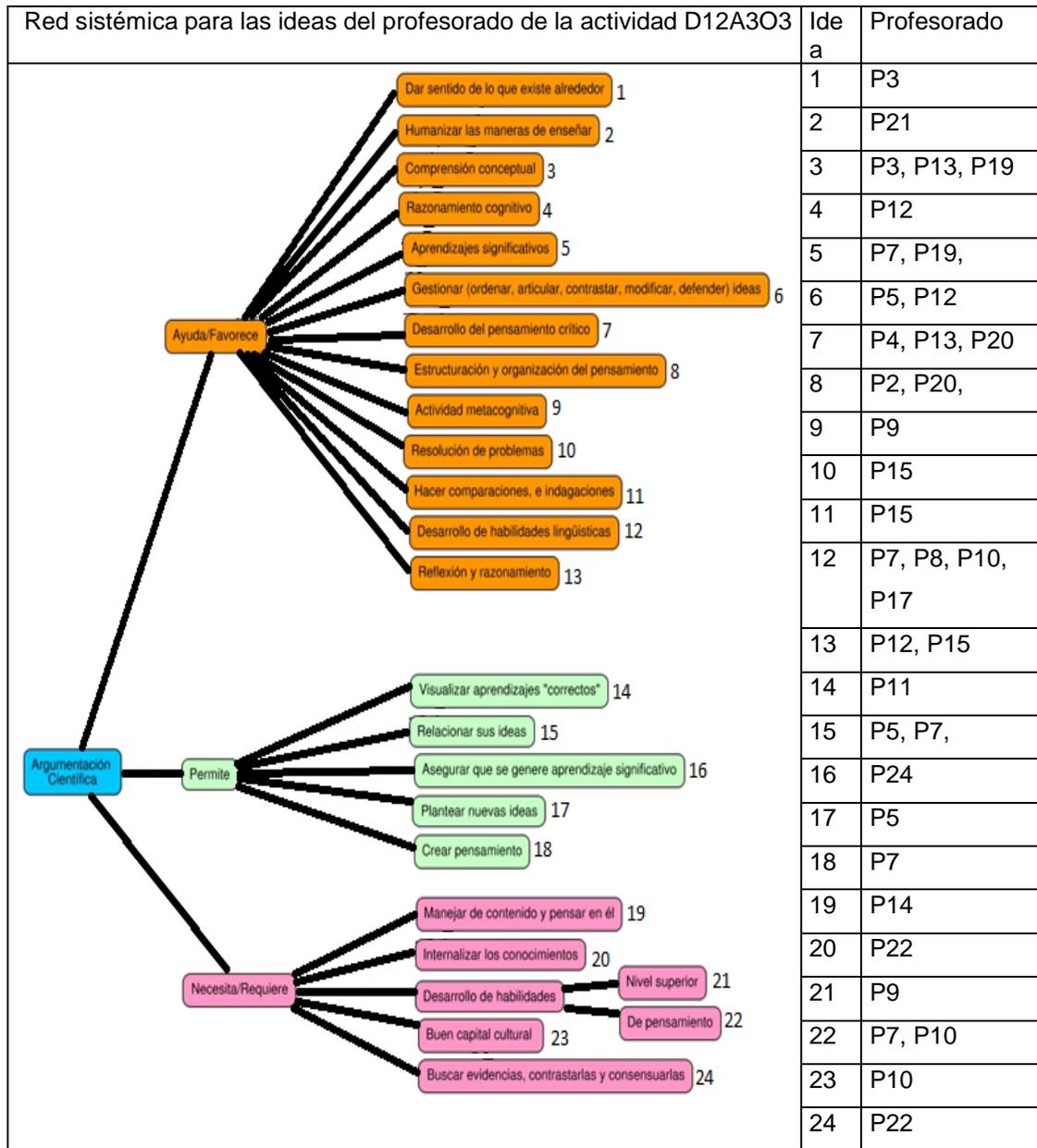


Figura 15: Red sistémica a partir de los relatos docentes de la Actividad 3 del Dispositivo 12.

En la red sistémica de la Figura 15 entonces, se estructuran, detallan y enumeran las ideas que los docentes relatan respecto a la Argumentación Científica (producciones de los 20 docentes que respondieron D12A3O3), transitando desde el plano más general hacia el más particular (de izquierda a derecha), así como también desde su rol permisivo y facilitador (Permite/Facilita) (en la sección superior de la figura, con las ideas 1-18), hacia un demandante en el sector inferior de la misma (ideas 19-24), clasificando así cada una de las 24 ideas explicitadas en las producciones docentes.

De las ideas detalladas en la red sistémica de la Figura 15, se observa que las ideas más representadas por el profesorado de la muestra corresponden a las ideas numeradas en la Red Sistémica como 3, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15 y 22, y que tal como se muestra, son ideas compartidas por más de dos docentes. Donde las ideas más compartidas corresponden a 3 “La Argumentación científica ayuda o favorece la argumentación conceptual” (por los docentes P3, P13 y P19), a 7 “Ayuda o favorece el desarrollo del pensamiento crítico” (por los docentes P4, P13 y P20), y la idea 12 “Ayuda o favorece el desarrollo de habilidades lingüísticas” (por los docentes P7, P8, P10 y P17). Los resultados aquí aportan de manera complementaria al enriquecimiento de la caracterización, a través de la agrupación de ideas y su presentación bajo una estructura de fácil lectura.

## **4. DISCUSIÓN**

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

A partir de la evidencia obtenida, de las producciones docentes extraídas de los talleres de reflexión, aplicados durante el curso de perfeccionamiento del profesorado para explicación y argumentación, se han analizado sus respuestas, a modo de caracterizar la relevancia que ellos atribuyen al lenguaje científico y a la argumentación científica en particular, a partir de sus experiencias profesionales en aula. En ellas, se ha logrado establecer cuáles son los elementos comunes y diferentes, en los relatos del profesorado, y así aportar con una caracterización del perfil actual de docente de ciencias en Chile.

De acuerdo con la información obtenida del análisis de los datos, en el apartado 3.4 se estableció, que los docentes desde la perspectiva de los planos del pensamiento de Labarrere y Quintanilla (2002) en su mayoría (94%) atribuyen al lenguaje científico una función instrumental-operativa(I-O) , lo que implica que el profesorado en general, da una importancia principal al objeto de la ciencia y la actividad científica, desconectada de los sujetos que y sus particularidades, así como de los contextos sociales en los que se desarrollan los estudiantes, respecto a la construcción y comprensión del lenguaje científico, así como de la misma teoría, sus leyes, modelos explicativos, y conceptos. En similar medida (76%), establecen una importancia sobre los procesos personales de aprendizaje (personal – significativo), apropiación y comprensión de ideas científicas, así como de sus modelos explicativos, sin embargo, un grupo minoritario de docentes (47%), incluyen en sus ideas y relatos, la importancia que el contexto sociocultural, desempeña, en el desarrollo de las ideas de la ciencia. Desde la Metodología científica de Toulmin, por su parte, un 65% de los docentes atribuyen al lenguaje científico importancia sobre los procesos de Pensamiento, y la mejora de los procesos interpretativos y constitutivos de las ciencias, además del rol mismo que tiene sobre el lenguaje mismo, como

construcción dinámica, a partir de las nuevas formas de comprender el mundo. La importancia que se le otorga lenguaje, como componente del lenguaje científico, ha sido consensuada en esta investigación (100% del profesorado), lo cual parece lógico, desde la idea de que, a través de la apropiación de lenguajes científicos particulares, se modifica también la manera de comunicar ideas no necesariamente científicas, apoyadas en estas nuevas ideas sobre el mundo. Por su parte, un 41% de los docentes atribuye al lenguaje científico una importancia sobre el contexto sociocultural, emocional, y/o valórico entre las ideas de la ciencia y los sujetos que aprenden ciencias.

Para el caso de argumentación científica, en particular, que corresponde al objeto principal de análisis de esta investigación, podemos identificar que la tendencia no es muy similar a lo que ocurre al hablar de lenguaje científico, ya que, evaluadas las producciones docentes desde la dimensión de los Planos del Pensamiento Científico (Labarrere y Quintanilla, 2002), solo un 25% de la muestra atribuye a la argumentación una funcionalidad instrumental-operativa (I-O) en el desarrollo del pensamiento científico, a través de su rol relevante sobre la misma actividad científica, independiente a los sujetos. Sin embargo, desde el plano personal-significativo de los sujetos que aprenden (estudiantes) es reconocido en los relatos por un 80% del grupo muestral, que a partir del desarrollo y trabajo del pensamiento competencial argumentativo, es que los estudiantes logran una apropiación significativa de las ideas, a partir de la discusión y el contraste de sus ideas con otras, así como el hecho propio de defender las ideas que se consideran validas, apoyadas en los argumentos pertinentes para su defensa. En este mismo grupo muestral, sin embargo, un 60% de ellos reconoce la importancia y la influencia del trabajo grupal y cooperativo en la solución de un problema socio-científico, los que poseen una influencia fundamental sobre los propios procesos cognitivos de los sujetos que aprenden, y que a su vez determinan a través de la actividad cooperativa.

Desde la dimensión de la Metodología Científica de Toulmin un 95% de los docentes reconocen en la argumentación científica como actividad escolar un rol sobre la estructuración del pensamiento científico de los sujetos que aprenden, así como del lenguaje mismo con el que se configuran las ideas de la ciencia. Pero sólo un 10% del profesorado (2 docentes) atribuyen a la habilidad argumentativa una relación significativa con el contexto social, cultural, valórico y emocional, con el desarrollo del pensamiento científico del sujeto que aprende ciencias.

