



Tesis de Maestría

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Desarrollo del discurso argumentativo en el aula
universitaria de Química. Estudio en un curso básico
para carreras científico-tecnológicas

Silvia Susana Ramírez

Directora

Dra. Ana Fleisner

Codirectoras

Dra. Liliana Viera

Mg. Patricia Chiacchiarini

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional del Comahue

Resumen

Los estudiantes universitarios muestran serias dificultades en el aprendizaje de la química. Los resultados de la investigación educativa advierten que esta problemática es multicausal. Entre estas causas se destaca el papel del lenguaje y la comunicación en el aula para la construcción de conocimientos científicos. Por otra parte, el dominio del discurso argumentativo es central en la formación de científicos y tecnólogos. En este trabajo se analizó el discurso argumentativo en un curso universitario de química y su relación con la comprensión de contenidos disciplinares, utilizando el modelo de Sardà y Sanmartí Puig (2000) que tiene en cuenta dos perspectivas: la propuesta de Toulmin (1993) y la de los modelos de Van Dijk (1978) y Adam (1992). Por su carácter de estudio de caso, esta investigación permitió: detectar carencias en la lógica formal y en los contenidos disciplinares de los argumentos generados por los estudiantes del curso; realizar un análisis crítico del trabajo áulico y presentar algunas pautas para una propuesta didáctica superadora.

Palabras clave: discurso argumentativo, química básica, universidad, estudiantes, habilidades cognitivo lingüísticas.

Abstract

College students show serious difficulties in learning chemistry. Educational research's results suggest that it is a multicausal problem. Among these causes, both language and classroom communication stress in the construction of scientific knowledge. On the other hand, the domain of argumentative discourse is central in the formation of scientists and technologists. In this paper it was analyzed the argumentative discourse in a chemistry university course and its relation with the understanding of disciplinary contents, using the Sardà and Sanmartí Puig (2000) model that takes into account two perspectives: the proposal of Toulmin (1993) and the models of Van Dijk (1978) and Adam (1992). Because of its character of case study, this research allowed: to detect deficiencies in formal logic and in disciplinary contents of the arguments generated by the students; perform a critical analysis of classroom work and present some guidelines for an improved didactic proposal.

Agradecimientos

Doy las gracias al Espíritu Santo de Dios que durante la Maestría y este trabajo de tesis me guió, me acompañó, me ayudó a superar experiencias de vida difíciles, con fortaleza y esperanza, me enseñó a vivir con paz y feliz el día a día y me acercó a gente muy valiosa.

Gracias a mis padres: Carmen Alicia y Juan Carlos, que me enseñaron valores, fueron ejemplos a seguir en varios aspectos de sus vidas y compartieron mis tristezas, alegrías y triunfos.

Gracias a mis hijas Lara y Eugenia quienes me acompañaron y apoyaron en el día a día, y con quienes compartí de cerca mis alegrías, tristezas y cansancios. Gracias a Gustavo, por su colaboración mientras curse la maestría.

Va un especial agradecimiento para mi Directora la Dra Ana Fleisner –con quien, entre tantas cosas, aprendí con hechos concretos que “la organización vence al tiempo”- a mis co directoras la Dra. Liliana Viera –con quien trabajo desde hace mucho y tuve la suerte de poder contar con su ayuda para este trabajo- y la Mg. Patricia Chiacchiarini, con quien pude trabajar comunicándonos a la distancia. Las tres agregaron mucho valor a este trabajo.

Va otro agradecimiento a la gente del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes que me alentó para terminar esta carrera de posgrado, en especial quiero agradecer a mis amigas Liliana Viera, Ana Fleisner, Mabel Rembado, Cristina Wainmaier y María Cristina Garbarini.

Agradezco a los estudiantes del curso de Química I del primer cuatrimestre de 2016 que con sus aportes colaboraron con este trabajo.

Doy gracias también a mis hermanos Carlos, Alicia y Sergio, con quienes hemos aprendido a formar un equipo y me han donado parte de sus tiempos.

Por ultimo, pero no menos importantes, agradezco a mis amigas y amigos que me acompañaron en todo este tiempo, y a mis hermanas y hermanos del camino.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1: Marco teórico	7
1.1 El discurso argumentativo	7
1.2 El estudio de caso	13
1.3 Antecedentes	15
Capítulo 2: Diseño metodológico general	22
2.1 Tipo de estudio	22
2.2 Hipótesis, variables y categorías de análisis.....	22
2.3 Población y muestra	23
2.4 Instrumentos.....	27
2.5 Equipos	28
2.6 Procedimientos.....	28
2.7 Técnica de análisis	29
2.8 Consideraciones éticas.....	30
Capítulo 3: Resultados y Análisis	31
3.1.Propuesta de análisis del discurso de los estudiantes.....	31
3.2.Resultados y análisis de actividades.....	31
3.2.1.Actividad 1	34
3.2.2.Actividad 2	38
3.2.3.Actividad 3	45
3.2.4.Actividad 4	50
3.2.5.Actividad 5	57
3.2.6.Actividad 6	61
3.2.7.Actividad 7	67
3.2.8.Actividad 8	69
3.2.9.Actividad 9	74
3.3.Desempeño de los estudiantes en las evaluaciones.....	80
3.4.Desarrollo del discurso argumentativo de los estudiantes a lo largo del curso ..	81
Capítulo 4: Conclusiones	85
Capítulo 5: Propuesta superadora	87
5.1. Material didáctico.....	87
5.1.1. Propuesta de modificación de la guía de estudio actual.....	87

5.1.2. Propuesta de modificación de la guía y del trabajo de laboratorio.....	93
5.2. Práctica áulica	99
5.3. Evaluaciones	99
Bibliografía	101
Anexos	108
Anexo 1: Programa y cronograma de la asignatura	109
Anexo 2: Guía de actividades de la Unidades estudiadas	113
Anexo 3: Guía de elaboración de informes de laboratorio.....	123



Introducción

Los estudiantes universitarios muestran serias dificultades en el aprendizaje de la química. En muchos casos son los cursos de química los causantes del abandono o retraso académico que se observa en el transcurso de los primeros años de algunas carreras científico tecnológicas.

Los resultados de la investigación educativa advierten características comunes de los estudiantes en relación al aprendizaje de la química tales como: confusiones en los conocimientos, imprecisiones en el significado que se le asignan a los conceptos en el ámbito cotidiano y en el científico, dificultades con el manejo de los lenguajes simbólicos específicos de la disciplina y en la transferencia de un lenguaje a otro (Galagovsky y col., 2009) y serias limitaciones para producir textos argumentativos (Viera y col., 2011). Esto último constituye un problema ya que, en el caso particular de la formación de científicos y tecnólogos, el desarrollo de la capacidad de argumentar adquiere importancia no solo por su relación con el aprendizaje sino también por su perfil profesional.

La disminución de estudiantes interesados en carreras científico-tecnológicas, el problema de la deserción y desgranamiento, la acreditación de carreras, la consideración de carreras prioritarias para el país -como las Ingenierías-, la política inclusiva adoptada por algunas universidades para favorecer el acceso y la permanencia de los sectores sociales más desfavorecidos, entre otras, han promovido un conjunto de iniciativas que tienden a situar a los procesos de formación al interior de las universidades como un eje relevante de investigación y análisis.



Las demandas a nivel de habilidades comunicativas para el siglo XXI, motivadas por los retos del desarrollo social, económico y humano, alertan sobre la necesidad de replantear estrategias que conlleven un mejor manejo del discurso argumentativo por parte de los estudiantes. Las habilidades comunicativas oral y escrita se tornan fundamentales para el desarrollo personal y profesional (Sánchez Mejía, 2013).

En los últimos veinte años, la discusión acerca de cuáles deben ser las metas de la educación superior ha cobrado especial importancia, existiendo consenso en relación a dar prioridad al desarrollo de habilidades de pensamiento que ayuden a los estudiantes a incrementar su potencial intelectual. Se ha reconocido la necesidad de formar profesionales que logren aprendizajes significativos a través del esfuerzo permanente, la comprensión más que la memorización de la información, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo y de la capacidad analítica que les permita afrontar problemas complejos, haciéndose partícipes activos de sus propios procesos de aprendizaje, destacándose además la necesidad de fortalecer las habilidades para el trabajo en equipo y la comunicación (UNESCO, 1998).

Las prácticas para la enseñanza de las ciencias apoyadas en la argumentación son parte de los objetivos basados en el aprendizaje constructivista social. La argumentación es una actividad dialógica que considera que la persuasión es parte del género discursivo de la ciencia y, por tanto, del género discursivo de la enseñanza de las ciencias (Mortimer y Scott, 2003). Se ha reconocido el papel del lenguaje y la comunicación en el aula para la construcción de conocimientos científicos.

El presente trabajo de tesis está inserto en una visión constructivista del aprendizaje que considera que éste es un proceso y que aprender es una construcción personal,



que se consigue en el aula a partir de la interacción con pares y docentes. En esta construcción el lenguaje es un facilitador del aprendizaje.

La comunicación en el aula de ciencia entre docente y estudiantes influye directamente en el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas de diferentes niveles de complejidad (definir, explicar, justificar, argumentar). Por este motivo, conocer al discurso argumentativo de los estudiantes es potencialmente útil para generar propuestas superadoras que favorezcan el aprendizaje comprensivo de la química.

La presente tesis de investigación tiene los siguientes objetivos generales:

- Analizar el desarrollo del discurso argumentativo de estudiantes en un aula universitaria de química básica y relacionarlo con la comprensión de los contenidos disciplinares.
- Desarrollar una propuesta superadora.

Para su concreción se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Identificar:

-las carencias estructurales en los discursos argumentativos

-las carencias conceptuales en la argumentación

-las características diferenciales entre los discursos argumentativos individuales y grupales

-los aspectos relacionados al aprendizaje vinculados al uso del lenguaje específico disciplinar, al pasaje de un lenguaje a otro y a las habilidades cognitivas lingüísticas



- algunos aspectos de la práctica áulica, del material didáctico y de las evaluaciones que puedan modificarse para favorecer el desarrollo del discurso argumentativo.

- Evaluar la evolución del discurso argumentativo a lo largo del cuatrimestre.
- Introducir modificaciones en el material didáctico y en el desarrollo de las clases.

La presente investigación sobre el discurso en el aula, por su carácter de estudio de caso, resultó adecuada para la investigación-acción, aportó conocimiento teórico acerca del modo en el que un grupo de estudiantes de química básica construye el discurso argumentativo. Esto hizo posible la introducción de propuestas superadoras tendientes a mejorar el uso y producción de lenguaje científico por parte de los estudiantes del curso, redundando en una mejora del proceso de enseñanza aprendizaje. Se espera que los resultados obtenidos constituyan un aporte teórico significativo que permita generar propuestas didácticas innovadoras, tendientes a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de química básica en el contexto de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ).

Entre las limitaciones del presente trabajo de investigación se encuentran:

- la subjetividad inherente a todo análisis interpretativo,
- el reducido tamaño de la muestra de estudiantes,
- el desgranamiento a lo largo del curso que no permite evaluar en un número, significativo de estudiantes el proceso completo de aprendizaje en el trayecto completo,



- la escasa predisposición de algunos estudiantes a participar de los debates orales o en las actividades escritas voluntarias,
- el corto tiempo destinado al desarrollo del curso.
- las dificultades al grabar audio en las clases (ruido de fondo) así como la incomodidad que producía la presencia del grabador en los distintos grupos de trabajo y
- las dificultades para la articulación de estrategias de trabajo en el aula entre el docente a cargo del curso y los jefes de trabajos prácticos.

Este trabajo de tesis, inserto en el proyecto de investigación “Dificultades asociadas a la enseñanza y el aprendizaje de la química en cursos universitarios para no químicos”, continuó con el estudio del desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas - en particular la argumentación - en un curso de Química I -asignatura de primer año, perteneciente a la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) -, común a todas las carreras del Departamento de Ciencia y Tecnología: Licenciatura en Biotecnología, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Automatización y Control Industrial y Arquitectura Naval.

La hipótesis central de esta investigación es que el discurso argumentativo de los estudiantes (de los cursos de química de carreras científico tecnológicas) es incompleto en al menos dos sentidos: carencia de referencia al marco teórico y falta de estructura lógica. Esta incompletitud afecta la comprensión.

Por ello, en esta tesis se estudió el discurso argumentativo en el aula y su relación con la comprensión de contenidos disciplinares. Para el análisis del discurso se utilizó el modelo de análisis propuesto en Sardà y Sanmartí Puig 2000. En este



modelo se analizó al discurso de los estudiantes a partir de dos perspectivas: la especificada por Toulmin (1993), que plantea una revisión de la argumentación como una teoría del razonamiento práctico, y la proveniente de la lingüística textual, representada por los modelos de Van Dijk (1978) y Adam (1992), que plantea el análisis de las unidades comunicativas que van más allá de los límites de las oraciones gramaticales.

En el capítulo 1 se desarrolla el marco teórico tanto en lo referido a teoría de la argumentación como a lo relativo al tipo de metodología de la investigación que se ha aplicado en la presente tesis. En el capítulo 2 se presenta el diseño metodológico utilizado para el análisis del discurso argumentativo de los estudiantes de un curso de Química I, perteneciente a la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la UNQ, desarrollado durante el primer cuatrimestre de 2016. En el capítulo 3 se presenta el análisis de diversas actividades desarrolladas por estudiantes del curso de Química I. En el capítulo 4 se presenta una serie de conclusiones. En el capítulo 5, se desarrollan algunas pautas básicas para una propuesta superadora. Por último, se adjuntan tres anexos que corresponden a: Programa y cronograma de la asignatura, Guía de actividades de las unidades estudiadas y la Guía de elaboración de informes de laboratorio.



Capítulo 1: Marco teórico

1.1 El discurso argumentativo

Existen diferentes definiciones de argumentar. A partir de la revisión de las definiciones propuestas por algunos autores (citas en Ospina y Bonan 2011), se tomará la siguiente interpretación de esta habilidad cognitivo lingüística: argumentar es “generar proposiciones, estableciendo relaciones entre ellas, que permitan defender una posición, examinando su fuerza y aceptabilidad.” (Martínez y Ospina, 2008).

La argumentación como habilidad cognitivo lingüística está muy cercana a la justificación, sin embargo difiere en el sentido que expresa Jorba (1996): “dispone los argumentos o razones en el orden que le parece más favorable para conseguir la adhesión a la tesis defendida que puede incluso no ser formulada hasta el final de la argumentación”. Al argumentar se producen razones (argumentos) pertinentes al contenido y capaces de resistir los contra argumentos.

Desde el punto de vista del lenguaje al potenciar esta habilidad cognitivo lingüística se están involucrando otras como definir, describir y justificar. Definir supone expresar las características necesarias y suficientes para que un concepto no se pueda confundir con otro; describir consiste en producir proposiciones o enunciados que enumeran cualidades, propiedades, etc., de objetos, hechos o fenómenos o incluso de modelos explicativos abstractos; justificar implica elaborar la expresión de una interpretación de fenómenos o acontecimientos vinculándolos con la teoría, y argumentar requiere construir los enunciados en base a pruebas con la intención de ser empleadas para convencer a otros. La adquisición de habilidades cognitivo-



lingüísticas se relaciona con el desarrollo de habilidades cognitivas y el aprendizaje de contenidos curriculares. La adquisición de habilidades cognitivas, como por ejemplo analizar, comparar, clasificar, interpretar, deducir, etc., que están en la base del aprendizaje, posibilitan y concretan las habilidades cognitivo-lingüísticas que, a su vez, favorecen el aprendizaje de los contenidos curriculares. Así mismo, éste tiene un efecto potenciador de las habilidades cognitivo-lingüísticas y por extensión de las cognitivas (Jorba, 2000).

Toulmin (1993), aporta una visión de la argumentación. Según este autor hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Este autor elabora un modelo de la estructura de la argumentación, describe los elementos que la constituyen, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones. El modelo que propone (Figura 1.1) se basa en un esquema de la argumentación, que contiene los componentes:

D = Datos: son hechos o informaciones factuales, que se citan para justificar y validar la afirmación.

C = Conclusión: es la tesis que se establece.

G = Justificación: son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

F = Fundamentos: es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

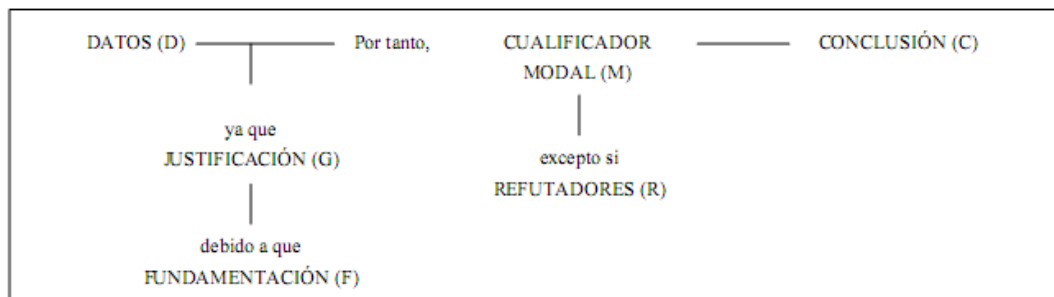
M = Cualificadores modales: aportan un comentario implícito de la justificación; son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación. Especifica el grado de certeza, la fuerza de la justificación. Se expresan a través de adverbios que modifican

al verbo de la aserción que se discute o a través de adjetivos que modifican a los sustantivos claves. Algunos modificadores modales son: *quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez*. El modo del verbo es también un cualificador modal.

R = Refutadores: también aportan un comentario implícito de la justificación, señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas.

Los cualificadores modales y los refutadores son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación.

Figura 1.1. Esquema del patrón argumentativo de Toulmin (1993). Extraído de Sardá y Sanmartí Puig, 2000



Según este modelo, en una argumentación, a partir de datos obtenidos (o de fenómenos observados), justificados de forma relevante en función de razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o conclusión. Esta afirmación puede tener el apoyo de los cualificadores modales y la explicitación de los refutadores o excepciones.

“Uno de los aspectos más interesantes del modelo de Toulmin -designado habitualmente como TAP por las siglas en inglés de Toulmin’s argument pattern- es



que ofrece un potente enfoque para estudiar lo que el filósofo británico denomina argumentos sustantivos, es decir, aquellos que deben ser examinados atendiendo a su contenido” (Pinochet, 2015).

Toulmin sigue una analogía entre un texto argumentativo y un organismo, de manera que la parte anatómica está constituida por órganos, que son las diferentes fases de progreso del argumento, desde el enunciado inicial hasta la conclusión final; y la parte fisiológica está constituida por la lógica de cada frase. Pero no se puede desligar la fisiología de la anatomía: es un todo que toma sentido cuando las partes se interrelacionan entre sí, es decir, que la lógica de cada enunciado está determinada por su situación en la argumentación y viceversa.

Sin embargo, tal como indican Driver, Newton y Osborne (2000), el modelo toulminiano presenta el discurso argumentativo de forma descontextualizada sin tener en cuenta que depende del receptor y de la finalidad con la cual se emite. Por lo tanto, es útil para tomar conciencia de la estructura de una argumentación, pero no de su validez.

De acuerdo al modelo de Toulmin, D, M, C, G, R y S son elementos que no dependen del campo de discurso. Esto hace que TAP sea muy adecuado para analizar las características genéricas de un argumento, pues presenta una estructura que es aplicable en cualquier contexto. Sin embargo, qué cuenta como D, M, C, G, R y S en un caso particular, es algo que depende del campo de discurso. La flexibilidad de TAP para operar tanto en contextos dependientes como independientes del campo, constituye una de sus ventajas para estudiar los argumentos desarrollados por los estudiantes en las clases de ciencias (Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez; Duschl, 2000).



Desde el ámbito de lingüística textual, Van Dijk (1978) aporta otro modelo conceptual de la argumentación (Figura 1.2). En este modelo la estructura del texto argumentativo puede ser descompuesta más allá de la hipótesis (premisas) y la conclusión, e incluye la justificación, las especificaciones de tiempo y lugar y las circunstancias en las que se produce la argumentación (Van Dijk, 1989).

De acuerdo con este autor, lo que define un texto argumentativo es su finalidad: convencer a otra persona. Según este modelo, los componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. La justificación se construye a partir de un marco general, en el contexto del cual toman sentido las circunstancias que se aportan para justificar las conclusiones. Estas circunstancias se refieren a hechos y a condiciones iniciales o puntos de partida que el emisor considera que son compartidos por el receptor. En el contexto del aula, por ejemplo, no es común, que un alumno refuerce un argumento haciendo referencia explícita al marco teórico; hecho que, en cambio, sí es esperable en el contexto de un artículo científico. En uno y otro caso las circunstancias serán diferentes y, por lo tanto, también la argumentación construida.

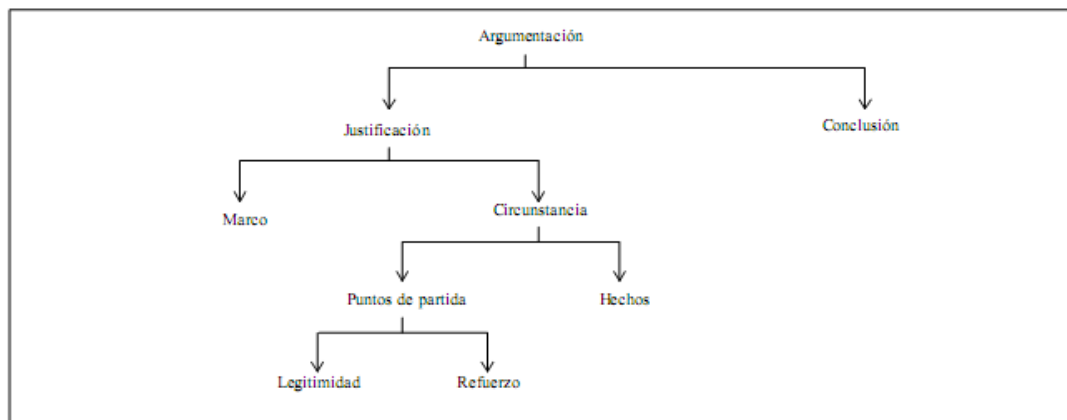
Van Dijk (1978) caracteriza en un texto argumentativo tres niveles de organización: la superestructura, la macroestructura y la microestructura. El estudio de los diferentes niveles de la estructura del texto argumentativo puede favorecer, en las clases de ciencias, la apropiación de las características específicas del lenguaje científico.

Las superestructuras son las estructuras globales que caracterizan al tipo de texto. Una superestructura es un tipo de forma de texto. La macroestructura es el contenido del texto. Las superestructuras y las macroestructuras semánticas tienen una propiedad común: no se definen con relación a oraciones o secuencias aisladas de un

texto, sino para el texto en su conjunto o para determinados fragmentos de éste. Para estas estructuras se habla de estructuras globales. Las microestructuras están al nivel de las oraciones del texto, y se las denomina estructuras locales.

Figura 1.2. Esquema de la superestructura argumentativa según Van Dijk (1978).

Extraído de Sardá y Sanmartí Puig, 2000



El modelo del lingüista Adam (1992), incorpora el concepto de función persuasiva que tiene la argumentación, un modelo de secuencia textual y un modelo del prototipo del texto argumentativo (Figura 1.3). De acuerdo con este modelo, un texto puede estar estructurado en diferentes secuencias de base –premisas, inferencias y conclusión- diferentes según cada persona. En cualquier caso siempre hay un tipo de secuencia que destaca y que define la estructura dominante del texto. Por ejemplo, en un texto globalmente argumentativo, pueden aparecer secuencias descriptivas, narrativas o de otros tipos, pero la secuencia que prevalece es la argumentativa. Todo texto que se aproxime a este prototipo se podrá considerar argumentativo.

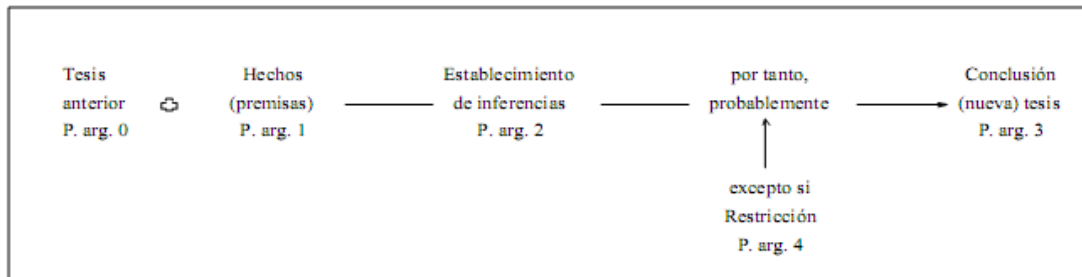
El autor utiliza el modelo toulminiano como base de la estructura argumentativa, pero analizando los textos en términos de secuencias argumentativas encadenadas, de

este modo, la conclusión de una secuencia podría ser una premisa de la siguiente.

Sostiene también que no siempre se utilizan reglas de inferencia explícitas.

Figura 1.3. Esquema de la secuencia argumentativa prototipo según Adam (1992).

Extraído de Sardá y Sanmartí Puig, 2000. (P. arg: proposición argumentativa)



1.2 El estudio de caso

Dos de las actividades relevantes en el proceso de investigación son la observación-descripción del fenómeno y la exploración de la realidad para la generación de hipótesis explicativas sobre el comportamiento, las causas y los efectos del fenómeno. El estudio de caso es una metodología cualitativa útil para realizar éstas actividades en el aula.

Los estudios de caso poseen la mayoría de este conjunto de características: realizan una descripción contextualizada del objeto de estudio; son holísticos; son heurísticos; su enfoque no es hipotético; exigen la participación del investigador en el devenir de cada caso y la negociación entre este y los participantes (investigación-acción); incorporan múltiples fuentes de datos y un análisis interrelacionados de los mismos; el razonamiento es inductivo (Álvarez Álvarez y col., 2012).

Este método tiene defensores y detractores. Por una parte ha sido muy cuestionado por autores como Stoeker (1991), Venkatraman y Grant (1986), Rouse y Daellenbach, (1999) y Bower y Wiersema (1999), quienes no lo consideran una buena estrategia para realizar investigación científica ya que presenta problemas de fiabilidad y validez.



Debido a este tipo de críticas en la investigación empírica se utilizan básicamente métodos cuantitativos. Pero el método de estudio de caso puede ser una herramienta muy valiosa para la investigación, por ejemplo, en áreas de educación. A través de este tipo de estudios se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado (Yin, 1989) y se pueden obtener datos desde una variedad de fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas; esto es, documentos, registros de archivos, entrevistas directas, observación directa, observación de los participantes e instalaciones u objetos físicos (Chetty, 1996).

Este tipo de metodología posibilita estudiar la causalidad plasmándola en una teoría. “Todo buen diseño incorpora una teoría, que sirve como plano general de la investigación, de la búsqueda de datos y de su interpretación. A medida que el caso se desarrolla, emerge una teoría más madura, que se va cristalizando (aunque no necesariamente con perfección) hasta que el caso concluye” (Yacuzzi, 2005: 9).

Algunos autores destacan que su potencialidad radica en la capacidad para generar premisas hipotéticas y orientar la toma de decisiones, centrando su interés en un individuo, evento o institución (Arnak, Del Rincón y Latorre 1994).

Según Stake (2005: 11), la nota distintiva del estudio de casos está en la comprensión de la realidad objeto de estudio: “El estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes”. Desde una perspectiva interpretativa, Pérez Serrano (1994:81) afirma que “su objetivo básico es comprender el significado de una experiencia”. El conocimiento de lo particular, de lo idiosincrásico, sin olvidar su contexto, parece que está presente en la intencionalidad de la investigación basada en estudios de caso. Autores como Yin (1989) enfatizan la contextualización del objeto de



investigación, al entender que un estudio de caso es una investigación empírica dirigida a investigar un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real por la imposibilidad de separar a las variables de estudio de su contexto.

1.3 Antecedentes

Existen numerosos trabajos dirigidos a identificar y caracterizar los factores asociados a las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, pero enfocados fundamentalmente a la escuela media. Para este nivel educativo se ha elaborado un cuerpo de conocimiento teórico, que ha mostrado una capacidad integradora potencial entre el cuerpo de conocimientos de las disciplinas científicas y otros campos de estudio tales como: psicología del aprendizaje, sociología, ciencias de la educación, epistemología e historia de la ciencia, semiótica social (Cornejo Chávez y Redondo Rojo, 2007; Cassany, 2006; Cassany, López y Martí, 2000). Parte de los resultados, se han revelado potencialmente transferibles al nivel universitario, para orientar la detección de problemas, la construcción de hipótesis explicativas de los problemas detectados y posibles vías de superación. Sin embargo los objetivos en ambos niveles educativos son diferentes. Se ha destacado la necesidad de mayores profundizaciones sobre algunas variables consideradas relevantes y más estudios específicos en el nivel universitario (Wainmaier, et al. 2011; Campanario et al 2000, Alzate, 2007).

