

Universidad Nacional de La Plata



Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Trabajo Final de Integración

Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales

Indagación sobre alternativas de enseñanza aplicadas en un curso introductorio de Química universitaria sobre los temas *Tabla Periódica y Fórmulas y Nomenclatura Química*

Autor: María Alejandra Goyeneche

Director: Dra. Lydia Galagovsky

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Universidad Nacional de La Plata

Diciembre, 2017

Resumen

La investigación se realizó en un curso introductorio universitario de Química para carreras de Ingeniería Agronómica y Profesorado en Ciencias Biológicas.

El objetivo principal fue revertir el escaso interés de los estudiantes por los contenidos de la asignatura, en clases donde se limitan a tomar apuntes y a resolver ejercicios de la guía.

Los objetivos de la innovación didáctica fueron: motivar a los estudiantes por el aprendizaje de conceptos iniciales de Química y poner en evidencia su relación con el futuro campo profesional; favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal y propiciar el desarrollo de competencias de comprensión y compromiso por el aprendizaje.

La innovación se aplicó a los temas de *Clasificación Periódica de los elementos químicos* y *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos*, que corresponden a seis clases del curso.

El trabajo realizado consistió en evaluar propuestas innovadoras implementadas durante las cohortes de 2015 y 2106 de las cuales se obtuvieron resultados preliminares; para luego, durante 2017 llevar al aula actividades didácticas planificadas en forma coherente y consistente desde marcos teóricos provenientes del campo de la Didáctica de las Ciencias.

La evaluación de las propuestas ejecutadas durante 2017 mostró que se alcanzaron logros importantes respecto a motivación de los estudiantes por los contenidos iniciales de química a partir de la toma de conciencia sobre su relación con el futuro campo profesional. Así mismo, se logró participación activa y trabajo grupal. Finalmente, se ha puesto en evidencia que es posible plantear clases superadoras de las deficiencias tradicionales, que permiten a los estudiantes desarrollar capacidades propias del nivel universitario. La investigación mostró que la planificación permitió que se logaran: aprendizaje académico, espacio personal y grupal para la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje, y habilidades de comunicación en contextos de respeto por los compañeros.

Abstract

The research was carried out in an Introductory Chemistry course for Agronomic Engineering and Teacher Training in Biological Sciences.

The main objective was to reverse the students' lack of interest in the content of the subject, due to their main attitudes were to take notes and to solve guided exercises during traditional classes.

The main goals of the didactic innovation were: to motivate students for learning the basic Chemistry concepts realizing their relationships with the future professional field; to promote students' active roles and team work, and encourage the development competences on comprehension and commitment with learning process. The innovation was applied to the topics of Periodic Classification of chemical elements and Chemical Formulas and Nomenclature of inorganic compounds, which demand six classes of the course.

The first stage of the research consisted in achieving preliminary results from innovative proposals implemented during the cohorts of 2015 and 2106. The second stage was performed during 2017 when coherent and consistent didactic activities have been planned from theoretical frameworks from Didactics of Sciences and according to utmost preliminary results.

The evaluation of the 2017 performance showed important achievements regarding students' motivation, and abilities for individual and team work participation.

Students' awareness of relationships between Chemistry concepts and their future professional field allowed them to develop commitments with learning and cognitive abilities needed at the university level.

Main conclusion of this research indicates that overcome traditional deficiencies in Chemistry classes is possible. Results have been pieces of evidence on students's academic learning, their personal and team work reflections and their communication skills.

Palabras clave: Clasificación Periódica; Fórmulas químicas y Nomenclatura; enseñanza de química; motivación; competencias.

Agradecimientos

Agradezco sinceramente a todos aquellos que de alguna manera colaboraron, me acompañaron y ayudaron a concretar la realización de este trabajo.

A Lydia, que aceptó dirigir este trabajo; por su entera disposición y compromiso. Su experiencia en el campo de la didáctica, su calidez humana, su generosidad, han sido un aporte invaluable para mi formación y han hecho de éste un viaje enriquecedor.

A los docentes de la Especialización, por los aportes valiosos que han dejado para mi práctica docente.

A Anita, quien abrió las puertas de Introducción a la Química, facilitó la concreción de la propuesta innovadora, y siempre estuvo para acompañarme.

A los alumnos de Introducción a la Química que participaron de la experiencia didáctica, porque aprendimos juntos y fue gratificante escucharlos, verlos en acción y trabajar en un ambiente distendido.

A mis compañeros de trabajo, integrantes del equipo docente de Introducción a la Química de la Facultad de Agronomía de Azul, por colaborar desinteresadamente con la puesta en práctica de la experiencia didáctica.

Y a mis amores. A mis hijos, Marina, Agustín y Gianfranco, y a mi esposo, Gabriel. A todos ellos por el amor, el apoyo incondicional, por valorar mis esfuerzos, por brindarme el tiempo necesario para crecer profesional y personalmente.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1-

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO	1
1.1- Dónde se inserta la propuesta	2
1.2- Elección de los temas para la innovación didáctica y objetivos de la investigación ...	3
1.3- Etapas de la investigación	5
1.4- Marco teórico	6
1.4.1- Marco de aprendizaje general en didáctica de las ciencias: Modelo de Aprendizaje Cognitivo Sustentable (MACCS) (Galagovsky 2004a,b)	8
1.4.2- Marco de enseñanza con analogías: el Modelo Didáctico Analógico (Galagovsky, 2005; Galagovsky y Greco, 2009)	11

Parte A

CAPÍTULO 2-

UNIDAD TEMÁTICA: CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

QUÍMICOS- EXPERIENCIAS 2016 -	16
A.2.1- Antecedentes	16
A.2.2- Desarrollo de la propuesta didáctica innovadora en 2016	17
A.2.3- Resultados	18
A.2.4- Evaluación de la propuesta	20
A.2.5- Conclusiones parciales	22

Parte A

CAPÍTULO 3-

UNIDAD TEMÁTICA: CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS

ELEMENTOS QUÍMICOS- EXPERIENCIAS 2017-	24
A.3.1- Modificaciones didácticas de la propuesta innovadora realizada en 2017	24
A.3.2- Generalidades de la experiencia	26
A.3.3- Desarrollo de las actividades	26

A.3.3.1- Actividad 1: Construcción grupal de un tablero final del juego “Cada productor en su lugar” y respuesta a preguntas acerca del tablero armado	27
i- Consignas para la Actividad 1	27
ii- Fundamentos didácticos.....	28
iii- Resultados	33
A.3.3.2- Actividad 2: Presentación de los tableros propuestos y consenso para la construcción del concepto de “propiedades periódicas” y “ordenamiento periódico” sobre el juego (la analogía)	40
i- Consigna para la Actividad 2	40
ii- Fundamentos didácticos	40
iii- Resultados	41
A.3.3.3- Actividad 3: Conceptualización sobre los conceptos de la analogía	43
i- Consigna para la Actividad 3	43
ii- Fundamentos didácticos	44
iii- Resultados	44
A.3.3.4- Actividad 4: Correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en un texto <i>ad hoc</i> sobre Tabla Periódica de Mendeleev	46
i- Consigna para la Actividad 4	46
ii- Fundamentos didácticos	46
iii- Resultados	47
A.3.3.5- Actividad 5: Nueva correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en otro texto <i>ad hoc</i> sobre las propiedades periódicas subatómicas de los átomos de los elementos químicos que permitieron la organización de la actual Tabla Periódica (desde el siglo XX)	48
i- Consigna para la Actividad 5	48
ii- Fundamentos didácticos	48
iii- Resultados	49

A.3.4. Conclusiones parciales	51
A.3.5- ANEXOS	52
I- Consignas para el estudiante	52
II- Selección de textos <i>ad hoc</i>	55

Parte A

CAPÍTULO 4-

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA INNOVADORA

REALIZADA EN 2017 SOBRE CLASIFICACIÓN PERIÓDICA

DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS	60
A.4.1- Introducción	60
A.4.2- La encuesta a los estudiantes	62
A.4.3- Resultados	63
A.4.4- Conclusiones parciales	71

Parte B

CAPÍTULO 5-

UNIDAD TEMÁTICA: FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA

DE COMPUESTOS INORGÁNICOS-EXPERIENCIAS 2015-2016-	75
B.5.1- Introducción	75
B.5.2- Antecedentes y descripción de la propuesta innovadora	75
B.5.3- Desarrollo de la propuesta innovadora	76
B.5.3.1- Actividad 1- Resolución de un problema agronómico	77
B.5.3.2- Actividad 2- Explicación de los conceptos teóricos por parte de la docente	77
B.5.3.3- Actividad 3- Exposición grupal del contenido de un texto y de la resolución de las consignas químicas correspondientes	77
B.5.3.4- Actividad 4- Resolución individual de un listado de ejercicios de escritura y nomenclatura de compuestos	79
B.5.4- Resultados y discusión	79
B.5.4.1- La resolución del problema agronómico	79

B.5.4.2- Exposición grupal del contenido de un texto y de la resolución de las consignas químicas correspondientes	80
B.5.5- Evaluación de la propuesta	81
B.5.5.1- Resultados de la encuesta 1	81
B.5.5.2- Resultados de la encuesta 2	84
B.5.6- Conclusiones parciales	86
B.5.7- ANEXOS	87
I- Selección de textos y consignas químicas	87
II- Encuestas	92

Parte B

CAPÍTULO 6-

UNIDAD TEMÁTICA: FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA

DE COMPUESTOS INORGÁNICOS- EXPERIENCIAS 2017-	94
B.6.1- Modificaciones didácticas respecto de las propuestas realizadas en 2015-2016 ...	94
B.6.2- Desarrollo de las actividades	95
B.6.2.1- Actividad 1: Resolución idiosincrásica de un problema agronómico	95
i- Consignas y fundamentos de la Actividad 1	95
ii- Resultados	96
B.6.2.2- Actividad 2: Explicación del tema <i>Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos</i> por parte de la docente	99
B.6.2.3- Actividad 3: Lectura grupal por parte de los estudiantes de textos aportados por la docente con resolución del cuestionario químico	99
i- Consignas y fundamentos didácticos	99
ii- Resultados	101
B.6.2.4- Actividad 4: Exposición y defensa grupal de la producción creativa y explicativa del contenido del texto	102
i- Consigna y fundamentos didácticos	102
ii- Resultados	103

B.6.2.5- Actividad 5: Evaluación por parte de los estudiantes de la exposición de los grupos , por selección de emoticones y palabras según criterios previamente establecidos	106
i- Consigna y fundamentos didácticos	106
ii- Resultados	108
B.6.3- Evaluación de la propuesta	109
B.6.3.1- La encuesta de opinión a los estudiantes	109
B.6.3.2- Resultados	111
B.6.4- Conclusiones parciales	114
B.6.5- ANEXOS	115
I- Texto N° I de la Actividad 3	115
II- Material explicativo <i>ad hoc</i> sobre Nomenclatura y escritura de Compuestos Inorgánicos	117
III- Encuesta de opinión a los estudiantes	125
 CAPÍTULO 7-	
CONCLUSIONES	126
 BIBLIOGRAFÍA	132



Capítulo 1

Introducción y marco teórico

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Los profesores de Química en la Universidad se encuentran con el problema del escaso interés hacia la Química que, en general, muestran los estudiantes ingresantes a carreras universitarias que tienen a esta disciplina científica entre sus primeras materias (De Morán, De Bullaude y De Zamora, 1995). Los estudiantes no perciben la estrecha vinculación entre la futura formación profesional y las herramientas de conocimiento que les proporcionan los contenidos de las materias de las ciencias básicas. La falta de motivación hacia la Química también se observa en la escuela secundaria (Galagovsky, Lacolla y Di Giacomo, 2011) y puede obedecer a cierta actitud negativa de la opinión pública, en general, hacia esta ciencia (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Según Davini (2008):

Estar motivado es una condición propicia y deseable para el aprendizaje. Las tareas se hacen mejor cuando despiertan interés e implican desafíos. Las actividades son más ricas cuando los alumnos se involucran en ellas. El interés facilita la mayor concentración y el esfuerzo por lograr siempre más. (p.183).

Por esto resulta fundamental hacer del aprendizaje de Química universitaria una experiencia gratificante y contextualizada, presentando problemas significativos para los estudiantes (Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2006). En este trabajo se entiende por contextualizar la química, el hacer ver al estudiante su vinculación con su futura vida profesional (Caamaño, 2011). Es así, que para uno de los dos temas de esta propuesta didáctica innovadora se presentan los contenidos químicos insertos en contextos de índole agronómica, ya que la mayoría de los estudiantes del curso pertenece a la carrera de Ingeniería Agronómica. Por otra parte, Mariscal y Jimenez (2011) plantean la necesidad de redirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante el uso de juegos educativos como recurso para la motivación; por lo tanto, la innovación didáctica incluye juegos con claros objetivos educativos.