## **5. CONCLUSIONES**

### **5.1 Relativo a los instrumentos**

De acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación, que han sostenido como finalidad el caracterizar las ideas del profesorado de ciencias en ejercicio, respecto a rol de la argumentación como competencia desde sus experiencias en aula, se han logrado identificar las representaciones que el profesorado mantiene, respecto a esta CPC. A partir del análisis, de sus producciones desde las dimensiones didácticas propuestas por Quintanilla (2018), correspondientes en esta investigación a Planos del Pensamiento Científico (PPC), y la Metodología Científica de Toulmin (MCT) ha sido posible establecer una caracterización de los docentes de ciencia. Donde los docentes atribuyen a la competencia argumentativa, un énfasis en la actividad científica misma, así como en los procesos personales de quienes las abordan, pero no reconoce en ella su rol social. Desde el análisis de la dimensión didáctica de la MCT, los docentes de ciencias reconocen que la argumentación como competencia a desarrollar, aporta a mejorar las representaciones teóricas sobre los fenómenos naturales y socio tecnológicos, así como a ajustar los lenguajes utilizados para socializar dichas ideas, sin embargo, no verbalizan el componente experiencial de dicha competencia, la cual da valor significativo al contexto, los valores, la cultura, así como las cuestiones políticas, económicas o morales, que modelan la actividad científica tanto erudita como escolar, sus quehaceres y sus finalidades.

## **5.2 Relativo a los objetivos**

La identificación de estas ideas, y la ejecución de relaciones estadísticas entre los descriptores y sus respectivas dimensiones, han permitido establecer la caracterización de la importancia que el profesorado de ciencias naturales, tanto, así como de química, biología, y física, atribuyen a la argumentación científica como competencia y como habilidad cognitivo lingüística, útil para el quehacer tanto de la ciencia erudita, como de la ciencia escolar. Donde ha quedado en evidencia que aún para los docentes, la transmisión de contenidos sigue teniendo un papel protagónico en la enseñanza de las ciencias, y que el desarrollo de habilidades y competencias, a pesar de su explícita importancia y utilidad, siguen siendo consideradas un medio material, para la apropiación de conocimientos científicos, más que como una estrategia para promover el desarrollo del pensamiento y aportar a la solución de los problemas socio tecnológicos y naturales, que son considerados una de las mayores finalidades de la educación científica escolar.

## **5.3 Relativo a los datos**

Se reconoce desde lo expresado en las producciones docentes, que las actividades realizadas durante los TRD, y particularmente la lectura de textos de investigación especializada sobre lenguaje científico y argumentación, han resultado un aporte para situar a los docentes en el contexto teórico de la discusión y que, sin embargo, según éstos plasman en sus relatos, las

competencias y en particular la argumentación, no tienen un valor relevante más allá del plano instrumental y personal.

Estas inconsistencias o incoherencias pueden tener un origen multifactorial, tanto de la formación personal de cada uno, desde el hogar, la escuela y la universidad, hasta la interacción que se da con la institucionalidad, esto tanto desde el rol del profesor, el currículum, la planificación, pero también desde el conocimiento o desconocimiento de las capacidades y conocimientos que los profesores tienen acerca de la teoría didáctica de las ciencias, y en particular, de la argumentación. Por esto consideramos una necesidad imperante que el profesorado se apropie de la importancia y relevancia de la contextualización científica en el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación propios de la educación científica escolar. Donde la multiculturalidad, las emociones, actitudes, y valores, del grupo, generan influencias sobre el proceso, y el resultado en la comprensión y en la construcción de las ideas de la ciencia. El docente de ciencias no es neutral en su discurso, así como tampoco lo son los estudiantes, ya que sus representaciones teóricas, ideología, su postura política, ético-moral, sus valores y emociones son explicitadas mediante su discurso directa o indirectamente, por tanto los docentes deben tomar conciencia de esta realidad y a partir de estas diferencias personales o grupales, debe proponer el trabajo de contrastar, defender y/o cuestionar los distintos elementos y posturas, mediante el desarrollo de habilidades competenciales cognitivo-lingüísticas como la argumentación científica escolar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduriz-Bravo, A. (2002). Un modelo para introducir la naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.
- Aduriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Aduriz-Bravo (2007). La naturaleza de las ciencias en la enseñanza de las ciencias naturales., En: Gallego Badillo, R. Pérez, Miranda, R y Torres de Gallego, L. N. (comps.). *Didáctica de las Ciencias: Aportes para una discusión*, Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Aduriz-Bravo, A. (2012) Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias, En: Badillo E., García, L., Marbà, A. y Briceño, M. (coords.). *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas*, 43-67. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Bliss, J., Monk, M., & Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research: A guide to uses of systemic networks*. London, United Kingdom: Routledge Kegan & Paul.
- Chamizo, J. (2007) Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 25(1)133-146.
- Chamizo, J. A., & Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 51, 9-19.
- Clausen, S. E. (1998). *Applied Correspondence Analysis: An Introduction In: Qualitative Applications in the Social Science* (Vol. 121). Oslo, Noruega: Sage Publications,
- Driver, R., Guesne, E. Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Fernando, B., Rodríguez, C., & Hernández, T. E. (2016). Science, Language as a Strategy for Learning Science Curriculum Topics. *Bioartículos de Investigación*, 9, 73–88.
- Fortuny, J. M. (1989). Elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y matemáticas en los niveles no universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 6, 169-179.
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D., Giacomo, M. A. Di, y Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. Bauru, Brasil. *Ciência & Educação*, 20(4), 785–799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Henao, B., y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 7, 47–62.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. 3era Edición. México. Editorial McGraw-Hill.

- Izquierdo, M., García-Martínez, Á., Quintanilla, M., y Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, Filosofía y Didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de las Caldas
- Jiménez-Aleixandre, M. P., y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso De Aula Y Argumentación En La Clase De Ciencias: Cuestiones Teóricas Y Metodológicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(3), 359–370.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). Competencias en argumentación y uso de pruebas :10 ideas clave. *Ideas Clave*, 12(2010), 200. Recuperado de: <http://84.88.0.227/record=b1819626#>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Gallastegui, J. R., Eirexas, F., & Puig, B. (2009). Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias (UE, Proyec.). España: *Universidad Santiago de Compostela*.
- Labarrere, A., & Quintanilla, M. (2006). La evaluación de los profesores deficiencias desde la profesionalidad emergente. *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, 1, 257-278.
- Labarrere, A., & Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo*, 30(1), 121-137.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation. Recuperado en: <https://doi.org/citeulike-article-id:748226>
- Marina, J. A. (2005). El vuelo de la inteligencia. Madrid, España: De Bolsillo.
- Mejía, L. S., González Abril, J., y García Martínez, Á. (2013). La Argumentación en La Enseñanza de las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.*, 9(1), 11–28.
- MINEDUC-ME, A. M. (2016). 00020-A. Registro Oficial 725 del 3 de enero de 2017. Acceso el 12 de julio de 2017.
- Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación Química*, 20(2), 156–165. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30022-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30022-3)
- Orellana, C. y Quintanilla, M., Páez, R. (2018). Conceptions of teaching and learning Natural Sciences in early childhood educators in Chile and their relationships with models of scientific rationality *Ciência & Educação (Bauru)*, 24 (4).(En prensa)
- Quilez Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27(2), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002>
- Quintanilla, M. (en prensa) El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia. *Las Competencias del Pensamiento Científico*. Santiago, Chile. Editorial Bellaterra.
- Quintanilla, M. et al. (2014). Las competencias del pensamiento científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula. Santiago, Chile. Editorial Bellaterra.

- Quintanilla, M. et al. (2012) Las competencias del pensamiento científico desde las voces del aula. (Proyecto AKA04). Santiago, Chile. Editorial Bellaterra.
- Quintanilla, M. (2011). Identificar, caracterizar y evaluar Competencias de Pensamiento Científico (CPC) en Profesores de Química en Formación. *Formación de Profesores de Ciencias.*, Santiago, Chile: Editorial Bellaterra.
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., ... Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? *Enseñanza de Las Ciencias*, 28(2), 185–198.
- Quintanilla, M., Urra, S., Monzón, M., Joglar, C., Jara, R., Cuellar, L., y Camacho, J. (2009). La Comunicación Científica en el Aula de Secundaria. Argumentar y Explicar ¿Qué es el Enlace Químico?. *Didáctica de las Ciencias*, Número Extr., 14767–1479. Recuperado de: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2009nEXTRA/edlc\\_a2009nExtrap1476.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap1476.pdf)
- Revel, A., Meinardi, E., y Adúriz, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad *School scientific argumentation : a contribution to the understanding of a complex model of health and disease. Cienc.*, Bauru, Brasil. 20, 987–1001. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>
- Revel Chion, A. (2010). Hablar y escribir ciencias. En: Meinardi, E., González Galli, L., Revel Chion, A. & Plaza, M. V. (Eds.). *Educación En Ciencias* (pp. 163–190). Buenos Aires: Paidós.
- Romano, G. (2016). ¿Cómo conciben estudiantes y docentes de biología el rol del lenguaje en las prácticas científicas ?, 27, 319–342.
- Ruiz, F., Márquez, C., y Tamayo, O. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 53–70. Recuperado de: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.985>
- Ruiz Ortega, F., Tamayo Alzate, O., y Márquez Bargallo, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 4(3), 629–645. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201507129480>
- Sanmartí, N. (coord.) (2003). *Aprender Ciéncias Tot Aprenent a Escriure Ciencia*. Barcelona, España: Edicions 62.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje\*. *Enseñanza De Las Ciencias*, 21, 21–25.
- Vélez Arias, M. E., Girón Girón, M. L., y Girón, G. (2016). Desarrollo De La Habilidad Argumentativa En La Enseñanza – Aprendizaje Del Concepto De Vacunación en Estudiante sUniversitarios. Tesis para optar al grado de Maestría en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Educación, Univesidad Autónoma de Manizalez, Colombia. En *Estudiantes Universitarios*. Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/1078/1/TESIS%20DESARROLL>