En la investigación en enseñanza de las ciencias existe consenso en cuanto a que para aprender ciencias hay que hacer ciencia. Esto implica apropiarse del lenguaje específico de cada disciplina. El mismo está asociado a formas de observar, pensar y hablar sobre los hechos que son propias de la actividad científica. Desde hace tiempo se viene



señalando la importancia del lenguaje en el aprendizaje de las ciencias (Lemke, 1990; Sutton, 1997, 2003).

Muchos trabajos destacan la importancia de la promoción de las habilidades cognitivas lingüísticas en el ámbito escolar para mejorar el aprendizaje (Sutton, 1997; Sanmartí, 1997; Lemke, 1997; Sardá y Sanmartí Puig, 2000; Sutton, 2003; Martín-Díaz, 2013).

Por otra parte, está ampliamente admitido que la adquisición del conocimiento científico se favorece con el intercambio de opiniones y la negociación de significados entre alumnos y profesor (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000).

El manejo del discurso científico constituye una de las capacidades más importantes a desarrollar por un profesional que se desempeñe en diversas áreas de la ciencia. En particular se sabe que la argumentación es una habilidad cognitiva lingüística fundamental para la construcción del conocimiento científico y, paralelamente, se viene destacando su importancia en la construcción del conocimiento en el aula, en especial para la formación de científicos y tecnólogos (Wainmaier, Viera, Rembado, Roncaglia, Ramírez y Porro, 2006)

El profesorado de ciencias ha observado que la mayoría de los estudiantes tienen dificultades para expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice por su rigor, precisión, estructuración y coherencia. Pero, resulta difícil precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la consigna del docente, o a un no dominio del género lingüístico correspondiente a la demanda. Lemke (1997), señala que muchos de los problemas de aprendizaje del alumnado se deberían a un desconocimiento tanto del «patrón temático» como del «patrón estructural» propio del tipo de texto científico solicitado y de las interrelaciones entre ellos.



También, desde hace tiempo, hay consenso en cuanto a la existencia de la relación entre el constructivismo social y la argumentación en el aula. La tesis principal de la obra de Vygotsky (1978) enuncia que las funciones psíquicas superiores tienen un origen histórico-social. Estas funciones nacen en las interacciones que se producen en el proceso de comunicación entre las personas; proceso que se desarrolla a partir de los fenómenos de la cultura humana que se expresan a través de signos, tales como la escritura y el lenguaje. El lenguaje es parte integrante y producto del resto de capacidades cognitivas.

La teoría de Vygotsky postula que el contexto interviene en la construcción de las estructuras mentales que el sujeto va adquiriendo. De esta manera, la actividad cognitiva se ve influenciada por el entorno sociocultural, en dos ámbitos que de alguna forma tratan de explicar el porqué del contexto:

- 1) la interacción social proporciona información y herramientas para desenvolverse en el mundo, esas herramientas son transmitidas por los demás miembros de la sociedad,
- 2) el contexto histórico sociocultural controla el proceso a través del cual los miembros de un grupo social acceden a unas herramientas u otras.

El contexto sociocultural, proporciona al sujeto ciertas herramientas, de acuerdo a su edad y al nivel de estructuras mentales que este tenga; para que vaya pasando de lo sencillo a lo complejo. Estas ideas sobre las relaciones entre cognición y lenguaje continúan vigentes en la investigación actual, tanto a un nivel teórico como empírico, constituyendo además temas prioritarios de investigación. La perspectiva



constructivista considera al aprendizaje como un proceso de construcción de conocimiento (Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2007).

Se sabe que la comunicación en el aula de ciencia entre docente y alumno influye directamente en el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas de diferentes niveles de complejidad (definir, explicar, justificar, argumentar). Desde el ámbito de la semiótica social, que se interesa por cómo las personas elaboran y utilizan los signos para construir la comunicación en una comunidad concreta, se sostiene que la construcción de significados en el aula -entendido como proceso dinámico donde las acciones son socialmente compartidas y contextualizadas- se produce a través de las palabras que se dicen, los diagramas que se dibujan, las fórmulas que se escriben, los experimentos que se realizan (Lemke, 1997).

Estudios realizados sobre el desarrollo de la argumentación en diferentes cursos, de nivel de enseñanza media, han revelado que los perfiles de distribución de los patrones de argumentación de Toulmin son similares cuando se trata de un mismo docente y difieren entre docentes (Erduran, Simon y Osborne, 2004). Asimismo se reconoce que el discurso científico es en sí mismo multimodal. Lemke (1998) propone el término “híbrido semiótico” para expresar que los discursos científicos son simultáneamente verbales, visuales, matemáticos, accionales y hace énfasis en la necesidad de enseñar todas las lenguas de la ciencia en el aula: las palabras, los símbolos, las imágenes. Por otro lado facilitar las argumentaciones entre los alumnos, sobre sus formas idiosincrásicas de procesar la información científica, aparece desde este ámbito como una cuestión central para favorecer el aprendizaje. Según Sarda y Sanmartí Puig (2000, pp 405) “se piensa que...las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de las formas de



hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución.”

Diversos investigadores, entre ellos Suppe (1998) y Osborne (2007), consideran importante la inclusión de los estudiantes en la ciencia a través de comunidades de práctica en las que se faciliten modos de discurso similares a los que se utilizan en las comunidades científicas. En dichas comunidades se estimula a los estudiantes a cuestionar, justificar y fundamentar sus respuestas, a evaluar su propio razonamiento y el de otros, con el fin de “acostumbrarse” a desenvolverse en procesos discursivos que sirvan a la construcción de conocimiento y los procesos de autorregulación. Desde la mencionada perspectiva, una tarea fundamental de los procesos de enseñanza de las ciencias es la de construir contextos que favorezcan la capacidad de los estudiantes de coordinar la evidencia y la teoría que apoya o refuta una conclusión, modelo o predicción.

La investigación acerca de la argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha experimentado un crecimiento significativo durante los últimos diez años. Según Pinochet (2015) todos estos estudios se encuentran profundamente influidos por el modelo argumentativo desarrollado por Toulmin en 1958.

En la mayoría de los trabajos de investigación en enseñanza y aprendizaje de las ciencias se utiliza el TAP solo para estudiar la estructura de los textos. Se ha encontrado evidencia de la falta de diferentes componentes del patrón de argumentación en los textos analizados (Bell y Linn 2000, Jiménez-Aleixandre, Bugallo, Rodríguez y Duschl, 2000, Nelly, Druker y Chen, 1998).

Gran parte de la investigación basada en TAP, muestra que se requiere de estrategias pedagógicas que promuevan el desarrollo de competencias argumentativas, mediante



un trabajo sistemático ya que, de otro modo, la calidad de la argumentación tiende a ser baja.

Varios trabajos de investigación acerca de la argumentación en clase de ciencias (Driver, Newton y Osborne, 2000; Zohar y Nemet, 2002; Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Campaner y De Longhi, 2007; Revel et al., 2005; Bravo, Puig y Jiménez-Aleixandre, 2009; Simon, Erduran y Osborne, 2006; Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2007), corroboran el valor de la argumentación como “tarea epistémica y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias” (Henaó y Stipcich, 2008: 49).

Sin embargo, los aportes de las investigaciones en enseñanza y aprendizaje de las ciencias basadas en la argumentación son potenciales; su transferencia a las aulas está iniciándose en los países desarrollados, por lo que sus efectos a gran escala están lejos de poder evaluarse adecuadamente (Pinochet, 2015).

Se sabe que la utilización del modelo de Toulmin como patrón de la argumentación presenta algunas limitaciones. Varios autores han señalado que a veces resulta difícil determinar qué parte de la argumentación es un dato, una conclusión, una garantía o una refutación (Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez y Duschl, 2000; Nelly, Druker y Chen, 1998). Esto puede generar enormes dificultades cuando se pretende evaluar la calidad de un argumento. Se han formulado modelos alternativos con la intención de dar cuenta de los aspectos característicos del que no resultan tan fácilmente identificables en TAP (Kelly y Takao, 2002; Lawson, 2003; Sandoval, 2003; Zohar y Nemet, 2002). Todos estos esquemas argumentativos resultan adecuados en ciertos contextos, mientras que en otros sus debilidades son tales que el modelo de Toulmin presenta ventajas comparativas.



Capítulo 2: Diseño metodológico general

El trabajo de esta tesis se realizó sobre una muestra reducida: todos los estudiantes de un curso de Química I del primer cuatrimestre de 2016. Los datos se tomaron de forma continuada durante una secuencia instruccional completa.

2.1. Tipo de estudio

Se realizó un estudio de caso, exploratorio cualitativo e interpretativo, en el sentido de que busca aclarar la relación entre desarrollo de argumentación científica y comprensión de contenidos en el contexto del estudio. Es cuasi experimental en tanto se interviene sobre un grupo de alumnos.

2.2. Hipótesis, variables y categorías de análisis

La hipótesis central de esta investigación es que el discurso argumentativo de los estudiantes (de los cursos de química de carreras científico tecnológicas) es incompleto en cuanto a la falta de componentes del patrón estructural de TAP y a la falta de referencia al marco teórico de la disciplina. Esta incompletitud afecta la comprensión.

Las dificultades de los estudiantes para producir argumentos en el contexto de un curso universitario de química se asocia a factores estrechamente relacionados entre sí: múltiples lenguajes de la disciplina, habilidades cognitivo lingüísticas, comprensión conceptual, naturaleza del conocimiento, el trabajo del docente en el aula.

Las variables son los componentes de la argumentación, su estructura lógica y la profundidad del aprendizaje. Se analizó el grado de completitud, la estructura lógica



de los argumentos de los estudiantes de manera directa y la profundidad del aprendizaje.

Dichas variables se evaluaron a través de las respuestas de los alumnos a actividades áulicas, parcialitos de laboratorio, informes de laboratorios y evaluaciones parciales.

2.3. Población y muestra

Este trabajo se realizó sobre una muestra de estudiantes de Química I. La muestra consistió en los estudiantes de un curso de Química I del primer cuatrimestre del 2016. Química I es una asignatura perteneciente a la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la UNQ. El curso se dicta para estudiantes de Licenciatura en Biotecnología (LIC. BIO), Ingeniería en Alimentos (INGAL), Ingeniería en Automatización y Control (IACI) y Arquitectura Naval (ARQ. NAVAL).

La caracterización inicial de la muestra se obtuvo al analizar la encuesta de datos personales que se presenta en el Cuadro 2.1.

Caracterización de la muestra

Comenzaron el curso 30 estudiantes. La mayoría provenientes de la zona de influencia de la Universidad Nacional de Quilmes: Partido de Quilmes y alrededores, 2 de CABA y 3 de lugares más alejados. La mitad de los estudiantes tienen entre 18 y 20 años, una cuarta parte entre 21 y 23 años y la otra cuarta parte entre 24 y 43 años.

Un tercio inició y no concluyó estudios universitarios en otras carreras de otras universidades. 12 alumnos trabajan. 12 alumnos tienen al menos uno de los padres con estudios terciarios o universitarios completos, 12 con estudios secundarios completos y solamente 3 con estudios primarios completos. 2/3 de los alumnos practican algún



deporte, la mayoría manifestó leer (diferentes géneros literarios). Estos datos se muestran en la Figura 2.1.

La mitad de los estudiantes asistió a escuela de gestión pública y la otra mitad (casi todos) a escuela pública de gestión privada. Un tercio de los alumnos proviene de escuelas con orientación en ciencias naturales. Ver Figura 2.2.

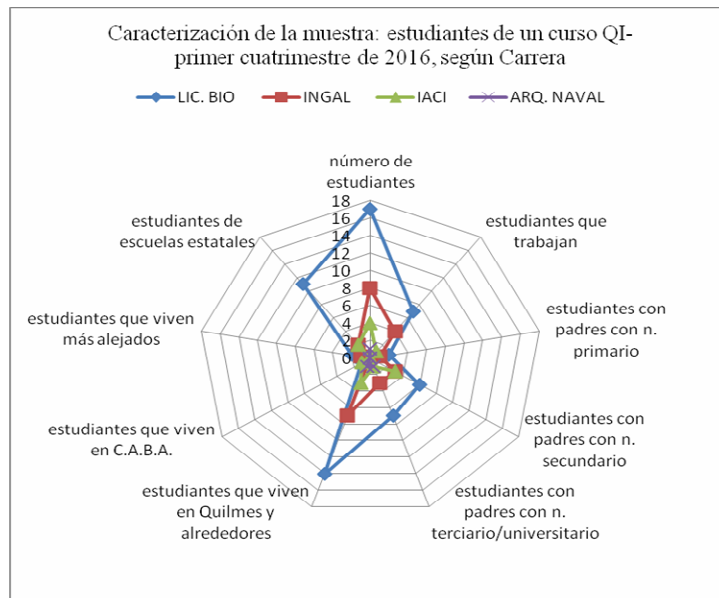
Cuadro 2.1: Encuesta realizada para caracterizar la muestra

La siguiente encuesta servirá como material para una investigación. Agradecemos tu colaboración por brindar la información solicitada.

1. **Nombre y Apellido**.....**Edad**.....
2. **Domicilio (zona):**
3. **Escuela media a la que concurriste:**
Orientación:
Localidad:
Gestión (pública o privada):
4. **Estudios universitarios (especificar si cursó alguna carrera (¿cuál?), si cursó química I en UNQ: año)**
5. **Carrera en la que te inscribiste:**
6. **¿Realizas actividades extra escolares? (ej: deportes, idiomas, música, teatro, otros):**
7. **Formación académica del grupo familiar (padre, madre, tutor, hermanos,):**
8. **¿Leés? Si la respuesta es afirmativa, consignar el tipo de literatura:**
9. **¿Trabajás? Si la respuesta es afirmativa, consignar el tipo de tarea y las horas/semana:**



Figura 2.1. Caracterización de la muestra de estudiantes del curso de Química I 2016-1

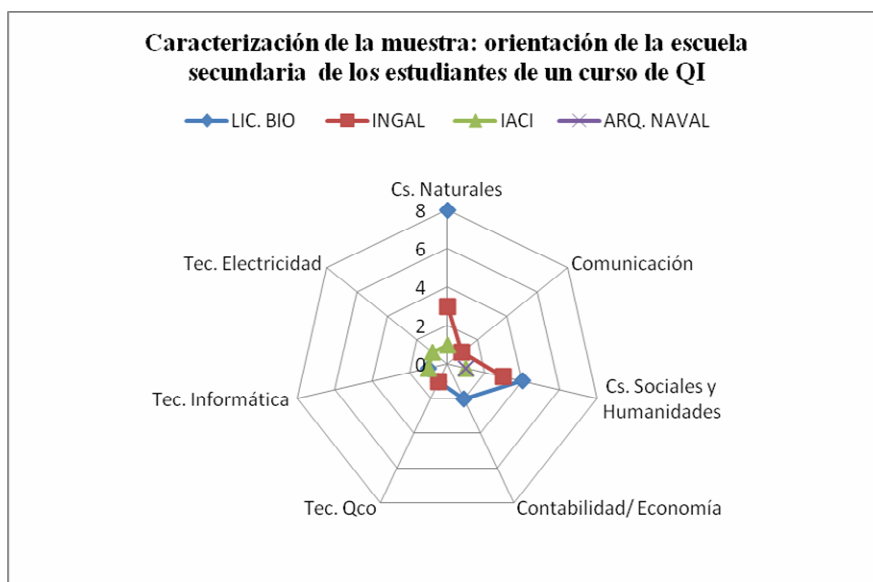


LIC. BIO: Licenciatura en Biotecnología, INGAL: Ingeniería en Alimentos, IACI:

Ingeniería en Automatización y Control, ARQ. NAVAL: Arquitectura Naval.

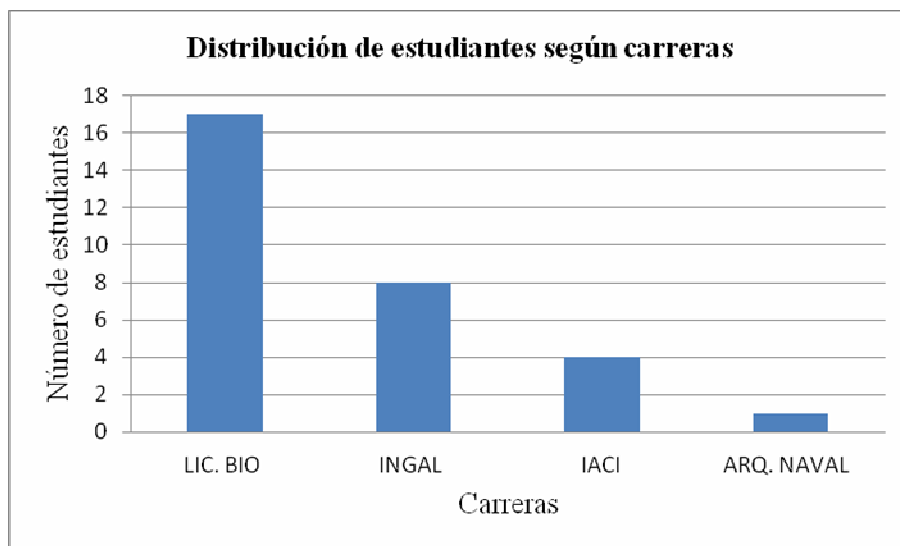
Figura 2.2. Caracterización de la muestra de estudiantes del curso de Química I 2016-1

según la orientación de la escuela secundaria de procedencia.



La distribución de los estudiantes según la elección de carrera se muestra en la Figura 2.2.

Figura 2.2: Distribución de estudiantes según la carrera



LIC. BIO: Licenciatura en Biotecnología, INGAL: Ingeniería en Alimentos, IACI: Ingeniería en Automatización y Control, ARQ. NAVAL: Arquitectura Naval.

Al inicio del curso los estudiantes poseían conocimientos previos de química básica, de física y de matemáticas (nivel de enseñanza medio, terciario, universitario y del curso de ingreso a la universidad). En general presentaban hábitos de estudio poco apropiados: poco tiempo de estudio, escasa consulta de la bibliografía disponible, aprendizaje memorístico. Por estar acostumbrados a clases tradicionales los estudiantes se mostraban poco dispuestos a participar en las mismas. Se observó también una visión errónea acerca del origen y desarrollo del conocimiento científico. Los estudiantes de Lic. en Biotecnología y de Ingeniería en Alimentos poseían, de manera general, mucha motivación intrínseca, mientras que otros



postergaron el cursado de esta asignatura y en algunos casos hicieron varios intentos para cursarla.

2.4 Instrumentos

Los elementos que se utilizaron para la obtención de datos fueron: grabaciones del discurso en el aula: en toda la clase y grupales, encuestas, evaluaciones, informes de laboratorio, respuestas escritas y orales de distintas actividades áulicas.

Si bien se desarrollaron a lo largo del cursado de Química I numerosas actividades de diferentes tipos, por razones de espacio no se consignará el análisis de todas ellas sino el análisis de una de cada tipo a modo de ejemplo.

Existe una gran variedad de temas en el programa de Química I (Anexo 1). Resulta imposible rastrear todas las conexiones conceptuales que los estudiantes establecen entre los distintos temas. Se seleccionó un eje conceptual principal: estructura y propiedades físicas de la materia, cuyo desarrollo en el curso involucra a las guías de actividades incluidas en el Anexo 2 y se realizó (y se presenta en esta tesis) el análisis de actividades de diferentes tipos vinculadas a este eje (Tabla 2.1).



Tabla 2.1 Tipo de actividad analizada y objetivo didáctico

Tipo de actividad	Objetivo didáctico
Preguntas individuales, escritas	Que el estudiante vincule el conocimiento teórico de la disciplina con diferentes hechos.
Preguntas grupales orales y escritas	Que los estudiantes discutan, presenten sus argumentos y construyan explicaciones en colaboración con otros.
Cuestionarios de laboratorio	Que los estudiantes lean previamente la guía de TP y estudien los temas (teóricos y prácticos) involucrados en la misma.
Informes de laboratorio Individual	Que el estudiante aprenda a comunicar el resultado de un trabajo de laboratorio a través de una estructura particular. (Ver anexo 3) Que el estudiante aprenda a gestionar información. Que el estudiante estudie el marco teórico correspondiente. Que el estudiante pueda comparar sus propios resultados experimentales con el marco teórico correspondiente.
Informes de laboratorio Grupal	Idem anterior pero de manera colaborativa. Que los estudiantes aprendan a trabajar en equipo, que proponga ideas para la elaboración del informe, que discutan el TP, que tomen decisiones.
Evaluaciones (parciales e integradoras)	Que el estudiante explicita su conocimiento sobre los diferentes temas tratados en la asignatura.

2.5. Equipos

Para la realización de este plan de tesis se utilizó una grabadora de periodista, cámara fotográfica y computadora.

2.6. Procedimientos

1) Se recolectaron los datos personales mediante la encuesta mostrada anteriormente y se caracterizó la muestra de estudiantes.

2) Se recolectó el material a analizar: registro de textos orales y escritos.



3) Se realizó el análisis correspondiente a la estructura de los textos. Se evaluó la presencia de los diferentes componentes de los argumentos según TAP: hipótesis, datos, justificación, fundamentación, cualificadores modales, refutadores, conclusión.

4) Se realizó el análisis correspondiente a la anatomía (validez formal, secuencia y conectores) y la fisiología de los textos (concordancia entre hechos y conclusión, aceptabilidad de la justificación principal, relevancia de los tipos de argumentos y ejemplificación).

5) Se realizó el análisis de la relación entre el desarrollo de la argumentación y la comprensión conceptual y su evolución en el trayecto formativo de la asignatura.

2.7. Técnica de análisis

Se analizó el discurso argumentativo de los alumnos utilizando el modelo de Sardà y Sanmartí Puig (2000) que tiene en cuenta dos perspectivas:

1) la propuesta de Toulmin (1993), que plantea una revisión de la argumentación como una teoría del razonamiento práctico (instrumento para analizar la parte lógica).

2) la proveniente de la lingüística textual, representada por los modelos de Van Dijk (1978) y Adam (1992), que plantea el análisis de las unidades comunicativas que van más allá de los límites de las oraciones gramaticales.

El análisis es de tipo cualitativo. La técnica consiste en identificar y situar las partes de cada texto para luego analizar la presencia de los distintos componentes, determinar si es completo argumentativamente y la forma en la que las distintas partes se conectan (conexión lógica). Los resultados se presentaron en una



combinación de esquemas conceptuales y tablas de datos numéricos a través de la tabla 2.2. Cabe considerar que no en todas las actividades se encontraron respuestas de todas las categorías, por lo que la tabla con los resultados de cada actividad contiene sólo las categorías encontradas.

Tabla 2.2: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de los estudiantes a la actividad.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa												
Confusa												
Incompleta												
Confusa e incompleta												
Incorrecta e incompleta												
Incorrecta(Falsa)												
No responde												
Nº de respuestas												

TAP: modelo de argumentación de Toulmin, VD: modelo de argumentación de Van Dijk, A: modelo de argumentación de Adam

2.8. Consideraciones éticas

Se contó con la autorización de la dirección del Departamento de Ciencia y Tecnología para la realización de esta investigación.

Se dio a conocer a los estudiantes la naturaleza de la investigación previamente a su realización. En relación con los registros de actividades áulicas (grabaciones y fotografías) y con el fin de no invadir la intimidad de los participantes, se les dio la posibilidad de no participar en caso de no estar de acuerdo con el proyecto.



Capítulo 3: Resultados y análisis

3.1. Propuesta de análisis del discurso de los estudiantes

El objetivo específico del análisis de las actividades es detectar la presencia de componentes de TAP, de la macroestructura (VD) y del tipo de secuencia (A).

En las respuestas de los estudiantes a las actividades propuestas se ha analizado tanto la presencia de los componentes fundamentales de un texto argumentativo (TAP, VD y A) como la pertinencia del contenido de los textos (macroestructura VD) y las estructuras locales con las que se establecen las vinculaciones lógicas entre los componentes de los textos (microestructura en VD, premisas e inferencias en A).

Al analizar la presencia de los componentes de TAP se tuvo en cuenta las características de las diferentes actividades. Se observó que en muchas de ellas no correspondía establecer hipótesis (H).

Los cualificadores modales (M) y los refutadores (R) son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación. Cabe señalar que no se evidenciaron en las resoluciones de las actividades de los estudiantes comentarios acerca de las condiciones de la validez de las justificaciones.

Los resultados del análisis de cada actividad se presentan en Tablas y se señala la presencia o no de los componentes en sombreado (gris). La evaluación de la pertinencia de estos componentes no es requerida en TAP, pero sí en VD y A y además permite analizar de manera más profunda el grado de comprensión que tienen los estudiantes sobre el tema.

Para una mejor interpretación de los resultados contenidos en la Tabla de cada actividad, estableceremos el significado de nuestras clasificaciones.



Respecto de las hipótesis (H), se considera: completa cuando el estudiante logra formular un intento de explicación pertinente; incompleta cuando la explicación es parcial; confusa cuando la redacción no permite entender la explicación (por ejemplo el uso de términos cotidianos que no refieren –en el contexto de la química– aquello que los estudiantes pretenden expresar); mal cuando el intento de explicación no es pertinente (por ejemplo, uso de conceptos inadecuados o vinculación incorrecta en relación con el marco teórico).

Respecto de los datos (D), se considera: completo cuando el estudiante consigna correctamente los datos necesarios para resolver la actividad; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no los conceptos involucrados en todos los ítems de la actividad; incompleto cuando en el texto no están consignadas todos los datos requeridos y mal cuando el estudiante utiliza incorrectamente los datos involucrados o utiliza otros datos que no son necesarios para responder la actividad.

Respecto de la justificación (J), se considera la vinculación entre los conceptos contenidos en los datos: completo cuando el estudiante los vincula adecuadamente; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante los vincula o no; incompleto cuando la vinculación es parcial y mal cuando el vínculo es incorrecto.

Respecto de los fundamentos (F), se considera: completo cuando el estudiante vincula su justificación de manera adecuada al marco teórico correspondiente; incompleto cuando el estudiante vincula parcialmente la justificación con el marco teórico correspondiente; confuso cuando la redacción (en un sentido amplio ya mencionado) no permite interpretar si el estudiante no conoce el marco teórico adecuado para fundamentar sus afirmaciones o no puede establecer la vinculación (relación lógica)



entre los conceptos utilizados y dicho marco teórico y mal/ Falso cuando fundamenta con conceptos que no son pertinentes (no corresponden al marco teórico adecuado).

Respecto de las conclusiones (C), se considera: completo cuando el estudiante logra llegar a la afirmación propuesta de una forma lógicamente válida; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el alumno no conoce la vinculación entre datos y conclusión o no conoce el marco teórico que le permitiría establecer tal vínculo; incompleto cuando están consignados de manera parcial los conceptos necesarios para arribar a la conclusión o cuando están parcialmente vinculados dichos conceptos y mal/ Falso cuando la conclusión es incorrecta cuando no se sigue de los datos contenidos en el enunciado.

Respecto de las premisas (P), se considera: confuso cuando los enunciados que se explicitan no son claros para justificar o apoyar a la conclusión; incompleto cuando los enunciados que se explicitan no son los necesarios para justificar o apoyar a la conclusión y mal (falsas) cuando los enunciados que se explicitan no son verdaderos.

Respecto de las inferencias (I), se considera: completo cuando la conclusión se sigue lógicamente de las premisas; confuso cuando no está clara la relación entre las premisas y la conclusión; incompleto cuando se llega a la conclusión solamente con algunas premisas correctas y mal (falso) cuando no hay relación entre las premisas y la conclusión.

Una nota general no contenida en los resultados mostrados en las tablas es que la mayoría de los estudiantes utiliza de modo incorrecto (confuso) los términos técnicos de la química o directamente utilizan términos del lenguaje cotidiano que no refieren de modo preciso lo que quieren expresar.



3.2. Resultados y análisis de actividades

3.2.1. Actividad 1

Resolución simultánea de distintas actividades de la guía de estructura de la materia.

Unidad 1

Tipo de actividad: grupal, escrita y oral, con distintas fuentes de información disponibles para la resolución.

Tiempo de resolución: aproximadamente 20 minutos por actividad.