Otro problema que encuentran los docentes es el desigual perfil cognitivo, cultural y de conocimientos previos específicos de química que presenta la heterogénea población de estudiantes ingresantes a las carreras universitarias (Galagovsky, 2005; Puppo, 2012; Sottile, 2002). La innovación didáctica contempla proponer a los estudiantes actividades que les permitan desarrollar competencias, independientemente de la heterogeneidad mencionada. Entendemos por competencia el conjunto de conocimientos, saberes y destrezas para poder enfrentar y desenvolverse en una situación determinada (Perrenoud, 2004). En este sentido, creemos que es relevante que los ingresantes a la universidad puedan comenzar a desenvolverse tanto en situaciones académicas como desarrollar competencias de comprensión, de compromiso con la tarea y de comunicación.

1.1-Dónde se inserta la propuesta

La innovación didáctica descrita en este trabajo se inserta en la asignatura Introducción a la Química, del curso introductorio de las carreras Ingeniería Agronómica y Profesorado en Ciencias Biológicas, de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (U.N.C.P.B.A.), de la localidad de Azul.

La asignatura Introducción a la Química (InQuim) es obligatoria y tiene una carga horaria total de 56 horas según el plan de estudios vigente; distribuida en 7 semanas durante los meses de febrero y marzo. En cada semana se realizan dos clases presenciales de dos horas y media y una clase de dos horas.

Los estudiantes de Ingeniería Agronómica y Profesorado en Ciencias Biológicas cursan la materia en una única comisión; así mismo, estudiantes de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos asisten a las clases, con la particularidad que para estos alumnos, los temas de InQuim son parte de los contenidos de la asignatura Química General e Inorgánica. El número de alumnos promedio de cohortes en los últimos años es 50; más del 70% son estudiantes de Ingeniería Agronómica.

La población estudiantil es heterogénea respecto a la procedencia y a los conocimientos previos en química. Los estudiantes provienen de diferentes establecimientos educativos, de diversas provincias de Argentina y algunos de Latinoamérica. Se observa que no todos han estudiado química en su trayecto escolar previo. Por otra parte algunos

estudiantes finalizaron la escuela secundaria el año próximo anterior pero otros egresaron años anteriores, algunos de éstos tienen experiencia previa en estudios universitarios. Aproximadamente un 20 % del total de los estudiantes son recurrentes de la asignatura.

Con respecto a los temas que se desarrollan en InQuim, y de acuerdo a los contenidos mínimos prescriptos, el programa contiene 6 Unidades: 1-Materia y Energía; Sistemas materiales; 2-Estructura atómica y Tabla Periódica; 3-Uniones químicas; 4-Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos; 5-Cantidades químicas; 6-Ecuaciones químicas y relaciones estequiométricas de las reacciones químicas.

Las clases tradicionales de InQuim, de carácter teórico-práctico, están a cargo de 5 docentes auxiliares de la asignatura, que se distribuyen los temas del curso. Los docentes explican los conceptos teóricos y la resolución de algunos ejercicios tipo, y los estudiantes resuelven otros ejercicios en las clases. Se han observado en las últimas cohortes evidencias de la falta de motivación y compromiso por el aprendizaje en los estudiantes, que se manifiestan cuando muchos de ellos se retiran de las clases durante la resolución de ejercicios, y la escasa asistencia a las clases de consulta.

En las “clases tradicionales” los temas están abordados desde un enfoque estrictamente químico, sin explicitar la utilidad que pueden tener estos conocimientos para el futuro profesional al que está dirigida la asignatura; y, además, suponen conocimientos idealmente adquiridos en la química escolar previa. Por otra parte, como fue descripto, la población estudiantil es desigual respecto a sus saberes previos, por lo que estos temas básicos resultan dificultosos para quienes no han tenido anterior preparación. Desde esta situación de enseñanza se hará referencia a las “clases tradicionales” cuando se mencionen a lo largo de esta tesis.

1.2- Elección de los temas para la innovación didáctica y objetivos de la investigación

La propuesta didáctica se implementó en dos temas: *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* y *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*, que en este trabajo se presentarán en las partes A y B, respectivamente.

La elección del tema *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* se debió a que a partir de la lectura del capítulo de “Química y Civilización” (Galagovsky, 2011) sobre cómo Mendeleev se inspiró en un juego de naipes de tipo “Solitario” para resolver su problema de clasificación de los elementos, surgió la idea de implementar una actividad lúdica con los estudiantes.

Con respecto a *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*, es un tema que requiere aplicar y memorizar reglas y mecanismos sistematizados; su explicación resulta tediosa y es un tema específico de Química, ¿por qué los estudiantes podrían tener interés en escuchar y aprender ese tema? Por esto se decidió implementar una actividad donde se expresara la utilidad que tendría el tema para la futura profesión del estudiante.

Los temas seleccionados son básicos de Química, constituyen los cimientos sobre los cuales se construyen otros conceptos más complejos, por esto creemos que es relevante mejorar su aprendizaje.

La iniciativa se generó como prueba piloto alternativa a la metodología tradicional en la que los docentes tenían un rol eminentemente expositivo, y donde la participación de los estudiantes se reducía a resolver ejercicios de una guía. Por ello se implementaron actividades grupales, en las que los estudiantes debían enfrentarse a un problema desafiante, a partir del cual se desarrollarían los aspectos teóricos.

La innovación didáctica se encuadra en el enfoque “Química en contexto” (Guitart, Caamaño y Corominas, 2012; Meroni, Copello y Paredes, 2015) e intenta mejorar la motivación de los estudiantes poniendo en evidencia la utilidad del conocimiento químico en problemáticas relacionadas con su actividad profesional futura. Así mismo, se propiciaría el aporte activo de los estudiantes en el desarrollo de competencias de comunicación y de comprensión. La metodología didáctica innovadora requería que el docente adoptara el rol de guía del aprendizaje de los estudiantes, en un ambiente de coparticipación distendido. Se pretende dar solidez a la propuesta innovadora mediante un trabajo consistente de todo el equipo docente, que se dificultaría dado las diferentes actividades y la escasa coincidencia de horarios de trabajo de sus integrantes, y la

dudosa percepción y falta de experiencia de las prácticas docentes constructivistas. La investigadora forma parte del equipo docente de InQuim.

Los objetivos de la innovación didáctica eran:

- Motivar a los estudiantes por el aprendizaje de conceptos iniciales de Química y poner en evidencia su relación con el futuro campo profesional.
- Favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal.
- Propiciar el desarrollo de competencias de comprensión y de compromiso con el aprendizaje.

Específicamente, para el tema *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos*, se planteó una actividad lúdica a fin de comprender la organización de los elementos químicos en la Tabla Periódica. En el caso del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos* se inició el tema con un problema agronómico cuya solución requeriría tener conocimiento químico y se trabajó con lecturas comprensivas de diferentes temas y formatos discursivos sobre las cuales se elaboraron consignas químicas.

Las actividades se plantearon como trabajos colaborativos para involucrar a los estudiantes activamente en el desarrollo de las mismas y evitar el rol de espectador pasivo que adoptan en el curso tradicional.

1.3- Etapas de la investigación

El presente trabajo es el producto de una investigación que se realizó en etapas. Las experiencias didácticas puestas en práctica en 2015 y 2016 fueron realizadas por la tesista de modo no sistemático, en función del impacto positivo que le causaban los seminarios que cursaba en la Especialización en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

A partir de 2017 se formalizó la organización a las actividades de los temas *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* y *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*, en el marco de la investigación para esta tesis de Especialización (Universidad Nacional de La Plata).

Para el tema *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* (Parte A de esta Tesis) la experiencia exploratoria previa -durante el 2016- incluyó una actividad lúdica a fin de promover el trabajo grupal para lograr la motivación de los estudiantes y la comprensión del ordenamiento de los elementos químicos en la Tabla Periódica. Al finalizar el curso se realizó una encuesta a los estudiantes para indagar acerca de la existencia –o no- de los saberes previos sobre el tema en la escuela, y recolectar opiniones sobre la utilidad del juego para la motivación y comprensión del tema. Este desarrollo se presenta en el Capítulo 2.

En función de los resultados obtenidos y de marcos teóricos específicos, se realizaron modificaciones en 2017: se reformuló la actividad lúdica enmarcándola en el marco teórico del Modelo Didáctico Analógico (MDA) (Galagovsky, 2005; Galagovsky y Greco, 2009). El desarrollo de la secuencia didáctica se presenta en el Capítulo 3, y los resultados de su implementación en el Capítulo 4.

Para el tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos* (Parte B de esta Tesis), en 2015 se introdujo como disparador un problema agronómico cuya resolución requería conocer el tema, luego se realizó la explicación teórica, y finalmente se dio a los estudiantes una tarea grupal que consistía en resolver actividades de escritura de fórmulas químicas y nomenclatura sobre un texto con contenido químico contextualizado, afín a las carreras de los estudiantes. Durante 2016 se repitió la experiencia, en este caso los grupos expusieron el contenido del texto y la resolución de las consignas químicas. Estas experiencias didácticas y sus resultados se presentan en el Capítulo 5.

En 2017 se reformuló el problema agronómico y el desarrollo de la secuencia didáctica reconsiderando el hacer más precisos los conflictos cognitivos planteados a los estudiantes y definiendo con mayor claridad e instrumentos apropiados los objetivos de motivación, participación y compromiso de los estudiantes. La descripción y evaluación de la nueva secuencia didáctica se desarrolla en el Capítulo 6.

1.4- Marco teórico

La propuesta didáctica del trabajo de tesis realizado en un curso inicial de Química universitaria se encuadra en el enfoque de Enseñanza de Ciencias Naturales en Contexto (ECNC), que tiene la visión de abordar los conceptos científicos en relación con la futura vida profesional de los estudiantes (Caamaño, 2011), promover sus motivaciones por el aprendizaje de las ciencias (De Morán, De Bullaude y De Zamora, 1995; Galagovsky, 2005; Davini, 2008) y hacer hincapié en la ciencia como construcción humana, en constante evolución dentro de un contexto sociocultural e histórico (Galagovsky, 2005).

Desde la psicología del aprendizaje, tomamos la visión de Bruner (1965) quien propuso que el proceso de aprendizaje debería ser espiralado; por lo tanto, se diseñaron actividades para la gradual comprensión de los conceptos. De Vygotsky (1977) tomamos la noción de trabajo entre pares como potenciador del desarrollo del estudiante: el aprendizaje está en función de la comunicación y el desarrollo.

Desde la concepción de ciencia como construcción humana (Giere, 1992), se planearon actividades de enseñanza que tuvieron en cuenta tareas realizadas en grupos de trabajo colaborativos, intercaladas con instancias de socialización de los trabajos alcanzados por cada grupo. Estas modalidades de trabajo no son usuales en la universidad y requieren un cambio profundo en la concepción de los docentes acerca del uso del tiempo de clase (Galagovsky, 1993). Las tareas, a modo de problema a resolver por los estudiantes, que luego deberán ser expuestas y defendidas ante los compañeros promueven el compromiso por la tarea. En estas actividades subyacen las capacidades de los estudiantes, que van más allá del propio contenido de química, y que están ligadas al perfil de profesional que se quiere preparar. Los estudiantes no sólo construyen saberes sino también desarrollan capacidades (Perrenoud, 2008), y estos “saber-hacer” van mucho más allá del diseño curricular de la asignatura química y constituyen también la formación que debería generarse en el nivel inicial universitario (Díaz Barriga, 2006). Plantear estrategias didácticas que impliquen el desarrollo de competencias es dar sentido de aprendizaje al estudiante (Díaz Barriga, 2006), es propiciar habilidades tan esencialmente humanas como el autoconocimiento, el autocontrol, la empatía y el arte

de escuchar, resolver conflictos y colaborar con los demás, que son parte de la inteligencia emocional (Goleman, 1995).

Implementar una propuesta didáctica que contemple estos aspectos constituye un verdadero desafío porque -indudablemente- la construcción de conocimiento, los procesos de reflexión y el desarrollo de las tareas por parte de los estudiantes implican un cambio sustancial en el uso del tiempo de clase y del rol docente tradicional que expone frente a alumnos pasivos.