[O%20DE%20LA%20HABILIDAD%20ARGUMENTATIVA.pdf](#)

Toulmin, S. (1977). La comprensión humana-Volumen 1: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. *Madrid, España. Alianza Editorial,*

## ANEXOS

### AGENDA DEL CURSO DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE

Agenda día 1: martes 03 de enero de 2017

Fase de la sesión	Hora	Actividad(es) y contenidos
-	09:00-09:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción y ajuste de curso.</li> <li>- Presentación de los participantes.</li> </ul>
Introdutoria 1	09:15-10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivo 1-&gt; Exploración (Disolución glucosa).</li> <li>- Lectura y discusión 1 -&gt; "San Martí, Izquierdo y García, 1999".</li> <li>- Dispositivo 2</li> <li>- Socialización guiada de la lectura e intercambio de ideas.</li> </ul>
	10:00-10:45	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los trabajos prácticos en ciencias naturales.</li> </ul>
	10:45-11:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura y discusión 2 -&gt; "Sutton, 2003"</li> <li>- Dispositivo 3</li> </ul>
	11:00-11:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Café</li> </ul>
Resolución de la tarea 1	11:15-12:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorio 1, práctica 1: Explicación científica, Sublimación del yodo. Dispositivo 4 (L1).</li> </ul>
-	12:30-13:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorio 2, práctica 2, explicación científica</li> </ul>
Evaluación 1	13:30-14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de la tarea 1. Dispositivo 7.</li> </ul>
-	14:00-14:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de agenda día 2.</li> </ul>

Agenda día 2: miércoles 04 de enero 2017

Fase de la sesión	Hora	Actividad(es) y contenidos
-	09:00-09:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción de nociones de la clase anterior.</li> <li>- Precisiones terminológicas. Devolución D07.</li> </ul>
Introdutoria 2	09:15-10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura y discusión 2 -&gt; "Sutton,2003"</li> <li>- Dispositivo 2 (en carpeta).</li> <li>- Socialización de lectura e intercambio de ideas.</li> <li>- Habilidades cognitivo lingüística.</li> </ul>
	10:00-10:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de preguntas para evaluar habilidades cognitivo lingüísticas.</li> </ul>
Resolución de la tarea 2	10:15-11:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taller de análisis y evaluación de preguntas.</li> <li>- Socialización. Precisiones terminológicas.</li> </ul>
	11:00- 11:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Café.</li> </ul>
	11:15-11:45	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorio (L4), dispositivo 8.</li> </ul>
	11:45-12:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorio (L5) dispositivo 9.</li> </ul>
	12:15-13:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de agenda día 2.</li> </ul>

Evaluación 2	13:15-13:45	- Socialización de la sesión día 2
	13:45-14:15	- Evaluación de la tarea 2. Dispositivo 11

Agenda día 3: jueves 05 de enero 2017

Fase de la sesión	Hora	Actividad(es) y contenidos
-	09:00-09:15	- Devolución del día 2. - Revisión de nociones del día 1 y día 2 - Intercambio de ideas y experiencias.
Introdutoria 3	09:15-10:00	- Lectura y discusión 3 -> "Osborne,2009" - Dispositivo 12 - Socialización guiada de lectura e intercambio de ideas.
	10:00-11:00	- Taller 2 la V heurística de Gowin. Enseñar y pensar. - Dispositivo 13.
Resolución de la tarea 3	11:00- 11:15	- Café.
	11:15-12:15	- Laboratorio (L6), dispositivo 14.
	12:15-13:45	- Preparación preliminar de práctica experimental innovadora (PEI) - Socialización 3
	12:15-13:15	- Revisión de agenda día 2.
Evaluación 3	13:45-14:00	- Evaluación de la tarea 3 y socialización. - Dispositivo 15
	14:00-14:15	- Revisión de la agenda día 4.

Agenda día 4: viernes 06 de enero 2017

Fase de la sesión	Hora	Actividad(es) y contenidos
-	09:00-09:10	- Revisión de nociones de la clase anterior. - Resolución de dudas.
Introdutoria 4	09:10-09:50	- Uso de experimentos históricos para aprender a explicar y argumentar en la clase de ciencias (Faraday -> Dispositivo 16) - Socialización e intercambio de ideas.
	10:00-11:00	- Taller 2 la V heurística de Gowin. Enseñar y pensar. - Dispositivo 13.
Resolución de la tarea 4	11:00- 11:15	- Café.
	11:15-12:15	- Laboratorio (L6), dispositivo 14.
	12:15-13:45	- Preparación preliminar de práctica experimental innovadora (PEI) - Socialización 3
	12:15-13:15	- Revisión de agenda día 2.
Evaluación 4	13:45-14:00	- Evaluación de la tarea 3 y socialización.

		- Dispositivo 15
	14:00-14:15	- Revisión de la agenda día 4.

LOS DISPOSITIVOS DEL CURSO DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14 Y D15).

**Escuela de Verano 2017**

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 1**

**Fase Introdutoria 1 – Exploración: Explicación científica de un fenómeno cotidiano**

Dibuje cómo usted se representa una disolución de sacarosa (azúcar común) en agua y luego explique su dibujo.

Dibujo	Texto

**Escuela de Verano 2017**

---

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 2**

**Fase Introdutoria 1 – Lectura y discusión artículo Sanmartí et al., 1999**

**A partir de la lectura realizada**

1. ¿Qué reflexiones iniciales te surgen a partir de la lectura con tu labor como profesor/a de ciencia (química, biología, física, ccnn)?

- 2.- ¿Qué temas planteados en la lectura te parecen controversiales o interesantes respecto a la enseñanza-evaluación-aprendizaje de las ciencias? ¿Por qué?

Escuela de Verano 2017

---

Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja: \_\_\_\_\_

Dispositivo 3

Fase Introdutoria 2: Lectura y discusión artículo

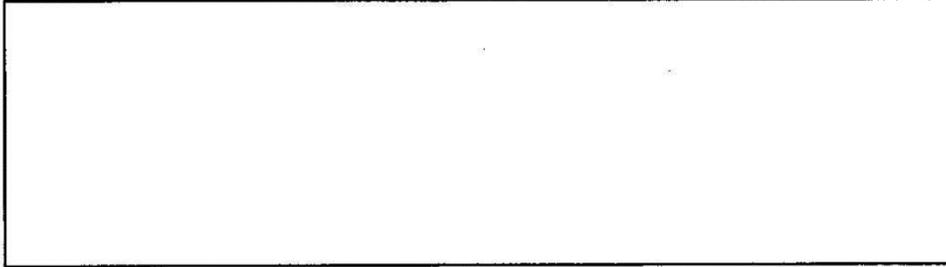
“Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje” (Sutton, 2003).

**Situación:** En un consejo de profesores se discute ¿Qué valor le atribuyen al *discurso del profesorado* en la clase de ciencias?, de sus conclusiones surgen las siguientes ideas: (i) Transferir información a los estudiantes, (ii) Claridad en las instrucciones para resolver los problemas, (iii) Controlar a los estudiantes y (iv) Estimular sus competencias de pensamiento científico.

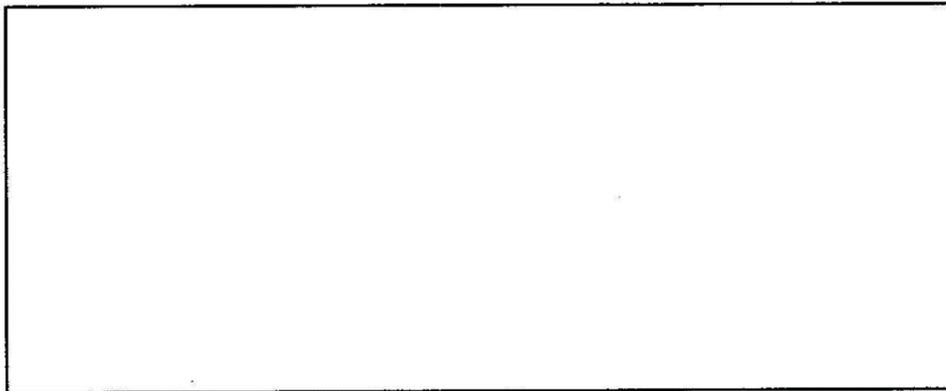
1.- Si estuvieras participando de esta reunión, con cuál o cuáles de las ideas estaría de acuerdo, ¿por qué?

2. ¿Cómo podríamos promover en nuestros estudiantes que las ideas científicas consideran aspectos del mundo y buscan pruebas para apoyar o contradecir esas nuevas ideas que se **discuten** como parte de la actividad humana?

3. ¿Por qué se considera el lenguaje científico como un proceso de creación de la ciencia que se va conectando entre sí con nuevas formas de observar, hablar y hacer, y éstas se mantienen unidas mediante argumentaciones basadas en pruebas y que 'cambian en el tiempo' ?



4. En su experiencia como profesor de ciencias ¿Cómo hablan, leen y escriben (comunican) sus ideas nuestros estudiantes en la clase de ciencias? ¿ Qué piensas?