Fecha: 22/3/ 2016

Número de estudiantes que realizó la actividad: 30 en grupos de 5 personas

Consignas

Actividad 1: pregunta de la guía de estudio de la unidad 1, Estructura atómica

Escriba la relación entre la energía de un fotón y:

- a) la frecuencia de la radiación electromagnética asociada,*
- b) el número de ondas de la radiación electromagnética asociada.*

Actividad 2: problema de la guía de estudio de la unidad 1, Estructura atómica

Considere los siguientes niveles de energía de un átomo hipotético:

Nivel Energía

E4 -1.0 10⁻¹⁹ J

E3 -5.0 10⁻¹⁹ J

E2 -10 10⁻¹⁹ J

E1 -15 10⁻¹⁹ J

- a) ¿Cuál es la longitud de onda del fotón que se necesitaría para excitar un electrón desde E1 hasta E4?*
- b) ¿Cuál es la longitud de onda que se emite cuando un electrón decae desde E3 a E1?*
- c) ¿Cuál es la mínima energía que debe tener un fotón para ionizar el átomo si el nivel de energía ocupado más alto es E2?*



Objetivo didáctico: evaluar el modo en el que los estudiantes vinculan los conceptos relacionados con la radiación electromagnética y la estructura atómica: energía, frecuencia, longitud de onda, número de onda, energía de ionización, niveles de energía. Favorecer el trabajo colaborativo, la comunicación oral y escrita y la apreciación de distintos modos posibles para la resolución de una misma actividad.

Evaluar el uso de diferentes lenguajes de la disciplina y la capacidad de utilizar de elegir entre ellos de acuerdo a los requerimientos de la actividad. Conocer las estrategias utilizadas por los estudiantes para gestionar la información necesaria (libros, apuntes, sitios web) para resolver las actividades planteadas al inicio del curso.

El contenido conceptual a evaluar es el incluido en las Unidad didáctica I: estructura atómica y fue desarrollado en la clase previa.

Resultados

Tabla 3.1: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 12 estudiantes trabajando en 4 grupos.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa		4	1	2	1		2	2	2	1	1	2
Incompleta			1			1	1		1	1	1	1
Confusa e incompleta				1								
No consignada			2	1			1	2	1	2	2	1
Nº de respuestas		4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4



Análisis de resultados

En la Tabla 3.1 se consignan los datos de la totalidad de las respuestas obtenidas por grupo de estudiantes. Cada grupo resolvió una actividad: un grupo resolvió la actividad 1 y los tres restantes la actividad 2.

Se dejó el grabador al primer grupo de estudiantes quienes se sintieron incómodos por la grabación, por lo que sin avisar al docente, pasaron el grabador a otro grupo. Este comportamiento se repitió entre los diferentes grupos. Trataban de resolver una sola de las actividades propuestas y entregaban el grabador a otro grupo.

Dadas las características de la actividad no corresponde establecer Hipótesis.

Grupo 1. Entre todos los estudiantes construyen un argumento válido completando, a través de aproximaciones sucesivas, toda la información necesaria para su elaboración.

Se observa, aunque no siempre de manera correcta, el uso de cualificadores modales y refutaciones.

Luego de leer el enunciado de la actividad y antes de pensar por sí mismos una posible respuesta buscan la misma en un libro. Al encontrar una ecuación $E = h\nu$ la leen literalmente “*la energía es igual a hache por frecuencia*” sin explicitar el contenido físico de la misma lo que los lleva a interpretar el signo “=” como una relación de identidad ontológica entre la energía y la frecuencia de un fotón. Uno de los estudiantes busca información de un libro y selecciona un párrafo en el que queda claro el sentido del uso del signo “=” en la relación entre energía y frecuencia.

Grupo 2. Apelan directamente a las relaciones matemáticas que representan las relaciones entre los conceptos de frecuencia, longitud de onda y energía. Se observan inconvenientes con el manejo de las unidades de cada magnitud de modo que un docente debe intervenir para clarificar este aspecto.



Si bien llegan a un resultado numérico correcto no dejan explicitado ni oralmente ni por escrito la justificación ni la fundamentación del argumento que les permitió obtenerlo. Asimismo no establecen de manera clara cuáles son las premisas a través de las cuales infieren dicha conclusión. Se observa menos discusión que en el grupo precedente reflejándose en refutaciones incompletas.

Grupo 3. Los estudiantes discuten en torno al enunciado de la actividad y al significado de los términos utilizados en el mismo. Cuando logran interpretarlo obtienen los datos contenidos en él. Advierten que desconocen el significado de las fórmulas que utilizan “...es todo teoría, es como sacar y aplicar fórmulas que ni conocemos”. Debe intervenir un docente para aclarar el contenido de los términos incluidos en el enunciado. Aún así concluyen sólo parcialmente a través de premisas e inferencias incompletas. En la discusión no se observan cualificadores modales ni refutaciones.

Grupo 4. Se observan dificultades en la interpretación del enunciado y de los conceptos contenidos en él. Un docente debe intervenir para clarificar ambas cuestiones. Sólo con la guía que les proporciona el docente a través de preguntas los estudiantes logran construir un argumento. Aún así el mismo es incompleto. Se observa además del uso de expresiones matemáticas desprovistas de su significado físico un deficiente manejo de propiedades matemáticas básicas. En este grupo se observó poco trabajo colaborativo.

De modo general se evidencia que cuando el trabajo es colaborativo se generan argumentos más completos y válidos. En el grupo 1 se observó mayor participación de los estudiantes que en el grupo 4.



3.2.2. Actividad 2

Actividad “abierta”. Exposición de distintos modos de resolución.

Tipo de actividad: grupal con exposición.

Tiempo de resolución: 20 minutos.

Tema: estructura de la materia y propiedades periódicas.

Número de estudiantes que realizó la actividad: 12 en 4 grupos.

Fecha: 1/4

Consigna

Problema de la guía de estudio de la unidad 3: Propiedades periódicas
Las especies X^1 e Y^{+3} son isoelectrónicas. Si X está en el segundo periodo y en el grupo VIIA, ¿en qué lugar de la tabla está ubicado Y ? Compare los radios atómicos de X e Y . Justifique.

Objetivos didácticos: evaluar el modo en el que los estudiantes vinculan la información contenida en la disposición de los elementos en la tabla periódica (período y grupo) con la propiedad radio atómico. Favorecer el trabajo colaborativo, la comunicación oral y la apreciación de los pares de los distintos modos utilizados por sus compañeros para la resolución de una misma actividad.

Evaluar el uso de diferentes lenguajes de la disciplina y la capacidad de utilizar de elegir entre ellos de acuerdo a los requerimientos de la actividad.

Contenido conceptual: propiedades periódicas de los elementos: clasificación periódica de los elementos, grupos y períodos, variaciones periódicas en grupos y períodos de las propiedades físicas, carga nuclear efectiva, radio atómico y radio iónico.

Resultados

A continuación se presentan imágenes de las 4 resoluciones grupales en el pizarrón.

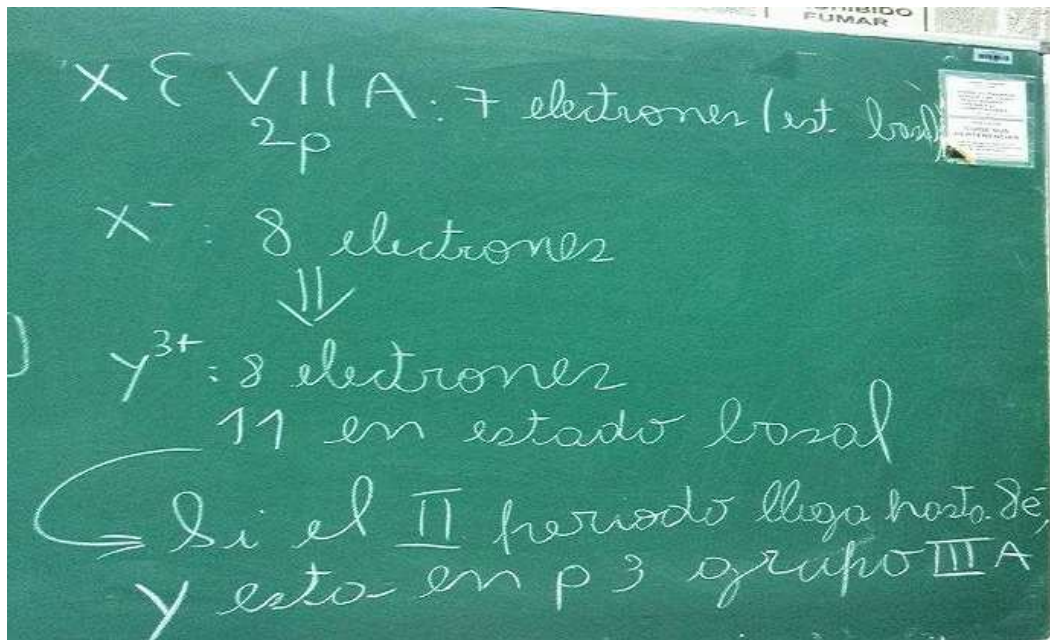


Figura 3.1: Resolución grupo 1

Puede observarse que el grupo 1 asocia la información brindada (grupo VIIA) sólo a los electrones externos de la última capa, pero no menciona que el total de los electrones del elemento es 9. Se observa también una correcta interpretación del concepto “isoelectrónico” y del concepto de ión positivo o negativo en tanto cantidad de electrones que posee un elemento al transformarse en un catión o un anión. Los estudiantes de este grupo utilizan tanto números romanos como arábigos para designar los períodos a los que pertenecen los elementos desatendiendo, en parte, a los códigos de la disciplina. No mencionan la relación entre el período y los niveles de energía. La actividad no está resuelta de forma completa ya que falta la comparación entre los radios atómicos de los elementos.

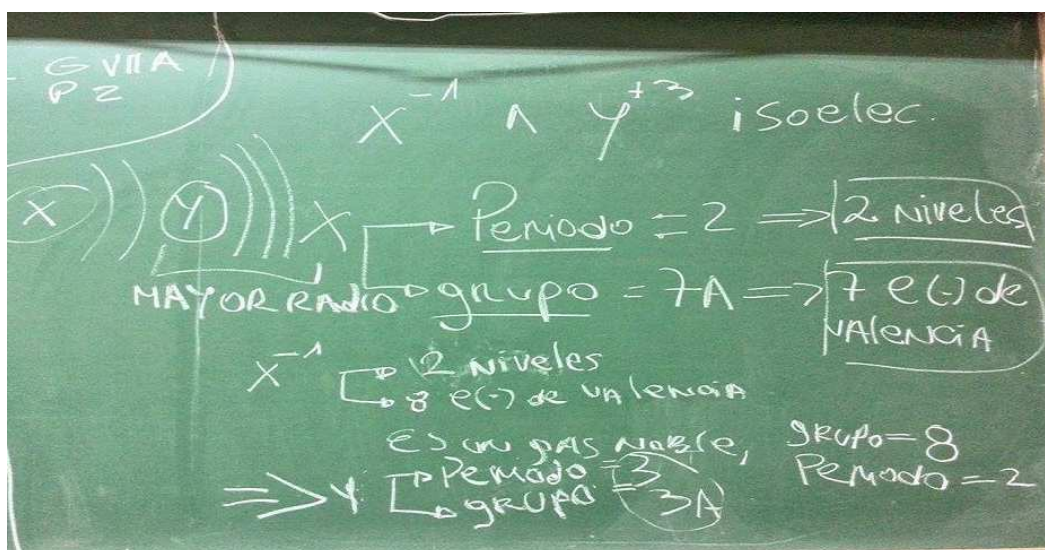


Figura 3.2: Resolución grupo 2

Puede observarse que el grupo 2 asocia la información brindada (grupo VIIA) sólo a los electrones externos de la última capa, mencionando que se trata de electrones de valencia. Asocian el período al que pertenece un elemento con el nivel de energía (si bien no está explícitamente consignado en el pizarrón, el grupo lo comentó oralmente). Se observa también una correcta interpretación del concepto “isoelectrónico” y del concepto de ión positivo o negativo en tanto cantidad de electrones que posee un elemento al transformarse en un catión o un anión. Los estudiantes de este grupo utilizan sólo números arábigos para designar los períodos y grupos a los que pertenecen los elementos desatendiendo, en parte, a los códigos de la disciplina. Cabe señalar que para llegar a conocer a qué período y grupo pertenece el elemento Y, presentan una conclusión incorrecta al decir que si un ión tiene 8 electrones es un gas noble. Este grupo de estudiantes desarrolló la actividad de manera más completa ya que compara los radios atómicos de los elementos. Utilizaron para establecer dicha comparación una representación gráfica en la que se vincula el radio atómico con los niveles de energía de los átomos neutros.

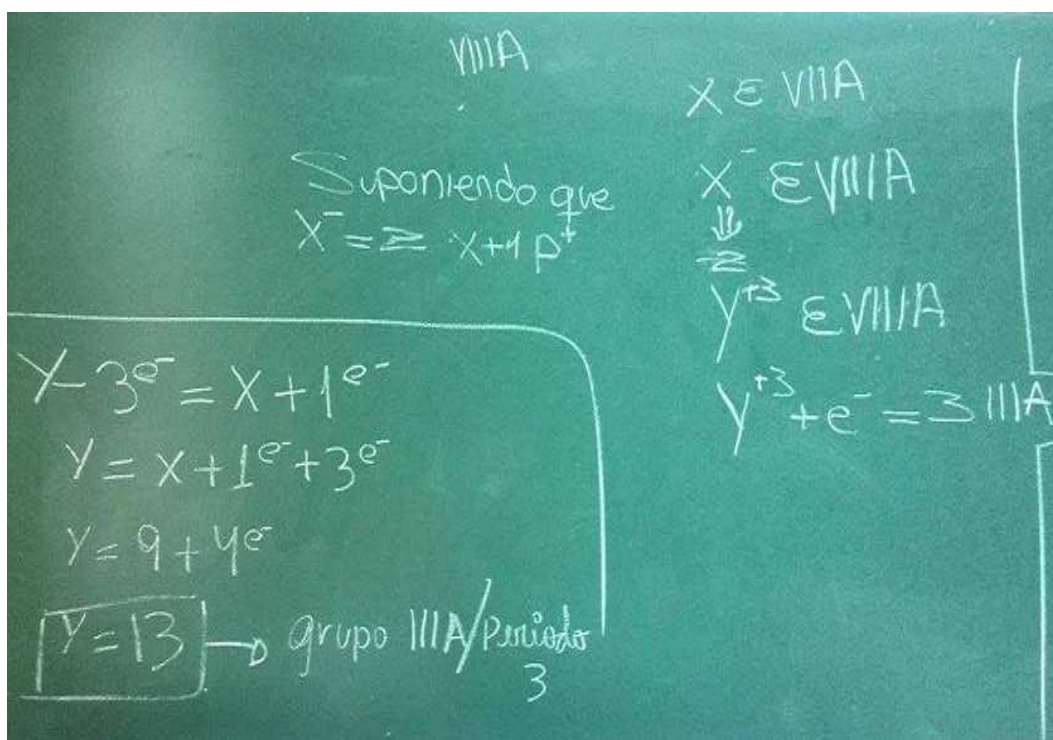


Figura 3.3: Resolución grupo 3

La notación que utiliza el grupo 3 es difícil interpretación, pues presenta anotaciones aisladas en las que no queda claro el significado.

Se evidencia una correcta interpretación del concepto “isoelectrónico”, pues el grupo explicó oralmente el significado de X e Y en el contexto de la ecuación presentada (número de electrones) y del concepto de ión positivo o negativo en tanto cantidad de electrones que posee un elemento al transformarse en un catión o un anión. Al reemplazar X por 9 evidencian conocer que el total de los electrones de X (no sólo los de valencia) es 9.

Al igual que ocurre con el grupo 2, para llegar a conocer a qué período y grupo pertenece el elemento Y, presentan una conclusión incorrecta al decir que si un ión tiene 8 electrones pertenece al grupo VIIIA (gas noble).

Los estudiantes de este grupo utilizan adecuadamente números romanos para designar a los grupos sin mencionar la relación entre el período y los niveles de energía.

La actividad no está resuelta de forma completa ya que falta la comparación entre los radios atómicos de los elementos.

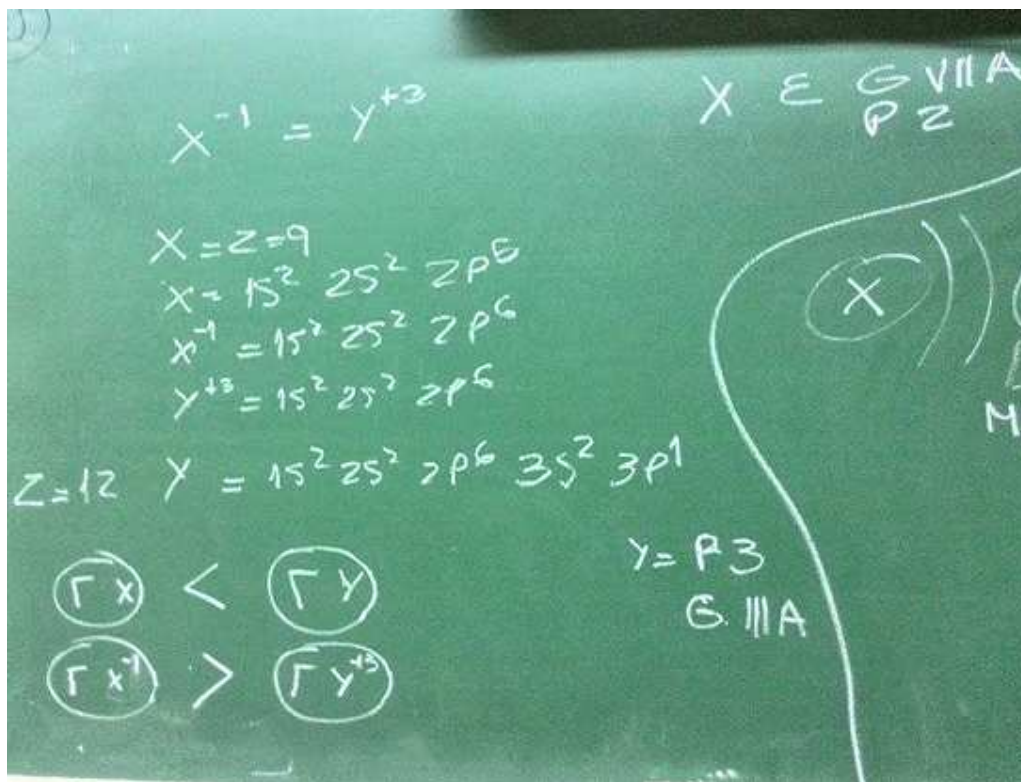


Figura 3.4: Resolución grupo 4

Puede observarse que el grupo 4 asocia la información brindada (grupo VIIA y período 2) a la totalidad de los electrones del elemento X. Asocian el período al que pertenece un elemento con el nivel de energía (consignado en la configuración electrónica). Se observa también una correcta interpretación del concepto “isoelectrónico” y del concepto de ión positivo o negativo en tanto cantidad de electrones que posee un elemento al transformarse en un catión o un anión. El desarrollo de la configuración electrónica de cada elemento les permite localizar de manera más ajustada los electrones captados o cedidos. Cabe señalar que si bien se comete un error en la inscripción del número de electrones (12) así como en la designación del número de electrones (Z), se evidencia a través de la configuración electrónica que se trata de 13 electrones para Y.



Este grupo de estudiantes desarrolló la actividad de manera más completa ya que compara los radios atómicos de los elementos y además agrega la comparación de los radios de los iones.

Tabla 3.2: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 12 estudiantes trabajando en 4 grupos.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa	-	2	1	1	-	-	2	1	2	1	1	2
Confusa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Incompleta	-	2	2	1	-	-	2	2	2	2	1	2
Incorrecta (Falsa)	-	-	1	2	-	-	-	1	-	-	1	-
Nº de respuestas	-	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	4

Dadas las características de la actividad propuesta no correspondía establecer hipótesis.

Análisis de los resultados

Se evidencia falta de componentes del discurso argumentativo, justificaciones y conclusiones parciales. En todos los casos parte de los componentes de la argumentación fueron escritos en el pizarrón y parte expresados oralmente. Cada grupo utilizó un modo distinto de explicitar tanto el conocimiento contenido en los datos como el necesario para responder la actividad.

En relación con el uso de los datos puede observarse que 2 grupos asociaron la información brindada (el elemento X pertenece al grupo VIIA) sólo a los electrones externos, en un solo caso se menciona que se trata de electrones de valencia. Los otros dos grupos hacen referencia a la totalidad de los electrones de cada átomo considerando de manera implícita la información contenida en el dato del período. No todos los grupos asociaron el período al que pertenece un elemento con el nivel de energía.



La totalidad de los estudiantes fue capaz de utilizar correctamente el significado del término “isoelectrónico”.

Algunos estudiantes vincularon el cambio de la cantidad de electrones con respecto al estado basal con un cambio de grupo del elemento en cuestión. Esto constituye una conclusión parcial falsa, pero de todos modos no influye en las justificaciones.

La mitad de los estudiantes no responde a la segunda consigna de la actividad, quedando ausentes en estos casos componentes de la argumentación (justificaciones, cualificadores modales, refutadores y conclusiones del TAP). Solamente un grupo utiliza la configuración electrónica desarrollada y asocia los períodos con los niveles de energía y luego concluye en la relación de radios de los átomos de los elementos y además agrega la relación de radios de los iones, presentando una argumentación más completa y de mayor pertinencia.

No todos los grupos utilizaron correctamente los códigos con los que habitualmente se designan a los períodos y a los grupos en química, esto evidencia falta de manejo del lenguaje simbólico de la disciplina.



3.2.3. Actividad 3

Evaluación previa al Trabajo Práctico de Laboratorio

A modo de ejemplo se presenta la evaluación de laboratorio correspondiente al Trabajo

Práctico N° 2: Determinación de la densidad de los sólidos y líquidos.

Tipo de actividad: individual, escrita.

Tiempo de resolución: 20 minutos.

Tema: Densidad de sólidos y líquidos.

Número de estudiantes que realizó la actividad: 19.

Fecha: 15/4

Consigna

Evaluación de Laboratorio Nro 2. Determinación de la densidad de los sólidos y líquidos.

- 1. ¿Qué es la densidad? ¿Qué tipo de magnitud es? Justifique.*
- 2. Se desea determinar la densidad de un sólido irregular conocido, tras pesarlo en una balanza analítica se sabe que pesa 2,1347g. Posteriormente se lo introduce en una probeta con 200ml de agua. Al hacerlo el mismo se hunde incrementando el volumen total a unos 250 ml. ¿Cuál es la densidad del material?*
- 3. Usted trabaja en un laboratorio y su director le pide que determine la densidad de la acetona (líquido) por el método picnométrico. Detallar paso a paso cómo llevaría a cabo este experimento.*

El objetivo didáctico de esta actividad fue evaluar si los estudiantes conocen la magnitud que van a medir en el laboratorio así como sus características principales. Es decir, si conocen su definición ontológica (pregunta 1), su formalización (una representación matemática), alguna de sus relaciones con otras magnitudes



(característica contextual) (pregunta 2) y algún modo de medirla (característica experimental) (pregunta 3). Estos elementos se corresponden con los datos de TAP.

Se pretendió también observar si los estudiantes pueden transferir el conocimiento sobre la magnitud y sus características a casos particulares (preguntas 2 y 3). Dicha transferencia implica justificar y fundamentar en función del marco teórico estudiado, con el fin de obtener conclusiones.

El contenido conceptual a evaluar fue incluido en las unidades didácticas: Medidas y Unidades, Propiedades periódicas, Metales y compuestos iónicos y en Sólidos y líquidos.

Resultados

Tabla 3.3: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 19 estudiantes a la actividad 2.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa	-	6	7	3	1	-	3	7	3	6	-	3
Confusa	-	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	1
Incompleta	-	5	6	9	-	-	7	6	7	4	1	7
Confusa e incompleta	-	5	-	-	-	-	2	-	2	5	-	2
Incorrecta (falsa)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3 falsas		
No consignada	19	-	5	7	18	19	6	5	6	-	18	6
Nº de respuestas	-	19	14	12	1	-	13	14	13	19	-	13

Análisis de los resultados

Dadas las características de las tres actividades propuestas en esta evaluación no correspondía establecer hipótesis (H). No se evidenciaron comentarios acerca de las condiciones de invalidez de las justificaciones (refutadores).



En el contexto de esta actividad se ha considerado que los datos están completos cuando el estudiante consigna correctamente la definición de densidad y su expresión matemática asociada, sus unidades y al menos una de sus características fundamentales (magnitud escalar; propiedad intensiva); confusos cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no la definición de densidad y sus características más representativas; incompletos cuando en el texto no están consignadas las unidades o alguna de las características fundamentales de la magnitud densidad y mal cuando el estudiante consigna incorrectamente la definición de densidad y sus características.

Respecto de la justificación se ha considerado completa cuando el estudiante consigna correctamente los pasos necesarios para calcular la densidad de un sólido irregular y vincula adecuadamente (justifica localmente) la secuencia de los pasos de la experiencia; confusa cuando la redacción (en un sentido amplio: texto y secuencias lógico matemáticas de ecuaciones) no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no la relación entre definición de densidad, su representación matemática y el vínculo entre la secuencia de pasos de la experiencia no es claro e incompleta cuando están justificadas parcialmente la secuencia matemática o la secuencia de pasos de la experiencia

Respecto de los fundamentos se sigue, sin particularidades agregadas, las consideraciones generales acerca de la vinculación entre justificación y marco teórico correspondiente.

En el caso de las conclusiones se han considerado completas cuando el estudiante logra obtener un valor para la densidad del sólido regular de manera correcta y cuando, a través de una secuencia correcta de pasos experimentales, logra establecer una ecuación



para el cálculo de la densidad de un líquido mediante el método picnométrico; confusas cuando el resultado obtenido o la ecuación para el cálculo de la densidad de un líquido mediante el método picnométrico no están expresados correctamente; incompletas cuando el resultado obtenido o la ecuación para el cálculo de la densidad de un líquido mediante el método picnométrico están expresados parcialmente y mal (falsas) cuando el estudiante llega a una expresión incorrecta o el resultado obtenido es incorrecto (es incorrecta la fórmula, o se la considera una magnitud vectorial o están mal las unidades o no tiene en cuenta las unidades o resulta un valor incoherente).

Las premisas se han considerado completas cuando el estudiante consigna correctamente la definición de densidad y su expresión matemática asociada y sus características fundamentales (magnitud escalar e intensiva) como punto de partida para obtener el resultado (densidad de un sólido irregular y expresión matemática para el cálculo de densidad por el método picnométrico); confusas cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no la definición de densidad y sus características más representativas o las utiliza inadecuadamente como punto de partida para obtener el resultado (densidad de un sólido irregular y expresión matemática para el cálculo de densidad por el método picnométrico); incompletas cuando en el texto no están consignados todos los datos (definición de densidad, ec. matemática, etc) que sirven como punto de partida para obtener los resultados (conclusión) y mal (falsas) cuando el estudiante consigna incorrectamente la definición de densidad y sus características. Se han considerado completas las inferencias que se basan en la totalidad de las premisas consignadas por el estudiante.

La mayoría de los estudiantes definen la densidad como una determinada relación entre las magnitudes masa y volumen: “la relación entre una masa y el volumen que esta



ocupa”. No todos ellos señalan características significativas de la densidad (como su dependencia con la temperatura) y se observa que algunos de ellos la consideran vectorial, la asocian solo a líquidos o solo a cuerpos homogéneos y/o redactan confusamente la definición: “[la densidad]...*es la relación entre la masa y el volumen de un elemento*”. Entre los que clasifican a la densidad como una magnitud escalar e intensiva, muchos no justifican dicha clasificación. Se evidencian muy pocos problemas con las unidades así como con la expresión matemática que representa la relación entre masa y volumen establecida en la definición de densidad. En la descripción del método picnométrico no siempre explicitan la justificación de la secuencia de pasos evidenciando conocer el procedimiento pero no los contenidos del marco teórico que dan fundamento a tal secuencia. Se evidencian básicamente secuencias descriptivas. Pocos estudiantes obtienen una ecuación que permite el cálculo de la densidad como conclusión de una correcta secuencia de pasos vinculados entre sí y con los fundamentos que provee el marco teórico. Algunos alumnos señalan que el valor que se obtiene para la densidad de la acetona a través del método picnométrico es válido para un determinado valor de temperatura y presión pero sin haber mencionado previamente que la densidad depende de dichas variables. Es decir, no se evidencian secuencias globales argumentativas, aunque sí secuencias argumentativas locales.



3.2.4. Actividad 4

Actividad en primera evaluación parcial (segunda actividad en orden cronológico)

Tipo de actividad: individual, escrita.

Tiempo de resolución: Esta actividad esta incluida en el primer parcial para el que se destinaron tres horas en total. Para esta actividad se estimaron 20 minutos.

Tema: Interacciones no covalentes y propiedades físicas.

Número de estudiantes que realizó la actividad: 25.