1.4.1- Marco de aprendizaje general en didáctica de las ciencias: Modelo de Aprendizaje Cognitivo Sustentable (MACCS) (Galagovsky 2004a, b)

El MACCS requiere hacer una diferenciación neta entre las significaciones de los términos *información* y *conocimiento*. La palabra *conocimiento* remite a lo que sabe un sujeto, a lo que tiene en su mente. La acepción vulgar del término conocimiento es mucho más amplia y remite a todo lo que una civilización, cultura o sociedad ha acuñado como saberes sobre un tema. El MACCS denomina *conocimiento* sólo a la información que un sujeto guarda idiosincrásicamente en su mente, tal como se muestra en la Figura 1.1.

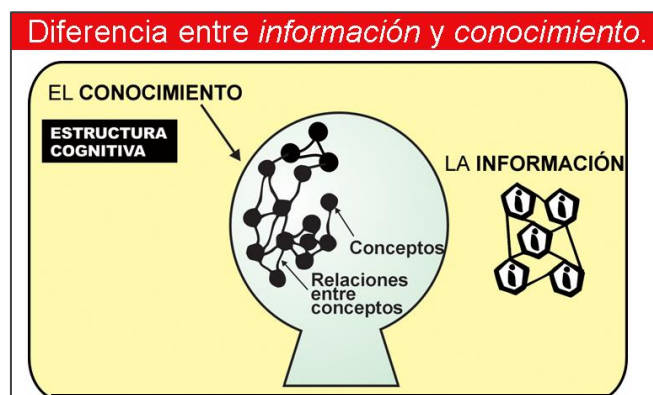


Figura 1.1: El MACCS diferencia entre información (externa a la mente de un sujeto) y conocimiento (red idiosincrásica de saberes en la mente de un sujeto).

Una segunda característica del MACCS es la distinción entre dos tipos extremos de aprendizajes, el *sustentable* y el *aislado*, según se muestra en la figura 1.2. El *aprendizaje sustentable* es aquél en el que la información recibida –o parte de ella– fue apropiada como nuevo *conocimiento*, aumentando la red de conocimientos previos. Esta construcción nueva es, simultáneamente, una reestructuración de la estructura cognitiva (EC) previamente existente, a través de la resignificación de aquellos *conceptos sostén* que sirvieron de nexo para la incorporación del nuevo conocimiento.

El *aprendizaje aislado*, en oposición a lo que ocurre para un aprendizaje sustentable, aparece cuando un sujeto no logra con éxito vincular una información que recibe a conocimientos previos. De esta forma, la información externa sólo podrá incorporarse a la mente del sujeto por esforzados mecanismos memorísticos.

El MACCS describe procesos que ocurren en la zona de la conciencia. A mayor *conocimiento sustentable* en la EC ya existente, mayor número de *conceptos sostén* que serán potenciales anclajes de nuevos *aprendizajes sustentables*.

El MACCS tiene como tercera característica el reconocimiento de que un *aprendizaje sustentable* también requiere esfuerzo memorístico para consolidarse en la memoria. Es decir, que una *información* se aprenda significativamente y en forma sustentada y pase a formar parte de un *conocimiento* relacionado no quiere decir que, automáticamente, se retendrá en la memoria por el resto de la vida. Las estrategias de «guardado en la memoria» son demandadas para los dos tipos de aprendizaje en el MACCS. La diferencia fundamental es que la repetición memorística sería la única estrategia cognitiva requerida para lograr un *aprendizaje aislado*, en contraposición con la compleja red de estrategias cognitivas requeridas para el logro de un *aprendizaje sustentable*.

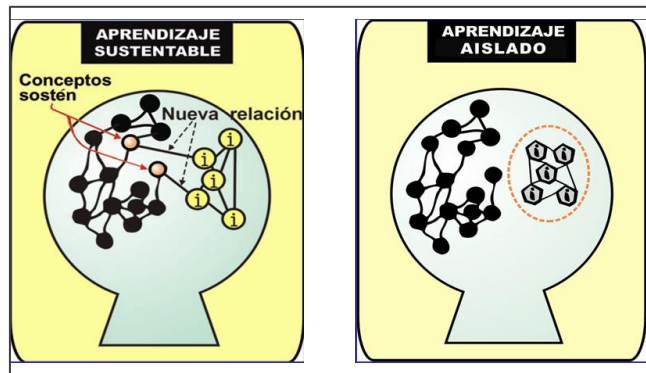


Figura 1.2: El MACCS propone dos tipos extremos de aprendizaje: *el sustentable* (requiere conexión entre información y conceptos sostén ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto, y aprendizaje *aislado*).

Finalmente, el MACCS diferencia entre *conceptos inclusores* y *conceptos sostén*: Ausubel (1968) introdujo el término *concepto inclusor* o *inclusor* para subrayar el fenómeno de vinculación entre la nueva información y los conceptos ya existentes en la estructura cognitiva. Novak (1998) dice:

Un concepto inclusor no es una especie de tira matamoscas a la que se adhiere la información, sino que desempeña una función interactiva en el proceso de aprendizaje significativo, facilitando el paso de la información relevante por las barreras perceptuales y sirviendo de base de unión de la nueva información percibida y el conocimiento previamente adquirido.(p. 84)

Sin embargo, la conexión significativa de nueva información con conceptos inclusores erróneos podría ser la razón de la existencia de ideas previas resistentes al cambio conceptual (Galagovsky, 2004b). Es decir, el *aprendizaje significativo será erróneo si los conceptos inclusores utilizados para darle existencia son inapropiados*, desde el punto de vista del conocimiento científico. El MACCS restringe la gama de potenciales conceptos inclusores a aquéllos que son «científicamente correctos», y los denomina *conceptos sostén*.

La implementación de las secuencias didácticas desarrolladas durante 2017 tuvieron en cuenta el MACCS toda vez que:

- Se plantearon preguntas que los estudiantes pudieran resolver desde sus conocimientos previos. Aún sin saber prerrequisitos de los temas a tratarse en clase, el planteo de actividades suponía que los estudiantes buscaran formas idiosincrásicas de resolver las consignas.
- Hubo momentos de puesta en común, donde la diversidad de conceptos potencialmente inclusores (Novak, 1984) se pudiera explicitar y se establecieran discusiones socializadas donde analizar la pertinencia de palabras, conceptos y significaciones que fueran relevantes y pertinentes, para consolidarlos como conceptos sostenidos, dentro de la mente de los estudiantes que participaron de esas discusiones.
- Hubo instancias de autoevaluación con reflexión metacognitiva, tanto de procesos propios de cada individuo como de instancias evaluativas de lo actuado por compañeros.

1.4.2- Marco de enseñanza con analogías: el Modelo Didáctico Analógico (Galagovsky, 2005; Galagovsky y Greco, 2009).

La utilización de analogías para ayudar a la comprensión de temas abstractos ha sido siempre una recomendación didáctica, aunque no hay resultados contundentes sobre que dicho uso logre mejoras efectivas de aprendizajes científicos. El uso didáctico de una analogía refiere, generalmente, a la presentación expositiva del docente de tres tipos de informaciones: la información científica, la información de la analogía y las relaciones mutuas –muy claras en la mente del experto. La pregunta clave es ¿podría un sujeto novato comprender estos tres tipos de informaciones? Tal vez la única información que pueda comprender el sujeto novato sobre ese cúmulo informativo sea respecto de algunos conceptos y relaciones de la analogía. Esta situación se presenta en lenguaje gráfico en la Figura 1.3-.

El Modelo Didáctico Analógico (MDA) surge como modelo teórico para el trabajo didáctico de analogías con fines de enseñanza desde una perspectiva completamente

nueva y diferente a la tradicional, en la cual el docente expone la información analógica, la información científica y sus correspondencias.

En el MDA crear una analogía para ayudar a los estudiantes a comprender un tema específico implica hacer un “recorte del tema científico” en el que se seleccionan aspectos relevantes y pertinentes, que se corresponden con otra información más cotidiana, que resulta más comprensible para el entendimiento de los estudiantes.

El MDA requiere aplicar una secuencia de pasos didácticos específicos (Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001; Greco, 2004) que consta de cuatro momentos:

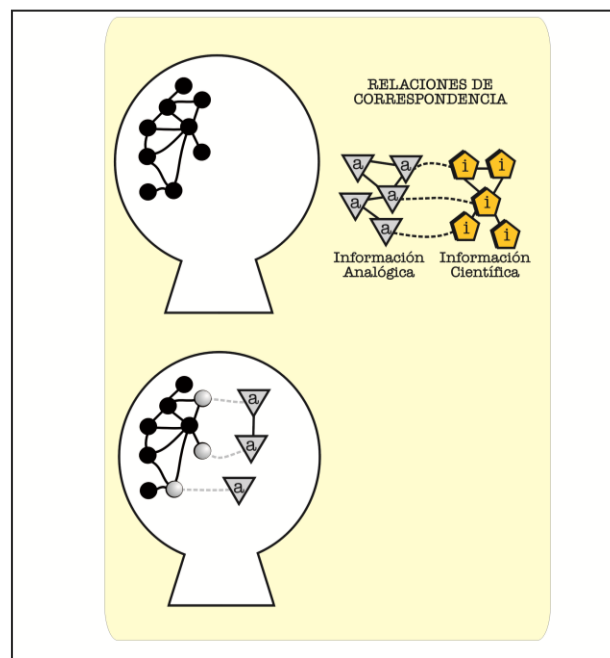


Figura 1.3: El esquema muestra un sujeto novato que sólo puede procesar significativamente algunos conceptos de de la información de la analogía, porque sólo tendría conceptos sostenidos apropiados para realizar este proceso cognitivo

Momento Anecdótico: Se utiliza una analogía en forma de juego, con distintas consignas para los alumnos. Ellos se familiarizan con el análogo y utilizan diferentes estrategias idiosincrásicas para resolverlas. Al final del juego se realiza una puesta en común en donde se ponen en evidencia las estrategias utilizadas.

Todas las respuestas de los estudiantes serán valoradas, independientemente de que fueran correctas o incorrectas, tanto a la luz de la analogía como de la información científica posterior.

La razón de esta necesaria actitud docente es que en este momento se explicitan los conceptos potencialmente inclusores (ver MACCS, sección 1.4.1) que en el momento didáctico siguiente deberán ser discutidos y acotados para la selección de conceptos sostén apropiados y pertinentes. Esta situación se expresa en lenguaje gráfico en la Figura 1.4.

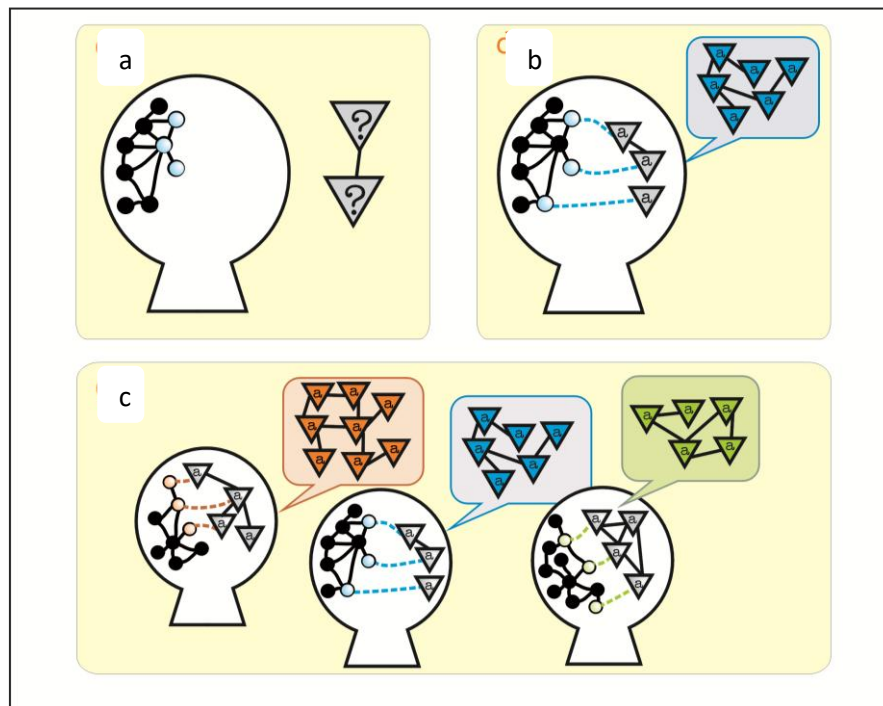


Figura 1.4: Momento anecdótico: a) Los estudiantes tienen un problema a resolver; b) Cada estudiante piensa una solución y la manifiesta; c) La puesta en común permite la comunicación de cada resolución y la comprensión de resoluciones alternativas.