Escuela de Verano 2017

---

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 4**

**Laboratorio 1. Actividad 1 (L1) La explicación científica en una práctica de laboratorio**

Orientaciones para abordar la tarea (trabajo individual):

- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea

**Trabajo Grupal Momento 1**

- En un vaso de precipitados seco se colocan cuidadosamente algunos cristales de yodo.
- Tapa el extremo superior del vaso con un vidrio de reloj invertido o placa (cápsula) de Petri.
- Coloca 2 cubos de hielos sobre el vidrio o cápsula.
- Calienta cuidadosamente por un par de minutos 'el sistema' ( vaso de precipitado con los cristales de yodo tapado con el vidrio de reloj)

**Trabajo Grupal Momento 2**

- Dibuja cómo te representas los cristales de yodo antes de calentarlo
- ¿Qué está sucediendo al aumentar la temperatura? DESCRIBE Y DIBUJALO ¿Cómo lo EXPLICAS?
- DESCRIBE y DIBUJA lo que se ha obtenido luego de calentar los cristales



*Julius Richard Petri fue un microbiólogo alemán a quien se le atribuye la invención de la placa de Petri, mientras trabajaba como asistente de Robert Koch. Nació el 31 de mayo de 1852, Barmen, Alemania. Murió el 20 de diciembre de 1921, Zeltz, Alemania*

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 5.**

**Laboratorio 1. Actividad 2 (L2) La explicación científica en una práctica de laboratorio**

Orientaciones para abordar la tarea (trabajo grupal):

- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea.

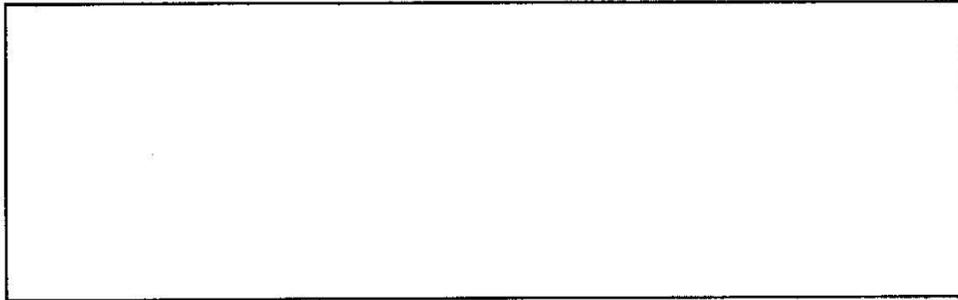
**Trabajo Grupal Momento 1**

1. Dispongan de 3 tubos de ensayo y de una probeta pequeña.
2. Marquen cada uno de ellos (Tubo A, Tubo B, Tubo C)
3. En el tubo A agregue volúmenes iguales de agua (primero) y de alcohol – etanol, después
4. En el Tubo B agregue volúmenes iguales de agua (primero) y de aceite de cocina, después
5. En el tubo C agregue volúmenes iguales de agua (primero), de alcohol después y finalmente de aceite.
6. Agiten cada tubo por separado y déjenlos reposar unos minutos.

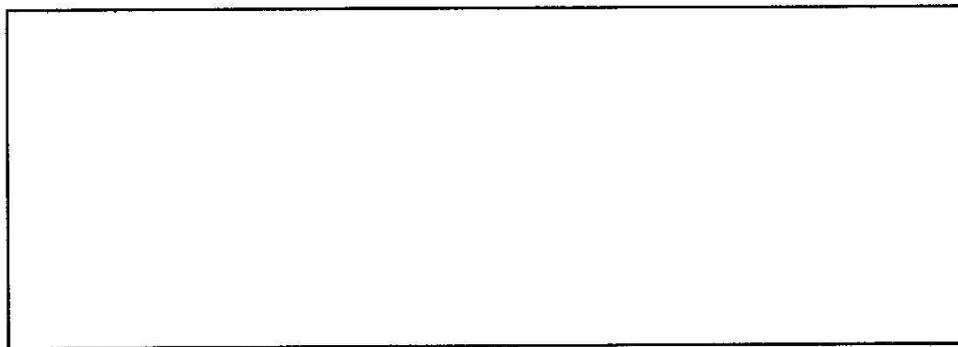
**Trabajo Individual Momento 2.**

1. ¿Cómo te representas 'el fenómeno' a nivel microscópico en el tubo A? Dibújalo

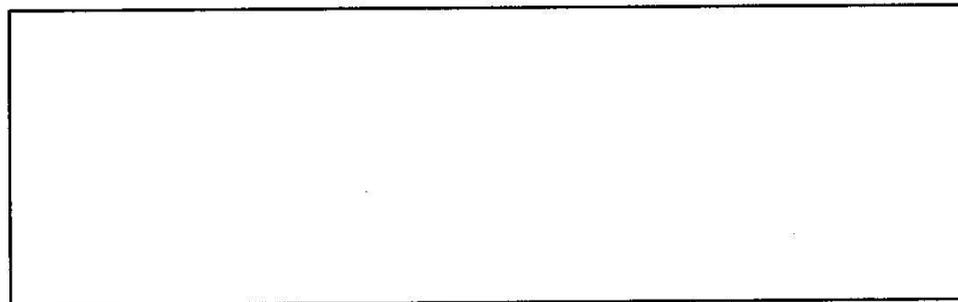
2.- ¿Cómo explicas lo que sucedió en el tubo A? Escribe tu explicación.



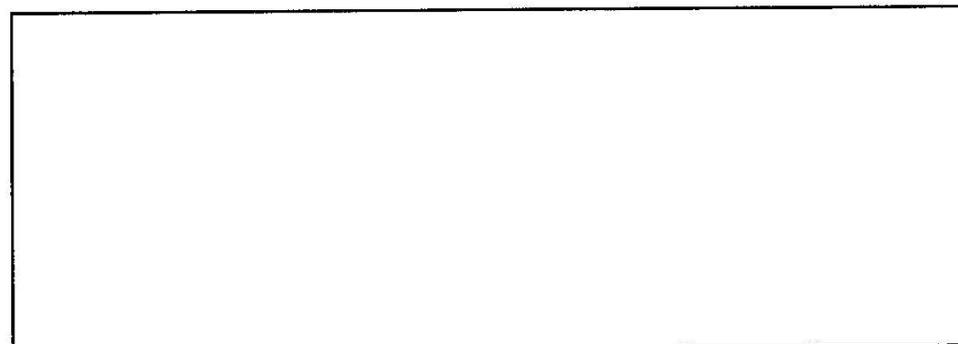
3.- ¿Cómo te representas 'el fenómeno' a nivel microscópico en el tubo B? Dibújalo.



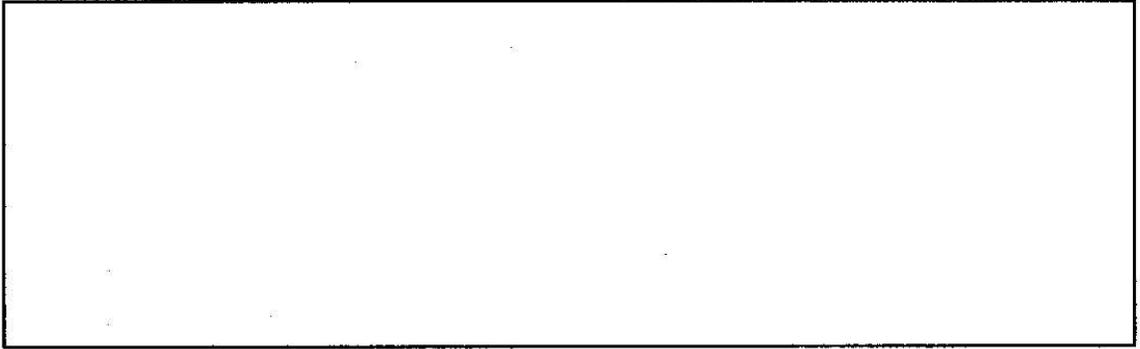
4.- ¿Cómo explicas lo que sucedió en el tubo B? Escribe tu explicación



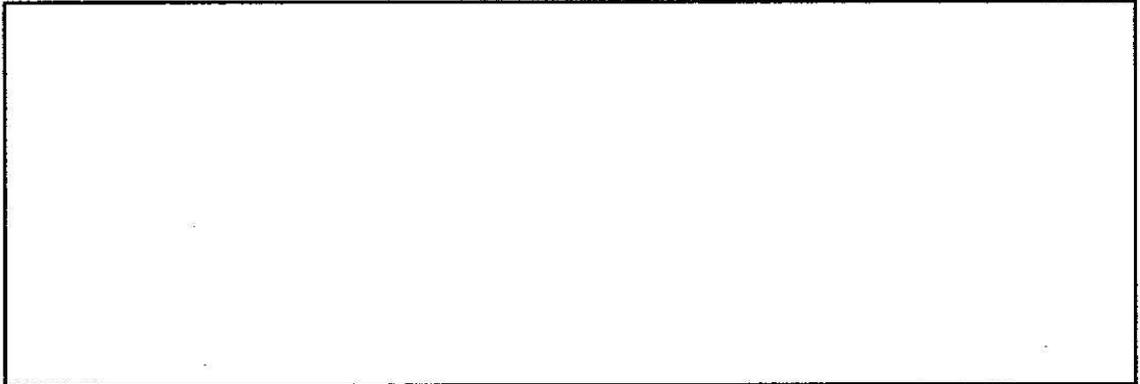
5.- ¿Cómo te representas 'el fenómeno' a nivel microscópico en el tubo C? Dibújalo



6.- ¿Cómo explicas lo que sucedió en el tubo C? Escribe tu explicación



7.- Reúnanse en parejas. Comparen dibujos y explicaciones. Redacten lo que pueden concluir de la experiencia luego de intercambiar ideas y puntos de vista.