Fecha: 10/5

Consigna

Actividad del Primer parcial

Proporciona una explicación para los siguientes hechos

- a) Una mezcla de tetracloruro de carbono (CCl_4) y agua presenta dos fases.*
- b) El glicerol es más denso y más viscoso que el agua.*
- c) El glicerol es soluble en agua.*
- d) El I_2 es soluble en agua.*
- e) Se puede obtener N_2 líquido.*
- f) El punto de ebullición de los isómeros C_5H_{12} , pentano, metilbutano y dimetilpropano es $36,1\text{ }^\circ\text{C}$, $27,8\text{ }^\circ\text{C}$, y $9,5\text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente.*

El objetivo didáctico de la actividad fue analizar si los estudiantes son capaces de explicar propiedades físicas de diferentes tipos de sustancias: la formación de mezclas homogéneas o heterogéneas constituidas por dos componentes (ítem a, c y d), la viscosidad (ítem b), el punto de fusión (ítem e) y el punto de ebullición (ítem f).



El contenido conceptual a evaluar fue incluido en la Unidad didáctica Interacciones no covalentes. Se analizó si los estudiantes conocen la utilidad de: las estructuras de Lewis, la diferencia de electronegatividad y su relación con el momento dipolar de los enlaces, el modelo de Repulsión de pares de electrones de valencia (RPEV) y la polaridad de las moléculas, las fuerzas intermoleculares y las diferentes intensidades de las mismas. Asimismo nos propusimos evaluar si los estudiantes diferencian los conceptos de “densidad” y “viscosidad”. En particular en el caso del ítem b) se trata de diferenciar entre densidad y viscosidad del agua y relacionar la viscosidad de esta sustancia con la existencia de puentes de hidrógeno entre sus moléculas.

Resultados

El análisis -realizado sobre las respuestas de los 25 alumnos- de la presencia de los componentes de TAP, de la macroestructura (VD) y del tipo de secuencia (A), así como la calidad y pertinencia de los mismos proporcionó como resultado los datos que se presentan en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 25 estudiantes a una actividad del primer parcial

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa			1				2	1	2		4	2
Confusa												
Incompleta		10	3	4			4	3	4	5		4
Confusa e incompleta		1	3	3			3	3	3	5	1	3
Incorrecta (Falsa)		4	11	4			4	11	4	10	12	4
No consignada		10	7	14			12	7	12	5	8	12
Nº de respuestas		15	18	11			13	18	13	20	17	13



Dadas las características de la actividad propuesta no correspondía establecer hipótesis. Los cualificadores modales y los refutadores son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación. Cabe señalar que no se evidenciaron en las resoluciones de la actividad de los estudiantes comentarios acerca de las condiciones de validez de las justificaciones.

Para una mejor interpretación de los resultados contenidos en la Tabla 3.4, estableceremos el significado de nuestras clasificaciones.

Respecto de los datos, se considera: completo cuando el estudiante consigna correctamente los datos necesarios para resolver la actividad; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no los conceptos involucrados en todos los ítems de la actividad; incompleto cuando en el texto no están consignadas todos los datos requeridos y mal cuando el estudiante utiliza incorrectamente los datos involucrados o utiliza otros datos que no son necesarios para responder la actividad.

Respecto de la justificación, se considera: completo cuando el estudiante vincula adecuadamente los conceptos relacionados con la estructura de las moléculas con las propiedades macroscópicas de las sustancias; confuso cuando la redacción (en un sentido amplio: texto y secuencias lógicas) no permite interpretar si el estudiante ha comprendido o no la vinculación entre los conceptos relacionados con la estructura de las moléculas y las propiedades macroscópicas de las sustancias; incompleto cuando se vinculan solo algunos conceptos las propiedades macroscópicas de las sustancias y mal cuando el estudiante vincula incorrectamente los datos con las propiedades macroscópicas de las sustancias.



Respecto de los fundamentos, se considera: completo cuando el estudiante vincula su justificación de manera adecuada al marco teórico correspondiente; incompleto cuando el estudiante vincula parcialmente la justificación con el marco teórico correspondiente; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el estudiante desconoce el marco teórico adecuado para fundamentar sus afirmaciones o no puede establecer la vinculación (relación lógica) entre los conceptos utilizados y dicho marco teórico y mal/Falso cuando fundamenta con conceptos que no son pertinentes (no corresponden al marco teórico adecuado).

Respecto de las conclusiones, se considera: completo cuando el estudiante logra llegar a la afirmación propuesta de una forma lógicamente válida; confuso cuando la redacción no permite interpretar si el alumno desconoce la vinculación entre datos y conclusión o no conoce el marco teórico que le permitiría establecer tal vínculo; incompleto cuando están consignados de manera parcial los conceptos necesarios para arribar a la conclusión o cuando están parcialmente vinculados dichos conceptos y falsa cuando la conclusión es incorrecta cuando no se sigue de los datos contenidos en el enunciado.

Respecto de las premisas, se considera: confuso cuando los enunciados que se explicitan no son claros para justificar o apoyar a la conclusión; incompleto cuando los enunciados que se explicitan no son los necesarios para justificar o apoyar a la conclusión y mal (falsas) cuando los enunciados que se explicitan no son verdaderos.

Respecto de las inferencias, se considera: completo cuando la conclusión se sigue lógicamente de las premisas; confuso cuando no está clara la relación entre las premisas y la conclusión; incompleto cuando se llega a la conclusión solamente con algunas premisas correctas e incorrectas cuando no hay relación entre las premisas y la conclusión.



Análisis de los resultados

Los resultados muestran que muchos de los textos elaborados por los estudiantes son incompletos en cuanto a los componentes del TAP.

Existe una gran dificultad en la interpretación y clasificación de las respuestas de los estudiantes a las distintas actividades vinculada con el lenguaje que los mismos utilizan. Intercalado con los términos propios de la química, los estudiantes suelen usar términos que, si bien en el lenguaje coloquial pueden ser usados como sinónimos de los términos técnicos, no tienen el mismo significado que en el contexto de la disciplina. De modo que, aunque puede suponerse que el estudiante conoce o entiende un determinado fenómeno o proceso, el modo en el que lo escribe no es inequívoco y el docente debe hacer el ejercicio de “traducir” los términos coloquiales a términos técnicos de la química que refieren una información más completa que la referida por el término coloquial.

Para poder responder correctamente el estudiante debe usar los siguientes conceptos (Datos): tipo de enlace, estructura de Lewis, diferencia de electronegatividad, momento dipolar de un enlace y de una molécula, modelo de repulsión de pares de electrones de valencia, polaridad de la molécula, interacciones no covalentes. En el inciso a) mezcla heterogénea y fases, En b) se necesita también el concepto de densidad y el de viscosidad, En c) y d) solubilidad y mezclas homogéneas, En e) cambio de estado gas a líquido y en f) punto de ebullición, cambio de estado de líquido a gas y relación entre la forma de la molécula y su polarizabilidad.

Se observa que, en general, los estudiantes no utilizan los datos contenidos en las afirmaciones que deben explicar y se limitan, muchas veces –desatendiendo la consigna- a señalar si consideran verdadera o falsa la afirmación. Ejemplo en la



explicación de la afirmación d). “*Sí, porque ambos son polares*”. Este ejemplo sirve para mostrar la respuesta de un alumno basada en una frase utilizada por algunos docentes y algunos libros de texto “lo similar disuelve a lo similar”. De este modo el estudiante considera como similar a la “polaridad de las moléculas” en lugar de considerar similar la “intensidad de la interacción entre moléculas”. En este caso en particular, el estudiante sabe (o recuerda) que el agua es polar por lo que infiere (erróneamente) que el yodo también lo es.

Algunas veces los estudiantes apelan a su base empírica para justificar una afirmación sin apelar al marco teórico estudiado. Esto se evidenció en las respuestas que dieron a los ítems a), c) y d) que hacen referencia a hechos que los estudiantes pudieron observar en un trabajo práctico de laboratorio. Ejemplo: explicación de la afirmación c). “*Sí es soluble ya que cuando lo seguíamos **girando** (¿agitando? ¿mezclando?) de un lado a otro se solubilizaban. Esto se debe a que ambos son polares.*” Este ejemplo nos sirve también para ilustrar el modo en el que los estudiantes utilizan el vocabulario técnico. Esto último puede observarse también en el siguiente ejemplo: “*El glicerol es soluble en agua debido a que es un solvente polar (¿el agua?) por lo tanto es **compatible** (¿similar? y en tal caso, ¿respecto de qué característica?) con una molécula polar como lo es el glicerol.*” El estudiante señala que un compuesto es polar pero no explica por qué tiene esta propiedad. Por otra parte el término compatible carece de significado en este contexto, quedando confuso el contenido conceptual que el estudiante pretendió explicitar en este texto.

En el contexto universitario cabe esperar que los alumnos refuercen sus argumentos haciendo referencia explícita al marco teórico (fundamentación). En la mayoría de las respuestas analizadas esto no ocurre. Ejemplo: “como el agua es una molécula polar y el



compuesto covalente CCl_4 es una molécula no polar, no se va a disolver, por ende tendrá dos fases.” El estudiante describe una característica microscópica de las moléculas de dos compuestos (polaridad) y no explica dicha característica en función de las estructuras de Lewis, la diferencia de electronegatividad y su relación con el momento dipolar de los enlaces, el modelo RPEV y su relación con la polaridad de las moléculas, las fuerzas intermoleculares y las diferentes intensidades de las mismas.

Los alumnos que logran arribar a una conclusión completa (de acuerdo a los temas desarrollados en Química I al momento del primer parcial) lo hacen explicitando los datos contenidos en la afirmación de partida y estableciendo inferencias para vincular dichos datos con las leyes y modelos del marco teórico. El siguiente es un ejemplo en relación con la afirmación e): un estudiante construye la estructura de Lewis de la molécula de nitrógeno y establece las siguientes inferencias: “La molécula de nitrógeno no es polar dado que la diferencia de electronegatividad entre los átomos que se unen ($N \equiv N$) es cero.”; “Existen fuerzas de atracción (muy débiles) entre las moléculas de nitrógeno: Fuerzas de London.”; “Debido a estas interacciones se puede obtener nitrógeno líquido.” Otro ejemplo de conclusión completa en relación con la afirmación d) es el siguiente: otro estudiante, luego de representar la estructura de Lewis del I_2 y del H_2O explica, “el I_2 es soluble en H_2O porque, dado que el I_2 es una sustancia simple y por lo tanto la molécula es no polar y el H_2O es una sustancia compuesta y sus moléculas son polares, cuando están en contacto se producen fuerzas intermoleculares dipolo-dipolo inducido, donde un dipolo (H_2O) puede distorsionar la nube electrónica de una molécula no polar (I_2) entonces esta última pasa a ser una molécula polarizada lo que explica la solubilidad del I_2 en H_2O .”



3.2.5. Actividad 5

Tipo de actividad: individual, escrita.

Tiempo de resolución: 15 minutos.

Tema: Transformaciones Físicas.

Número de estudiantes que realizó la actividad: 17.

Fecha: 24/5

Consigna

Responda:

*¿Qué le ocurre al agua en un cambio de estado si aumenta su energía interna?
Justifique su respuesta y fundamente con el marco teórico adecuado.*

El objetivo didáctico de la actividad fue evaluar el modo en el que los estudiantes vinculan la teoría cinético molecular con los conceptos de energía interna e interacciones no covalentes con los cambios macroscópicos observados en un cambio de estado.

El contenido conceptual a evaluar fue incluido en las unidades didácticas Interacciones no covalentes y Transformaciones Físicas. Se analizó el modo en el que los estudiantes vinculan cambios macroscópicos con procesos microscópicos.

En esta actividad en particular, la influencia de un cambio (aumento) en la energía interna en el sistema agua (H_2O) con la intensidad de las interacciones no covalentes (puentes de hidrógeno) en un cambio de estado.



Resultados

Tabla 3.5: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 17 estudiantes a la actividad 1.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa	9	6	-	-	-	-	-	-	-	6	6	-
Confusa	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Incompleta	-	11	3	3	1	-	5	3	5	2	-	5
Incorrecta (Falsa)	7	-	14	10	-	-	10	-	10	9	10	11
No consignada	1	-	-	4	16	17	1	-	1	-	1	1
Nº de respuestas	16	17	17	17	1	-	16	17	16	17	16	16

Análisis de los resultados

Se evidencia incompletitud en los argumentos. Por una parte se consignan sólo algunos de los componentes y, en la mayoría de los casos, se lo hace de forma incompleta o mal (Falso). Por otra parte se evidencia falta de vinculaciones lógicas entre dichos componentes.

La mitad de los estudiantes logra formular un intento de explicación (Hipótesis completa) de lo que le ocurre al agua (H_2O) a nivel submicroscópico en un cambio de estado si aumenta su energía interna. La otra mitad de los estudiantes formula hipótesis falsas, ya sea por no relacionar los datos de partida o por no considerarlos. Sólo un tercio de los estudiantes consigna todos los datos mencionados en el enunciado de la actividad (sustancia, cambio de estado, aumento de energía interna). Tres alumnos justifican de modo parcial pero pertinente la hipótesis (incompleta) que proponen y el resto lo hace mal utilizando conceptos o términos inadecuados. Como ejemplo de uso de un concepto inadecuado veamos el siguiente: “El agua cambia de estado ya que



recibe energía calórica que rompe los enlaces.” El concepto de energía calórica es incorrecto y se confunde el concepto de enlace químico con el de fuerza intermolecular.

Un sexto de los estudiantes fundamentan vinculando parcialmente la justificación con el marco teórico correspondiente. El resto establece una vinculación incorrecta.

Algunos estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas a las moléculas: observan un comportamiento macroscópico y suponen que su explicación viene dada por el mismo fenómeno producido a nivel microscópico. Atribuyen propiedades del sistema (sustancia) a cada una de las moléculas del mismo. “Las moléculas se *expanden* por aumentar su energía”; Si aumenta su energía interna, las moléculas logran romperse provocando que las fuerzas de atracción disminuyan”. “Los átomos que forman las moléculas reciben calor al aumentar su energía interna.”

La mayoría de los estudiantes no establecen vinculaciones lógicas correctas entre los componentes de los textos argumentativos. Presentan como conclusión una afirmación que no surge de los componentes del argumento que usan como premisas (datos, justificación, fundamentación). Un tercio de los estudiantes infieren correctamente en función de las premisas que consignaron. Dado que las mismas forman un conjunto incompleto, llegan a una conclusión incompleta. El resto de los estudiantes infieren incorrectamente.

Una característica que se evidencia en los textos de los estudiantes es que utilizan de modo incorrecto o confuso los términos técnicos de la química o directamente hacen uso de términos del lenguaje cotidiano que no refieren de modo preciso aquello que quieren expresar. Esto se ve en los siguientes ejemplos: “Al aumentar la energía cinética las moléculas se *dispersan rompiendo* sus fuerzas de atracción.” En este ejemplo cabe preguntarse si lo que intentan expresar es que al aumentar la energía cinética disminuye



la magnitud de las fuerzas de atracción entre moléculas dado que las mismas se encuentran a mayor distancia. Otro estudiante afirma “Las *interacciones* entre moléculas serían *menores*”. En este ejemplo no queda claro a qué se refiere con interacciones: intensidad, cantidad, tipo de interacción.



3.2.6. Actividad 6

Informes de laboratorio

A modo de ejemplo de informe individual se presenta el correspondiente al Trabajo

Práctico N° 4: Difusión de gases.

Tipo de actividad: individual, escrita.

Tiempo de resolución: 15 días

Tema: Difusión de gases

Número de estudiantes que realizó la actividad: 17.

Se analizaron 17 informes (13 de ellos con sus versiones rehechas).

Se presentan los resultados de los informes aprobados

Fecha: 1er versión: 7/6, 2da versión: 5/7.

Consigna: Elaboración de informe de TP según guía (ver Anexo 3).

Trabajo Experimental 4

Difusión de gases

Objetivo: Estudiar la difusión de gases de diferentes masas moleculares

Introducción

De acuerdo con la teoría cinética de los gases, las moléculas de los gases están en movimiento en línea recta y al azar, el movimiento se modifica si las partículas chocan entre sí y con el recipiente, el volumen de las partículas del gas se considera despreciable con respecto al del recipiente, entre las partículas del gas no existen fuerzas atractivas ni repulsivas, la energía cinética media es proporcional a la temperatura absoluta del gas.

Entre las diferentes propiedades que exhiben los gases se encuentra aquella facultad que tienen de difundir a velocidades que son función de sus masas moleculares.

A principios de 1800, Thomas Graham demostró que, en iguales condiciones de temperatura y presión, las velocidades de efusión de los gases son inversamente proporcionales a la raíz cuadrada de sus masas moleculares (M). Para dos gases A y B, la ley de Graham se enuncia:

$$\frac{VelocidadA}{VelocidadB} = \sqrt{\frac{MB}{MA}}$$

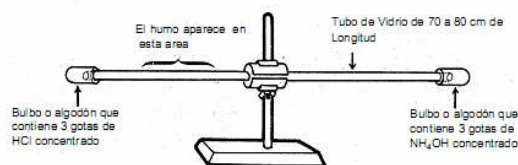
En un mismo intervalo de tiempo, las distancias recorridas por las moléculas de dos gases están relacionadas según:

$$\frac{Dis\ tan\ cia\ A}{Dis\ tan\ cia\ B} = \sqrt{\frac{MB}{MA}}$$

La ley de efusión de Graham se puede aplicar también a la difusión de gases. En este TP, se estudiará la difusión de dos gases de diferente peso molecular (HCl y NH₃) a temperatura ambiente.

Procedimiento

1. Limpiar el interior del tubo de vidrio con agua destilada y luego con acetona. Asegurarse de que el interior quede sin líquido. Colocar el tubo en un soporte universal (ver esquema de montaje).
2. Colocar cuidadosamente en un extremo un tapón con algodón impregnado con la solución concentrada de HCl, y simultáneamente, en el otro extremo un tapón de algodón embebido en NH₃ concentrado. Registrar ese instante como tiempo inicial.
3. Observar cuidadosamente el tubo durante proceso de difusión de los gases para poder visualizar la formación de un anillo blanco de NH₄Cl_(s) que indica el punto de contacto entre ambos gases. Registrar tiempo como el tiempo final del proceso. Como los gases siguen difundiendo se observará que el anillo se irá extendiendo hacia ambos extremos.
4. Medir cuidadosamente la distancia que hay desde el centro del anillo hasta cada uno de los extremos del tubo, para medir la distancia recorrida por cada gas.
5. Efectuar la relación de velocidades y distancias y compararla con la que surge al utilizar las masas moleculares.
6. Repetir todo lo anterior hacer un promedio de los datos obtenidos.



Montaje experimental para Difusión de Gases

El objetivo didáctico de este trabajo práctico fue que el estudiante analice la relación entre la difusión de distintos gases y sus masas moleculares y que establezca una comparación entre sus resultados experimentales y lo establecido por la ley de Graham.

El objetivo didáctico de la elaboración del informe de este TP en particular fue - además de lo expuesto en la presentación general de los objetivos de las diversas actividades



(ver Tabla 2.2)- que el estudiante pueda comparar sus propios resultados experimentales con las leyes estudiadas en el marco teórico correspondiente.

El contenido conceptual a evaluar fue incluido en la unidad didáctica 9: Gases.

Resultados

Tabla 3.6: Análisis de 17 informes (13 de ellos con sus versiones rehechas) de trabajos prácticos de laboratorio.

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa	6	11	5	9				5		7	5	
Incompleta		4	1	7			2	1	2	7	1	2
Incorrecta e incompleta			2	-			1	2	1	2	-	1
Incorrecta (Falsa)		2	1	1			2	1	2	1	3	2
No consignada	11	-	8	-			12	8	12	-	8	12
Nº de respuestas	6	17	9	17			17	9	17	17	9	17

Análisis de los resultados

Para seguir el esquema de componentes de TAP, VD y A se ha establecido la correlación que se detalla a continuación.

Se ha considerado como hipótesis las suposiciones que los estudiantes hacen acerca de los resultados a obtener (específicos del TP). “La velocidad del NH_3 será mucho mayor que la del HCl ”.

Se consideran “datos” los resultados del TP, “justificación” el análisis de los resultados, “fundamentación” la vinculación de los datos y la justificación con el marco teórico que los estudiantes consignan en la introducción teórica, “conclusión” al apartado correspondiente, “premisas” a los resultados obtenidos en el TP y a las leyes y conceptos consignados en la introducción teórica e “inferencias” a las relaciones causales que establecen los estudiantes entre los resultados y los conceptos consignados



en la introducción teórica. En el caso de las inferencias se ha considerado que son completas cuando el estudiante relaciona correctamente los resultados con los conceptos consignados en la introducción teórica en una relación de causa lógica; incompletas cuando la relación arriba mencionada es parcial o cuando en la relación faltan datos o conceptos básicos e incorrectas cuando el estudiante relaciona incorrectamente los resultados con los conceptos consignados en la introducción teórica en una relación de causa lógica. Para el resto de los componentes vale la descripción general desarrollada al comienzo del presente apartado.

Se evidencia en la mayoría de los informes falta de comprensión de la estructura que deben tener los mismos (ver anexo 3) así como de la información que debe quedar consignada en cada ítem.

Los resúmenes suelen no contener la información adecuada:

a) algunos estudiantes consignan más información de la necesaria: detalles de métodos o materiales y comentarios que deberían aparecer en la discusión, “...*diversos errores cometidos durante el experimento, afectaron las mediciones y los cálculos, entonces el resultado final obtenido no fue el esperado.*”

b) otros estudiantes no mencionan los resultados más significativos o la conclusión, “*en esta experiencia se introdujeron dos gases (HCl y NH₃) simultáneamente en un tubo de vidrio y al cabo de aproximadamente un minuto se observó su reacción que formó un anillo blanco de cloruro de amonio sólido. Se tuvo por objetivo verificar la Ley de difusión de Graham y comprobar cualitativamente la velocidad de difusión de ambas sustancias.*”

Como se ha advertido de modo general en la mayoría de las resoluciones de las actividades propuestas a los estudiantes, se evidencian dificultades significativas en el



manejo del vocabulario técnico de la asignatura. En el caso específico de este TP encontramos expresiones como: “*se tabularon dos vasos de precipitados...*”, “*...cada molécula de gas se comporta como si las otras no estuvieran presentes...*”, “*Se pudo verificar experimentalmente que las moléculas de los gases pueden moverse por ellas mismas y que la velocidad con la que recorren un espacio depende de su masa.*”

En general se observa que los estudiantes describen adecuadamente los materiales y procedimientos del TP.

Se evidencia dificultades en la comprensión de la teoría de errores, reflejado en un manejo inadecuado de las cifras significativas. Esto conlleva, entre otros problemas, la imposibilidad para el estudiante de establecer los límites de validez de sus resultados experimentales. A su vez, esto implica una dificultad en la comparación de dichos resultados con los previstos por las leyes del marco teórico.

En la introducción teórica algunas veces los estudiantes no consignan cuestiones fundamentales y relevantes para el desarrollo del TP y otras veces consignan datos teóricos no relevantes.

Se observa confusión entre los apartados *discusión* y *conclusión*. Algunos estudiantes unifican ambos apartados pero aún en esos casos se observa información inadecuada correspondiente a otros apartados.

Por ejemplo, un estudiante incluye un apartado al que denomina *Discusión y conclusión* en el que consigna información correspondiente a *materiales y métodos* y no vincula los resultados con el marco teórico correspondiente: “*El amoníaco se desplazó más rápidamente debido a su peso molecular. El tubo de vidrio debe estar en posición horizontal para poder obtener un desplazamiento uniforme por parte de los dos gases. Se deben colocar ambos algodones en forma simultánea para poder comparar las*



velocidades con la mayor exactitud posible y ver qué gas difunde más rápido y cual más lento.”

La parte del desarrollo de las habilidades argumentativas se debiera reflejar en la fundamentación teórica, la discusión de resultados y las conclusiones. Se observa escasa vinculación entre los resultados obtenidos en el TP de laboratorio y el marco teórico que los estudiantes explicitan en la Introducción Teórica. De este modo se puede explicar la carencia de conclusiones correctas y completas, dado que no explicitan las premisas ni formulan inferencias.



3.2.7. Actividad 7

Resolución de dos problemas de la unidad 13: composición de las soluciones.

Tipo de actividad: oral, participa toda la clase.

Tiempo de resolución: aproximadamente 20 minutos por actividad.

Fecha: 7/6/ 2016

Número de estudiantes que realizó la actividad: 13

Consigna:

1. A 20 °C se prepara una mezcla homogénea que contiene 4 g de nitrato de plata en 200ml de agua, densidad del agua a 20 ° C es.0,9982 g/cm³. ¿Se puede determinar la concentración de la mezcla en %m/v y en %m/m? Responde sin hacer cálculos.
2. A 20°C se prepara una mezcla homogénea que contiene 10 ml de etanol, densidad 0.7893 g/cm³ y 100 ml de agua. ¿Se puede determinar la concentración en %m/m, %m/v y %v/v de esta mezcla? Responde sin hacer cálculos.

Objetivo didáctico: evaluar el modo en el que los estudiantes vinculan los conceptos de concentración (expresada de distintas maneras) y densidad.

Favorecer la comunicación oral y la construcción colaborativa de argumentos.

El contenido conceptual a evaluar es el incluido en las Unidad didáctica 13: composición de las soluciones.

Resultados

Tabla 3.7: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de toda la clase

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Correcta	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Incorrecta (Falsa)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x



Análisis de resultados

Los estudiantes proponen más de una hipótesis. Algunas de ellas son correctas y otras incorrectas. Conjuntamente se van identificando los datos contenidos en el enunciado, se construyen justificaciones y fundamentaciones (no siempre de manera correcta) utilizando cualificadores y refutadores. No se arriba a una única conclusión; hay tantas como hipótesis. Se observa un manejo incorrecto de las unidades que proviene de una confusión entre las distintas magnitudes necesarias para determinar la concentración %m/v. Para el caso de la actividad 1 utilizan la densidad del agua o bien suman gramos de soluto y volumen de agua para determinar el volumen de la solución.

Para el caso de la actividad 2 se observa confusión entre los conceptos de aditividad de volúmenes, miscibilidad de líquidos, homogeneidad de la mezcla y solubilidad: “...yo lo tome [a los volúmenes de agua y etanol] como aditivos porque [el enunciado] decía que era una mezcla homogénea.” el mismo estudiante pregunta “...además el alcohol y el agua no son aditivos” y cuando se le pregunta que entiende por aditivos responde “solubles”.

Se observa mayor dificultad para determinar las concentraciones de las soluciones en %m/v que en %m/m.



3.2.8. Actividad 8

Informes de laboratorio

Tipo de actividad: grupal, escrita.

Tiempo de resolución: 15 días

Tema: Soluciones y diluciones

Número de estudiantes que realizó la actividad: 13 divididos en 4 grupos.

Fecha: 12/7

Consigna: Elaboración de informe de Trabajo Práctico según guía (ver Anexo 3).

Trabajo Práctico N° 6

Preparación de soluciones y diluciones

Objetivos

Adquirir las habilidades básicas para la preparación de soluciones: utilización de balanzas granatarias y analíticas, identificación y uso de material volumétrico y aplicación de conceptos de soluciones y unidades de concentración.

Introducción

Muchas de las reacciones químicas se llevan a cabo en solución o al menos involucran el uso de soluciones.

Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias en cualquier estado de agregación, donde la que se encuentra en mayor cantidad se denomina solvente y el componente minoritario soluto. Por lo tanto, se dice que el soluto se encuentra disuelto en el solvente. Las soluciones que poseen como solvente el agua se denominan soluciones acuosas.

Algunas propiedades de las soluciones difieren mucho de las que poseen el soluto y solvente en estado puro, y a su vez soluciones con distinta cantidad relativa del mismo soluto presentan comportamientos diferentes. Las soluciones se clasifican cualitativamente en concentradas o diluidas dependiendo de la proporción relativa soluto/solvente. Para usar efectivamente una solución es importante conocer cuánto soluto contiene, lo que llamamos concentración. La unidad de concentración más utilizada es la molaridad (M), que se define como la cantidad de moles de soluto contenida en un litro de solución.

Las soluciones normalmente se preparan por dos métodos generales; por dilución de una solución más concentrada o por disolución de una cantidad de soluto conocida en un solvente.

Muchos reactivos se disponen comercialmente en soluciones concentradas, y para expresar su concentración se utiliza otro tipo de unidad llamada % peso en peso, que expresa la masa de soluto cada 100 unidades de masa de solución. A diferencia de la molaridad esta unidad de concentración da una medida de la cantidad de solvente presente.

Como las reacciones químicas se estudian en términos de cuántos moles reaccionan de una sustancia más que cuantos gramos, es importante convertir estas concentraciones a molaridad.



La concentración, independientemente de la unidad utilizada, es una propiedad intensiva, esto significa que no cambia con la cantidad de solución a la cual se refiera. Un mililitro de solución de HCl tomado de una botella que contiene una solución 1M, sigue teniendo la misma concentración que la solución presente en la botella.