En el caso del presente trabajo de Tesis, las consignas y el fundamento del juego se presentan en las Actividades 1 y 2 del Capítulo 3.

_Momento de conceptualización sobre la analogía: se analizan las estructuras y funciones del análogo según la interpretación que hicieron los alumnos en el primer momento anecdótico, se *negocian significados* y se dejan por escrito, la columna izquierda de una *tabla de correlación conceptual* (TCC), para ser utilizados luego en la comparación con la información científica que el docente se propone enseñar.

En el caso del presente trabajo de Tesis, las consignas y el fundamento del momento de conceptualización de la analogía se presenta en la Actividad 3 del Capítulo 3.

_ Momento de correlación conceptual: se presentan los conceptos científicos. Los estudiantes deben buscar la correlación entre éstos y los conceptos del análogo utilizado anteriormente, completando la TCC.

En el caso del presente trabajo de Tesis, las consignas y el fundamento del momento de correlación conceptual se presenta en la Actividad 4 del Capítulo 3, para la correlación con los conceptos del texto informativo *ad hoc* “Las cartas de Mendeleev” (Anexo II de Capítulo 3), y en la Actividad 5 del mismo Capítulo, a partir del nuevo texto *ad hoc* “La Tabla Periódica de los Elementos” (Anexo II de Capítulo 3).

La Figura 1.5 representa en lenguaje gráfico la intención del MDA: (a) El estudiante novato ha aprendido en forma sustentable la información proveniente de la analogía (juego que significaba un problema resolver). Se le presenta la información científica y se le pide que establezca correlaciones entre ambas informaciones. (b) El novato utiliza los conceptos sostenidos aprendidos (sobre la analogía) como auxiliares para procesar la información científica. (c) En el último momento de metacognición el estudiante tomará conciencia del proceso de aprendizaje realizado.

_ Momento de la Metacognición: Tal como se fundamenta en el Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS) (Galagovsky, 2004 a, b), la metacognición es fundamental para que los alumnos reflexionen y tomen conciencia sobre los conceptos nuevos que debieron incorporar y sobre los obstáculos que se les presentaron para abordar alguno o todas las consignas dadas. En el momento de la correlación conceptual discuten acerca de las limitaciones y alcances de la analogía que

ellos logran percibir, desde sus estructuras cognitivas; este momento es transversal a los anteriores y también se lleva a cabo como una actividad final.

En el caso de esta Tesis, el momento de metacognición se llevó a cabo en las actividades de evaluación reflexiva de los estudiantes, tal como se presenta en el Capítulo 4.

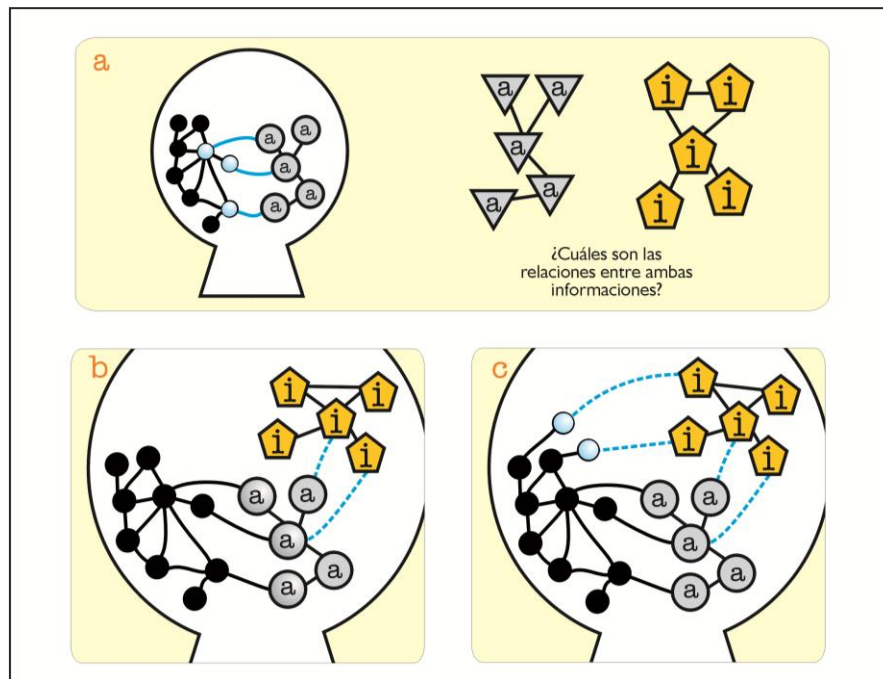


Figura 1.5: Momento de correlación conceptual y posterior momento de metacognición, en el MDA.

Parte A



Capítulo 2

Unidad temática: Clasificación periódica de los elementos químicos-experiencias 2016

Parte A

CAPÍTULO 2

UNIDAD TEMÁTICA: CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS–EXPERIENCIAS 2016-

A.2.1- Antecedentes

La clasificación de los elementos químicos según sus propiedades periódicas constituye un tema esencial en la historia de la Química (Schmidt, 2003 y Scerri, 2007), y en la enseñanza de esta ciencia, porque permite la comprensión de la composición, estructura y propiedades de la materia. Según la investigación de Agudelo Carvajal (2015) en las revistas de didáctica en química se reclama una mejor enseñanza del concepto de elemento químico, de ordenación en la Tabla Periódica como problema químico, de la explicación de periodicidad en las propiedades y reactividades de los elementos químicos, del desarrollo histórico del sistema periódico. Sin embargo, el autor señala que en los libros de texto el concepto de elemento químico está centrado en su carácter atómico, el formato de tabla periódica como problema es inexistente, la periodicidad es meramente descriptiva, y el desarrollo histórico se condensa en un mínimo relato anecdótico sobre algún aspecto de su origen, debido al trabajo de D. Mendeleev hacia finales de la década de 1860.

Mariscal y Jimenez (2011) sostienen que los estudiantes en Secundaria tienen dificultades para aprender Tabla Periódica y concluyeron que los recursos lúdicos producen avances importantes en el aprendizaje aunque son más modestos en aprendizajes profundos.

En las clases tradicionales de InQuim se realiza la descripción de la Tabla Periódica de los Elementos (TPE) a partir de los conocimientos y modelos sobre estructura atómica desarrollados a partir de las primeras décadas del siglo XX (particularmente modelo cuántico) y para esto se emplean dos clases de dos horas y media cada una. Los aspectos

que más se enfatizan son configuración electrónica, número atómico, número másico, isótopos y se mencionan y describen tendencias en las propiedades periódicas de radio atómico, electronegatividad y potencial de ionización. Con base en las explicaciones del docente los estudiantes resuelven numerosos ejercicios con los que se pretende que relacionen el número atómico de los elementos con su configuración electrónica y la ubicación en la TPE; a partir de ese conocimiento se espera que los alumnos puedan predecir el grupo y período en el que estaría un elemento. Sin embargo no se hace hincapié en la comprensión del concepto de periodicidad de las propiedades y no se hace explícita la distinción entre propiedades periódicas macroscópicas de sustancias correspondientes a elementos químicos –con las cuales trabajó Mendeleev durante el siglo XIX- respecto de las propiedades periódicas de nivel subatómico propuestas y modelizadas durante el siglo XX.

En 2016 se propuso incluir una actividad lúdica que representaría una analogía con el juego “Solitario” de naipes españoles, recreando el contexto de Mendeleev. Se preveía que dicho juego podría motivar a los estudiantes y favorecer la comprensión de la idea de periodicidad para la clasificación de los elementos químicos. Al mismo tiempo, la actividad lúdica propiciaría la interacción de los estudiantes en un trabajo en equipo, con un rol más participativo. El tiempo total de 5 horas de clase para el tema debía, por lo tanto, replantearse para cumplir también con los objetivos “tradicionales” de resolución de ejercicios.

A.2.2-Desarrollo de la propuesta didáctica innovadora en 2016.

La clase de *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* se inició proponiendo un juego con naipes españoles: cada grupo de 5 integrantes, recibiría 24 naipes españoles, de los cuales habría 6 números secuenciales de 4 palos diferentes, y dos cartas faltantes, reemplazadas por comodines. La consigna fue que en cada grupo se ordenaran los naipes con sus caras hacia arriba, de manera que se visualizaran todas.

Había muchas maneras de conseguir un ordenamiento, todos ellos serían aceptados. Cada grupo en la puesta en común explicó a sus compañeros cómo habían resuelto la consigna y qué criterios habían tenido en cuenta. Luego se seleccionó la forma de

ordenamiento en tablero final más conveniente para hacer la analogía con la Tabla Periódica de los Elementos (TPE).

El ordenamiento más conveniente (figura 2.1) sería una distribución bidimensional en la que cada columna tiene el mismo número (propiedad de grupo de la TPE) y en cada fila un palo diferente. El número se repite al comenzar cada fila, como el número de electrones de valencia de los elementos químicos en la Tabla Periódica moderna. Los comodines se ubicaban en los lugares faltantes y podían predecirse sus características.

1 basto	2 basto	3 basto	comodín	5 basto	6 basto
1 oro	2 oro	3 oro	4 oro	5 oro	6 oro
1 copa	comodín	3 copa	4 copa	5 copa	6 copa
1 espada	2 espada	3 espada	4 espada	5 espada	6 espada

Figura 2.1: Tablero final con el ordenamiento más conveniente de los naipes españoles.

La explicación de la consigna, armado de grupos, ordenamiento de las cartas y puesta en común final se desarrolló en 50 minutos. Luego la docente explicó que el juego del solitario había inspirado a Mendeleev para ordenar los elementos químicos según sus propiedades macroscópicas en la TPE de 1871, y presentó la reorganización de los elementos químicos en la Tabla Periódica vigente en la actualidad, a partir de las propiedades subatómicas periódicas. Es decir, la modificación respecto de cursadas anteriores consistió en incluir menos de 1 hora a que los estudiantes propusieran un posible tablero final para acomodar ese conjunto reducido de cartas españolas y dos comodines.

A.2.3 - Resultados

En 2016 el curso estuvo constituido por 56 estudiantes. La investigadora se había reunido con la docente a cargo de la clase a fin de acordar la secuencia didáctica. En la clase estuvieron presentes 3 docentes: uno explicó el tema; otro ayudó y supervisó el trabajo del docente y un tercero filmó la actividad lúdica.

Estaba previsto que el juego se hiciera al comienzo de la clase, pero, ante un inconveniente con la filmadora, se decidió iniciar la clase con la descripción de

Estructura Atómica; subsanado el problema técnico se pidió a los estudiantes que formaran grupos de trabajo para realizar un juego de naipes. Se establecieron 8 grupos de 7 integrantes, se distribuyó a cada uno 24 naipes españoles. La consigna del juego (ver A.2.2), fue dada en forma oral. Los docentes dejaron jugar a los estudiantes durante 10 minutos. Los grupos de estudiantes obtuvieron diferentes ordenamientos:

- Grupos 1 y 7: Ordenamiento bidimensional con columnas formadas por números iguales, de diferentes palos y en cada fila, los números decrecientes hacia la derecha.
- Grupo 2: Similar al anterior pero con numeración creciente a la derecha.
- Grupos 3 y 8: 4 columnas por palo y 6 filas con naipes de número creciente hacia abajo.
- Grupo 4: Naipes en arreglo unidimensional: en forma numérica secuencial los naipes de un palo y a continuación los siguientes y al final los comodines.
- Grupo 5: Alrededor de un comodín los números secuenciales en forma creciente formando una columna vertical, dos en diagonal a cada lado y otra horizontal.
- Grupo 6: Un comodín en el centro y alrededor de él, en círculo, los naipes con números secuenciales de cada palo.

La figura 2.2 muestra los ordenamientos de naipes presentados por los grupos 5 y 6. Los estudiantes de estos dos grupos quisieron relacionar –y forzaron la consigna- el juego de los naipes con la estructura de un átomo; considerando una analogía entre cada naipе y los electrones en los orbitales, temas que habían sido explicados en los minutos previos de la clase.



Figura 2.2: Ordenamiento de naipes presentado por los grupos 5 (izquierda) y 6 (derecha).