**Escuela de Verano 2017**

---

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

**Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Especialidad:** \_\_\_\_\_ **Nivel en el que trabaja:** \_\_\_\_\_

**Dispositivo 6**

**Laboratorio 1. Actividad 3 (L3) La explicación científica en una práctica de laboratorio**

**Orientaciones para abordar la tarea (trabajo individual):**

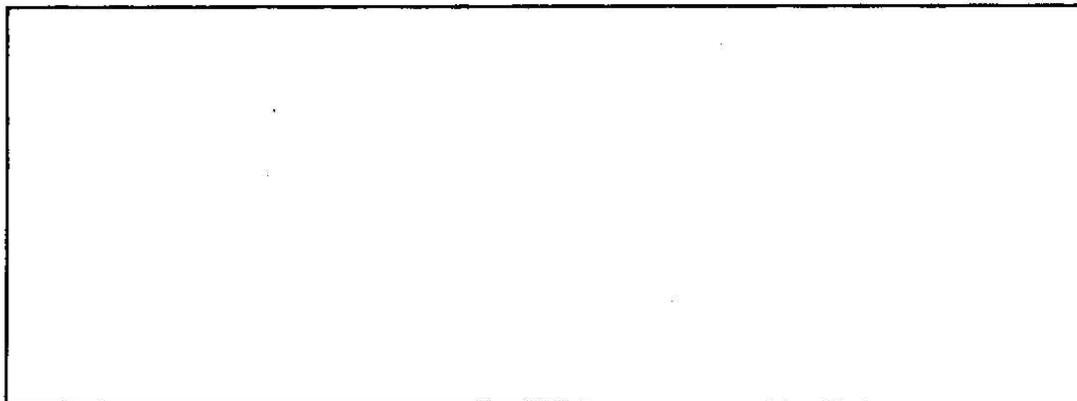
- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea

**Trabajo Individual**

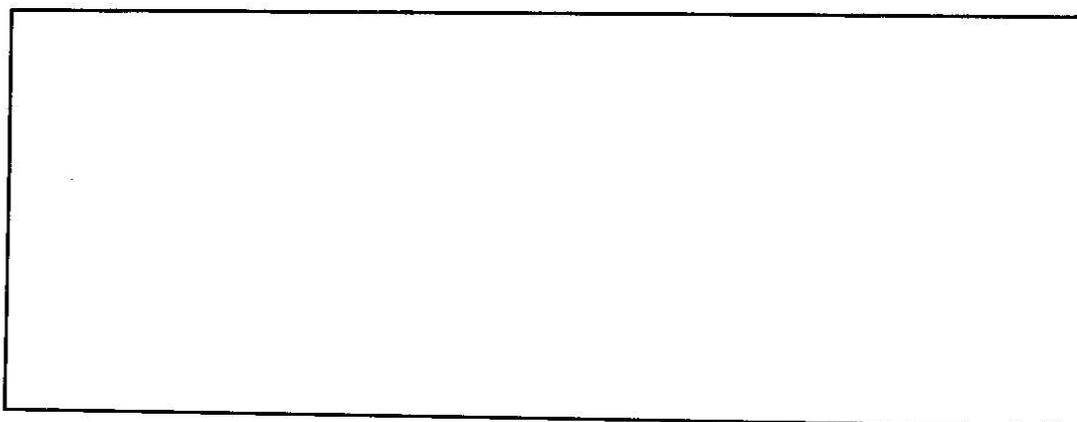
1. Imagina que colocas una cantidad similar de azufre y hierro en el mismo vidrio de reloj ¿Qué esperarías que suceda? Adelanta una posible EXPLICACIÓN.

2. Ahora realiza la actividad cuidadosamente colocando una sustancia química primero (azufre) y la otra después (hierro) ¿Qué sucede? Coincide lo que OBSERVAS con tu explicación inicial?

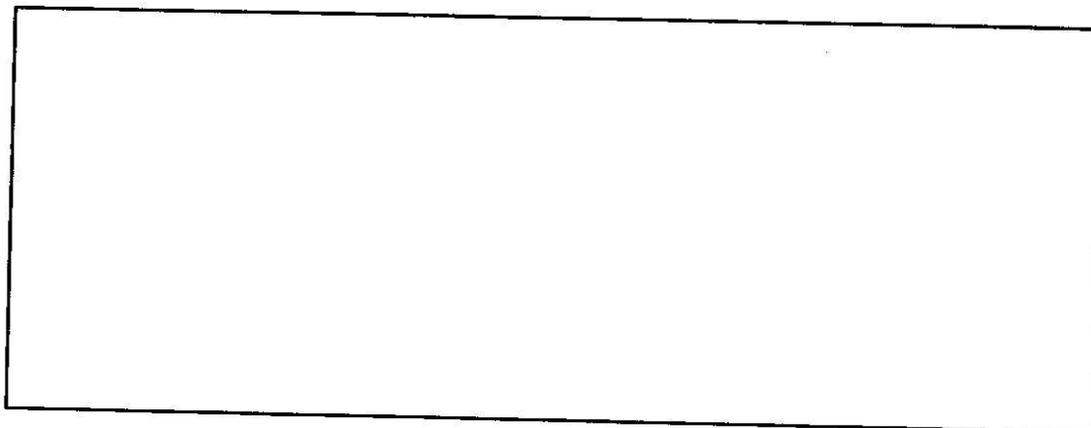
3. Dibuja ahora lo que has observado.



4. ¿Podrían separarse nuevamente el azufre del hierro? ¿Cómo procederías? En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿cómo lo EXPLICAS?



5. ¿Es posible producir una reacción química entre el azufre y el hierro? En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿cómo se EXPLICA?



**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 7**

**Evaluación de Aprendizajes 1**

- ¿Qué has aprendido hoy con las diferentes actividades realizadas durante el curso?

- ¿Qué valor tiene el lenguaje para comprender las consignas (instrucciones/ideas) de un profesor de ciencias en diferentes contextos?

- ¿Cómo explicas que los profesores de ciencia en general *no enseñemos a explicar*?

**“Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar”**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 8**

**Laboratorio 4. / Actividad 1 (L4) La explicación científica en la cocina**

**Desnaturalizando proteínas 1**

**Orientaciones para abordar la tarea (trabajo individual):**

- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea

**Introducción a la tarea grupal. (Tiempo estimado de la actividad 20')**

**¿Qué sustancias químicas hay en la clara de huevo? La clara de huevo está formada por agua (90%) y proteínas (10%) Ejemplo Composición del huevo de gallina (% en peso)**

	Clara	Yema
%	58	31
Agua	88,0	48,0
Proteína	11,0	17,5
Grasa	0,2	32,5
Resto	0,8	2,0

### Trabajo Grupal

#### Materiales/instrumentos/insumos necesarios

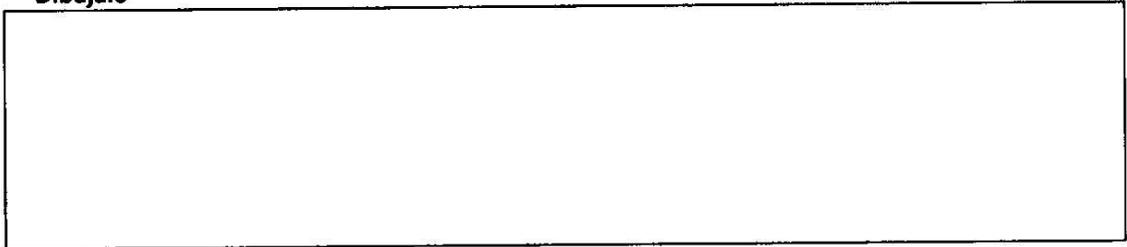
- La clara de un huevo
- Un vaso de precipitados
- Alcohol
- Reloj o cronómetro

#### Procedimiento (grupal) 1

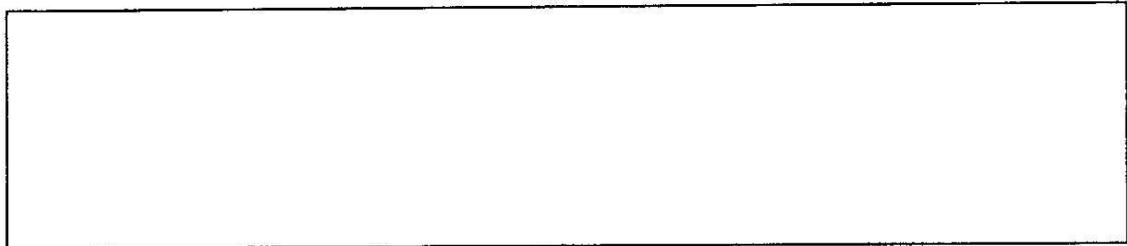
- Agreguen la mitad de alcohol a un vaso de precipitados.

#### Actividad de aprendizaje (individual) 1

1. ¿Cómo te representas “microscópicamente” la sustancia (alcohol) contenida en el vaso?  
Dibújalo



2. Ahora explica tu representación.

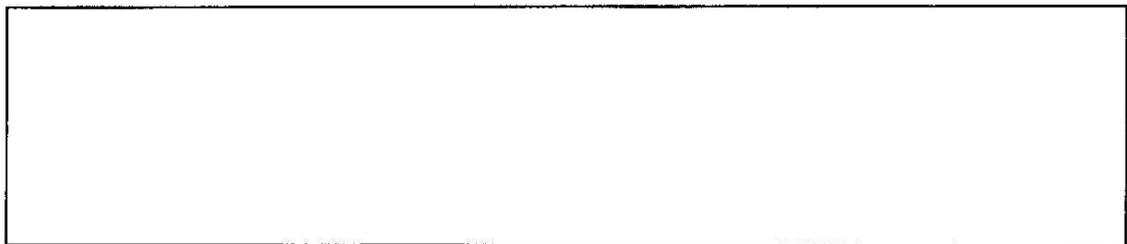


#### Procedimiento (grupal) 2

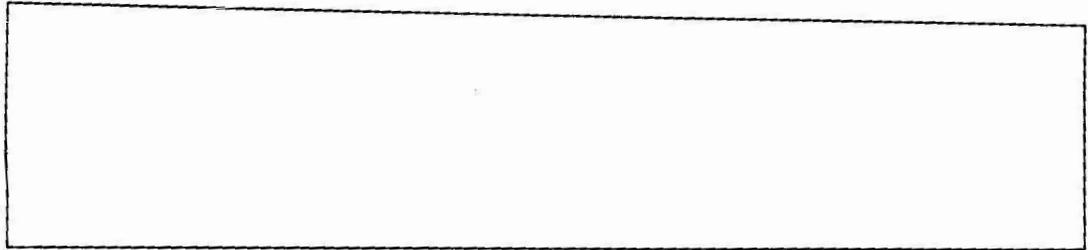
- Añadan ahora la clara del huevo en el vaso con alcohol.