La formación de una solución involucra el equilibrio entre varias interacciones: soluto-soluto, soluto-solvente y solvente-solvente. El NaCl se disuelve en agua, aunque hasta cierto punto, porque las moléculas del solvente sufren una atracción suficiente por los iones Na^+ y Cl^- para vencer la mutua atracción de estos iones en la red cristalina. Las moléculas de solvente se orientan con sus dipolos positivos rodeando al anión y los negativos al catión. Este fenómeno se denomina solvatación y en el caso de soluciones acuosas también se lo llama hidratación.

Preparación de una solución a partir de la sustancia sólida

Se prepararan dos soluciones acuosas de NaCl con las siguientes concentraciones: 1M y 0.5% p/v, con volumen final de 100 y 50 ml respectivamente.

Procedimiento:

Calcular el PM del soluto a utilizar

Teniendo en cuenta la concentración de la solución a preparar y el volumen final necesario, calcular cuántos gramos de soluto son necesarios para la preparación.

Pesar la cantidad necesaria de soluto

Colocar el soluto en un recipiente volumétrico apropiado para la disolución

Agregar solvente, en este caso H_2O , hasta completar el volumen requerido de solución

Mezclar por agitación mecánica hasta observar disolución completa

Colocar en una botella apropiada y rotular con toda la información necesaria que debe poseer cualquier solución a ser utilizada en un laboratorio: de que solución se trata, concentración y fecha de preparación.

Preparación de una solución diluida a partir de otra solución de concentración mayor

A partir de las disoluciones del punto anterior, se prepararan una solución de 250 ml de concentración 0.6% p/v a partir de la solución 1M en NaCl y una solución de 100 ml de concentración 0.1% p/v a partir de la solución 0.5% p/v. En este último caso, calcular además la concentración expresada en moles por litro (M).

Procedimiento:

Calcular a partir de la concentración final de la solución diluida, cuantos ml de solución concentrada son necesarios para la preparación.

Tomar el volumen de solución concentrada correspondiente y colocarlo en un recipiente volumétrico de capacidad adecuada para la preparación. De acuerdo a las cantidades calculadas, verificar que el material volumétrico existente en el laboratorio permita hacer esta operación en un solo paso.

Agregar H_2O hasta completar el volumen final necesario.

Mezclar por agitación hasta observar homogeneidad

Colocar en una botella apropiada y rotular con toda la información necesaria que debe poseer cualquier solución a ser utilizada en un laboratorio: de qué solución se trata, concentración y fecha de preparación.



El objetivo didáctico de la actividad fue la adquisición por parte del estudiante de habilidades básicas en lo que se refiere a manejo de material de vidrio y al desarrollo de cálculos, aplicación de conceptos y unidades de concentración, para preparar soluciones y diluciones con concentraciones conocidas. Trabajo en equipo.

El objetivo didáctico de la elaboración del informe fue evaluar si los estudiantes pueden establecer relaciones entre los fundamentos teóricos incluidos en la unidad transformaciones físicas y el trabajo que realizaron en el laboratorio.

El contenido conceptual a evaluar fue incluido en la unidades didácticas 12 y 13: Transformaciones físicas y Composición de las soluciones.

Resultados

Tabla 3.8: Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 4 informes grupales del Trabajo Práctico de laboratorio N°6: Preparación de soluciones y diluciones

Característica de la respuesta	TAP						VD		A			
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa		2	4	3			2		4	3	4	4
Confusa				1			2			1		
Incompleta		2										
N° de respuestas		4	4	4			4		4	4	4	4

Análisis de resultados

Dadas las características de la actividad no corresponde establecer Hipótesis.

Se evidencia una mejora significativa en la elaboración de los informes grupales frente a los individuales.

Se evidencia en la mayoría de los informes una mejora en la comprensión de la estructura que deben tener los mismos así como de la información que debe quedar consignada en cada ítem.



Los resúmenes contienen generalmente la información adecuada pero en un caso se observa que consignan un inconveniente no relevante (*“Las soluciones se pudieron preparar correctamente, a pesar del calentamiento para la solubilización del reactivo en el agua.”*) y en otro usan expresiones que no corresponden (*“En este trabajo se trató el preparado de soluciones y diluciones. Previo a esto se realizaron cálculos de molaridad y concentraciones de **ambas** soluciones para determinar sus características...”*)

En los fundamentos teóricos consignan información correcta, salvo en un caso que se encontró parte de la metodología (*“En el trabajo de preparación de soluciones y diluciones, el objetivo fue preparar una solución acuosa (solución 1) de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), con una concentración de 1 M y un volumen final de 100 ml. También se debió preparar, a partir de la solución 1, una dilución de 250 ml (dilución 1), con una concentración de 0,6% p/v. Además de la solución y dilución 1, se tuvo que preparar una nueva solución acuosa (solución 2) de sulfato de cobre pentahidratado con una concentración 0,5% p/v y un volumen final de 50 ml. También se tuvo que preparar una nueva dilución (dilución 2) a partir de la solución 2, con un volumen final de 100 ml y una concentración de 0,1% p/v.”*).

En cuanto a las conclusiones en dos informes resultaron correctas mientras que en los otros dos fueron confusas: una por estar mal redactada (*“Para concluir, las soluciones se pudieron realizar tratando de disminuir en su mayor medida el error que proporcionan las personas que las prepararon. Sin embargo, los errores proporcionados por terceros, tales como balanzas analíticas, pipetas, entre otros”*) y la otra por mala redacción y por incluir una aclaración imprecisa (*“Con este experimento se pudo concluir que dependiendo la concentración, es decir de la cantidad de soluto, de una solución se puede saber si esta concentrada o diluida, también dependiendo de la intensidad del color se puede saber qué tipo de solución es.”*).



Como se ha advertido de modo general en la mayoría de las resoluciones de las actividades propuestas a los estudiantes, se evidencian dificultades significativas en el manejo del vocabulario técnico de la asignatura. En el caso específico de este TP encontramos expresiones como: haciendo referencia a las soluciones: *“Estas normalmente se preparan por disolución de una **sustancia más concentrada**...”*, *“Se calentó la solución para favorecer la **solubilidad de los cristales**...”*

En general se observa que los estudiantes describen adecuadamente los materiales y procedimientos del TP.

Se observa confusión entre los apartados *discusión* y *conclusión*. Algunos estudiantes unifican ambos apartados pero aún en esos casos se observa que la información es adecuada (*“...A mayor intensidad de color, las soluciones serían más o menos concentradas. Haciendo este análisis, se pudo comprobar que las soluciones más concentradas poseen colores más intensos que las soluciones diluidas. Sin embargo, este análisis es muy subjetivo, ya que depende de otros factores como el tipo de recipiente en el que estén, entre otros.”*)

Se observa vinculación entre los resultados obtenidos en el TP de laboratorio y el marco teórico que los estudiantes explicitan en la Introducción Teórica. De este modo se puede explicar la formulación de conclusiones correctas y completas, dado que no explicitan las premisas ni formulan inferencias adecuadas.



3.2.9. Actividad 9

Tipo de actividad: individual, escrita.

Tiempo de resolución: 1 semana luego de la finalización del curso.

Tema: Estructura de la materia y propiedades periódicas.

Número de estudiantes que realizó la actividad: 4.

Fecha: enviada el 17/12, respondida entre el 23/12/16 y el 24/ 3/17.

Consigna

Actividad argumentación
Fecha:
Nombre y apellido:

Dada la siguiente afirmación:

“Una mezcla de tetracloruro de carbono (CCl_4) y agua presenta dos fases”

Construya un texto argumentativo que permita llegar a la misma como conclusión.
 Para ello, de la siguiente lista de afirmaciones, utilice todas aquellas que considere necesarias y suficientes en el orden que le parezca correcto.

1. Al mezclar agua y CCl_4 las moléculas de CCl_4 quedarán atraídas entre sí.
2. Según el modelo RPEV tanto la geometría electrónica como la geometría molecular del CCl_4 es tetraédrica.
3. Entre moléculas de agua hay interacción dipolo-dipolo muy fuerte (puente de H).
4. Dada la simetría de la molécula de CCl_4 la suma de los momentos dipolares de los enlaces C-Cl es cero.
5. El ángulo de enlace H-O-H en la molécula de agua es menor que el ángulo de enlace de un tetraedro.
6. El C y el Cl tienen diferente tendencia a atraer los electrones del enlace entre ellos.
7. Al mezclar agua y CCl_4 las moléculas de agua quedarán atraídas entre sí.
8. El enlace entre C y Cl es covalente.
9. El enlace O-H es polar.
10. Las interacciones entre moléculas de CCl_4 son muy débiles comparadas con las interacciones entre moléculas de agua.
11. Según el modelo RPEV los pares de electrones libres ejercen mayor repulsión que los ligados.
12. El H de una molécula de agua atraerá electrones libres de otra molécula de agua.
13. El H y el O son no metales.
14. El momento dipolar de la molécula de agua es distinto de cero.
15. El O es más electronegativo que el hidrógeno.
16. En la molécula de H_2O el O está unido por enlace covalente simple a cada uno de los 2 átomos de H.
17. La molécula de agua es polar.
18. El C y el Cl son no metales.
19. Entre moléculas de CCl_4 hay interacciones débiles entre dipolos instantáneos/inducidos.
20. El enlace O-H tiene momento dipolar distinto de cero.

21. Estas dos sustancias no son miscibles.
22. La diferencia de electronegatividad entre H y O es tal que los electrones del enlace están muy atraídos hacia el O quedando el H deficiente de electrones.
23. La estructura de Lewis de la molécula de agua es
-
24. Las moléculas de CCl₄ pueden formar dipolos inducidos.
25. El agua formará una fase mientras que el CCl₄ formará otra.
26. La estructura de Lewis de molécula de agua muestra dos pares de electrones libres sobre el Oxígeno y dos pares de electrones que forman los enlaces O-H.
27. La estructura de Lewis del CCl₄ es
-
28. La geometría molecular de la molécula de agua es angular.
29. El enlace C-Cl tiene momento dipolar diferente de cero.
30. La mezcla entre estas dos sustancias es heterogénea.
31. Hay diferencia de electronegatividad entre C y Cl.
32. La molécula de agua es un dipolo, tiene un extremo con densidad de carga negativo y otro con densidad de carga positivo.
33. La molécula de CCl₄ presenta enlaces covalentes entre el átomo de C y los 4 átomos de Cl.
34. El enlace entre O y H es covalente.
35. La molécula de CCl₄ no es polar.
36. Las interacciones entre moléculas de CCl₄ y moléculas de agua son más débiles que entre las moléculas de agua.
37. Las moléculas de CCl₄ pueden formar dipolos instantáneos.
38. Los electrones del enlace O-H están más atraídos por el O.
39. Según el modelo RPEV la geometría electrónica de la molécula de agua es tetraédrica.
40. Hay diferencia de electronegatividad entre O e H.

El objetivo didáctico de la actividad fue analizar si los estudiantes son capaces de construir un texto argumentativo para la afirmación dada en la consigna utilizando las afirmaciones verdaderas proporcionadas en el listado.

Se evaluó el modo en el que los estudiantes construyen un argumento así como la pertinencia en la elección de las afirmaciones.

El contenido conceptual a evaluar fue el incluido en la unidad didáctica Interacciones no covalentes (desarrollada antes del primer parcial del curso). Se analizó si los estudiantes



conocen la utilidad de las estructuras de Lewis, la diferencia de electronegatividad y su relación con el momento dipolar de los enlaces, el modelo RPEV y la polaridad de las moléculas, las fuerzas intermoleculares y las diferentes intensidades de las mismas.

Los contenidos de la unidad didáctica mencionada se vuelven a tratar en las unidades didácticas Gases, Líquidos y sólidos y en Transformaciones físicas. Tres unidades que se desarrollaron en la segunda mitad del curso.

Resultados

Tabla 3.9. Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de estudiantes que aprobaron la asignatura

Característica de la respuesta	TAP							VD		A		
	H	D	J	F	M	R	C	J	C	P	I	C
Completa	-	1	1	1	1	-	4	1	4	1	1	4
Incompleta	-	2	3	2		-		3		3	3	
Confusa e incompleta	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
No consignada	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº de respuestas	-	4	4	4	2	-	4	4	4	4	4	4

Estudiante 1: no utiliza las afirmaciones textualmente. Su fundamentación es incompleta. Agrega afirmaciones no contenidas en la consigna. Introduce de manera confusa e incompleta un solo cualificador modal: *la solubilidad de un compuesto depende de la polaridad de sus moléculas*. A través de esta afirmación se intenta señalar que *algunas veces* los compuestos son solubles en otros. Este estudiante utiliza 4 de los 8 datos brindados; 4 de las 13 justificaciones y 8 de las 19 fundamentaciones.

Estudiante 2: no utiliza las afirmaciones textualmente. Su fundamentación es incompleta. Agrega afirmaciones no contenidas en la consigna. Este estudiante no



utiliza los datos brindados; utiliza 2 de las 13 justificaciones y 5 de las 19 fundamentaciones.

Estudiante 3: no utiliza las afirmaciones textualmente. En una parte del discurso se expresa de forma general, más allá de lo que ocurre en el caso específico de la actividad. Su fundamentación es completa. Aclara en nota final que hay datos que no menciona en el texto pero que están tenidos en cuenta y especifica con ejemplos.

Utiliza un cualificador modal completo al decir: “*No siempre* las moléculas polares tienen una fuerza de interacción mayor que las apolares.”

Este estudiante utiliza 4 de los 8 datos brindados; 12 de las 13 justificaciones y 10 de las 19 fundamentaciones.

Estudiante 4: utiliza sólo las afirmaciones de la actividad. El discurso argumentativo es correcto pero incompleto.

Este estudiante utiliza 2 de los 8 datos brindados; 5 de las 13 justificaciones y 12 de las 19 fundamentaciones.

Análisis de los resultados

Se evidencia falta de componentes del discurso argumentativo, justificaciones y fundamentaciones incompletas en la mayoría de los casos. Cada alumno utilizó un ordenamiento diferente el texto.

Ninguno de los estudiantes utilizó todos los datos presentados en el texto escrito, aunque uno de ellos hace una aclaración al final de su discurso sobre la inclusión de manera implícita de los datos no explicitados.

En un caso se observa falta de conocimiento de la función de los componentes de la argumentación (ya que no sigue una secuencia lógica) e incompletitud. Por ejemplo se



encontró el siguiente texto: “*el agua es una molécula de geometría angular, con enlaces polares (los dipolos de sus enlaces H-O no se anulan por geometría) ya que presentan interacción dipolo-dipolo muy fuerte (puentes de hidrógeno,...) por lo tanto el agua es polar.*” Se usa como dato que “*el agua es una molécula de geometría angular, con enlaces polares (los dipolos de sus enlaces H-O no se anulan por geometría)*, cuando se trata de una fundamentación que proviene de una vinculación de otros datos con el marco teórico. Por otra parte luego del uso del conector **ya que** agrega una conclusión parcial que presenta como si fuera parte de una fundamentación. Finalmente y luego de usar el conector **por lo tanto** para enunciar la conclusión presenta una justificación del por qué de las interacciones.

Se observan algunas inferencias incorrectas a través de las cuales se llega a conclusiones parciales también incorrectas y no incluidas en el listado de las afirmaciones brindadas. Por ejemplo: “*...en este caso la interacción entre agua y tetracloruro de carbono no es tan fuerte en comparación con la interacción entre las moléculas de agua, por lo tanto no hay liberación de energía, entonces no hay cambio de entalpía (cambio que ocurre cuando se forman las soluciones).*”

Si bien, entre las afirmaciones presentadas en la actividad no se incluyeron refutadores ni cualificadores modales, se observa que dos estudiantes incluyeron cualificadores en textos de su elaboración. Se trata de un solo cualificador en cada discurso, en ambos casos correctos pero en uno de ellos incompleto. Ninguno de los discursos presentó refutadores.

Los cuatro estudiantes construyeron argumentos cuya conclusión final es la dada, pero no todos ellos lo hicieron a través de un argumento completo explicitando cada una de las conclusiones parciales necesarias. Esto evidencia la dificultad para construir un



argumento que contenga todos los componentes de este tipo de discurso organizados lógicamente. Aún teniendo todas las afirmaciones que constituyen datos, justificaciones y fundamentaciones no siempre pueden construir premisas y establecer inferencias.

Dos de los cuatro estudiantes explicitan el modelo teórico (RPEV) que se utiliza para establecer la geometría de la molécula.



3.3. Desempeño de los estudiantes en las evaluaciones

La tabla 3.10 muestra el desempeño de los estudiantes en las evaluaciones escritas, condición durante el trayecto formativo y condición final.

Tabla 3.10. Rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones escritas.

Rendimiento en evaluaciones escritas a lo largo del trayecto formativo	Apr. 6 a 10	Apr. 4 a 6	Desapr.	Aus.	Apr.	Aus.
E1-fecha1 (10/5)	4	7	15	4	11	
E1-fecha2 (21/6)	6	2	4	9		
Condición de los estudiantes luego de E1-fecha 2	10	3	4	13	13	13
E2-fecha 1 (1/7)	4	7	2	-	11	
E2-fecha2 (12/7)	1	2	-	-		
Condición de los estudiantes luego de E2-fecha 2 (notas promedio)	6	7	4 (en E1)	13	13	13
Promocionaron	2				2	
EI-fecha 1 (19/7)	5	1	3 (PA)	2 (PA)	6	
EI-fecha 2 (7/9)	4			1	4	
Condición de los estudiantes luego de EI2-fecha 2	11	1	4		12	14

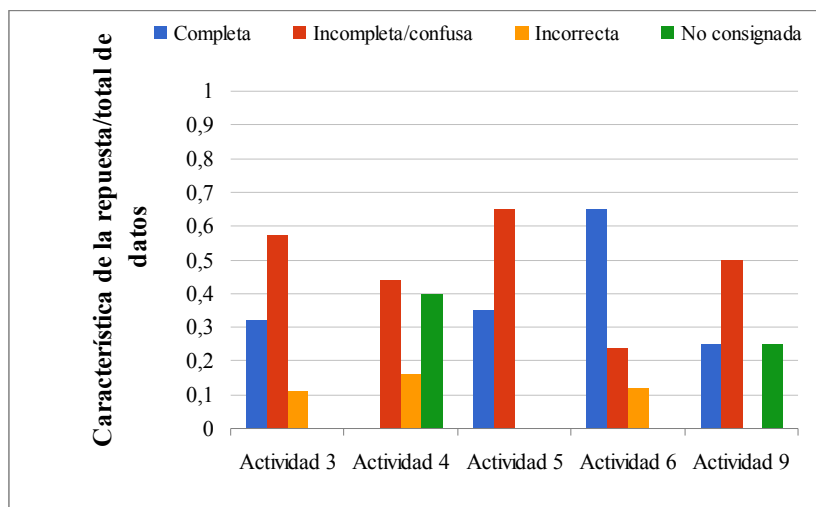
Nota: el número de estudiantes que se presentaron a las segundas fechas del primer parcial incluye algunos aprobados en la primera fecha pero sin la calificación suficiente para promocionar.



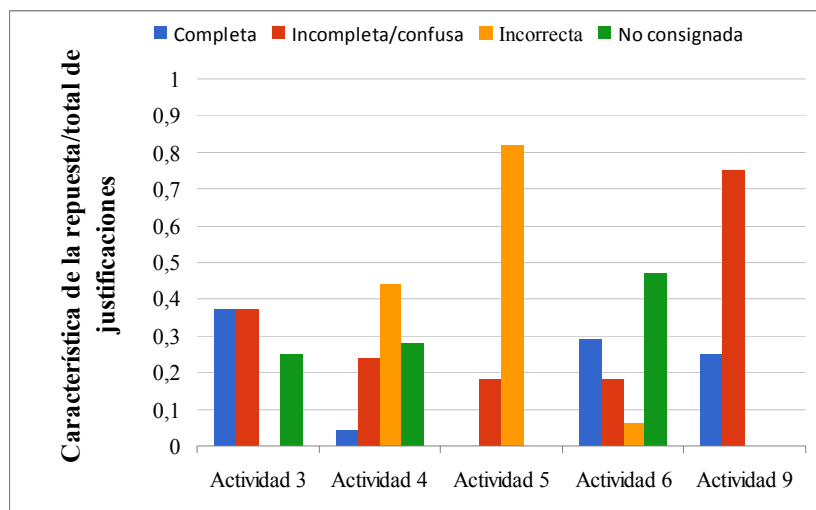
3.4. Desarrollo del discurso argumentativo de los estudiantes a lo largo del curso

Para comparar los resultados de las actividades desarrolladas por los estudiantes las mismas se agruparon en individuales (Gráficas 3.1 a 3.4) y grupales (Gráficas 3.5 a 3.8). Dado el escaso uso que hacen los estudiantes de refutaciones y cualificadores modales, se presentan gráficas desprovistas de estos componentes.

Gráfica 3.1. Característica del componente *Datos* en las respuestas en función del total de los estudiantes participantes en cada actividad

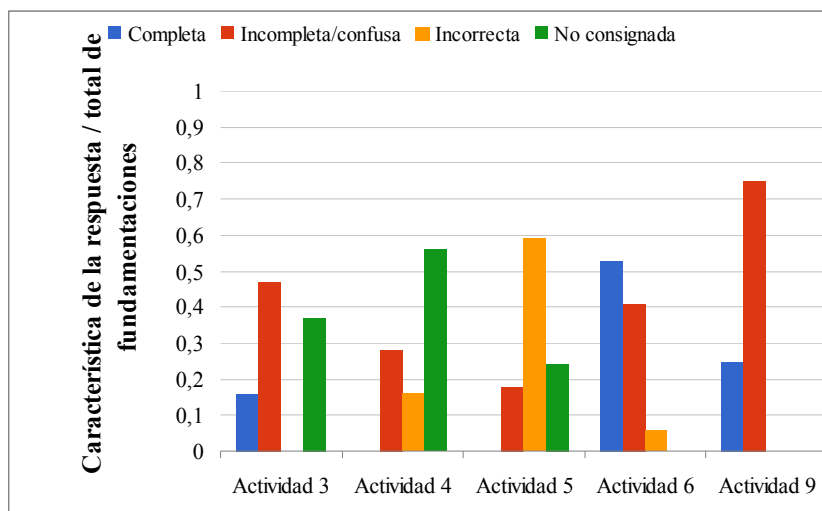


Gráfica 3.2. Característica del componente *Justificación* en las respuestas en función del total de los estudiantes participantes en cada actividad

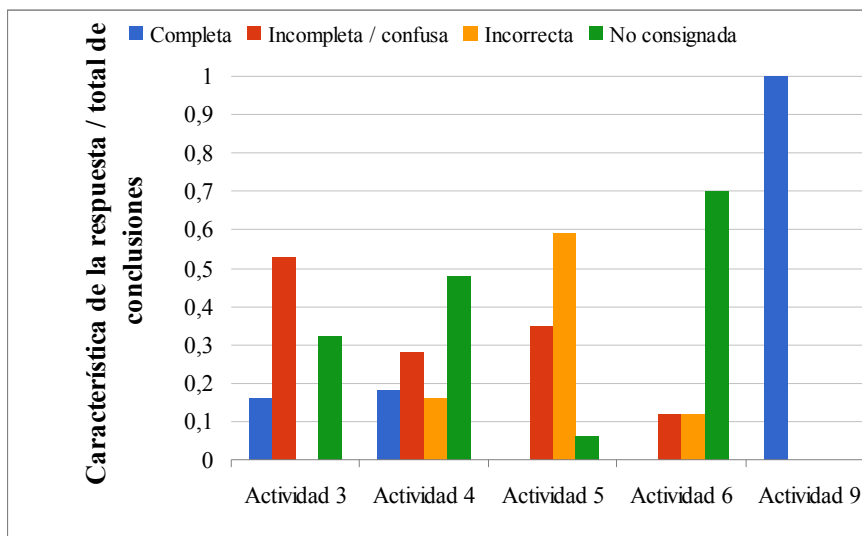




Gráfica 3.3. Característica del componente *Fundamentación* en las respuestas en función del total de los estudiantes participantes en cada actividad



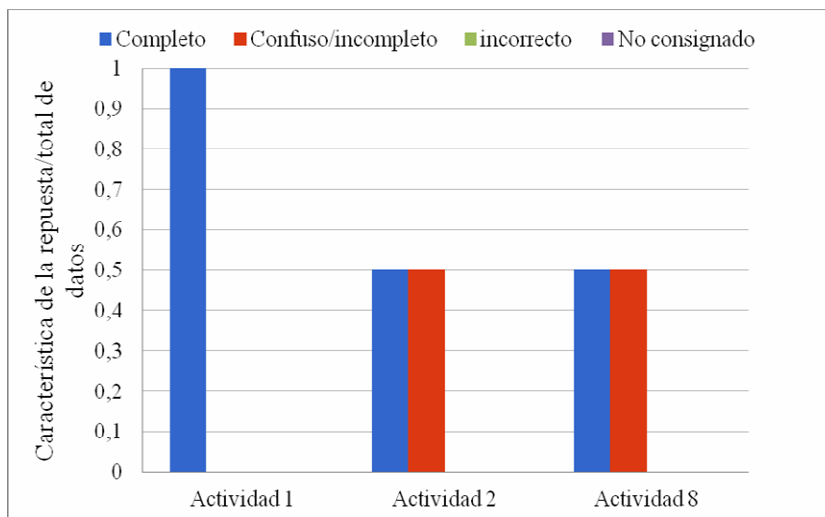
Gráfica 3.4. Característica del componente *Conclusión* en las respuestas en función del total de los estudiantes participantes en cada actividad



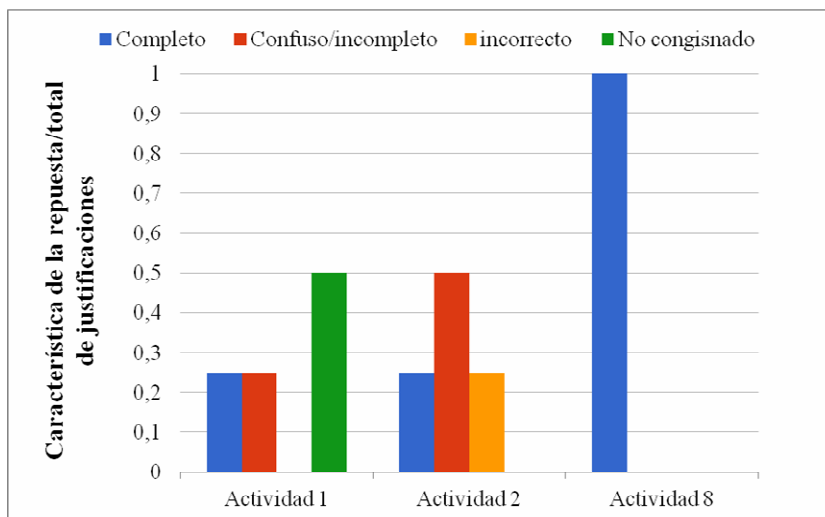
Dentro de las actividades individuales y de acuerdo con las gráficas 1 a 4, no se observa evolución a lo largo del curso en cuanto a la cantidad y calidad de los componentes del discurso argumentativo (TAP).