A pesar de la diversidad en la interpretación de la consigna –posiblemente debida a la presentación de Estructura Atómica minutos antes- las docentes percibieron cualitativamente los siguientes logros:

- _ Hubo diversidad de ordenamientos en los naipes, y los estudiantes percibieron que esto es conveniente porque permite anticipar su ubicación.
- _ Dispusieron los comodines en lugares faltantes, y pudieron predecir sus características.
- _ Todos los grupos realizaron la tarea, siendo una evidencia de compromiso.
- _ Durante la socialización se mostraron tímidos pero hubo participación activa.
- _ La actividad planteada generó motivación y se cumplió la función de integración social.

A.2.4- Evaluación de la propuesta

Con el objetivo de evaluar el impacto didáctico de la innovación, se solicitó a los estudiantes que contestaran las preguntas de la Encuesta que se presenta en la Figura 2.3.

ENCUESTA ANÓNIMA. ¡Gracias por tu colaboración!

Por favor marcá con una cruz, o justificá y aclará lo más que puedas cada respuesta referida a las clases de Elementos Químicos-Tabla Periódica

1- ¿Te sirvió lo aprendido en el secundario?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque.....

2- ¿Tomaste apuntes en clase?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque.....

3- ¿ Te gustó el juego que se hizo en la clase? ¿te sirvió para entender el tema?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque.....

4- ¿te sirvió el juego realizado en clase para entender el tema?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque.....

5- ¿Cómo te resultaron los problemas y qué te ayudó a resolverlos?

.....

Figura 2.3: Encuesta voluntaria tomada a estudiantes ya finalizada la asignatura, en abril de 2016.

Se recolectaron 38 respuestas a la encuesta, cuyos resultados se muestran en la tabla N° 2.1.

valoración →	mucho	bastante	poquísimo	nada	justificaciones
pregunta ↓					
¿Te sirvió lo aprendido en el secundario?	21%	39%	37%	3%	“Resultó más sencillo comprender los temas”, “No enseñaron lo necesario para la universidad”, “Lo vi hace muchos años atrás y me costó recordarlo”, “Considero que el nivel del secundario es muy bajo”, “Hubo muchos temas que no conocía y me costó mucho aprenderlos”, “No me acordaba mucho, salí con muy poca base”, “No tuve mucha base de química y no vi nada de lo visto en el introductorio”.
¿Tomaste apuntes?	43%	57%	0%	0%	“Me sirve para estudiar”, “Me ayuda a entender”, “Para entender las cosas más complicadas para mi”, “Copié los power y ampliaba si era necesario”, “Ayuda al aprendizaje”, “Apuntaba lo que me parecía importante y necesario”, “Porque hay cosas extras que no están en los módulos”
¿Te gustó el juego que se hizo en la clase?	32%	50%	10%	8%	“Me ayudó a socializar con mis compañeros”, “Se hace más dinámica la clase”, “De a poco fui entendiendo”, “Me divertí”, “Para pensar”, “Está bueno aprender con otras técnicas que no sean copiar y leer”, “No me interesó”.
¿Te sirvió el juego realizado en clase para entender el tema?	32%	42%	16%	10%	“Me ayudó a entender la clasificación de los elementos químicos”, “Nos hizo dar cuenta de la clasificación de los elementos químicos de una manera más práctica”, “Es una muy buena forma de explicar”, “Fijé conocimientos”, “No le encontré mucho sentido”, “Me divertí y entendí el tema”, “Me sirvió para activar la mente y poder esforzarme mentalmente”, “No supe entenderlo”.

Tabla N°2.1: Resultados del cuestionario a los estudiantes.

Con respecto a la pregunta “¿Cómo te resultaron los problemas? ¿Pudiste resolverlos?”, 9 estudiantes manifestaron que les resultaron difíciles: “Me ayudaron mis compañeros”; “Difícil, pero traté de resolverlos con lo que vimos en clase”; “Pude resolverlos con la explicación de los docentes”; 6 estudiantes manifestaron que no les resultó difícil: “los

resolví gracias a las consultas que hice”; *“la mayoría fáciles, los resolví con lo que ví en el secundario”*; 12 estudiantes contestaron que los problemas les resultaron fáciles: *“Fáciles e interesantes. Me ayudó internet a resolverlos.”*; *“Me ayudaron a comprender el tema”*; *“Me ayudaron a pensar científicamente.”*. No contestaron 11 estudiantes.

Los resultados de la encuesta muestran:

- El desigual nivel de saberes previos en química de los estudiantes de la asignatura InQuim.
- La dificultad en el aprendizaje de química de los estudiantes que no tienen conocimientos previos respecto a los que sí tuvieron algo de química en el secundario.
- La función socializadora de la actividad lúdica, y de motivación para algunos de los estudiantes, que manifiestan que se divirtieron y que les ayudó a pensar.
- La valoración positiva de algunos estudiantes acerca de estrategias de enseñanza diferentes a las tradicionales, en los aspectos motivación y comprensión.
- La toma de conciencia de los estudiantes que manifiestan que la actividad les ayudó a entender el tema y a los que opinaron que no entendieron.
- Una necesidad de mejorar la propuesta didáctica innovadora, para lograr mayor consenso en su utilidad.

A.2.5- Conclusiones parciales

La inserción de la actividad lúdica en el desarrollo del tema cumplió los objetivos acerca de la función socializadora y de motivación por parte de los estudiantes; sin embargo respecto al contenido y a la comprensión del tema, creemos que debía mejorarse. Según nuestra opinión el juego realizado con naipes españoles, que tienen dos variables - número y palo- resulta una simulación demasiado simplificadora de las propiedades de los elementos químicos. También observamos que a la actividad lúdica le falta un andamiaje de actividades sostenidas que permitiera a los estudiantes la toma de conciencia sobre la analogía, para poder distinguir propiedades periódicas y no periódicas.

Respecto al desarrollo del tema y el trabajo del equipo docente, sería relevante realizar una planificación detallada de las actividades y la posterior información a los docentes sobre los objetivos didácticos, aún cuando las reuniones del equipo docente no son siempre posibles debido a incompatibilidad de horarios y otras actividades. En cuanto a la explicación del tema a los estudiantes, no se reflexionó explícitamente entre los niveles macroscópicos y subatómicos de las propiedades periódicas de los elementos químicos, y esto pudo generar confusión en los estudiantes. De aquí surgió la necesidad de alterar el orden de desarrollo del tema: comenzar desde las propiedades macroscópicas (respetando la cronología de trabajo de Mendeleev en el siglo XIX) para luego retomar las propiedades periódicas subatómicas que llevaron al reordenamiento de los elementos en una nueva TPE.

El tiempo que demandó la actividad lúdica no fue extenso y se pudo adaptar fácilmente al proceso normal del curso. La escasez de tiempo de clases podía ser una complicación para enfrentar los cambios y mejoras que se pretendían hacer para el próximo año.

Parte A



Capítulo 3

Unidad temática: Clasificación periódica de los elementos químicos-experiencias 2017

Parte A

CAPÍTULO 3-

UNIDAD TEMÁTICA: CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS - EXPERIENCIAS 2017-

A.3.1- Modificaciones didácticas de la propuesta innovadora realizada en 2017

A partir de los resultados de la experiencia en 2016 consideramos necesario realizar ajustes para mejorar la comprensión de la clasificación periódica de los elementos químicos.

Se decidió enmarcar la actividad lúdica como parte de una secuencia didáctica dentro del marco teórico del trabajo con analogías en situación de Modelo Didáctico Analógico (MDA) (Galagovsky, 2005; Galagovsky y Greco, 2009).

El MDA tiene cuatro momentos didácticos: el momento anecdótico, en el que se presenta la analogía como un juego; el momento de conceptualización sobre la analogía, en el que se detectan los principales conceptos del juego; el momento de correlación conceptual, donde se establecen los puentes de correlación conceptual entre la información científica que se desea enseñar y los conceptos trabajados previamente en la analogía; y el momento de metacognición, donde se reflexiona sobre lo aprendido y sobre los alcances y limitaciones de la analogía.

A partir de la experiencia 2016 (capítulo 2), creímos relevante trabajar con naipes que tuvieran más características que los españoles, de modo que el problema a resolver fuera más parecido al que tuvieron que enfrentar los científicos que lograron ordenar los elementos químicos según sus propiedades periódicas. Se adaptó para ello el juego con tarjetas –tipo Solitario- denominado “Cada novio en su lugar”, planificado por Bertone (2016) para la enseñanza de propiedades periódicas a estudiantes de 2do año de la escuela secundaria. La adaptación consistió en construir un conjunto de 20 tarjetas donde se planteaban cuestiones agronómicas que caracterizan a 18 productores, dejando

dos tarjetas en blanco, como comodines. El juego se denominó “Cada productor en su lugar”. En la figura 3.1 se muestra un ejemplo de tarjeta del juego.

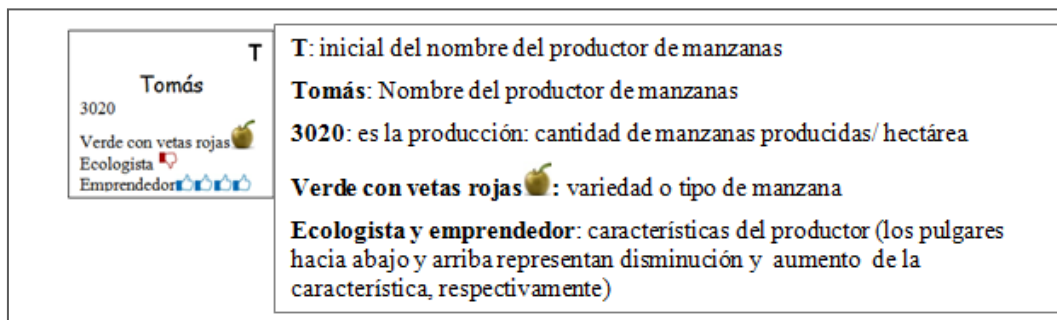


Figura 3.1: A la izquierda se representa un ejemplo de tarjeta de “Cada productor en su lugar” y a la derecha se indican las características.

A continuación se presentará en esta tesis el relato de la experiencia didáctica innovadora realizada durante 2017, considerando las consignas, sus fundamentos y los resultados obtenidos, en función de 5 actividades secuenciales:

_Actividad 1: Construcción grupal de un tablero final del juego “Cada productor en su lugar” y respuesta a preguntas acerca del tablero armado.

_Actividad 2: Presentación de los tableros propuestos y consenso para la construcción del concepto de “propiedades periódicas” y “ordenamiento periódico” sobre el juego (la analogía).

_Actividad 3: Conceptualización sobre los conceptos de la analogía.

_Actividad 4: Correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en un texto *ad hoc* sobre Tabla Periódica de Mendeleev (con referencia a las propiedades macroscópicas de las sustancias elementales sobre las que trabajó Mendeleev hacia finales de 1860).

_Actividad 5: Nueva correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en otro texto *ad hoc* sobre las propiedades periódicas subatómicas de los átomos de los elementos químicos que permitieron la organización de la actual Tabla Periódica (desde el siglo XX).

A.3.2 Generalidades de la experiencia

La cursada de InQuim es muy particular pues está llevada a cabo por diferentes docentes, a cargo de cada tema (sección 1, cap.1). Los estudiantes son recién llegados a la institución universitaria (mes de febrero) y, por lo tanto, prácticamente no se conocen entre ellos.

Las dos clases en las que se desarrolló la presente propuesta didáctica estuvieron a cargo de la docente-investigadora y dos docentes auxiliares. En la primera clase la docente se presentó y anunció a los estudiantes que las próximas actividades se realizarían en grupos predeterminados, que podrían debatir y emitir opiniones, ayudarse entre ellos a resolver las consignas, y que cada grupo comunicaría el trabajo realizado y lo defendería con argumentos frente al resto de los equipos. Se señaló que las docentes serían soporte de las preguntas que surgieran en cada grupo.

Asistieron a clase 47 estudiantes que se distribuyeron en 10 grupos de 4-5 integrantes. Algunos, al principio, ofrecieron cierta resistencia a agruparse. Luego se entregaron a cada grupo las consignas escritas y las 20 tarjetas del juego “Cada productor en su lugar”. La docente leyó el texto explicativo del juego “Solitario” que se realizó con cartas especiales y se dio inicio a las actividades planificadas.