#### Actividad de aprendizaje (individual) 2

1. ¿Cómo te representas ‘microscópicamente’ lo que sucede en el vaso? Dibújalo



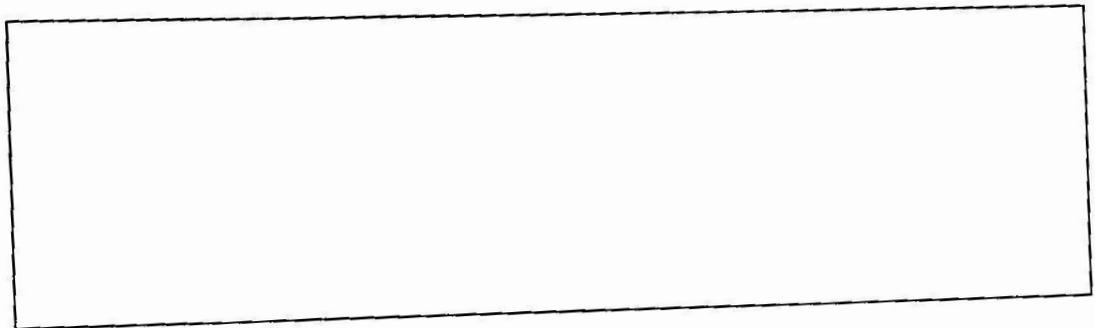
2. Ahora explica tu "nueva representación".



**Procedimiento (grupal) 3**

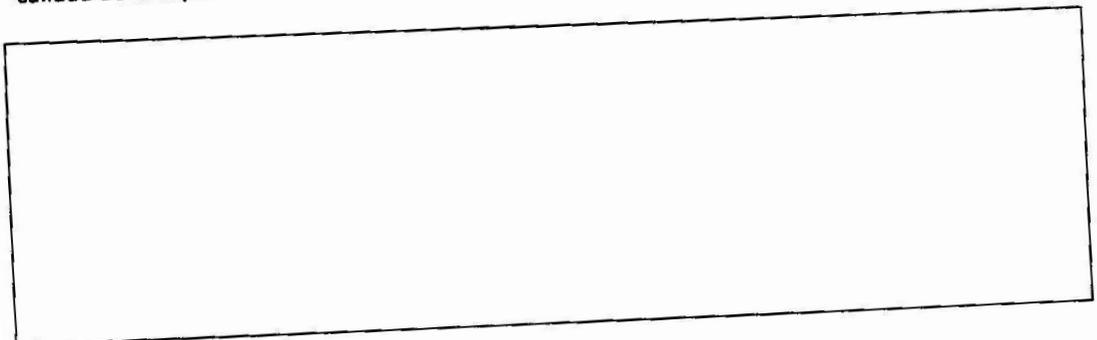
Tapen (cubran) el vaso con una cápsula de Petri o Vidrio de Reloj o bien con papel aluminio. Espera al menos media hora. A medida que pasa el tiempo observa lo que sucede (fenómeno) en el vaso. (Dejen el vaso tapado y vuelvan a observarlo al día siguiente).

1. Expliquen lo que sucede con el 'fenómeno' a medida que transcurre el tiempo.



**Procedimiento (grupal) 4**

1.- Ahora, intercambia tus ideas (dibujos y explicaciones) en un grupo pequeño ¿Mejora la calidad de la explicación? Incorpora las ideas que surgen del trabajo grupal.



**Escuela de Verano 2017**  
**Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación**  
**y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y Equipo

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel en el que trabaja \_\_\_\_\_

**Dispositivo 9**

**Laboratorio 5. / Actividad 4 (L5) La explicación científica en la cocina**

**Desnaturalizando proteínas 2**

**Orientaciones para abordar la tarea (trabajo individual):**

- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea

**Introducción a la tarea grupal. ¿Qué es la leche?** Es una emulsión de grasa en una solución acuosa de proteínas, lactosa, minerales y vitaminas.

**Composición de la leche (% en peso)**

Componente	Vaca	Oveja	Cabra
Agua	87,0	82,0	87,0
Proteína	3,5	5,8	3,6
Grasa	3,7	6,7	4,1
Lactosa	4,9	4,6	4,6
Minerales	0,7	0,8	0,9

**Composición según el tipo de leche (% en peso)**

<b>Tipo</b>	<b>Entera</b>	<b>Desnatada</b>
<b>Agua</b>	88	90
<b>Proteína</b>	3,5	3,4
<b>Grasa</b>	3,5	0,1
<b>Hidratos de Carbono</b>	4,6	5,1

**Materiales necesarios**

- Dos vasos de precipitados
- Un volumen de leche a temperatura ambiente (20 -40 mL)
- Un volumen de vinagre (5 -10 mL)
- Un volumen de jugo de limón (5-10 mL) o medio limón

**Procedimiento Grupal**

- Añade a cada vaso por separado el mismo volumen de leche
- Marca los vaso A y B
- Añade el vinagre a uno de los vasos
- Exprime el limón o vacía el jugo (sucedáneo o natural) en el otro vaso.
- Agita ambos vasos para que se mezclen sus contenidos
- Espera unos 5 minutos
- Observa lo que sucede en cada uno de los vasos

**Actividad de aprendizaje (individual)**

1. ¿Cómo te representas 'microscópicamente' lo que sucede en el vaso A antes y después de agitarlo? Dibújalo

<b>ANTES DE AGITAR</b>	<b>DESPUÉS DE AGITAR</b>

2.- Ahora explica tus representaciones ANTES Y DESPUÉS

Explicación ANTES	Explicación DESPUÉS

**Para motivar a los estudiantes (un breve viaje por la historia)**

Los egipcios fueron grandes inventores y descubridores. Lograron desarrollar conocimientos sobre diferentes aspectos de la vida, como la agricultura, la medicina, la astrología y el arte. Los cuidados del cuerpo, en cuanto a su higienización y embellecimiento, también formaron parte de sus intereses y necesidades primordiales. Es sabido que los egipcios siempre tuvieron una gran preocupación por mantener lo más perfecto y armonioso posible el cuerpo que se les había dado. Esto está relacionado con sus fuertes creencias acerca de la vida eterna. Su concepción del mundo del más allá, era tan física como el mundo terrenal.

La indumentaria también era utilizada como un medio de ornamentación y embellecimiento del cuerpo. Estos hombres y mujeres estudiaron exhaustivamente el cuerpo humano y los medios para conservarlo en su esplendor. Por esta razón, sabían de los beneficios de ciertos animales, plantas y minerales.

**El baño de Cleopatra**

La Reina Cleopatra se sumergía en **baños de leche y miel**, a los que les agregaba agua de azahar y manzanilla, para gozar de sus propiedades aromáticas relajantes. Inciensos, aceites fragantes y perfume de rosas eran liberados en el ambiente de su lujoso cuarto de baño.

Los ácidos lácticos exfoliaban su piel; y la miel –compuesta de azúcares como la glucosa y fructosa– ayudaban a nutrir y sanar las capas más profundas de la dermis. Además, la miel contiene fotoquímicos que matan virus, bacterias y hongos; y posee un efecto anti-inflamatorio que cura heridas rápidamente.

Rúbrica de Evaluación de las **dimensiones teóricas de una pregunta** o estructura semántica de su diseño (narrativa de competencias explicativas y argumentativas, Quintanilla, M., 2016)

**Consideraciones previas.** Esta matriz o 'rúbrica de evaluación' es un instrumento que nos facilita *identificar y caracterizar la formulación teórica de una pregunta problematizadora con fines de enseñanza evaluación y aprendizaje*. Cada pregunta (o enunciado) tiene una 'carga teórica' que direcciona la tarea cognitiva del sujeto que aprende a explicar o argumentar

DIMENSIONES DIDÁCTICAS EN CIENCIAS	DESCRIPTORES ESTRUCTURANTES Y FUNCIONALES		
	I-O	Instrumental u operativo	Énfasis en la actividad (sin sujeto) y en el objeto de la ciencia
Planos del Pensamiento (Labarrere & Quintanilla, 2002)	P-S	Personal o Significativo	Direccionada al sujeto que aprende (yo, tú, él/ella)
	R-S	Relacional o social	Orientada al sujeto colectivo (nosotros, ellos)
	P	Pensamiento	Mejorar las representaciones teóricas de la ciencia. Orientada a la modelización,
Metodología científica para resolverla (Toulmin, 1977)	L	Lenguaje	Mejorar o ajustar los lenguajes de la ciencia. Orientada a la comunicación científica
	E	Experiencia	Innovar las actividades experimentales. Orientada a los procedimientos.
	C	Conceptual	Orientada al plano instrumental y a la actividad científica
Énfasis científico en función del aprendizaje (Planes y Programas de Estudio/carrera)	P	Procedimental	Orientada al plano personal o social.
	A/V	Actitudinal o valórico	
Énfasis de la función evaluativa	Proc.	Proceso	Interpretación de fenómenos con teorías. Plano competencial
	Prod.	Producto	Cuantificación, categorización
Carácter Competencial de la Pregunta científica	SI	Presente	Orientada a una habilidad cognitivo-lingüística
	NO	Ausente	Sin orientación competencial