Gráfica 3.5. Característica del componente *Datos* en las respuestas en función del total de grupos participantes en cada actividad

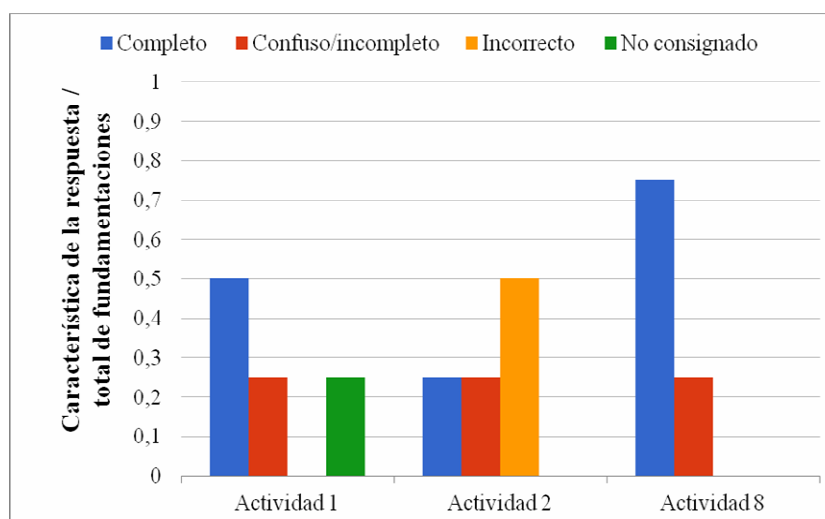


Gráfica 3.6. Característica del componente *Justificación* en las respuestas en función del total de grupos participantes en cada actividad grupal

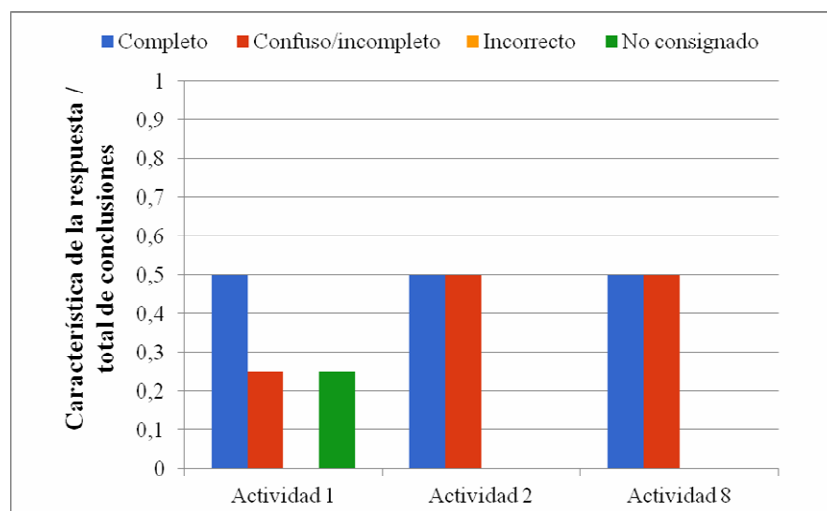




Gráfica 3.7. Característica del componente *Fundamentación* en las respuestas en función del total de grupos participantes en cada actividad grupal



Gráfica 3.8. Característica del componente *Conclusión* en las respuestas en función del total de grupos participantes en cada actividad grupal



Se puede observar mejoras de las actividades desarrolladas grupalmente con respecto a las individuales. No se observa evolución en la cantidad y calidad de los componentes del discurso argumentativo.



Capítulo 4: Conclusiones

Los estudiantes universitarios que conformaron la muestra sobre la que se ha desarrollado la presente investigación mostraron dificultades de diferente naturaleza en el aprendizaje de la química. En relación al estudio que se propuso en este trabajo, se ha constatado -de modo general- que existen carencias en la construcción de discurso argumentativo en torno a los contenidos de la disciplina. Se estima que las carencias observadas en la construcción de discurso argumentativo en Química I pueden estar asociadas con la falta de comprensión de las estructuras que la ciencia utiliza para comunicar sus resultados (resolución de problemas, informes de trabajos prácticos). Esto último podría ser una consecuencia del desconocimiento de las pautas metodológicas de las ciencias.

Se corrobora entonces la necesidad de plantear estrategias que redunden en un mejor nivel de argumentación por parte de los estudiantes. Asimismo resulta imperioso hacer énfasis en la importancia del uso correcto de las estructuras lógico-formales y de comunicación de las ciencias.

A continuación se detallan las conclusiones obtenidas del análisis de las respuestas brindadas por los estudiantes a las diversas actividades.

En cuanto a la estructura formal se concluye que los discursos argumentativos de los estudiantes del curso de Química I no fueron completos en relación con los modelos de argumentación utilizados como marco teórico: componentes de TAP, A y VD.

- Se evidenció que muchos estudiantes no hacen uso de los datos aportados y que son requeridos para la resolución de las actividades planteadas.
- Generalmente no plantearon hipótesis acerca de los resultados esperados aún en las actividades en las que se solicita hacerlo.

- En la mayoría de los casos resultó notoria la escasa o nula utilización de refutadores y cualificadores modales.
- Llegaron a conclusiones sin explicitar las inferencias utilizadas para arribar a las mismas a partir de las premisas que ellos plantearon.
- En muchos textos no se encontraron secuencias globales argumentativas, aunque sí secuencias argumentativas locales.

En cuanto al contenido se concluye que, aún los discursos argumentativos más completos en relación con los componentes (TAP), no mostraban pertinencia con el contenido conceptual.

- Se evidenció en el discurso de los estudiantes la falta de consideración de supuestos, implicancias de los mismos y alcances y límites de validez del marco teórico desde el que se estudia un fenómeno. Asimismo se evidenció el deficiente manejo de la fundamentación teórica, es decir, la escasa vinculación que pudieron establecer entre los datos y resultados de una actividad con el marco teórico.
- Fueron escasos los discursos argumentativos tanto escritos como orales que hicieron referencia explícita al marco teórico, sea este pertinente o no.
- Una de las dificultades evidenciadas que impide el desarrollo de un argumento fue el uso deficiente de los múltiples lenguajes de la disciplina o el reemplazo de términos técnicos por otros correspondientes al lenguaje cotidiano.

En relación con la evolución de las habilidades argumentativas no se observaron cambios significativos en cuanto a las estructuras formales de los argumentos ni a la pertinencia de los mismos. Por este motivo se concluye que el modo en el que se



desarrolló el curso de Química I no produjo todas las mejoras esperadas en la construcción de discurso argumentativo de todos los estudiantes a nivel individual.

- Los argumentos producidos grupalmente fueron más completos y pertinentes que los individuales. Esto concuerda con la noción de “zona de desarrollo próximo” de Vigotsky y permite suponer que el trabajo en equipo promueve el intercambio de ideas y genera así un discurso (oral o escrito) más completo y detallado.
- En la mayoría de los estudiantes, la adquisición de habilidades argumentativas no se pudo lograr en el curso de Química I. Por este motivo, resulta necesario diseñar actividades más adecuadas para promover habilidades cognitivas lingüísticas como la justificación y la argumentación. Teniendo en cuenta que su desarrollo debería continuarse en los cursos posteriores, la promoción de estas habilidades debiera ser un objetivo de toda la trayectoria académica universitaria.



Capítulo 5: Propuesta superadora

En base a las conclusiones expuestas y tomando en cuenta resultados de un trabajo anterior en el que se analizaron las actividades de la guía de estudio (Ramírez, Viera, Rembado y Zinni, 2015) se diseñó una propuesta didáctica superadora tendiente a facilitar el desarrollo del discurso argumentativo en los estudiantes. Se propone cambiar algunos aspectos del material didáctico, la práctica áulica, y de las evaluaciones para favorecer el desarrollo del discurso argumentativo. En cada caso se brindarán ejemplos teniendo en cuenta las unidades didácticas consideradas en este trabajo de tesis.

5.1. Material didáctico

5.1.1. Propuesta de modificación de la guía de estudio actual

Incluir una introducción en la guía de estudio donde se expliciten las características de las diferentes habilidades cognitivo lingüísticas ejemplificando cada una de ellas con temas de la asignatura. Esta introducción puede contener una tabla similar a la 5.1.

Las actividades planteadas en la guía de estudio podrían mejorarse solicitando de manera explícita la elaboración de textos que requieran el desarrollo de diferentes habilidades cognitivo lingüísticas. De esta manera tendrían un mayor potencial para la promoción del discurso argumentativo.

Incluir en la guía de estudio actividades en las que se provean textos argumentativos, y se solicite distinguir las diferentes habilidades cognitivo lingüísticas involucradas en los mismos.



Tabla 5.1. Habilidades cognitivo lingüísticas.
en Jorba, J; Gómez, I; Prat, A. (2000)

	Definir	Describir	Justificar	Argumentar
Qué quiere decir	Enumerar cualidades, propiedades, características de un objeto o fenómeno o proceso.	Describir la esencia de un concepto, expresando las características esenciales, suficientes y necesarias.	Hacer comprensible un fenómeno, un resultado, o un comportamiento a alguien a partir de los propios conocimientos.	Convencer a alguien, cambiar su manera de pensar a partir de razones o argumentos que sean aceptables para el receptor.
Qué se ha de hacer	Observar. Identificar lo que es esencial, comparar, definir, ordenar.	Seleccionar las características necesarias y suficientes para definir un concepto. Identificar concepto más general y los de la misma jerarquía y sus propiedades	Producir razones o argumentos a partir de los conocimientos que se construyen en un dominio específico (el porqué del porqué)	Producir razones o argumentos (se pueden basar en conocimientos aprendidos o en ideas personales) Examinar si serán aceptables para el receptor.
Resultado que se ha de obtener	Un texto que permita hacerse una idea del objeto, fenómeno o proceso que se describe. Hay un número suficiente de propiedades o características. Hay suficientes conocimientos representados y son aceptables. El léxico ha de ser adecuado al área y al objetivo asignado.	Un texto que identifique las propiedades de un objeto, fenómeno o proceso. Hay un número suficiente de propiedades jerarquizadas. Hay suficientes conocimientos representados y son aceptables. El léxico ha de ser adecuado al área y al objetivo asignado.	Un texto que a partir de los contenidos aprendidos modifique el estado de conocimientos. Los conocimientos no deben tener ningún error y, por lo tanto, han de poder resistir a las objeciones. Han de explicar el porqué del porqué. El léxico ha de ser adecuado al área y al objetivo asignado.	Un texto que consiga variar conocimientos e ideas del destinatario. Utilización de explicaciones y razonamientos con valor desde el punto de vista del destinatario. Ha de haber razones suficientes aceptables a partir de los conocimientos que se tienen. El léxico ha de ser adecuado al área y al objetivo

				asignado.
Cómo se ha de construir el texto	Debe tener un título. En primer lugar se hace una presentación y más adelante se desarrolla. Las frases han de ser cortas, acostumbran ser coordinadas con/ y/ o yuxtapuestas, separadas por un punto.	Debe tener un título. Se ha de identificar con cualidades organizadas jerárquicamente el concepto a definir.	Debe tener un título. Al inicio se expone la tesis que se quiere defender. Organización de las razones o argumentos a partir de un esquema. Frases con relaciones adversativas, causales, que se expresan con conectores del estilo de: porque, pero, sino, aunque, por lo tanto...	Debe tener un título. Al inicio se expone la tesis que se quiere defender. Organización de las razones o argumentos a partir de un esquema. Frases con relaciones adversativas, causales, que se expresan con conectores como: porque, pero, sino, aunque, por lo tanto...

Ejemplos de habilidades cognitivo lingüísticas

Definición:

La solubilidad de una sustancia es la cantidad de la misma que se disuelve en un volumen dado de disolvente a una determinada temperatura.

Descripción:

El azúcar de mesa (sacarosa) se disuelve en agua.

Justificación:

El azúcar de mesa (sacarosa) se disuelve en agua porque entre sus moléculas y las del agua se establecen puentes de H.

Argumentación

El azúcar de mesa (sacarosa) es muy soluble en agua siempre que se esté en un rango adecuado de temperatura. En este caso en particular y siempre que se esté en dicho rango, la solubilidad aumenta con la temperatura.

Un soluto se solubiliza en un determinado solvente a una temperatura dada cuando se favorece la interacción entre las moléculas de ambas sustancias. Esto ocurre cuando la intensidad de las interacciones soluto-soluto son similares a las de las interacciones solvente-solvente y existe un balance energético favorable. La sacarosa es un disacárido que contiene en su estructura varios grupos oxhidrilos a través de los cuales puede formar puentes de hidrógeno. El agua también puede interactuar a través del mismo tipo de fuerzas intermoleculares. Por lo tanto el azúcar se disuelve en agua porque entre sus moléculas y las del agua se establecen puentes de Hidrógeno.

Ejemplos de actividades de la guía de estudio modificadas

A continuación se presentan a modo de ejemplo diferentes actividades de las unidades didácticas estudiadas y las actividades modificadas de acuerdo a esta propuesta.

Definir

Actividad en la guía actual:

¿Qué es una molécula polar?

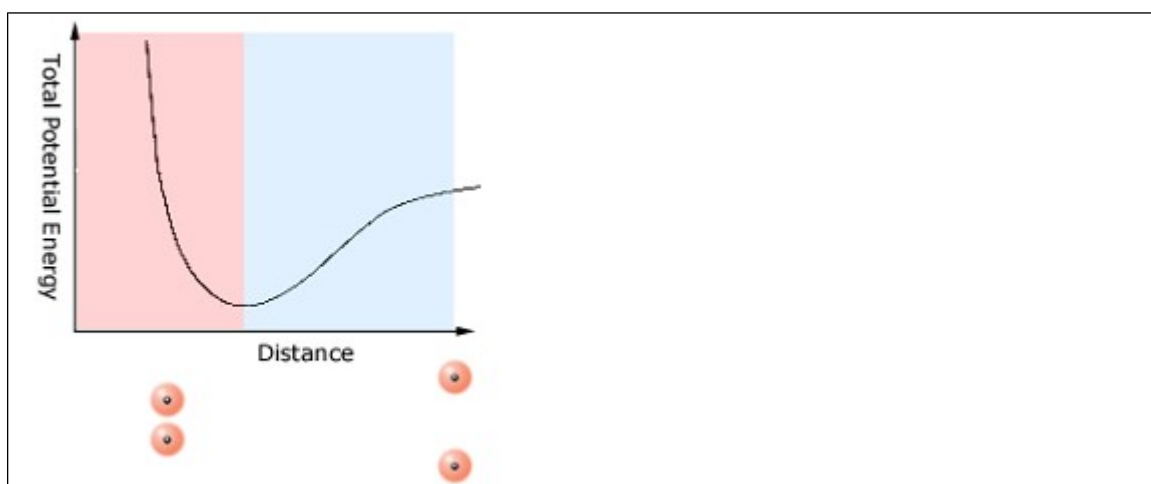
Actividad modificada:

Definir el concepto “molécula polar”

Describir

Actividad en la guía actual:

El siguiente gráfico representa cómo varía la energía potencial en la interacción entre dos moléculas (cada esfera representa a una molécula). Identifique en dicho gráfico: a) la región en la que predominan las fuerzas atractivas, b) la región en la que predominan las fuerzas repulsivas y c) el radio de van der Waals.

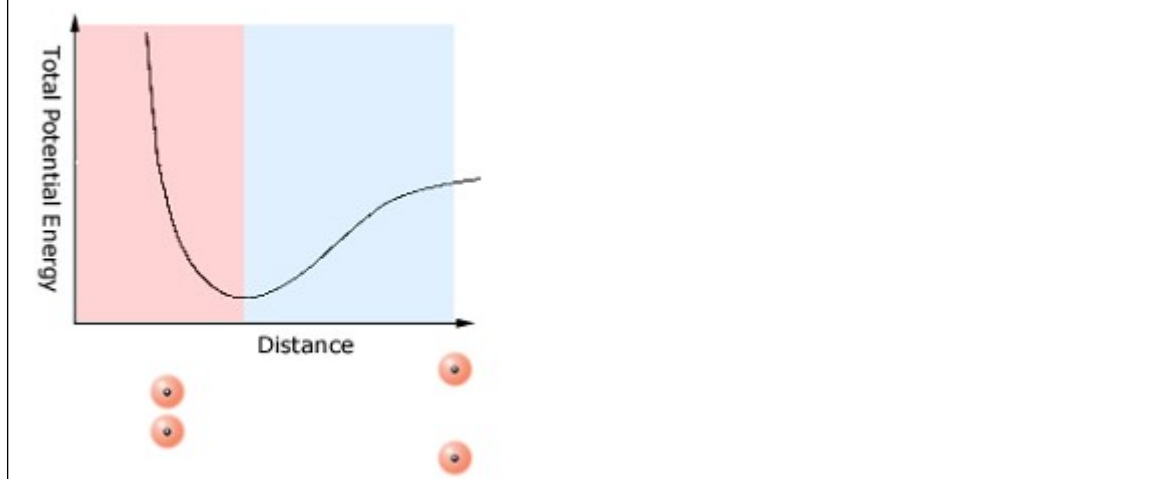


Actividad modificada:

El siguiente gráfico representa cómo varía la energía potencial en la interacción entre dos moléculas (cada esfera representa a una molécula).

1) Describa cómo varía la energía potencial a medida que disminuye la distancia entre las moléculas

2) Identifique en dicho gráfico: a) la región en la que predominan las fuerzas atractivas, b) la región en la que predominan las fuerzas repulsivas y c) el radio de van der Waals.



Nota: se incluyó el ítem 1 que requiere además de hacer uso de la habilidad cognitivo lingüística “describir” realizar el pasaje entre dos lenguajes de la química (gráfico a verbal)



Justificar

Actividad en la guía actual:

¿Qué tipo/s de fuerzas no covalentes existen entre los siguientes pares de especies químicas?

a) HBr y H_2S
 b) Cl_2 y Br_2
 c) I_2 y NO_3^-
 d) NH_3 y C_6H_6

Actividad modificada

¿Qué tipo/s de fuerzas no covalentes esperas que existan entre los siguientes pares de especies químicas? Justifica.

a) HBr y H_2S
 b) Cl_2 y Br_2
 c) I_2 y NO_3^-
 d) NH_3 y C_6H_6

Nota: Esta actividad, por el modo en el que está planteada, requiere el uso de una habilidad cognitivo lingüística y la formulación de hipótesis.

Ejemplos de actividades nuevas:

1. Identificación de habilidades cognitivo lingüísticas

Encuentra definiciones, descripciones y justificaciones en el siguiente texto argumentativo:

Comparación entre los puntos de fusión del Bromo y del Cloro

El punto de fusión es la temperatura a la cual un sólido se convierte en líquido. El punto de fusión del Br_2 es mayor que el del Cl_2 . Ambas son sustancias moleculares. En general, las moléculas pueden ser polares o no polares. Se consideran polares cuando su momento dipolar es diferente de cero. El momento dipolar de una molécula es la suma vectorial de sus momentos de enlace. En el caso de las moléculas mencionadas sus momentos dipolares son nulos, por lo tanto son no polares.

Las fuerzas entre las moléculas serán las responsables de su mayor o menor temperatura de fusión. Cuanto mayor sea la magnitud de las fuerzas involucradas se requerirá mayor energía para pasar del estado sólido al líquido. Estas son fuerzas electrostáticas atractivas de muy poca intensidad debidas a la atracción ente dipolos. Las hay de tres tipos: dipolo permanente-dipolo permanente, dipolo permanente-dipolo inducido y dipolo instantáneo-dipolo instantáneo (en moléculas no polares). Éstas últimas (fuerzas de dispersión o de London) son mayores cuanto más voluminosa



es la molécula, ya que su nube electrónica será más deformable y por lo tanto más polarizable, es decir que será más fácil la formación de un dipolo instantáneo. Como el volumen de la molécula de Br₂ es mayor que el de la de Cl₂, las fuerzas de London entre las moléculas de Br₂ serán las de mayor intensidad. Se necesitará mayor energía para separarlas. Esto explica que el punto de fusión del Br₂ sea mayor que el del Cl₂.

2. Elaboración de mapas conceptuales

Se puede incluir como actividad integradora la elaboración de mapas conceptuales con algunos términos involucrados en cada unidad didáctica (utilizando la herramienta Cmap Tools), solicitando la identificación de diferentes habilidades cognitivas lingüísticas entre las proposiciones planteadas. Posteriormente se les puede solicitar a los estudiantes que elaboren un texto argumentativo utilizando dicho mapa conceptual. Para poder incluir este tipo de actividad se deberá agregar, en la introducción de la guía, una breve explicación acerca de la confección de mapas conceptuales.

Ejemplo

Elaborar un mapa conceptual utilizando los siguientes términos: interacción no covalente, fuerza de atracción, fuerza de repulsión, fuerza de London, molécula no polar, dipolo, puente de Hidrógeno, ión, geometría de la molécula, masa molecular.

5.1.2. Propuesta de modificación de la guía y del trabajo de laboratorio

Desarrollo de la actividad práctica

Para el desarrollo de las clases prácticas se propone introducir actividades que irán requiriendo más autonomía por parte de los estudiantes a medida se avanza en la cursada. Así, se recomienda realizar diferentes tipos de trabajos prácticos:

a) Al inicio de la cursada, se puede continuar desarrollando trabajos prácticos pautados, donde los estudiantes deben seguir las instrucciones de la guía: estos serán los primeros que se realizan y tienen por objetivo que el alumno asocie el marco teórico con la experimentación realizada y que se familiarice con el trabajo en el laboratorio de



química, respetando las normas de seguridad (TP de Ensayo a la llama, TP de Uso de material volumétrico).

b) Trabajos prácticos no pautados, (para responder a la preguntas como: ¿qué ocurrirá si...?) que estén enfocados a que los alumnos formulen hipótesis fundamentadas, realicen el trabajo práctico en el laboratorio en grupos, registren resultados en el cuaderno de laboratorio, analicen los resultados, elaboren conclusiones y expongan los resultados y las conclusiones al resto de la clase.

Previo a la realización de estos TPs los alumnos deben comunicar a sus docentes sus hipótesis justificadas y el diseño de la experiencia con fundamentación teórica. Los docentes autorizarán o no a realizar la experiencia, en este caso deben guiar a los alumnos para que puedan concretar la actividad (Carp, García y Chiacchiarini, 2012).

Si bien, estos trabajos prácticos se llevarán a cabo al finalizar la unidad didáctica en la que se incluyen, sirven para integrar temas a medida que los alumnos avanzan en sus aprendizajes.

Una vez realizado el trabajo práctico, los alumnos deben elaborar y entregar el informe escrito en un plazo no mayor de 7 días para que pueda ser utilizado en la evaluación formativa.

Ejemplo 1

TP de solubilidad: a partir de listados de diferentes sustancias, los alumnos deberán elegir un par de éstas que sean solubles en agua e insolubles en un solvente no polar y un par de sustancias que no sean solubles en agua pero que sí sean solubles en un solvente no polar.



Ejemplo 2

TP de transformaciones químicas: se proporcionará a los alumnos una lista de reactivos sólidos y en solución. Ellos deberán seleccionar pares de reactivos que reaccionen al ser mezclados.

Informe de laboratorio

El documento que se les entrega a los estudiantes con las pautas para la elaboración del informe de laboratorio (Anexo 3) debería mejorarse para que sea lo más claro posible. Además de mejorar la descripción de cada apartado del informe se propone incluir un texto que ejemplifique un informe completo.

Ejemplo de un informe de laboratorio

Informe de Laboratorio

Relación entre la presión y el volumen de gas (n y T constantes)

Resumen

En este trabajo práctico se estudió cómo varía el volumen del aire al variar la presión sobre él. Para esto se utilizó un dispositivo compuesto por una jeringa acoplada a un sensor de presión. Utilizando una masa de aire y temperatura de la experiencia constantes, se procedió a mover el émbolo de la jeringa hasta una graduación en la misma, en ese momento se midió la presión. Este procedimiento se repitió varias veces para obtener 10 registros de presión y volumen. Del análisis de resultados se observó que, a n y T constantes, al aumentar la presión disminuye el volumen del gas contenido en el dispositivo empleado.

Introducción

En el siglo XVII, Robert Boyle estudió en forma sistemática y cuantitativa el comportamiento de los gases. En una serie de experimentos, Boyle analizó la relación que existe entre la presión y el volumen de una muestra de un gas.

Para una cierta cantidad de un gas a una temperatura constante, el volumen del gas es inversamente proporcional a su presión. A medida que la presión aumenta, el volumen

ocupado por el gas disminuye. Por lo contrario, si la presión aplicada disminuye, el volumen ocupado por el gas aumenta. Esta relación se conoce como la Ley de Boyle.

Matemáticamente se puede expresar esta relación inversa entre presión y volumen como :

$$P \text{ proporcional } \frac{1}{V} \text{ o } PV = a \text{ (a constante)}$$

Cuando se reemplaza el símbolo de proporcionalidad, por un signo igual y una constante de proporcionalidad, se ve que el producto de la presión y el volumen de una cantidad fija de gas, a una temperatura dada, es una constante (a). El valor de esta constante depende de la cantidad de gas y de la temperatura. La ecuación $PV = a$, se puede utilizar para deducir otra ecuación útil cuando un gas sufre una transformación a temperatura constante. Si escribimos la ecuación para un estado inicial (i) y otro final (f), se obtiene :

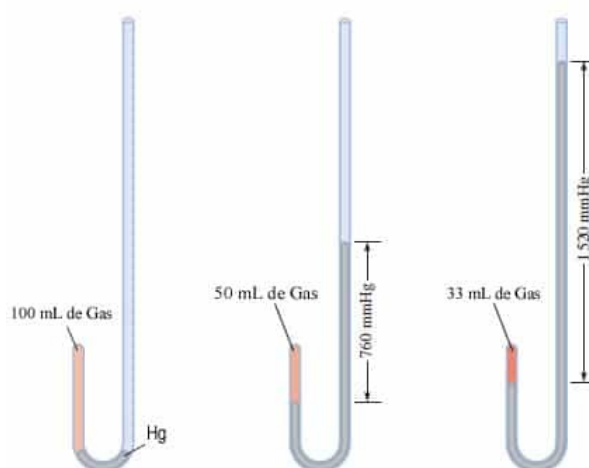
$$P_i V_i = a \text{ y } P_f V_f = a$$

Como ambos productos PV son iguales al mismo valor de a , se obtiene:

$$P_i V_i = P_f V_f$$

La ecuación anterior se usa para relacionar los cambios de presión y volumen.

Para realizar sus experimentos con gases, Boyle utilizó un tubo con forma de J. Una cantidad de gas queda atrapada en el tubo detrás de una columna de mercurio. Boyle



cambió la presión a la que estaba sometido el gas agregando mercurio al tubo y observó que el volumen del gas disminuía al aumentar la presión.

En la primera figura, los niveles del mercurio son iguales y la presión del gas es igual a la presión atmosférica (760 mmHg). El volumen del gas es de 100 mL. Al duplicar la presión mediante la adición de más mercurio, el volumen del gas se reduce a 50 mL. Al triplicar la presión, el volumen del gas disminuye a un tercio del valor original. La temperatura y cantidad del gas se mantienen constantes.

En este trabajo se estudió la relación entre la presión y el volumen de una cantidad de aire fija y a temperatura constante. Teniendo en cuenta la Ley de Boyle, se plantea como hipótesis que cuanto mayor sea el volumen del aire menor será la presión del mismo y que la relación entre la presión el volumen es constante.

Materiales y métodos

Jeringa de plástico graduada hasta 50 ml, tubo flexible de plástico, sensor de presión, ordenador, termómetro, aire.

Se armó un dispositivo utilizando una jeringa graduada unida a un tubo flexible de plástico, acoplado a su vez el extremo opuesto del tubo, a un sensor de presión. En el momento de encajar estos elementos quedó encerrada una cantidad de aire, de modo tal que la posición del émbolo se hizo coincidir con la mayor exactitud posible con una de las marcas de volumen que indica su graduación. Se midió el volumen del tubo acoplado. La cantidad de gas y la temperatura se mantuvieron constantes. La cantidad de gas será la contenida en la jeringa más la que se encuentra dentro del tubo acoplado. Para asegurar una temperatura constante luego de mover el émbolo se esperó un poco de tiempo para cada medición facilitando que la temperatura del aire encerrado se equilibre con la del ambiente. Se partió de un volumen inicial (es el volumen contenido en la jeringa más el volumen del tubo) y se procedió a desplazar el émbolo para comprimir o expandir el aire contenido en la jeringa. Se miden las presiones correspondientes a diferentes volúmenes con el sensor de presión conectado al ordenador.

Resultados

El volumen del aire contenido inicialmente en el dispositivo fue de 52 ml. El volumen dentro de la jeringa fue de 50 ml y el volumen dentro del tubo acoplado 2 ml.

En la Tabla 1 se muestran los valores correspondientes a las mediciones realizadas de volumen (V) del aire contenido en el dispositivo empleado, la presión (P) y el producto P x V para la experiencia realizada en el laboratorio a 21°C y 0,9850 atm.