A.3.3 Desarrollo de las actividades


El equipo docente estaba al tanto que se realizaría una propuesta más compleja conceptualmente a la del año anterior, y con pautas didácticas más precisas. La forma de trabajo fue acordada una semana antes de la clase, en una reunión de 1 hora donde las docentes auxiliares pudieron jugar, tal como se esperaba que hicieran los estudiantes. Se estipuló la diferencia del rol docente tradicional que deberían adoptar ellas esta vez, particularmente referida a permitirse dar lugar al trabajo de los estudiantes, sin aportarles información y aceptando todas las formas de ordenamiento de las tarjetas que los estudiantes pudieran realizar, aunque tuvieran errores respecto del ordenamiento óptimo. Es decir, el nuevo rol docente debía evitar el develar cuál era el mejor tablero, ni ejemplificar ni introducir conceptos de TPE; ya que éstos debían surgir en los propios estudiantes durante el transcurso de las actividades.

A.3.3.1- Actividad 1: Construcción grupal de un tablero final del juego “Cada productor en su lugar” y respuesta a preguntas acerca del tablero armado.

i- Consignas para la Actividad 1

Los estudiantes recibieron la primera consigna que tenía dos partes. La primera parte se muestra en la figura 3.2; la segunda parte se muestra en la figura 3.3.

Cada equipo de 4-5 integrantes recibirá 20 tarjetas con las que construirá un posible tablero final para el juego del solitario. Las tarjetas corresponden a productores de manzanas, por lo que el juego que construirán ustedes se denominará “cada productor en su lugar”. Hay dos tarjetas blancas que son comodines. Un ejemplo de tarjeta es:

	<p>T: inicial del nombre del productor de manzanas</p> <p>Tomás: Nombre del productor de manzanas</p> <p>3020: es la producción: cantidad de manzanas producidas/ hectárea</p> <p>Verde con vetas rojas 🍏: variedad o tipo de manzana</p> <p>Ecologista y emprendedor: características del productor (los pulgares hacia abajo y arriba representan disminución y aumento de la característica, respectivamente)</p>
---	---

La consigna es ordenar todas las tarjetas de la mejor manera según sus características, disponiéndolas en un tablero, para llegar a jugar con reglas similares a las del solitario que se juega con naipes españoles.

Figura 3.2: Primera parte de la consigna de la Actividad 1.

Los estudiantes, en grupo, debían armar tableros –del tipo juego “Solitario” de cartas españolas- con las tarjetas de “Cada productor en su lugar”, luego consensuar alguno para defender al resto del grupo y contestar sobre dicho tablero las preguntas de la figura 3.3. La dificultad que se les presentaría era la selección de una o dos variables –de entre las seis variables involucradas en cada una de las tarjetas- para organizar un tablero que exhibiera un orden coherente de dichas variables dentro de cada columna y/o fila del mismo. Los estudiantes podrían comenzar la construcción del tablero desde un método de “prueba y error”, o con un pensamiento más analítico; el contestar las preguntas del cuestionario los ayudaría en la búsqueda y hallazgo de dicha coherencia, incluso en las otras variables que inicialmente no hubieran considerado para organizar la tabla.

Cada equipo contestará por escrito las siguientes preguntas acerca del tablero formado:

- i- ¿Qué característica tuvieron en cuenta para realizar el ordenamiento?
- ii- ¿Cómo se relacionan las tarjetas que están en línea horizontal, es decir, cómo formaron las filas?
- iii- ¿Cómo se relacionan las tarjetas que están en línea vertical, es decir cómo formaron las columnas?
- iv- según este tablero, dónde ubicaron las tarjetas blancas y qué características tendrían.

Al finalizar, cada equipo describirá y defenderá su tablero ante los compañeros.

Figura 3.3: Segunda parte de la consigna de la Actividad 1.

ii- Fundamentos didácticos

El juego se planteó con parámetros relacionados con Agronomía. Se construyó de manera que el nombre del productor tiene relación con la letra que identifica la tarjeta; esta letra es la inicial del nombre y para evitar repeticiones se usaban hasta dos letras (similar a los símbolos de los elementos químicos). Todas las tarjetas tenían diferente valor numérico de producción de manzanas por hectárea (similar a los elementos químicos que se distinguen por el número atómico). El juego presentaba 5 variedades de manzana (similar a las propiedades de Grupo de los elementos químicos en la Tabla Periódica). Las características del productor, en términos de “emprendedor” o “ecologista” se cuantificaron con manitos hacia arriba, abajo o al medio, indicando mucho, poco o neutro en esa característica (similar a las propiedades periódicas macroscópicas, o subatómicas, de las tablas periódicas del siglo XIX y XX, respectivamente).

a) Los tableros

Podrían obtenerse muchos tableros pero sólo 4 tendrían un orden tal en sus variables que permitiría ubicar las tarjetas en lugares precisos; en ellos subyace el concepto de “periodicidad”.

Por ejemplo, sería posible distribuir las tarjetas en un tablero de 4 ó 5 columnas en las cuales las variables a considerar fueran el orden alfabético de nombre, el orden creciente o decreciente de producción, el carácter de emprendedor o de ecologista; ó el carácter rojizo creciente de variedad de manzana. Describiremos algunos ejemplos de tableros posibles.

-Tablero 1: Según el orden alfabético de nombre de productor. En este caso no habría orden en las demás características.

-Tablero 2: Por orden creciente de carácter emprendedor en las columnas. El esquema se muestra en la figura 3.4. En este caso habría dificultad para seleccionar el orden de prioridad de tarjetas con la misma valoración en este carácter; por ejemplo, para los productores Tomás y Oscar, si se priorizara el de menor producción el tablero no tendría una tendencia creciente o decreciente en la fila; tampoco en carácter ecologista. No se observa correlación entre las otras características. Las tarjetas blancas podrían tener varias ubicaciones y sus posibles variables características no quedarían definidas.

<p>3005 Carlos Verde Emprendedor Ecologista</p>	<p>2000 Oscar Verde Emprendedor Ecologista</p>	<p>3020 Tomás Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	
<p>910 Mario Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>1290 Darío Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>2480 Sergio Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>3385 Fermín Rojo Emprendedor Ecologista</p>
	<p>1000 Ricardo Verde Emprendedor Ecologista</p>	<p>2020 Germán Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>3160 Blas Rojo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>
<p>700 Juan Verde Emprendedor Ecologista</p>	<p>1030 Alberto Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>2150 Diego Amarillo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>2260 Adrián Rojo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>
<p>720 Gustavo Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>1050 Sebastián Amarillo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>800 Andrés Amarillo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>850 Bernardo Rojo-anaranjado Emprendedor Ecologista</p>

Figura 3.4: Muestra el tablero 2, ordenado según carácter emprendedor creciente en las columnas.

-Tablero 3: Orden por filas con la misma variedad de manzana y producción creciente hacia la derecha, como muestra la figura 5. Este tablero exhibiría un orden en línea horizontal, la característica emprendedor disminuye hacia la derecha y el ecologista es opuesto. Sin embargo carece de correlación en las columnas: ¿cuál sería el orden de las

manzanas en cada fila? Es decir, ¿por qué primero la variedad roja, luego la rojo-anaranjado y no otra? Respecto a las tarjetas blancas, por ejemplo “equis”, la variedad de manzana sería igual a la de la fila, la producción sería un valor menor a 780 y las características emprendedor y ecologista podría tomar más de un valor posible que respete la tendencia de la fila.

<p>M</p> <p>Mario</p> <p>910</p> <p>Rojo</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>D</p> <p>Dario</p> <p>1290</p> <p>Rojo</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Se</p> <p>Sergio</p> <p>2480</p> <p>Rojo</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Fe</p> <p>Fernán</p> <p>3385</p> <p>Rojo</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>
<p>E</p> <p>EQUIS</p> <p>780</p> <p>ROJO ANARANJADO</p> <p>EMP ↑↑↑↑↑</p> <p>ECOL ↓↓↓↓</p>	<p>B</p> <p>Bernardo</p> <p>850</p> <p>Rojo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Ad</p> <p>Adrián</p> <p>2260</p> <p>Rojo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Bl</p> <p>Blas</p> <p>3160</p> <p>Rojo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>
<p>J</p> <p>Juan</p> <p>700</p> <p>Verde</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Ri</p> <p>Ricardo</p> <p>1000</p> <p>Verde</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>O</p> <p>Oscar</p> <p>2000</p> <p>Verde</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>C</p> <p>Carlos</p> <p>3005</p> <p>Verde</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>
<p>Gu</p> <p>Gustavo</p> <p>720</p> <p>Verde con vetas rojas</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Al</p> <p>Alberto</p> <p>1030</p> <p>Verde con vetas rojas</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>G</p> <p>Germán</p> <p>2020</p> <p>Verde con vetas rojas</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>T</p> <p>Tomás</p> <p>3020</p> <p>Verde con vetas rojas</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>
<p>Z</p> <p>ZETA</p> <p>650</p> <p>AMARILLO ANARANJADO</p> <p>EMP ↑↑↑↑</p> <p>ECOL ↓↓↓</p>	<p>A</p> <p>Andrés</p> <p>800</p> <p>Amarillo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>S</p> <p>Sebastián</p> <p>1050</p> <p>Amarillo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>	<p>Di</p> <p>Diego</p> <p>2150</p> <p>Amarillo-anaranjado</p> <p>Emprendedor</p> <p>Ecologista</p>

Figura 3.5: Tablero 3, por variedad de manzana en las filas. Las tarjetas blancas se designaron “equis” y “zeta” y se prevén algunas posibles características.

-Tablero 4: Orden de producción creciente hacia la derecha distribuido en 5 columnas. El tablero, que se muestra en la figura 3.6, tendría un patrón de ordenamiento sistemático en las características variedad de manzana, ecologista y emprendedor: en cada columna las tarjetas tienen igual variedad de manzana; el carácter ecologista aumenta en cada fila desde el 1er al 4to lugar, y la tendencia se repite en las demás filas con otros valores; el carácter emprendedor disminuye en cada columna y esta variación

se mantiene con otros valores en las otras columnas. Este ordenamiento permitiría predecir las características de las tarjetas blancas con mayor precisión: por ejemplo para la tarjeta equis la producción sería un número entre 1051 y 1289; la variedad de manzana sería rojo-anaranjado; y a la característica ecologista le corresponderían 4 manitos con pulgares arriba y a emprendedor, una o dos manitos con pulgares hacia abajo. Algo similar se puede prever para la tarjeta “zeta”. Este tablero exhibe propiedades periódicas para las variables de emprendedor y ecologista.

<p>J</p> <p>Juan</p> <p>700</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Gu</p> <p>Gustavo</p> <p>720</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>A</p> <p>Andrés</p> <p>800</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>B</p> <p>Bernardo</p> <p>850</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>M</p> <p>Mario</p> <p>910</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>Ri</p> <p>Ricardo</p> <p>1000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Al</p> <p>Alberto</p> <p>1030</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>S</p> <p>Sebastián</p> <p>1050</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>E</p> <p>Equis</p> <p>1100</p> <p>Amar-anaranj.</p> <p>Empren. ++++</p> <p>Ecolog-</p>	<p>D</p> <p>Dario</p> <p>1290</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>O</p> <p>Oscar</p> <p>2000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>G</p> <p>Germán</p> <p>2020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Di</p> <p>Diego</p> <p>2150</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Ad</p> <p>Adrián</p> <p>2260</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Se</p> <p>Sergio</p> <p>2480</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>C</p> <p>Carlos</p> <p>3005</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>T</p> <p>Tomás</p> <p>3020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Z</p> <p>Zeta</p> <p>3100</p> <p>Verde-vetas rojas</p> <p>Emprend+</p> <p>Ecolog+++</p>	<p>Bl</p> <p>Blas</p> <p>3160</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Fe</p> <p>Fermin</p> <p>3385</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>

Figura 3.6: Tablero 4, ordenado por producción creciente horizontal e idéntica cualidad de manzana vertical. Equis y Zeta son las tarjetas blancas con predicción de ciertos valores en sus propiedades.

Luego del análisis de estos posibles tableros se concluye que los nombrados como 1, 2 y 3 no tienen correlación periódica entre las características de las tarjetas, por lo que no permitirían anticipar la ubicación inequívoca de cada tarjeta; por lo tanto, no sería posible jugar al “Solitario”. Los tableros ordenados por producción creciente (ejemplo 4) y su equivalente por producción decreciente son dos de los que se adecuan a la consigna de permitir jugar al Solitario e, incluso, predecir esas propiedades al ubicar las

Tarjetas comodines. Estos tableros exhiben un ordenamiento en función de la periodicidad de ciertas propiedades. El tablero 4 de la figura 6 sería el más conveniente porque el orden creciente de producción se analogaría al del peso atómico o número atómico creciente de los elementos químicos de las Tablas Periódicas del siglo XIX y XX, respectivamente.

b) Las preguntas del cuestionario

Las preguntas de la segunda parte de la Actividad 1 (Figura 3.3) ayudaban a los estudiantes a decidir por los mejores tableros, ya que al contestarlas podrían tomar conciencia sobre las relaciones coherentes, o no, de los agrupamientos en columnas y filas de los tableros que habían propuesto.