Ejemplos de Preguntas para una rúbrica de evaluación (Matriz de Decisiones de Diseño Didáctico)

Pregunta Problematizadora (biología, física, química u otra categoría)	Plano del Pensamiento científico			Metodología científica para resolverla					Énfasis de la función evaluativa			Carácter Competencial de la Pregunta/enunciado	
	I-O	P-S	R-S	P	L	E	C	p	A/V	Proc.	Prod.	SI	NO
Explica cómo prepararías una solución acuosa													
¿Puedes explicar la noción de partícula?													
¿Cómo se explica que el experimento se modifique si cambia la cantidad de reactivo limitante?													
Explicuen qué caracteriza un ser vivo													
¿Cuál es el componente polémico en términos bioéticos de la experimentación con transgénicos? Explica brevemente													
¿Qué argumentos te parecen polémicos para la instalación de una central termoeléctrica en una región costera del sur de Chile?													
Calcula la cantidad de sustancia que necesitas para producir un 58% de pureza al finalizar la reacción.													
Grafica la pendiente volumen/temperatura													
Explica qué es una sustancia radiactiva													
¿Cuál es la configuración electrónica del calcio?													
Formula una conjetura que te permita explicar que sucederá en el sistema gastrointestinal si nuestra alimentación contiene un exceso de grasas.													
¿Cómo explicas la formación de caries?													
¿Cómo explicas que la cosmovisión aristotélica prevaleciera por más de 1500 años?													
Definir masa													
¿Qué argumentos plantearías para manifestar tus ideas acerca de los cultivos transgénicos cerca de colonias de abejas?													

**"Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar"**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 11 Evaluación de Aprendizajes 2**

1.- ¿Por qué crees que es valioso utilizar sustancias químicas cotidianas para enseñar a explicar en la clase de ciencias?

2.- ¿Qué dificultades (y en qué planos) identificaste en las prácticas de hoy? ¿Cómo las identificaste y las explicas?

3.- ¿Qué polémicas o contradicciones del proceso de aprendizaje que estás vivenciando son disonantes con tu práctica habitual? ¿Cómo las explicas?

Escuela de Verano 2017

**Curso: Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

**Dispositivo 12**

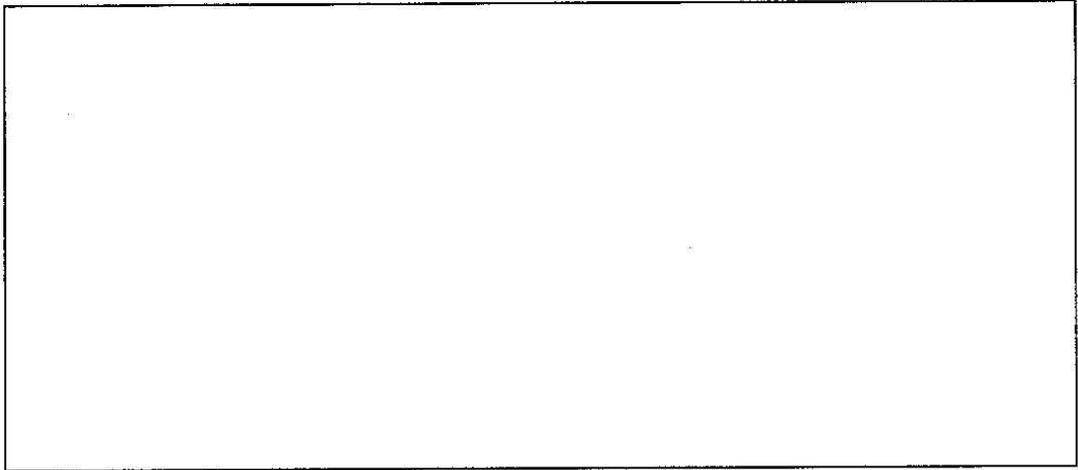
**Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación (Osborne. J, 2009)**

1. ¿Qué relevancia le atribuyes a la enseñanza dialógica en el aprendizaje de la ciencia escolar?

2. ¿Qué estructuras y procesos de la práctica educativa te parecen necesarios de abordar para promover sujetos competentes en ciencias?

## Escuela de Verano 2017

3. Desde tu experiencia y a partir de la lectura, como 'colabora' la **argumentación científica** en mejorar la calidad del pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes?



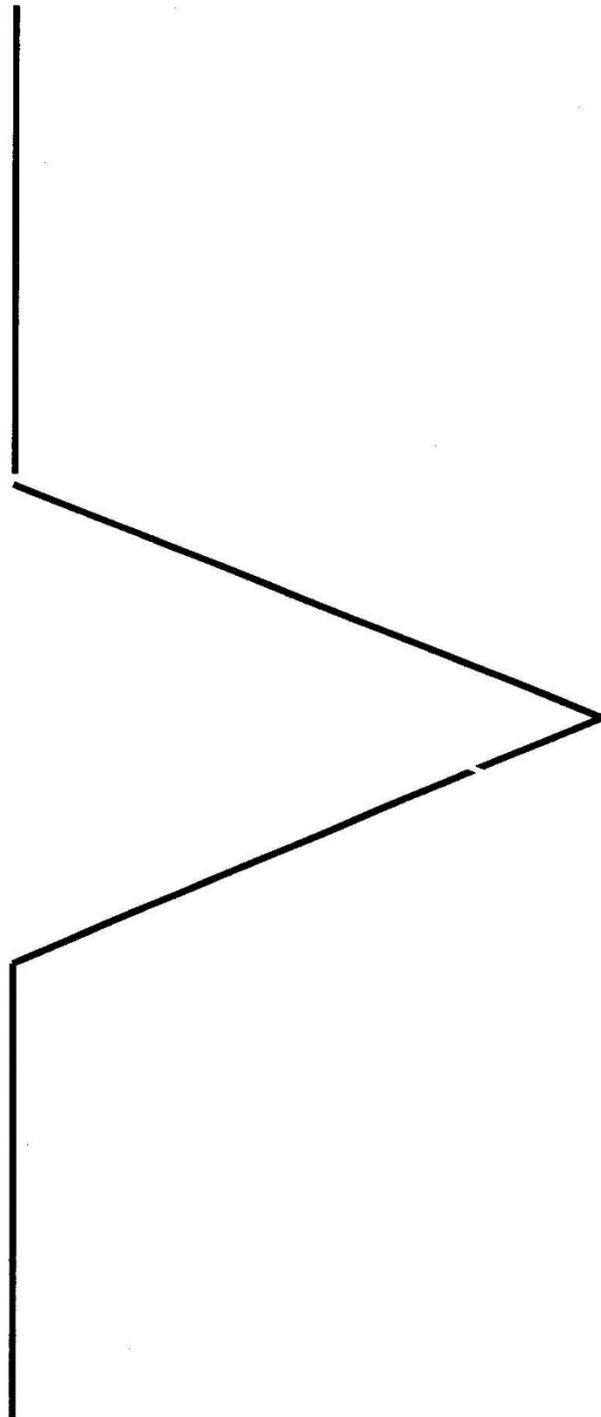
Trabajo Grupal

**PREGUNTA CENTRAL**  
(Argumentar / Explicar)

**PENSAMIENTO**

**ACTIVIDAD**

**RECURSOS**



**“Prácticas experimentales innovadoras para promover la argumentación y la explicación científica escolar”**

Profesor responsable: Mario Quintanilla Gatica y equipo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

Dispositivo 14

Laboratorio 6. / Actividad 1 (L6) La explicación científica de un fenómeno cotidiano

**ANTIOXIDANTES**

**Orientaciones para abordar la tarea (trabajo individual):**

- Escucha con atención las orientaciones del profesor responsable del curso
- Atiende al sentido de la actividad
- Sigue estrictamente las instrucciones para lograr la tarea

La **oxidación** es un proceso por el cual un átomo, ión o molécula cambia su estructura al entregar un electrón a una sustancia llamada oxidante. Se conoce un tipo particular de oxidante que produce el envejecimiento temprano y la muerte prematura de las células de nuestro cuerpo, son los **radicales libres (RL)**. Los radicales libres son moléculas producidas, por ejemplo, cuando el cuerpo degrada los alimentos o por la exposición ambiental al humo del tabaco y la radiación.

Los radicales libres pueden dañar las células y pueden representar un papel importante en las enfermedades cardíacas, el cáncer y otras enfermedades. Para retardar o prevenir efecto a nivel celular y molecular de los radicales libres se pueden consumir sustancias **antioxidantes** que se encuentran en muchos alimentos.