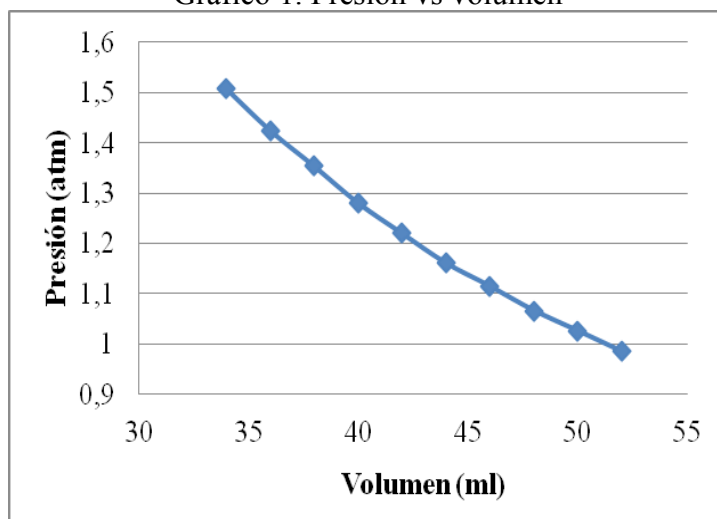
Tabla1. Valores de Presión, Volumen y P x V

V (ml)	P (atm)	P.V (atm.ml)
52	0,9850	51,2
50	1,0260	51,3
48	1,0664	51,2
46	1,1149	51,3
44	1,1610	51,1
42	1,2200	51,2
40	1,2806	51,2
38	1,3539	51,4
36	1,4250	51,3
34	1,5086	51,3



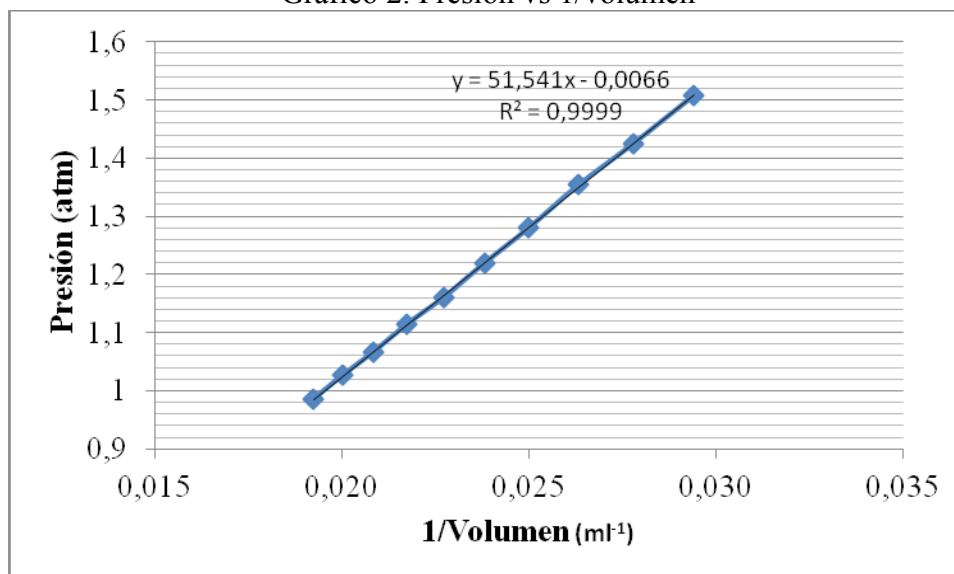
En el Gráfico 1 se representa la variación de la presión del aire a medida varía el volumen.

Gráfico 1. Presión vs volumen



En el Gráfico 2 se representa la variación de la presión con la inversa del volumen.

Gráfico 2. Presión vs 1/volumen



Si en la recta obtenida, $y = 51,541x - 0,0066$, asignamos el valor 0 para x resulta $y = 0$. Esto significa que P es directamente proporcional a $1/V$.

Discusión

El primer valor de la presión 0,985atm concuerda con el valor de la presión a la que se realizó la experiencia. Esto se debe a que el dispositivo empleado (jeringa con tubo acoplado) se cerró conteniendo un volumen de 52 ml de aire en las condiciones del



laboratorio, por lo que la primera medición de presión dentro de ella debería coincidir con la presión del aire del ambiente.

El hecho de que el producto $P \cdot V$ dé un valor constante (aproximadamente 51) concuerda con lo esperado según lo enunciado en la Ley de Boyle: $p \cdot V = K$. Esto se corrobora con la relación lineal observada en el gráfico 2, ya que la relación entre p y $1/V$ es lineal.

Conclusiones

El análisis de los resultados obtenidos en este trabajo experimental confirma nuestra hipótesis: para una cantidad de aire fija y a temperatura constante, cuanto mayor sea el volumen del aire menor será la presión del mismo. Dicho de otra manera, el aire, a pesar de ser una mezcla de gases, cumple con la Ley de Boyle para gases: $P \cdot V = K$.

El método utilizado para este trabajo resultó sencillo y efectivo.

Referencias

McMurry, J., Fay, R. (2009): *Química General*. México. Pearson Editorial. 5a. ed. Capítulo 9.

Whitten, K. W., Davis, R. E. y Peck, G. S. (2009): *Química*. México, D. F: Cengage learning. Capítulo 6.

5.2. Práctica áulica

La práctica áulica habitual en este curso involucra el desarrollo de los contenidos a través de una modalidad en la cual se intenta que los estudiantes participen activamente.

Se trata de generar un ambiente facilitador de preguntas. A partir de las actividades propuestas en la guía de estudio se promueve la discusión de los diferentes temas.

Para reforzar la capacidad argumentativa se propone hacer énfasis en los siguientes aspectos:

- explicitar las características de las diferentes habilidades cognitivas lingüísticas y de los textos argumentativos,
- ejemplificar cada habilidad cognitiva lingüística,



- promover en los estudiantes la explicitación de respuestas orales y escritas que requieran dichas habilidades,
- remarcar el alcance y las limitaciones de las teorías, modelos, principios, leyes y reglas presentados en el curso,
- explicitar la pertinencia de los diferentes lenguajes de la química,
- trabajar el pasaje de un lenguaje a otro,
- proponer la discusión de problemas reales adecuados al contexto y a los contenidos.

5.3. Evaluaciones

Explicitar el valor que se le dará a las habilidades cognitivas lingüísticas necesarias para construir una argumentación en todas las actividades de evaluación.

Proponer varios instrumentos de evaluación que sean coherentes con la propuesta de enseñanza:

- para las evaluaciones formativas:

individuales: se propone utilizar cuestionarios previos a los trabajos de laboratorio, actividades de la guía de estudio, actividades escritas extra áulicas, desempeño en el trabajo de laboratorio,

grupales: se propone utilizar las primeras versiones de los informes de laboratorio, actividades de la guía de estudio, discusiones (en grupos pequeños y en toda la clase), desempeño en el trabajo de laboratorio, elaboración de un trabajo integrador a partir de un tema a elegir (en esta actividad los estudiantes trabajarán desde la segunda semana de clases sobre un tema –sugerido por el docente o elegido por los grupos de estudiantes y aceptado por el docente - a medida se avanza en la cursada, diseño de experiencias de laboratorio).



- para las evaluaciones sumativas: se propone utilizar las versiones finales de los informes de laboratorio, las evaluaciones parciales e integradoras escritas, la evaluación del trabajo de integración realizado durante el desarrollo del curso que será presentado de manera escrita y oral.

Bibliografía

- Adam, J.M. (1992). Les textes: types et prototypes. París: Nathan.
- Alí, S.; Di Giacomo, M. A.; Galagovsky, L.; Gemelli, M. E.; Giudice, J.; Lacolla, L.; Pepa, L.; Porcel de Peralta, C. (2010). Libros de texto de Química: ¿fuentes de comunicación o incomunicación? *Revista Industria y Química*. Asociación Química Argentina, (362): 61-64.
- Álvarez Álvarez C. y San Fabián Maroto, J. L., (2012), La elección del estudio de caso en investigación educativa, *Gazeta de Antropología*, 28 (1), artículo 14 <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Álvarez Álvarez, C., Maroto, J.(2012): La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de antropología*, 28(1).
- Alzate Cano. L., 2007, Campo conceptual composición/estructura en química: tendencias cognitivas etapas y ayudas cognitivas. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos.
- Archila, P. (2014): La argumentación de profesores de Química en formación inicial (Práctica Profesional Docente II): un estudio de caso en Colombia. *Enseñanza de las ciencias*, 32, 705-706.
- Arievitch, I. M. y Stetsenko, A. (2000). The quality of cultural tools and cognitive development: Gal'perin's perspective and its implications. *Human Development*, 43, 69-92.
- Arnak, J., Del Rincón, D., y Latorre, A., (1994). Investigación educativa. Fundamentos y metodología. Barcelona, Labor.
- Bell, P. y Linn, M. C., (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 22 (8), 797-817, 2000.
- Berland, L. K.; Reiser, B. J., (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, Hoboken, 93 (1), 26-55.
- Bowen, Harry P. y Wiersema, M. F. (1999). Matching Method to Paradigm In Strategy Research: Limitations of Cross-sectional Analysis and Some Methodological Alternatives, *Strategic Management*, 20: 625-636.
- Bravo, B., Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 126-131.
- Campanario, J. y Otero, J., 2000, Más allá de las ideas previas como dificultades en el aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Campaner, G., y De Longhi, A. L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental.: Una estrategia didáctica para la escuela media. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(2), 442.



- Carp, D., García, D. y Chiacchiarini, P. (2012). Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(1), 167-173.
- Cassany, D.: Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea, Anagrama, Barcelona, 2006.
- Cassany, D., López, C. y Martí, J. (2000) “Divulgación del discurso científico: la transformación de redes conceptuales. Hipótesis, modelo y estrategias.” *Discurso y sociedad*, 2(2), 73-103.
- Cavagnetto, A.; Hand, B. M.; Norton-Meier, L., (2010). The nature of elementary Student science discourse in the context of the science writing heuristic approach. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 32 (4), 427-449.
- Chamizo Guerrero, J. (2007): Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 25 (1) 133-146.
- Chetty S. (1996). The case study method for research in small- and médium - sized firms. *International small business journal*, vol. 5, octubre – diciembre.
- Clark, D. B.; Sampson, V., (2008). Assessing dialogic argumentation in online environment to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, 45 (3), 293-321.
- Cornejo Chávez, R. y Redondo Rojo, J.M. (2007). Variables y factores asociados al aprendizaje escolar, una discusión desde la investigación actual. *Estudios Pedagógicos XXXIII*, N° 2: 155-175.
- Dawson, V. M.; Venville, G., (2010) Teaching strategies for developing students’ argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, Dordrecht, 40 (2), 133-148.
- Di Giacomo, M., Bekerman, D., Alí, S., Galagovsky, L. (2014): Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciência & Educação (Bauru)*.
- Dijk, T.A. Van (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J., (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, Hoboken, 84 (3), 287-312.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (eds.). (2007). *Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Erduran, S.; Simon, S.; Osborne, J., (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin’s argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, Hoboken, 88 (6), 915-933.
- Ferro, V., González Jonte, R., Cruz, Z. (1995): Una reflexión curricular sobre la enseñanza de la estructura de la sustancia en la formación de profesores de química. *Revista Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. 13 (3), 371-376.
- Galagovsky, L., Bekerman, D. (2009): La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 8(3)



Galagovsky, L., Giudice, J. (2015): Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciencia & Educação*, Bauru 21(2), 351-360.

Garriz, A. (2009): Argumentación en una nueva asignatura: Ciencia y sociedad. *Educación Química*. 20(2), 98-101.

Garriz, A (2010): La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 315-326.

Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, pp. 63-69.

Gómez-Moliné, M. y Sanmartí, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11(2), 266-273.

Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S. (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 Enseñanzas de las Ciencias*. 7 (1).

Henao, B. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la Perspectiva de Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos, Programa Internacional de Doctorado, Enseñanza de las Ciencias, Departamento de Didácticas Específicas. En: http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/144/1/Henao_Sierra.pdf [consultado el 10 de marzo de 2016].

Jimenez, M. P.; Díaz, 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., (2002). Knowledge producers or knowledge consumers?: argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 24 (11), 1171-1190.

Jiménez-Aleixandre, M. P.; Bugallo Rodríguez, A. B.; Duschl, R. A., (2000). “Doing the lesson” or “doing Science”: argument in high school genetics. *Science Education*, Hoboken, 84 (6), 757-792.

Jiménez-Aleixandre, M. P.; Díaz de Bustamante, J., (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 21 (3), 359-370.

Jorba, J. Y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. MEC-CIDE.

Jorba, J.(2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas. En Jaume Jorba, Isabel Gómez y Angeles Prat. Hablar escribir y aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Barcelona. España. Editorial Síntesis.

Kelly, G. J.; Druker, S.; Chen, C., (1998). Students’ reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 20 (7), 849-871.



- Kelly, G. J.; Takao, A., (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, Hoboken, 86 (3), 314-342.
- Lawson, A. E., (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 25 (11), 1387-1408.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Lemke, J. L. (1998). *Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. En J.R. Martin & R. Veel, Eds., *Reading Science*, (Routledge, London,), 87-113.
- Linhares Queiroz, S. y Passos Sá, L. (2009). O espaço para argumentação no ensino superior de química. *Educación Química*, 20(2), 104-110.
- Llorens, J.A. Y De Jaime, M.C. (1995). La producción de textos escritos en el aprendizaje de las ciencias. Bases para un programa de investigación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 113-132.
- Maloney, J.; Simon, S. (2006): Mapping Children's Discussions of Evidence in Science to Assess Collaboration and Argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.
- Martín-Días, M. J., (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(3), 291-306.
- Martínez Carazo, P. (2006): El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y gestión*, 20. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. 165-193.
- Martínez, J. y Ospina, N. (2008). "La potencialización de Habilidades cognitivolingüísticas en la enseñanza/ aprendizaje de la primera ley de la termodinámica asociada a procesos fisicoquímicos, en profesores en formación inicial de licenciatura en química". Proyecto de Grado. Proyecto Curricular de Licenciatura en Química. Facultad de Ciencias y Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia.
- Merino Rubilar, C.; Izquierdo Aymerich, M. y Arellano Jonson, M. (2006) Plantilla dinámica para asistir en la construcción de un texto para argumentar ideas científicas. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, 145-149.
- Merino, C., Izquierdo, M., Arellano, M. (2008). Argumentation, an essential component of the modelling process in chemistry: an approach. *Journal of Educational Thought*, 42(2), 207-228.
- Mortimer, E. y Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Naylor, S.; Keogh, B.; Downing, B., (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, Dordrecht, 37 (1), 17-39.
- Newton, P., Driver, R. y Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science, *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576.



Osborne, J. (2007). Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1).

Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S., (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, 41 (10), 994-1020.

Ospina Quintero, N., Bonan, L. (2011): Explicaciones y argumentos de profesores de química en formación inicial: la construcción de criterios para su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (1), 2-19.

Pasmanik V, D., Ceron F, R. (2005): las practicas pedagogicas en el aula como punto de partida para el analisis del proceso enseñanza-aprendizaje: un estudio de caso en la asignatura de química. *Estudios pedagógicos*, Valdivia ,31(2), 71-87.

Perez Miranda, R., Gallego Badillo, R., Torres De Gallego, L. (2002): *Las competencias interpretar, argumentar y proponer en química: un problema pedagógico y didáctico*. Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. CIUP.

Pérez Serrano, G. *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos*. Madrid: Editorial La Muralla, S.A, 1994.

_____ (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. II. Técnicas y análisis de datos*. Madrid: Editorial La Muralla, S.A., 1994.

Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciencia & Educacao (Bauru)*, 21(2), 307-327.

Pinto Cañón, G. (2001). Enseñanza y aprendizaje de la Química a nivel universitario. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. Segunda época. 29-36.

Quintanilla, M., Merino, C., Cuellar, L. (2012). Análisis del discurso del profesorado de química en ejercicio y su contribución a la evaluación de competencias de pensamiento científico. Un estudio de caso en Chile. *Educación Química*, 23(2), 188-191.

Ramírez, S. S., Viera, L., I., Rembado, F., Zinni, M., A. (2015), actividades propuestas en cursos básicos de química: ¿qué habilidades cognitivo lingüísticas promueven? *Educación en la Química en Línea*. 21(1), 19-31.

Ramírez, S., Viera, L., y Wainmaier, C. (2010). Evaluaciones en cursos universitarios de Química; ¿Qué competencias se promueven?, *Educación química*, 21(1), 16-21.

Rembado, F. (coord.) (2014), *Tutorías en el departamento de Ciencia y Tecnología: Una experiencia enriquecedora*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Buenos Aires, Argentina

Revel Chion, A., Couló, A., Erduran S., Furman, M., Iglesia, P., y Adúriz-Bravo, A. (2005) Estudios sobre la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, (número extra), 1-5.

Rosales Varo, F. (1999). Análisis del discurso pedagógico y natural: hacia un modelo de interpretación del discurso del aula. *Actas del IX congreso internacional de ASELE*, Santiago de Compostela, 23-26 de septiembre de 1998 / coord. por María Carmen Losada Aldrey, José F. Márquez Caneda, Tomás Eduardo Jiménez Juliá. 449-456.



Rouse, M. J., Daellenbach, Urs S. (1999). Rethinking Research Methods for the Resource-Based Perspective: Isolating Sources of Sustainable Competitive Advantage, *Strategic Management Journal*, 20:487-494.

Sánchez Mejía, L., González Abril, J., García Martínez, Á. (2013): la argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* Universidad de Caldas. Manizales, Colombia, 9(1), 11- 28.

Sandoval, W. A., (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, Philadelphia, 12 (1), 5-51.

Sanmarti, N., (1997), Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-61

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

Sardà, A. (1999). Una estratègia per ensenyar a argumentar a les classes de ciències, en Borràs, A., Jorge, J., Beltran, T., Tarruella, R. y Mata-Perelló, J.M. (eds.). *Recerca i innovació a l'aula de Ciències de la Naturalesa*, 519-530.

Sardà, A; Sanmarti Puig, N. (2000). *Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de Ciencias*. Enseñanza de las ciencias. 18 (3), 405-422.

Simon, S.; Erduran, S.; Osborne, J., (2006). Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, Abingdon, 28 (2), 235-260.

Solbes, J., Ruíz, J, Furió Más, C., (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 63, (Ejemplar dedicado a: Argumentar en ciencias. Un elemento esencial para la educación científica y ciudadana), 65-75.

Stake, R. (2005). Qualitative case studies. En N. Denzin & Y. Lincoln (2005). *The Sage handbook of qualitative research*. Third edition. London: Sage Publications.

Stoecker, R. (1991). Evaluating and rethinking the case study. *Sociological Review*, 39,88-112.

Suppe, F. (1998), "Scientific Theories", in *Routledge Encyclopedia of Philosophy*. London: Routledge.

Sutton, C. (1997), Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.

Sutton, C., (2003), Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje, *Enseñanza de las Ciencias*, 2003, 21 (1), 21-25

Talanquer, V., (2010): Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. *Enseñanza de las ciencias*. 28 (2), 165-174.

Toulmin, S.E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. París: PUF. (1a. ed. The uses of Argument, 1958).

UNESCO (1998) *La educación superior en el siglo XXI: visión y acción*, Conferencia Mundial sobre Educación Superior (CMES, 1998). París: UNESCO.



Venkatraman, N., & Grant, J. H. (1986). Construct measurement in organizational strategy research: A critique and proposal. *Academy of Management Review*, 11(1), 71-87.

Viera, L., Ramírez, S., Rembado, F., (2011). Análisis comparativo del desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en estudiantes de cursos universitarios de química. *Educación en la Química*, 17 (1), 50-56.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. London: Harvard University Press.

Wainmaier C., Viera L., Rembado F., Roncaglia D., Ramírez, S. y Porro S., (2006). Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los docentes, *Educación. química.*, 17 (2), 150-157.

Wainmaier, C; Speltini, C y Salinas, J., (2011). Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 133-152.

Yacuzzi, E. (2005) "El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación", *Inomics*, 1: 296-306.

Yin, R. K. (1984/1989). *Case Study Research: Design and Methods*, Applied social research Methods Series, Newbury Park CA, Sage.

Zohar, A.; Nemet, F., (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, 39 (1), 35-62.



Anexos



Anexo 1

Contenidos mínimos, programa y cronograma de Química ID

CONTENIDOS MÍNIMOS

Teoría atómica y molecular de la materia. Propiedades generales de los elementos. Metales y no metales. Uniones químicas. Estados de agregación de la materia. Leyes de los gases. Soluciones. Estequiometría. Cinética básica. Nociones de equilibrio químico.

PROGRAMA

1. Medidas y Unidades

El sistema métrico. Prefijos para las unidades. Unidades derivadas. Conversión de unidades. Análisis dimensional. Incertidumbre en las mediciones. Exactitud y precisión. Notación científica. Cifras significativas.

2. Estructura atómica

Teoría atómica de la materia. Estructura atómica: partículas subatómicas; masa, tamaño y carga. Número atómico y Número másico.

Estructura electrónica de los átomos. Espectros atómicos y niveles de energía. El modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno. Limitaciones del modelo atómico de Bohr. El principio de incertidumbre. Orbitales atómicos. Números cuánticos. Átomos polieletrónicos. El principio de exclusión de Pauli. Configuración electrónica de átomos e iones.

3. Propiedades periódicas de los elementos

Tabla periódica. Estructura electrónica y tabla periódica. Iones. Energía de ionización. Afinidad electrónica. Radios atómicos e iónicos. Carácter metálico y no-metálico. Predicción de propiedades periódicas.

4. Metales y compuestos iónicos

Enlace metálico. Teoría de bandas. Conductores metálicos, semiconductores y superconductores. Aleaciones intersticiales y de sustitución. Propiedades de los metales. Enlace iónico. Fuerzas coulombicas. Energía de red. Propiedades de los compuestos iónicos.

5. Compuestos covalentes

Enlace covalente. Electronegatividad. Polaridad de los enlaces. Longitud y fuerza de los enlaces. Estructuras de Lewis. La regla del octeto. Excepciones a la regla del octeto. Resonancia. Enlaces múltiples y pares electrónicos libres. Cargas parciales. Números de oxidación. Estructura molecular. Polaridad de las moléculas.

6. Nomenclatura

Óxidos, ácidos y bases. Sales. Nombre de iones. Nombre de compuestos covalentes simples.

7. Fuerzas intermoleculares

Interacciones entre moléculas. Atracciones dipolo-dipolo, dipolo-dipolo inducido. Fuerzas de London. Puentes de hidrógeno. Repulsión entre moléculas: radio de van der Waals. Magnitud de las fuerzas de interacción entre moléculas.

8. Cantidades en química



Masa de un átomo, masa de una molécula. Masas relativas, la unidad de masa atómica. Número de Avogadro y mol. Conversión entre número de átomos y moles. La masa molar. Relación entre masas molares y fórmulas empíricas, mínimas y moleculares.

9. Gases

Propiedades a nivel microscópico y macroscópico. Presión, unidades. Leyes fenomenológicas. Ley de Boyle, ley de Gay-Lussac y Principio de Avogadro. El gas ideal y la ecuación general de los gases ideales. Mezclas de gases, ley de Dalton. Teoría cinética molecular. Difusión y efusión. Gases reales. Ecuación de Van der Waals.

10. Termoquímica.

Sistema y entorno. Propiedades intensivas y extensivas. Energía interna, calor y trabajo. Unidades. Primer principio de la termodinámica. Entalpía. Cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas.

11. Líquidos y sólidos

Propiedades de los líquidos, nivel macroscópico y microscópico. Viscosidad y tensión superficial. Sólidos amorfos y cristalinos. Clasificación de los sólidos cristalinos de acuerdo a la naturaleza de sus enlaces: metálicos, iónicos y moleculares. Ejemplos y propiedades.

12. Transformaciones físicas

Cambios físicos. Presión de vapor. Diagrama de fases para sistemas de un componente. Disoluciones. Descripción macroscópica y microscópica. Interacciones involucradas. Solubilidad. Solute, solvente, solución. Definiciones. Ejemplos. Proceso de disolución, interacciones involucradas. Solubilidad. Soluciones diluidas, saturadas y sobresaturadas. Factores que afectan la solubilidad: efecto de la temperatura, de la presión. Solubilidad de compuestos iónicos. Coloides. Definición. Ejemplos.

13. Composición de las soluciones

Concentración de las soluciones. Unidades químicas: molaridad, molalidad, formalidad y fracción molar. Unidades físicas: porcentaje peso en peso (%p/p), porcentaje peso en volumen (%p/v) y porcentaje volumen en volumen (%v/v). Cálculos de concentración. Soluciones acuosas. Diluciones.

14. Transformaciones químicas

Definición. Descripción macroscópica y microscópica. Ley de conservación de la masa. Representación de las reacciones químicas mediante ecuaciones. Balanceo de ecuaciones. Rendimiento de reacción, rendimiento teórico, rendimiento porcentual. Reactivo limitante. Estequiometría. Cálculos en reacciones que involucran gases y soluciones. Reacciones ácido – base. Reacciones con transferencia de electrones. Reacciones de precipitación y complejación. Peso equivalente y Normalidad.

15. Cinética química

Transformación de los reactivos en el tiempo. Definición de la velocidad de reacción. Gráficos de concentración versus tiempo. Determinación gráfica de la velocidad instantánea. Ley de velocidad. Orden de reacción. Reacciones elementales y complejas. Efecto de la temperatura en la velocidad de reacción. Catalizadores.



16. Equilibrio químico

Estado de equilibrio de un sistema. Equilibrio químico. Constantes de equilibrio: K_c , K_p y K . Relación entre equilibrio y cinética. Equilibrios heterogéneos.

Influencia del agregado o remoción de reactivos o productos sobre un sistema en equilibrio. Efecto de la temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

Atkins, P., Jones, L. (2006): *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. Buenos Aires. 3a. ed. Sudamericana.

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Murphy, C., Woodward, P. (2014): *Química, la ciencia central*. México. 12a ed. Pearson Educación.

Chang, R., College, W. (2007): *Química*. México. 7a. ed. Mc Graw-Hill

McMurry, J., Fay, R. (2009): *Química General*. México. Pearson Editorial. 5a. ed.

Petrucchi, R., Herring, F., Madura, J., Bissonnette, C. (2011): *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. Madrid. Prentice Hall Pearson. 10a ed.

Whitten, K. W., Davis, R. E. y Peck, G. S. (2009): *Química*. Méjico, D. F: Cengage learning.

Cronograma 1° cuatrimestre 2016

Clase	Fecha	Tema
1	Martes- 15 MARZO	Medidas y Unidades
2	Viernes- 18	Estructura atómica
3	Martes- 22	Estructura atómica ✚ Trabajo Experimental 1: Ensayo a la llama
4	Martes- 29	Propiedades periódicas
5	Viernes- 1 ABRIL	Propiedades periódicas
6	Martes- 5	Metales y compuestos iónicos
7	Viernes- 8	Metales y compuestos iónicos Compuestos covalentes
8	Martes- 12	Nomenclatura
9	Viernes- 15	✚ Trabajo Experimental 2: Determinación de densidad de sólidos y líquidos
10	Martes- 19	Fuerzas Intermoleculares
11	Viernes- 22	Sólidos y líquidos
12	Martes- 26	✚ Trabajo Experimental 3: Fuerzas Intermoleculares y solubilidad
13	Viernes- 29	Cantidades en química
14	Martes 3-.MAYO	Cantidades en química



15	Viernes- 6	Gases
16	Martes-10	PRIMER EXAMEN PARCIAL
17	Viernes- 13	Gases ✚ Trabajo Experimental 4: Difusión de gases y líquidos
18	Martes-17	Termoquímica
19	Viernes- 20	Transformaciones Físicas
20	Martes- 24	Transformaciones Físicas Soluciones
21	Viernes- 27	Soluciones ✚ Trabajo Experimental 5: Solubilidad de compuestos iónicos
22	Martes- 31	✚ Trabajo Experimental 6: soluciones y diluciones
23	Viernes- 3.JUNIO	Transformaciones Químicas
24	Martes- 7	Transformaciones Químicas
25	Viernes 10	✚ Trabajo Experimental 7: Transformaciones químicas.
26	Martes- 14	SEGUNDA FECHA DEL PRIMER EXAMEN PARCIAL
27	Viernes- 17	Cinética Química
28	Martes-21	Cinética Química
29	Viernes- 24	Equilibrio químico
30	Martes- 28	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL
31	Viernes- 1.JULIO	Consultas
32	Martes- 5	SEGUNDA FECHA DEL SEGUNDO EXAMEN PARCIAL
33	Martes- 12	Consultas
34	Viernes 15	EVALUACIÓN INTEGRADORA
CIERRE Y ENTREGA DE ACTAS DESDE EL 18 AL 22 DE JULIO		



Anexo 2

Guía de actividades de las unidades estudiadas

Estructura atómica

Conceptos importantes

Átomos e iones. Constituyentes del átomo: protones, neutrones y electrones. Fotones. Energía de un fotón. Espectros de absorción y emisión de los átomos. Número atómico, número másico. Isótopos. Principio de incertidumbre. Números cuánticos. Configuración electrónica

Preguntas

- 1) ¿Es posible que dos átomos de un mismo elemento tengan diferente número de protones? Justifique.
- 2) ¿Es posible que dos átomos de un mismo elemento tengan diferente masa? Justifique.
- 3) Escriba la relación entre la energía de un fotón y: a) la frecuencia de la radiación electromagnética asociada; b) el número de ondas de la radiación electromagnética asociada.
- 4) ¿Cómo se explica en la teoría de Bohr la aparición de picos en los espectros de emisión de los átomos?
- 5) ¿Cuáles son las limitaciones de la teoría de Bohr?
- 6) ¿Qué propiedades son características de una onda? ¿Y de una partícula?
- 7) ¿Cuáles son las limitaciones impuestas por el principio de incertidumbre a la determinación simultánea de la posición y la velocidad de una partícula?
- 8) ¿Una pelotita de tenis tiene una onda asociada? Si su respuesta es afirmativa indique porqué en la experiencia cotidiana no percibimos sus propiedades ondulatorias.
- 9) Indique cuáles son los números cuánticos que caracterizan el estado de un electrón en el átomo de hidrógeno y qué valores posibles tienen.
- 10) ¿Cuál o cuáles de los números cuánticos determinan la energía de un electrón en el átomo de hidrógeno? ¿Y en un átomo polielectrónico?
- 11) ¿Qué es un orbital atómico? ¿Cuáles son las formas de los orbitales *s*, *p* y *d*?