Contestar las preguntas sobre el armado del tablero les exigía a los estudiantes definir cuáles variables fueron elegidas, qué características quedaron relacionadas en filas y columnas; y si ésto les permitía definir a las variables de las tarjetas blancas. Las respuestas los ayudarían a categorizar los criterios de análisis para el momento de la exposición en el frente.

La tabla N° 3.1 muestra las respuestas para los ejemplos de tablero 1, 2, 3 y 4.

Ejemplo de tablero	Respuesta i	Respuesta ii	Respuesta iii	Respuesta iv
1	Orden alfabético de nombre de productor	Ninguno	Ninguno	No definido
2	Emprendedor creciente	Ecologista disminuye	Emprendedor aumenta hacia abajo, ecologista disminuye	Definidas en carácter emprendedor y ecologista.
3	Producción creciente hacia la derecha en cada fila, con igual variedad de manzana	Producción creciente hacia la derecha en cada fila, con igual variedad de manzana	Ninguno	Definidas en variedad de manzana
4	Producción creciente de izquierda a derecha, en 5 columnas.	Ecologista crece hacia la derecha y emprendedor disminuye	Igual variedad de manzanas, el carácter ecologista disminuye hacia abajo y el emprendedor crece	Definidas en producción, variedad de manzana, ecologista y emprendedor

Tabla N° 3.1: Muestra la resolución de las preguntas (segunda parte de la Actividad 1) para los ejemplos de tableros 1, 2, 3 y 4.

La Actividad 1 constituía el momento anecdótico del MDA. En el juego se sentarían las bases del ordenamiento de la Tabla Periódica; por lo tanto, se aceptarían todos los casos de ordenamientos surgidos por parte de los estudiantes, valorando así el trabajo de cada equipo. El rol del docente sería pasar por los grupos y ayudar a percibir las relaciones existentes en los tableros que se estuvieran construyendo. Se destinarían 30 minutos.

iii- Resultados

Durante el armado de los tableros se observó a todos los grupos trabajar y discutir sobre cómo ordenar las tarjetas. En algunos grupos hubo disidencia respecto a los criterios a tener en cuenta y debieron elegir uno. Algunos grupos ordenaron de una vez; otros probaron varias opciones de distribución de las tarjetas hasta alcanzar un orden mejorado.

Cada grupo armó su tablero, resultando 8 diferentes y sólo dos repetidos. Hubo tres tableros de 5 columnas y el resto de 4 columnas. Todos los grupos ubicaron las tarjetas blancas, 3 grupos pudieron asignarles todas las características y 4, sólo algunas características.

Las características preferidas por los estudiantes para el ordenamiento fueron producción y variedad de manzanas, no percatándose en algunos casos qué ocurría con las demás características. Ningún grupo consideró el orden alfabético ni el carácter emprendedor creciente. Describiremos los tableros de algunos grupos de estudiantes:

_Grupo 1: El tablero (figura 3.7) tiene columnas con igual variedad de manzana y producción creciente; las filas no tienen orden respecto a producción; el carácter emprendedor crece a la derecha (con excepción de la columna neutra) en la fila 1 pero crece y luego es constante en las filas 2 y 3; el carácter ecologista se opone al emprendedor. El grupo ubicó las tarjetas blancas y les asignó características: “Pedro” tiene mayor producción que las tarjetas de la columna, la misma variedad de manzana que la columna y emprendedor y ecologista según la tendencia explicada anteriormente. El tablero no anticipa unívocamente la ubicación de las tarjetas (no es apto para jugar al Solitario), y no exhibe propiedades periódicas.





























































<p>910 Mario M</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>700 Juan J</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>720 Gustavo Gu</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>800 Andrés A</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>850 Bernardo B</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>1290 Dario D</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>1000 Ricardo Ri</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>1030 Alberto Al</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>1050 Sebastián S</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>2260 Adrián Ad</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>2480 Sergio Se</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>2000 Oscar O</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>2020 Germán G</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>2150 Diego Di</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>3160 Blas Bl</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>3385 Fermín Fe</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>3005 Carlos C</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>3020 Tomás T</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>3000 Lucas L</p> <p>amar.anaranj </p> <p>Ecologista </p> <p>emprendedor </p>	<p>3180 Pedro P</p> <p>amar.anaranj </p> <p>Ecologista </p> <p>emprendedor </p>

Figura 3.7. Tablero del juego armado por los estudiantes del grupo 1.

Grupo 2: El tablero (figura 3.8) tiene filas con la misma variedad de manzanas dispuestas en orden decreciente de color rojo hacia abajo. La producción decrece hacia abajo en cada columna y decrece en cada fila. El carácter emprendedor aumenta hacia la derecha en una fila y el ecologista se contrapone; estas tendencias se repiten con otros valores en las demás filas. El tablero evidencia propiedades periódicas, sin embargo no es posible anticipar el lugar de cada tarjeta para jugar al solitario. Los estudiantes no le otorgaron identidad a las tarjetas blancas, aunque podrían haberlo hecho.

























































































<p>Fe</p> <p>Fermin</p> <p>3385</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Se</p> <p>Sergio</p> <p>2480</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>D</p> <p>Dario</p> <p>1290</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>M</p> <p>Mario</p> <p>910</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>
<p>Bl</p> <p>Blas</p> <p>3160</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>Ad</p> <p>Adrián</p> <p>2260</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor   </p> <p>Ecologista </p>		<p>B</p> <p>Bernardo</p> <p>850</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor    </p> <p>Ecologista   </p>
<p>T</p> <p>Tomás</p> <p>3020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista    </p>	<p>G</p> <p>Germán</p> <p>2020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista   </p>	<p>Al</p> <p>Alberto</p> <p>1030</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>Gu</p> <p>Gustavo</p> <p>720</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor   </p> <p>Ecologista </p>
<p>C</p> <p>Carlos</p> <p>3005</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista    </p>	<p>O</p> <p>Oscar</p> <p>2000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista   </p>	<p>Ri</p> <p>Ricardo</p> <p>1000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista  </p>	<p>J</p> <p>Juan</p> <p>700</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>
<p>Di</p> <p>Diego</p> <p>2150</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>S</p> <p>Sebastián</p> <p>1050</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor   </p> <p>Ecologista </p>	<p>A</p> <p>Andrés</p> <p>800</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor   </p> <p>Ecologista  </p>	

Figura 3.8: Tablero del juego armado por los integrantes del grupo 2.

Grupo 4: El tablero (figura 3.9) consiste en columnas de igual variedad de manzana. La producción decrece de izquierda a derecha en 5 columnas; en la fila 1 la producción tiene números de tres cifras; en la fila 2 de miles; en la tres de dos miles, y así siguiendo. El carácter emprendedor y ecologista en cada fila tienen una tendencia opuesta entre sí, pero la disposición se mantiene con otros valores en cada fila, es decir, son propiedades periódicas. Este tablero fue conveniente para introducir el concepto de periodicidad.

<p>Fe</p> <p>Femin 3385</p> <p>Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>Bl</p> <p>Blas 3160</p> <p>Rojo-amaranzado Emprendedor Ecologista</p>	<p>3080</p> <p>Amar. anaranj Ecolog emprend</p>	<p>T</p> <p>Tomás 3020</p> <p>Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>C</p> <p>Carlos 3005</p> <p>Verde Emprendedor Ecologista</p>
<p>Se</p> <p>Sergio 2480</p> <p>Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>Ad</p> <p>Adrián 2260</p> <p>Rojo-amaranzado Emprendedor Ecologista</p>	<p>Di</p> <p>Diego 2150</p> <p>Amarillo-aranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>G</p> <p>Germán 2020</p> <p>Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>O</p> <p>Oscar 2000</p> <p>Verde Emprendedor Ecologista</p>
<p>D</p> <p>Dario 1290</p> <p>Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>1100</p> <p>Rojo-anaranj Emprend Ecolog</p>	<p>S</p> <p>Sebastián 1050</p> <p>Amarillo-aranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>Al</p> <p>Alberto 1030</p> <p>Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>Ri</p> <p>Ricardo 1000</p> <p>Verde Emprendedor Ecologista</p>
<p>M</p> <p>Mario 910</p> <p>Rojo Emprendedor Ecologista</p>	<p>B</p> <p>Bernardo 850</p> <p>Rojo-amaranzado Emprendedor Ecologista</p>	<p>A</p> <p>Andrés 800</p> <p>Amarillo-aranjado Emprendedor Ecologista</p>	<p>Gu</p> <p>Gustavo 720</p> <p>Verde con vetas rojas Emprendedor Ecologista</p>	<p>J</p> <p>Juan 700</p> <p>Verde Emprendedor Ecologista</p>

Figura 3.9: Tablero del juego realizado por los estudiantes del grupo 4.

Grupo 8: La figura 3.10 muestra el tablero del grupo 8, que resultó igual al del grupo 10. El tablero tiene producción creciente en columnas y dejó establecido un orden en las otras características. Permitted ubicar con un lugar único y previsible cada tarjeta pues exhibe propiedades periódicas. Sin embargo el grupo no predijo apropiadamente valores para las variables de las tarjetas blancas.

Los grupos 4 y 8 resolvieron apropiadamente la consigna, aún cuando los respectivos tableros son diferentes. El grupo 4 definió en forma apropiada las tarjetas blancas, pero el 8 no, por lo que estimamos que sus integrantes no hicieron un análisis pormenorizado del tablero logrado.



<p>J</p> <p>Juan</p> <p>700</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>Ri</p> <p>Ricardo</p> <p>1000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista  </p>	<p>O</p> <p>Oscar</p> <p>2000</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista   </p>	<p>C</p> <p>Carlos</p> <p>3005</p> <p>Verde </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista    </p>
<p>Gu</p> <p>Gustavo</p> <p>720</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista </p>	<p>Al</p> <p>Alberto</p> <p>1030</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>G</p> <p>Germán</p> <p>2020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista   </p>	<p>T</p> <p>Tomás</p> <p>3020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista    </p>
<p>A</p> <p>Andrés</p> <p>800</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>S</p> <p>Sebastián</p> <p>1050</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista </p>	<p>Di</p> <p>Diego</p> <p>2150</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>	<p>3000</p> <p>Amar-anaranj</p>
<p>B</p> <p>Bernardo</p> <p>850</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor   </p> <p>Ecologista   </p>	<p>1000</p> <p>Rojo-anaranj</p>	<p>Ad</p> <p>Adrián</p> <p>2260</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista </p>	<p>Bl</p> <p>Blas</p> <p>3160</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Emprendedor  </p> <p>Ecologista  </p>
<p>M</p> <p>Manio</p> <p>910</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>D</p> <p>Dario</p> <p>1290</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Se</p> <p>Sergio</p> <p>2480</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>	<p>Fe</p> <p>Fermin</p> <p>3385</p> <p>Rojo </p> <p>Emprendedor </p> <p>Ecologista </p>

Figura 3.10: Tablero del juego armado por estudiantes del grupo 8.

Con respecto a las respuestas al cuestionario, cada grupo pudo leerlas al presentar su tablero. La Tabla N°3.2 resume estas respuestas, ejemplificando para los grupos 1, 2, 4 y 8.

Pregunta	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 4	Grupo 8
¿Qué característica tuvieron en cuenta para realizar el ordenamiento?	Sin contestar	<i>Ordenamos en 5 filas</i>	<i>los palos de las cartas son los tipos de manzanas, el orden va de mayor a menor según producción/Ha</i>	<i>Producción creciente horizontal y tipo de manzana</i>
¿Cómo formaron las filas?	<i>Menor a mayor ecologista y mayor a menor emprendedor</i>	<i>Cada fila tiene una especie de manzana y la ordenamos en forma decreciente</i>	<i>Producción/ha disminuye, ecologista aumenta y emprendedor aumenta de izq a der. respectivamente</i>	<i>El mismo tipo de manzana</i>
¿Cómo formaron las columnas?	<i>Por variedad y tipo de manzanas y cantidad de manzanas/Ha</i>	<i>en forma decreciente de producción</i>	<i>Desciende la cantidad de producción/ha de arriba hacia abajo. Aumenta el puntaje de arriba hacia abajo para emprendedor</i>	<i>Se relacionan por N° de producción</i>
¿Dónde ubicaron las tarjetas blancas y cuáles son sus características?	Sin contestar	<i>Tendrían un número acorde a la producción decreciente</i>	<i>3ra columna de la 1ra fila (3080, amar-anaranj, ecolog 1+ y emprend 3+) y en la 2da columna de la 3er fila (1100, rojo-anaranj, ecolog 1- y emprend 4+)</i>	<i>Fila horizontal 2, fila vertical 2. N° aprox. 1000 y rojo-anaranj. Fila horiz. 1 y fila vertical 4. N° aprox. 3000 amar-anaranj</i>

Tabla N°3.2: Resumen de respuestas a la parte *b* de la Actividad 1 dadas por los grupos de estudiantes 1, 2, 4 y 8.