**Trabajo Grupal**

**Materiales/instrumentos/insumos necesarios**

- Manzana
- Plátano
- 2-3 limones o naranjas

- Papel adherente plástico
- Hielo
- 1 cuchillo
- 4 cápsulas de Petri o vidrio reloj

**Procedimientos:**

1. Corta la fruta en 4 trozos y deposítalos cada uno en un recipiente diferente. Numera los recipientes y realiza los siguientes preparados:
  - **Muestra 1:** Muestra control (fruta sin tratamientos).
  - **Muestra 2:** Fruta cubierta de hielo.
  - **Muestra 3:** Fruta con abundante jugo de limón/naranja encima.
  - **Muestra 4:** Fruta envuelta con film adherente plástico, cuidando de que no queden zonas expuestas.
2. Luego de preparar las muestras esperar 10 minutos. Cumplido este período examina y anota sus observaciones
3. Al cabo de 20 minutos repite el paso 2.
4. Anota tus observaciones en la siguiente tabla:

Número de muestra	Observaciones /descripciones a los 10 min.	Observaciones /descripciones a los 20 min.
Muestra 1		
Muestra 2		
Muestra 3		
Muestra 4		

**Actividad de aprendizaje (individual) 1**

1. ¿Cómo te representas “microscópicamente” lo sucedido en las diferentes muestras?  
transcurridos los 10 y 20 minutos? Dibújalo

<b>Número de muestra</b>	<b>DIBUJO a los 10 min.</b>	<b>DIBUJO a los 20 min.</b>
<b>Muestra 1</b>		
<b>Muestra 2</b>		
<b>Muestra 3</b>		
<b>Muestra 4</b>		

**Actividad de aprendizaje (Individual) 2**

1. Redacta tus **ARGUMENTOS** que te permitan distinguir las diferencias entre cada muestra

<b>Comparando muestras</b>	<b>ARGUMENTOS</b>
<b>Muestra 1 Y Muestra 2</b>	
<b>Muestra 2 Muestra 3</b>	
<b>Muestra 3 Muestra 4</b>	
<b>Muestra 1 Muestra 4</b>	

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

### Dispositivo 15. Evaluación de Aprendizajes

- ¿Qué has aprendido hoy acerca de la argumentación?

- ¿Qué valor tiene el lenguaje del profesor de ciencia para 'comunicar' la ciencia (comprender, hablar y escribir) a partir de un 'fenómeno experimental' ( consignas, instrucciones, modelos teóricos, actividades ) en diferentes ambientes, condiciones y contextos educativos?

- ¿ Qué argumentos son interesantes para explicar que las "frutas se oxidan'?. Identifica el nodo argumentativo según las categorías de Toulmin

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

### Dispositivo 16.

- ¿Quién fue Michael Faraday? ¿Qué época le correspondió vivir? ¿En qué ambientes y condiciones sociales y laborales?

- ¿Qué valores en disputas, conflictos, estilos de vida, están en disputa o son controversiales en la época de Faraday?. Explica o argumenta con algunos ejemplos (envidia, arrogancia, soberbia, clasismo, etc.).

- Explica desde los datos e información que entrega la narración audiovisual a partir de qué observaciones surge la pregunta de Faraday "Si la electricidad fluye en una sólo dirección ¿Por qué una brújula se ve afectada desviándose en ángulos rectos? (Experimento de Orested, replicado por el Equipo de H. Davy). "Quizá la electricidad emite una fuerza invisible al fluir. Algún tipo de fuerza eléctrica emana del cable". (Faraday).

## LOS PROFESORES DE CIENCIAS COMO PROFESORES DE LENGUAJE\*

SUTTON, CLIVE  
clive.sutton@btinternet.com

**Resumen.** A fin de contribuir a las discusiones acerca de las políticas de educación científica, en este trabajo exploro un marco teórico para la enseñanza de las ciencias, la formación de profesores de ciencias y la investigación en didáctica de las ciencias que enfatiza el papel del lenguaje como herramienta interpretativa en situaciones nuevas. Mi aproximación está tomada de la historia de la ciencia y de los estudios sobre la estructura de la argumentación científica, que muestran que, cuando un área del pensamiento científico es nueva, el papel interpretativo del lenguaje es central. Las nuevas formas de «mirar» lo que sucede están estrechamente conectadas con nuevas formas de hablar sobre ello y con nuevas preferencias en los procedimientos de investigación. Entonces, si se desea que los estudiantes entiendan «qué hacen los científicos», se necesita que ellos se concentren en el lenguaje y en el experimento. De esta manera pueden desarrollar capacidades para hablar acerca de un tema científico cuando las imágenes, el discurso y el método van juntos. Se puede pensar en los profesores como guías que ayudan a los estudiantes a explorar estos sublenguajes de temas particulares, que han sido desarrollados por los científicos y que ahora discurren por nuestra cultura.

**Palabras clave.** Lenguaje científico, discurso en el aula, herramienta interpretativa, naturaleza de la ciencia.

**Summary.** As a contribution to discussions about science education policy, I explore in this presentation a rationale for science teaching, teacher training and research which emphasises the role of language as an interpretive tool in strange situations. My approach is drawn from history of science and from studies of the structure of scientific argument which show that when any area of scientific thought is new, the interpretive role of language is central. New ways of «seeing» what is going on are closely connected with new ways of talking about it and with newly preferred procedures for investigation. Hence, if learners are to understand «what scientists do», they need focus on the language as well as the experiment. In that way they can develop competence to speak about a scientific topic, when the imagery, speech and method all hang together. Teachers can be thought of as guides who help the pupils to explore these sublanguajes of particular topics, which scientists have developed and which now permeate our culture.

**Keywords.** Scientific language, classroom discourse, interpretive tool, nature of science.

### LOS PROFESORES

Cuando un profesor habla, ¿cuál es la función del discurso? ¿Es, por ejemplo, transferir información a los aprendices o es proveer un modelo sobre el cual ellos puedan construir su capacidad de hablar acerca del tema científico del que se trate? ¿Es controlar a los aprendices como grupo o es estimular su pensamiento? Desde luego, puede ser todas estas cosas al mismo tiempo. A veces el profesor es un experto «dando» conocimiento aceptado para que los estudiantes lo «reciban», y en ese caso él o ella está funcionando como un *transmisor*. Sin embargo, me interesa más la clase de discurso en la cual el profesor es un *gestor* de la actividad y de la discusión. Él o ella buscan provocar el pensamiento, animando a los estudiantes para que entren en los patrones de razonamiento y en los patrones de

lenguaje que han sido desarrollados por ciertos grupos de la comunidad científica y para que luego hagan explícita su propia comprensión de las nuevas ideas. Entonces podemos pensar en el profesor no sólo como un gestor, sino también como una *guía* hacia mundos mentales que son nuevos para los estudiantes y que alguna vez fueron totalmente nuevos para la humanidad. Esto es a lo que me refiero cuando hablo de *usar el lenguaje de una manera interpretativa*. El contraste entre estos usos del lenguaje (por un lado, a fin de transmitir etiquetas preestablecidas para las cosas y, por otro lado, con el objetivo de interpretarlas) se explora con más detalle en el capítulo VII de mi libro *Words, science and learning* (Sutton, 1992).

## Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación

Jonathan Osborne\*

### ABSTRACT (Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation)

This presentation will argue that one of the major problems school science suffers from is a pedagogy which is dominated by the conduit metaphor of teaching. This is the idea that communication is a one way process where teachers conceive of themselves as didactic disseminators of knowledge. When teachers were the sole source of knowledge in a community, such a concept was difficult to challenge. However, in a contemporary context, where young people have access to a growing range of interactive technologies to engage in creative and autonomous self-expression, the predominance of such authoritative modes of interaction are open to question and are, in part, responsible for much of young people's disaffection with school science. Moreover, the range of alternatives begins to expose the inherent functional ineffectiveness. This presentation will argue, rather, that it is dialogic modes of interaction which are an essential element of learning and teaching in the 21st Century. These offer students the opportunity to engage in deliberative interaction about the ideas of science and to construct a deeper and more meaningful understanding of what science offers. Drawing on the work that I and colleagues have conducted in argumentation, I will show how the four essential elements to any science education—the development of conceptual understanding; the improvement of cognitive reasoning; improving students' understanding of the epistemic nature of science; and affording an affective experience which is both positive and engaging—can all be facilitated through a focus on argumentation.

**KEYWORDS:** argumentation, science teaching, social pedagogy, dialogism

### Resumen

Esta presentación argumentará que uno de los problemas más grandes que padece la ciencia en la escuela es el de una pedagogía dominada por la metáfora de la enseñanza como «conductor». Ésta es la idea de que la comunicación es un proceso de una sola vía en el cual los profesores se ven a sí mismos como diseminadores didácticos del conocimiento. Cuando los profesores eran la única fuente de conocimiento en una co-

munidad, tal concepto era difícil de desafiar. Sin embargo, en un contexto contemporáneo, en el que los jóvenes tienen acceso a tecnologías interactivas para involucrarse en la auto-expresión creativa y autónoma, el predominio de tales modos autoritarios de interacción está abierto al cuestionamiento y es, en parte, responsable de mucho del desafecto de los jóvenes por la ciencia escolar. Es más, el rango de alternativas empieza a exponer la ineficacia funcional inherente. Esta presentación argumentará, más bien, que son los modos dialógicos de interacción los que resultan un elemento esencial de la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI. Ellos proporcionan a los estudiantes la oportunidad de involucrarse en una interacción deliberativa acerca de las ideas de la ciencia y a construir una comprensión más profunda y significativa de lo que la ciencia ofrece. Elaborando sobre el trabajo que mis colegas y yo hemos conducido sobre argumentación, mostraré cómo los cuatro elementos esenciales de cualquier educación científica—el desarrollo de la comprensión conceptual; la mejora del razonamiento cognitivo; el incremento de la comprensión de los estudiantes acerca de la naturaleza epistémica de la ciencia, y la proporción de una experiencia afectiva que es tanto positiva como atractiva—pueden todos ellos ser facilitados a través de enfocarse en la argumentación.

\* King's College London

E-Mail: Jonathan.Osborne@kcl.ac.uk

Actualmente como "Californian Chair of Science"

School of Education, Stanford University

485 Lasuen Mall, Stanford, CA 94305, USA

E-Mail: osborne@stanford.edu

Traducción del inglés de la Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 7(1), 2007, con la autorización de su editora Isabel Gomes Rodrigues Martins, de la Universidad Federal de Río de Janeiro, y del autor Jonathan Osborne, realizada por Elia Arjonilla y Andoni Garriz. La revista puede consultarse en la URL <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>