Problemas

- 1) Llene los espacios vacíos en el siguiente cuadro:

Símbolo	${}^{19}_9F$	${}^{210}_{80}Hg^+$			
Protones	9		11		17
Neutrones			12	30	20
Electrones		79		23	18
Carga neta	0	1+	0	2+	

- 2) Considere los siguientes niveles de energía de un átomo hipotético:

Nivel	Energía
E_4	$-1.0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
E_3	$-5.0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
E_2	$-10 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
E_1	$-15 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- a) ¿Cuál es la longitud de onda del fotón que se necesitaría para excitar un electrón desde E_1 hasta E_4 ?
- b) ¿Cuál es la longitud de onda que se emite cuando un electrón decae desde E_3 a E_1 ?
- c) ¿Cuál es la mínima energía que debe tener un fotón para ionizar el átomo si el nivel de energía ocupado más alto es E_2 ?
- 3) Calcule la frecuencia y la longitud de onda del fotón emitido cuando un electrón de un átomo de hidrógeno sufre una transición del nivel $n=4$ a $n=2$.



- 4) Un electrón con número cuántico principal n_i en un átomo de hidrógeno, sufre una transición al nivel con número cuántico principal $n = 2$, emitiendo un fotón de 434 nm. Calcule n_i .
- 5) Un electrón en cierto átomo está en un estado caracterizado por un valor de $n = 3$. Indique los posibles valores para los números cuánticos l y m_l de este electrón.
- 6) Indique los números cuánticos n y l correspondientes a los siguientes orbitales: 2p, 3s, 5d y 4f.
- 7) ¿Cuál es el número máximo de electrones que puede haber en un nivel n ?
- 8) ¿Cuál es el número máximo de electrones que se pueden encontrar en cada uno de los siguientes subniveles? 3s, 3d, 4p, 4f y 5f?
- 9) Para cada uno de los siguientes pares de orbitales de un átomo de hidrógeno indique cuál es el de mayor energía: i) 1s, 2s; ii) 2p, 3p; iii) 3s, 3d; iv) 5s, 4f.
- 10) Para los mismos pares de orbitales del ejercicio anterior, indique cual sería el de mayor energía si se tratara de un átomo polielectrónico.
- 11) ¿Cuáles de los siguientes conjuntos de números cuánticos son inaceptables? Explique sus respuestas: a) $(1, 0, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$; b) $(3, 0, 0, \frac{1}{2})$; c) $(2, 2, 1, \frac{1}{2})$; d) $(4, 3, -2, \frac{1}{2})$; e) $(3, 2, 1, 1)$
- 12) Escriba las configuraciones electrónicas de los siguientes elementos en su estado fundamental: B, V, Ni, As, I.
- 13) ¿Cuál de las siguientes especies tiene mayor número de electrones desapareados? S, S^+ , S^- .
- 14) El número atómico de un elemento es 73. ¿Son los átomos de éste elemento, diamagnéticos o paramagnéticos?



Propiedades Periódicas de los Elementos

Conceptos importantes

Clasificación periódica de los elementos. Grupos y períodos. Variaciones periódicas en grupos y períodos de las propiedades físicas. Carga nuclear efectiva. Radio atómico y radio iónico. Energía de ionización y afinidad electrónica. Variación de las propiedades químicas en grupos y períodos. Carácter metálico y carácter no metálico. Reactividad de elementos alcalinos, alcalinotérreos, halógenos, hidrógeno y oxígeno

Preguntas

- 1) a) Escriba los símbolos de los elementos del segundo período y los del grupo IIA. b) Escriba los símbolos del elemento de transición y de transición interna más livianos.
- 2) ¿Cuál es la característica de la configuración electrónica de los iones estables derivados de los elementos representativos?
- 3) ¿En qué estado de agregación debería encontrarse un elemento si se quisiera medir su energía de ionización? ¿Por qué?
- 4) ¿Considerando los valores de afinidades electrónicas de los metales alcalinos, cree Ud. posible que estos metales formen un anión M^- , donde M representa al metal alcalino?
- 5) Cuál es el rasgo distintivo de la configuración electrónica de: a) Elementos del grupo IIA, b) Halógenos, c) Gases nobles.
- 6) ¿En qué lugar de la tabla periódica espera encontrar a elementos que tengan alto carácter metálico? ¿Por qué?
- 7) En cuáles de los siguientes casos se formarán compuestos iónicos: a) Cuando se combinan elementos con carácter no metálico. b) Cuando se combinan elementos con carácter metálico. c) Cuando se combina un elemento con carácter metálico y uno con carácter no metálico.

Problemas

- 1) Sin usar la tabla periódica escriba la configuración electrónica de los elementos cuyos números atómicos son los siguientes: a) 9, b) 20, c) 26, d) 32. Diga a qué grupo y período pertenecen.
- 2) ¿Cuáles de las siguientes especies son isoelectrónicas entre sí? C, Cl^- , Mn^{+2} , B^- , Ar, Zn, Fe^{+3} , Ge^{+2} .
- 3) Las especies X^{-1} y Y^{+3} son isoelectrónicas. ¿Si X está en el segundo período y en el grupo VIIA, en qué lugar de la tabla está ubicado Y? Compare los radios atómicos de X e Y.
- 4) Dos elementos A y B tienen igual número másico. El primero da iones con dos cargas negativas y el segundo tiene $Z=17$. ¿A qué grupo y período pertenecen A y B? Un átomo de A tiene 16 neutrones, ¿cuáles son los símbolos nucleares de A y B? Escriba además la configuración electrónica de los iones derivados de A.
- 5) Dos átomos tienen las siguientes configuraciones electrónicas: $1s^2 2s^2 2p^6$ y $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. La energía de primera ionización de uno es 2080 kJ/mol y la del otro 496 kJ/mol. Asigne cada valor de energía de ionización a cada una de las configuraciones propuestas. Justifique.
- 6) Realice un análisis comparativo de las propiedades: carga iónica más común, energía de primera ionización y reactividad de los elementos sodio y magnesio. Proporcione una justificación para las diferencias encontradas.
- 7) Prediga algunas de las propiedades químicas del Francio.
- 8) ¿Cuál de los siguientes óxidos es básico: MgO o SO_3 ? ¿Por qué?
- 9) ¿Cuál de los siguientes metales reaccionará más violentamente con oxígeno o vapor de agua de la atmósfera: Be, Ca, Ba? ¿por qué?
- 10) ¿A qué grupo de la tabla periódica pertenecerá un elemento X si al combinarse con Ca forma el compuesto iónico CaX ? Explique con sus palabras.
- 11) Para cada uno de los siguientes pares indique la especie de mayor radio: a) Mg y Mg^{++} , b) F y F^- , c) Mg^{++} y F^-
Justifique su respuesta.

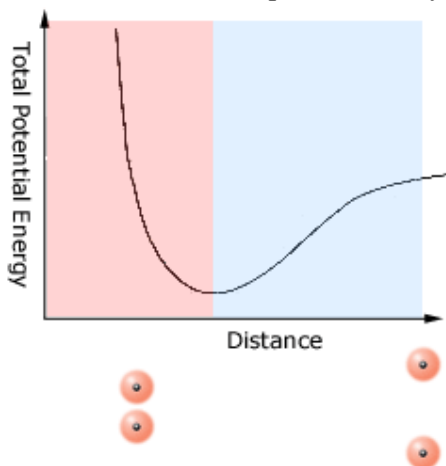
Interacciones No Covalentes

Conceptos importantes

Moléculas polares y no polares. Fuerzas coulómbicas. Dipolo permanente e instantáneo. Momento dipolar. Polarizabilidad. Fuerzas de atracción dipolo-dipolo, ión-dipolo, dipolo-dipolo inducido y dispersión. Radios de Van der Waals. Puentes de Hidrógeno.

Preguntas

- 1) Enuncie la ley de Coulomb. ¿Qué significado tiene esta ley?
- 2) ¿Qué es una molécula polar? ¿Qué características debe presentar una molécula para ser polar?
- 3) ¿Qué es la polarizabilidad de un átomo o molécula? ¿Qué átomos y moléculas tienden a ser altamente polarizables? Justifica.
- 4) ¿Qué tipo de propiedades de una sustancia varían según el tipo de interacciones intermoleculares? Proporcione ejemplos.
- 5) El siguiente gráfico representa de manera esquemática cómo varía la energía potencial en la interacción entre dos moléculas (cada esfera representa a una molécula). Identifique en dicho gráfico: a) la región en la que predominan las fuerzas atractivas, b) la región en la que predominan las fuerzas repulsivas y c) el radio de van der Waals.



- 6) ¿Por qué el hielo es menos denso que el agua líquida? ¿Es ésta una regla general para cualquier sustancia?

Problemas

- 1) Prediga los tipos de fuerzas no covalentes que espera que existan entre las partículas de las siguientes sustancias:
 - a) Benceno (C_6H_6)
 - b) Cloroformo (CH_3Cl)
 - c) Trifluoruro de fósforo (PF_3)
 - d) Cloruro de sodio ($NaCl$)
 - e) Sulfuro de carbono (CS_2)
 - f) Cloro (Cl_2)

Elabore un esquema (o listado ordenado) del procedimiento a seguir para poder responder correctamente al problema 1.
- 2) ¿En cuáles de los siguientes procesos es necesario romper enlaces covalentes y en cuáles simplemente se vencen fuerzas intermoleculares?
 - a) Hervir agua
 - b) Descomposición del N_2O_4 en NO_2
 - c) Sublimación de hielo seco
 - d) Fusión de un trozo de hielo



- e) Disociación de F_2 en átomos de F
- 3) ¿Qué tipo/s de fuerzas no covalente existen entre los siguientes pares de especies químicas?
- HBr y H_2S
 - Cl_2 y Br_2
 - I_2 y NO_3^-
 - NH_3 y C_6H_6
- 4) ¿Cuál miembro de cada uno de los siguientes pares de sustancias esperaría que tuviera mayor punto de ebullición? Justifique.
- O_2 y N_2
 - SO_2 y CO_2
 - CH_3-CH_2-OH (etanol) y CH_3-O-CH_3 (dimetil eter)
 - HF y HI
 - Ar y Xe
- 5) Explique por qué:
- El amoníaco (NH_3) tiene un punto de ebullición mayor que el metano (CH_4)
 - El cloruro de potasio (KCl) tiene un punto de fusión mayor que el Yodo (I_2).
 - El naftaleno ($C_{10}H_8$) es más soluble en benceno que el Bromuro de Litio (LiBr).
- 6) ¿Cuáles de las siguientes especies químicas pueden formar puentes de hidrógeno con el agua? Acetona (CH_3COCH_3), metano (CH_4), anión fluoruro (F^-), catión sodio (Na^+). Justifique.
- 7) Dibuje las estructuras de Lewis del dióxido de carbono (CO_2) y del dióxido de azufre (SO_2), prediga la geometría de ambas moléculas, determine cuál de ellas tendrá mayor punto de ebullición. Justifique.
- 8) Explique por qué el propano (C_3H_8) es un gas y el pentano (C_5H_{12}) es un líquido a temperatura ambiente.



Transformaciones Físicas

Conceptos importantes

Modificaciones de un sistema durante una transformación física. Sistemas de un componente. Presión de vapor. Puntos de ebullición y de fusión. Cambios de fase. Diagrama de fases. Soluciones. Propiedades coligativas. Técnicas de separación.

Preguntas

- 1) ¿En qué se diferencian una transformación física de una transformación química? Proporcione ejemplos de ambos tipos de transformaciones.
- 2) Defina presión de vapor de un líquido y presión de vapor de un sólido. Indique cómo depende la presión de vapor de la temperatura a la que se encuentra la sustancia y de la presión que se ejerce sobre la misma.
- 3) Explique las diferencias entre evaporación y ebullición.
- 4) ¿Cuál es la diferencia entre punto de fusión y punto de fusión normal de una sustancia?.
- 5) Para el agua el punto de fusión normal es de 0°C . ¿Cuál es la presión de vapor del agua a esta temperatura? ¿Cuál es la presión sobre la superficie del agua?
- 6) ¿Qué es un diagrama de fases? ¿Qué representan P y T en este diagrama?
- 7) ¿Por qué las ollas de presión reducen el tiempo de cocción de los alimentos? ¿Habrá algún inconveniente para preparar un mate o un té calentito en la ciudad de La Paz, Bolivia? Justifique.
- 8) En un recipiente previamente evacuado se coloca agua líquida pura a 25°C . Luego se inyecta en el recipiente un gas insoluble en agua hasta que la presión total es de 10 atm.
 - a) Indique la composición de las fases líquida y gaseosa resultantes.
 - b) Prediga cómo será la presión de vapor del agua en estas condiciones con respecto a la presión de vapor del agua en el recipiente antes de inyectar el gas inerte. Justifique.
- 9) ¿A iguales condiciones de presión y temperatura la presión de vapor del agua sobre una solución acuosa será igual, mayor o menor que la presión de vapor sobre agua pura? Justifique.
- 10) Explique cómo puede utilizar una medición de presión osmótica para determinar si un cierto soluto se dimeriza en solución.

Problemas

- 1) Utilice el diagrama de fases del agua (*figura 1a*) para explicar qué se observa cuando la presión sobre un bloque de hielo mantenido a 0°C aumenta por encima de una atmósfera. ¿Cuál es la relación entre esta observación y la posibilidad de patinar sobre hielo? Justifique
- 2) Utilice el diagrama de fases de CO_2 (*figura 1b*) y describa los cambios que se observan cuando:
 - a) El CO_2 se calienta de -80°C a -20°C a una presión constante de 3 atm.
 - b) El mismo calentamiento ocurre a 6 atm.
 - c) Dibuje una curva de calentamiento para cada uno de los procesos indicados en a) y en b)
- 3) Los puntos de fusión y ebullición normales del xenón son -112°C y -108°C respectivamente. Su punto triple es a -121°C y 282 mm de Hg. Haga un esquema para el diagrama de fases del xenón.
- 4) Explique por qué se producen las mesetas en las curvas de enfriamiento como la de la *figura 2*.
- 5) Se evacua una ampolla de 20 l y luego se le inyecta agua líquida. El sistema se mantiene a 25°C . Indique el número de fases y la presión de la ampolla si:
 - a) se inyectan 100mg de agua,
 - b) se inyecta 1g de agua,
 - c) se inyectan 461mg de agua.

Dato: la presión de vapor de agua a 25°C es de 23.8mmHg

- 6) Hacia que lado fluiría el agua si una solución 0.05M de sacarosa se pone en contacto a través de una membrana semipermeable con una solución 0.02M de urea. ¿Qué condición debe cumplirse para que cese el flujo de agua de una solución a otra? Justifique.

- 7) Ordene las siguientes soluciones acuosas siguiendo un orden de punto de congelación creciente. (a) 0.075m de glucosa; (b) 0.075 m de LiBr; (c) 0.030m de $(\text{NO}_3)_2\text{Zn}$. Justifique.
- 8) La adrenalina es la hormona que dispara la liberación de moléculas de glucosa adicionales en momentos de tensión o emergencia. Una solución de 0.64g de adrenalina en 36.0g de CCl_4 causa una elevación del punto de ebullición de 0.49°C . Determine el peso molecular de la adrenalina.
Datos para CCl_4 : $K_e=5.02^\circ\text{C}/m$
- 9) Calcule la presión de vapor sobre una solución acuosa que se preparó agregando:
 - a) 16.2g de lactosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) a 105.7g de agua a 338K,
 - b) 5.0g de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ a 92.0g de agua.
 Dato: La presión de vapor del agua pura a 338K es de 187.5 mmHg.

Figura 1

Diagramas de fase para el agua y para el dióxido de carbono

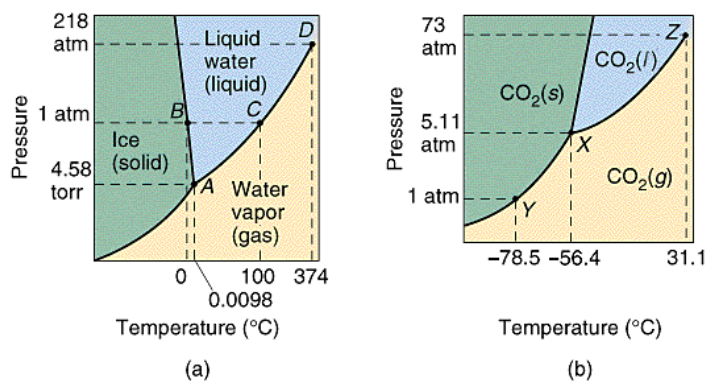
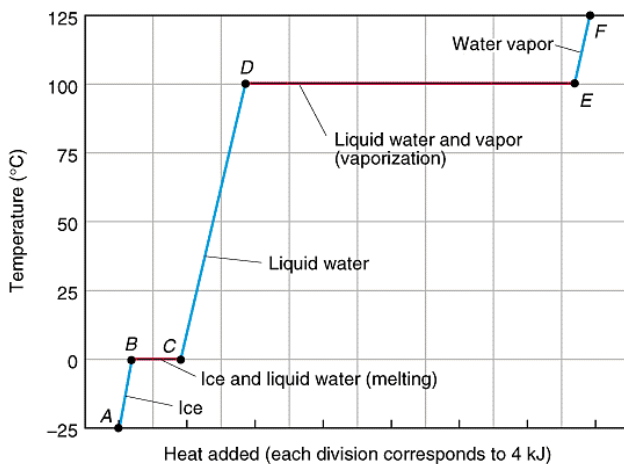


Figura 2

Curva de calentamiento para una masa m de agua



Soluciones

Conceptos importantes

Relación entre solubilidad y fuerzas intermoleculares. Efecto de la temperatura y la presión sobre la solubilidad de solutos sólidos y gaseosos. Coloides. Definición. Ejemplos. Concentración de las soluciones. Unidades químicas y unidades físicas.

Preguntas

1) Qué ocurre si a 1 litro de agua a 25°C y 1 atm se le agrega:

- una cucharadita de cloruro de sodio a 25°C y 1 atm
- dos gotas de metanol líquido a 25°C y 1 atm.

Representa el inicio y le final de cada proceso a nivel macroscópico y a nivel submicroscópico.

Qué tienen de similar y qué tienen de diferente las siguientes mezclas (Explique):

- una mezcla de sal y agua en el instante en que se agregó el soluto al solvente
 - una solución saturada de sal en agua
 - una solución concentrada de sal en agua
 - una solución insaturada de sal en agua
 - una solución diluida de sal en agua.
- 2) Los grupos funcionales mostrados a continuación están presentes en algunas moléculas orgánicas y macromoléculas.
- NH₂ (amino); b) -CH₃ (metilo); c) -CONH₂ (carbamoilo)

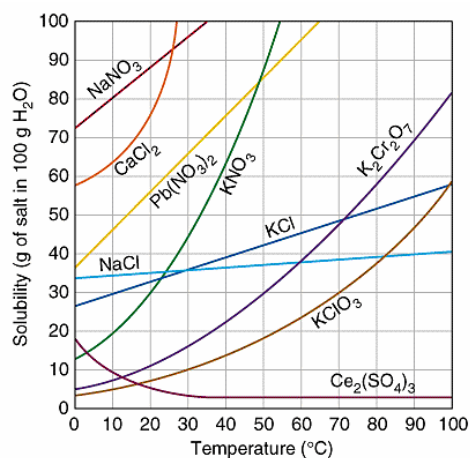
¿Cuáles espera que sean hidrofílicos y cuáles hidrofóbicos? Justifique.

3) ¿Cómo varía la solubilidad en agua de la mayoría de los compuestos iónicos al aumentar la temperatura? ¿Cómo varía la solubilidad en agua de la mayoría de los gases al aumentar la temperatura? Explique.

4) ¿Cómo cambian las solubilidades en agua de sólidos, líquidos y gases con el aumento de presión?

5) A continuación se presenta un gráfico de solubilidad como una función de la temperatura para varios compuestos iónicos. Indique qué sucede cuando se disminuye la temperatura de 50°C a 10°C de una solución saturada de:

- KCl (cloruro de potasio)
- Ce₂(SO₄)₃ (sulfato de cerio (III))





Problemas

- 1) Determine el % p/p de $\text{NaCl}_{(s)}$ para c/u de las siguientes soluciones:
 - a) 4 gramos de $\text{NaCl}_{(s)}$ se disuelven en la cantidad necesaria de agua para dar 100 gramos de solución acuosa.
 - b) 4 gramos de $\text{NaCl}_{(s)}$ se disuelven en 100 gramos de agua.
 - c) 0.10 moles de $\text{NaCl}_{(s)}$ se disuelven en 100 gramos de agua.
- 2) ¿Cuántos gramos de una solución 5% p/p de NaCl son necesarios para disponer de 3,2 gramos de NaCl ?
- 3) Una solución acuosa de ácido sulfúrico que contiene 571,6 g de H_2SO_4 por litro de solución tiene una densidad de 1,329 g/ml. Calcular la concentración de H_2SO_4 en la solución expresada como:
 - a) % p/p.
 - b) % p/v.
 - c) molaridad (M)
 - d) molalidad (m)
 - e) fracción molar.
- 4) Calcular la cantidad de moles de sal en cada una de las siguientes soluciones:
 - a) 356 ml de una solución acuosa de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,358 M.
 - b) 60,0 gramos de una solución acuosa de KI 1,25 % p/p.
- 5) Describa, de la manera más detallada posible, cómo procedería para preparar cada una de las siguientes soluciones:
 - a) 500 ml de solución 0,200 M de Na_2CO_3 (carbonato de sodio), a partir de Na_2CO_3 sólido.
 - b) 1,50 l de una solución que tenga 20% en peso de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (nitrato de plomo), la densidad de la solución es de 1,20g/ml.
- 6) Se disuelven 125 g de sacarosa sólida ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) en 450 ml de agua. Calcular la molalidad de la solución y la fracción molar de cada componente.
- 7) Calcular la molaridad de la solución resultante cuando a cada una de las siguientes soluciones acuosas se le añade agua hasta un volumen final de 2l:
 - a) 125 ml de HCl 0,15 M.
 - b) 50 ml de HNO_3 40 %p/v.
 - c) 300 ml de KOH 32% p/p con $\delta= 1,31$ g/ml.
- 8) Calcular el peso de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ necesario para preparar 100 ml de una solución que contenga 40 mg de Al^{+3} por mililitro.
- 9) Se mezclan 50 ml de una solución de CoCl_2 0,25 M con 250 ml de una solución de NiCl_2 0,35 M. ¿Cuál es la concentración molar de cada uno de los iones presentes en la solución final si el volumen final es 300,12 ml?
- 10) Dadas las siguientes mezclas:
 - a) 500 ml de una solución 1,5 M de Na_2CO_3
 - b) 1l de una solución 0,75 M de NaCl ?
 ¿Cuál contendrá el mayor número de iones Na^{+} ? Explique.
- 11) Calcular el volumen de una solución concentrada de H_2SO_4 98% p/p y densidad $\delta= 1,85$ g/ml necesario para preparar 200 ml de una solución de H_2SO_4 0,5 M.
- 12) El consumo de marihuana puede ser detectado midiendo en la orina ciertos componentes activos de la marihuana como los tetrahidrocanabitoles (THC). Si se emplea una técnica de detección que tiene una sensibilidad de 20 nanogramos de THC por mililitro de orina (20 ng/ml): Calcular la molaridad de la solución en el límite de detección si el peso molecular del THC es 315 g/mol.
- 13) Un jarabe antialérgico contiene como droga activa difenhidramina. Se lo comercializa con una concentración de 2,5 g/l. Para un adulto se recomienda no superar un consumo diario de 100 mg de esta droga. ¿Qué volumen máximo de jarabe puede consumir diariamente un adulto?



- 14) En varios países, el límite de alcohol en sangre (alcoholemia) permitido para manejar corresponde a una concentración de 1 mg/ml. El alcohol no se metaboliza rápidamente, permaneciendo en sangre durante un lapso prolongado. ¿Con qué volumen de tequila (40% v/v) un individuo de 70 kg alcanza el límite aceptado para conducir? Un individuo de 70 kg tiene en promedio 5 litros de sangre. La densidad del alcohol es de 0,79 g/ml a 25°C. (Suponga que todo el alcohol contenido en la bebida pasa a la sangre).



Anexo 3

Guía de elaboración de informe de trabajo práctico de laboratorio

El objetivo de estos informes es que el estudiante demuestre que:

- Sabe qué ha hecho en el laboratorio y para qué lo ha hecho. Conoce los fundamentos teóricos de los fenómenos estudiados y los objetivos de la experimentación.
- Ha sido capaz de analizar los resultados experimentales obtenidos

Organización del informe

El informe debe contar con secciones bien diferenciadas, que garanticen orden y cohesión. Se sugiere el siguiente esquema para el texto del informe, que es usualmente empleado en publicaciones científicas y técnicas.

Un informe contiene un encabezamiento y un cuerpo.

Encabezamiento del informe

Título
 Autoría
 Curso
 Profesor/es
 Fecha

Cuerpo del informe

Resumen
 Introducción
 Método experimental
 Resultados
 Discusión
 Conclusiones
 Referencias
 Apéndices

Encabezamiento del informe

Título: El título del trabajo debe ser específico e informativo. Con él debemos dar una idea clara del tema estudiado.

Autoría: Nombre/s y Apellido/s del/ de los autor/es.

Curso: se menciona la comisión.

Profesor/es: Nombre y Apellido de los docentes a cargo del curso.

Fecha: se indica la fecha de entrega del informe.

Cuerpo del informe

Resumen: El resumen del informe debe dar un adelanto de lo que se leerá en el cuerpo del mismo, en lo posible en no más de 200 palabras. Aquí se debe indicar con concisión el tema del trabajo, referirnos sucintamente a la metodología seguida y destacar los resultados y conclusiones.

Introducción: En esta sección se debe orientar al lector hacia el tema de estudio y la motivación por hacer lo elegido. Para esto es aconsejable que incluyamos un marco teórico-experimental del tema que estudiamos (principios, leyes, modelos y teorías de química), con referencias adecuadas (ver Referencias) que lleven rápidamente a los antecedentes del problema y que destaquen la conexión de esas ideas con el trabajo realizado. Estas referencias deben orientar al lector hacia el estado del arte del tema. Asimismo debemos enunciar claramente el propósito u objetivo del experimento.

Materiales y método experimental: se describe breve y claramente lo que se ha hecho en el laboratorio, los reactivos que se utilizaron, las muestras que se prepararon, lo que se midió, los



instrumentos que se utilizaron, el montaje experimental (se puede incluir alguna imagen). Es importante que se incluyan las incidencias ya que pueden afectar a los resultados.

Resultados: se presentan los datos obtenidos en el trabajo experimental, pueden ser resultados cualitativos o bien cuantitativos. En este último caso se deben incluir los valores medidos y los cálculos realizados a partir de ellos. Los resultados se pueden presentar o en forma gráficos o tablas según convenga.

Discusión de resultados: se presenta un análisis de los datos obtenidos. Se analizan, por ejemplo, las dependencias observadas entre las variables, la comparación de los datos con un modelo propuesto, o las similitudes y discrepancias observadas con otros resultados. Si fuera necesaria una comparación de nuestros resultados con otros resultados previos, se destacarán similitudes y diferencias de los materiales, métodos y procedimientos empleados, para así poner en mejor contexto tal comparación. Algunas cuestiones que pueden ayudar a enfocar la discusión son: ¿Concuerdan los resultados con lo previsto según la teoría?, ¿Concuerdan los resultados con los obtenidos por los compañeros?, ¿Puede alguna de las incidencias haber afectado el valor de los resultados?

Conclusiones: en esta sección se comentan objetivamente qué se ha aprendido del experimento realizado, y se sintetizan las consecuencias e implicancias que se encuentren asociadas a los resultados obtenidos. Cuanto mayor sea el número de conclusiones (correctas) alcanzadas a partir de los datos obtenidos mejor será el informe.

Referencias: Las referencias bibliográficas se ordenan al final del informe. Deben contener el nombre de los autores de las publicaciones (artículos en revistas o libros) citados en el texto, el título de los trabajos; el nombre de la revista o editorial que los publicó; además se debe incluir los datos que ayuden a la identificación de los mismos: volumen donde están incluidos, capítulo, página, fecha de publicación, etc.

Apéndices: Algunas veces son necesarios para la mejor comprensión de alguna parte del informe. Por lo general no es conveniente distraer al lector con muchos cálculos, despejes de términos y propagaciones de errores en la mitad del texto, así que este apartado puede ser propicio para estas consideraciones. En el texto principal se deberá orientar al lector para que consulte estos apéndices.