La investigadora pudo recoger las respuestas escritas que presentaron todos los grupos; de su análisis surgieron evidencias de las dificultades de la tarea, que se ejemplifican a continuación para cuatro grupos:

- El grupo 1 no contestó qué característica utilizaron para el ordenamiento. La puesta en común resultó muy necesaria para que sus integrantes tomaran conciencia sobre la diversidad de posibles respuestas y cómo otros grupos habían realizado mejores propuestas.
- El grupo 2 sólo tuvo presente la relación de dos variables y respecto a las tarjetas blancas manifestó que quedarían definidas, pero no ejemplificaron. Por lo tanto, la puesta en común resultó muy necesaria para que sus integrantes tomaran

conciencia sobre cómo el análisis exhaustivo de variables por fila y por columna permitiría dar valor numérico a las características de las tarjetas comodines.

- El grupo 4 realizó un análisis completo y apropiado, y asignó características a las tarjetas. Por lo tanto, la puesta en común resultó muy evidente la amplitud del análisis de variables que habían realizado en su tarea.
- El grupo 8 realizó un ordenamiento óptimo, pero fue casual, como queda evidenciado en las respuestas: el grupo ordenó por tipo de manzana y producción creciente por fila, por esto asignaron “1000” y “3000” a las tarjetas blancas, números coherentes con la tendencia en filas pero no en columnas. No tuvieron en cuenta el carácter emprendedor ni ecologista. Por lo tanto, la puesta en común resultó muy necesaria para que sus integrantes tomaran conciencia sobre la diversidad de posibles respuestas y cómo otros grupos habían realizado mejores análisis de sus respectivas propuestas.

La investigadora pudo registrar mediante grabaciones las discusiones en algunos grupos. De estos datos surgen los siguientes resultados:

- Muchos estudiantes centraban sus argumentos en situaciones agronómicas mucho más complicadas que las que exigía el juego: hicieron referencia a que la producción podría depender de la variedad de manzana; que podría haber otros factores que afectarían la producción, tales como el clima, la naturaleza de los suelos, la fertilización por el hombre. También conceptualizaron sobre el carácter ecologista, con la no contaminación de suelos, con el uso de cultivos orgánicos y de agricultura de precisión.

Otros argumentaron sobre valores importantes para la carrera: se discutió acerca de las características ecologista-emprendedor vinculadas con la explotación de la tierra, con el significado de ser un productor “inteligente” por ganar más plata, o por adoptar prácticas agronómicas sustentables.

- Algunos estudiantes intentaron forzar el juego a un problema “químico”, ya que identificaron la tarjeta “Fe” como el símbolo químico del hierro, y luego otros compañeros identificaron “Al” y “S” como aluminio y azufre, respectivamente; pero -

obviamente- había iniciales (de nombres de productores) a las que no le encontraron sentido químico.

- Evaluaron la importancia de las variables (es decir a qué variable le dan más importancia para ordenar). Este factor se discutió en la puesta en común ya que fue, justamente el problema al que se enfrentó Mendeleev en el siglo XIX.
- Algunos estudiantes tuvieron prejuicios: creer que todos los grupos iban a llegar a la misma conclusión; sostener que no era fácil jugar y que tenían un desafío cuya solución no iba a ser sencilla.
- En la mayoría de los grupos se evidenció mucho compromiso y motivación por la tarea, se preocuparon por conseguir un buen ordenamiento, realizaron un análisis exhaustivo de las características de las tarjetas.
- Algún grupo mostró menos compromiso por la tarea; por ejemplo un grupo confesó en la puesta en común que pusieron en primera fila las manzanas rojas porque fueron las primeras que agarraron.

La Actividad 1 demandó efectivamente 30 minutos, ya que las docentes estaban atentas al esquema horario de la clase.

A.3.3.2- Actividad 2: Presentación de los tableros propuestos y consenso para la construcción del concepto de “propiedades periódicas” y “ordenamiento periódico” sobre el juego (la analogía).

i- Consigna para la Actividad 2

La consigna fue “Cada equipo describirá y defenderá su tablero ante los compañeros.”

ii- Fundamentos didácticos

En la puesta en común se evidenciaría la diversidad de tableros según los ordenamientos realizados, sus coherencias y, por lo tanto, surgiría el concepto de “propiedades periódicas” y “ordenamiento periódico”. Cada grupo comprendería en qué consistieron las otras alternativas que no hubieran tenido en cuenta el ordenamiento periódico. Se discutiría, a partir del trabajo realizado por cada grupo, posibles ordenamientos en

tableros vs. ordenamientos que permiten descubrir propiedades periódicas. Es decir, debía llegarse por consenso a un óptimo ordenamiento periódico, con las consecuencias previsibles de rango de las variables de cada columna (datos de la producción por hectárea o tipo de manzana), o tendencias en cada fila (creciente o decreciente de las características “emprendedor y ecologista”)

El rol del docente sería ayudar a percibir las relaciones existentes en el tablero de cada grupo y garantizar la socialización entre los procedimientos. El tiempo estimado sería 40 minutos.

iii- Resultados

De todos los tableros organizados por los grupos de estudiantes, surgieron dos tableros que mostraban propiedades periódicas, pero distintos del “óptimo” (tablero 4, en figura 6). La puesta en común demandó 50 minutos. Cada grupo de estudiantes describió el tablero formado desde su lugar de trabajo, ya que hubo cierta resistencia a pasar al frente; algunos simplemente leyeron las respuestas a las preguntas. Hubo estudiantes que hablaron en voz muy baja y por momento fue difícil seguir el relato, además se escuchaban las voces de otros estudiantes hablar al mismo tiempo.

La investigadora grabó estos momentos y recogió los siguientes aspectos de las discusiones:

- Hubo selección de los integrantes de grupo que realizarían tareas específicas según sus habilidades, por ejemplo cuál de ellos defendería el tablero, quién era el más prolijo para escribir las preguntas, es decir que en los grupos hubo roles diferentes.
- Discutieron sobre qué era “fila” y qué “columna”.
- Comprendieron las explicaciones, las dudas y las resoluciones de los otros grupos, ya que por ejemplo manifestaron: *“Nuestro tablero fue parecido al de los chicos de recién”*.
- Eligieron variables para ordenar, y además observaron derivaciones de ese ordenamiento que permitieron hacer generalizaciones sobre otras “propiedades”; por

- ejemplo, dedujeron *“los productores más grandes eran más emprendedores y menos ecologistas”*.
- Pusieron en evidencia la discusión sobre qué es variable que organiza y qué deducciones secundarias se lograron hacer sobre otras variables: *“color en cada fila. Las otras variables no las miramos”*.
 - Si bien algunos estudiantes declararon que *“la producción por columna va aumentando hacia abajo. Cuando empieza una nueva columna la producción también aumenta, al ordenar de esa manera”*, no surgió de los estudiantes la palabra periodicidad, ni aún los que pensaron “en Química” lo consideraron. Resultó, por lo tanto, una clara dificultad la aparición del término “propiedad periódica”, aunque el concepto ya lo estaban construyendo. Evidentemente, el concepto y el término de “propiedad periódica” o “periodicidad” no es intuitivo y debe ser enseñado- aprendido.
 - No les fue fácil comunicar ni defender su tarea; sentían vergüenza de pasar o dificultades de expresión. Justamente, los momentos de puesta en común ponen de manifiesto habilidades de comunicación y la necesidad de expresarse con vocabulario específico.
 - El grupo 8 corrigió su descripción del tablero durante la puesta común, poniendo en evidencia que pudo revisar el análisis realizado en primera instancia, y esto le permitió hacer una buena defensa. Su tablero fue uno de los elegidos por sus compañeros como el más ordenado de la clase y por ende, el más conveniente para jugar al solitario. Estos estudiantes se dieron cuenta de que su respuesta inicialmente basada en la intuición y la casualidad, fue luego valorada desde elementos y argumentos más racionales; tomaron conciencia de su propio aprendizaje durante la puesta en común y esto fue un verdadero logro de la propuesta.
 - Los estudiantes manifestaron que el ordenamiento más conveniente sería *“aquel en el que cada tarjeta tiene su lugar propio”*; *“el que permite jugar al solitario”*; *“el que tiene un ordenado en forma armoniosa las tarjetas por sus características producción, variedad de manzana, emprendedor y ecologista”*.

A.3.3.3- Actividad 3: Conceptualización sobre los conceptos de la analogía.

Una vez realizada la puesta en común se llegó a consenso sobre cuáles características debería exhibir un tablero óptimo. Se repartió, entonces, una fotocopia con ese tablero y una nueva consigna.

i- Consigna para la Actividad 3

En la figura 3.11 se muestra la consigna de la Actividad 3.

Se entregará a cada equipo un tablero que se considera “óptimo” para el juego. Para este tablero, contesten las siguientes preguntas:

i- qué criterio o característica se ha tenido en cuenta para el ordenamiento

ii- ¿Cómo se relacionan las características de las tarjetas en una misma fila?

iii- ¿Cómo se relacionan las características de las tarjetas en una columna?

iv- ¿Por qué se consideró un tablero “óptimo” del juego de solitario?












































































































<p>J</p> <p>Juan</p> <p>700</p> <p>Verde </p> <p>Ecologista  </p> <p>Emprendedor  </p>	<p>Gu</p> <p>Gustavo</p> <p>720</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Ecologista   </p> <p>Emprendedor </p>	<p>A</p> <p>Andrés</p> <p>800</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Ecologista   </p> <p>Emprendedor  </p>	<p>B</p> <p>Bernardo</p> <p>850</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Ecologista    </p> <p>Emprendedor   </p>	<p>M</p> <p>Mario</p> <p>910</p> <p>Rojo </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor </p>
<p>Ri</p> <p>Ricardo</p> <p>1000</p> <p>Verde </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor   </p>	<p>Al</p> <p>Alberto</p> <p>1030</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Ecologista  </p> <p>Emprendedor  </p>	<p>S</p> <p>Sebastián</p> <p>1050</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Ecologista   </p> <p>Emprendedor </p>	<p>R</p> <p>Raúl</p> <p>1160</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Ecologista    </p> <p>Emprendedor </p>	<p>D</p> <p>Darío</p> <p>1290</p> <p>Rojo </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor </p>
<p>O</p> <p>Oscar</p> <p>2000</p> <p>Verde </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor    </p>	<p>G</p> <p>Germán</p> <p>2020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor   </p>	<p>Di</p> <p>Diego</p> <p>2150</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Ecologista   </p> <p>Emprendedor  </p>	<p>Ad</p> <p>Adrián</p> <p>2260</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Ecologista    </p> <p>Emprendedor </p>	<p>Se</p> <p>Sergio</p> <p>2480</p> <p>Rojo </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor </p>
<p>C</p> <p>Carlos</p> <p>3005</p> <p>Verde </p> <p>Ecologista  </p> <p>Emprendedor     </p>	<p>T</p> <p>Tomás</p> <p>3020</p> <p>Verde con vetas rojas </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor    </p>	<p>F</p> <p>Fernando</p> <p>3130</p> <p>Amarillo-anaranjado </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor    </p>	<p>Bl</p> <p>Blas</p> <p>3160</p> <p>Rojo-anaranjado </p> <p>Ecologista    </p> <p>Emprendedor  </p>	<p>Fe</p> <p>Fernán</p> <p>3385</p> <p>Rojo </p> <p>Ecologista </p> <p>Emprendedor </p>

Figura 3.11: La consigna de la actividad 3(arriba) y el tablero “óptimo” (abajo). Raúl y Fernando corresponden a los nombres ficticios de dos productores nuevos que se correspondientes a las tarjetas blancas, y cuyas propiedades pudieron ser predichas.

ii- Fundamentos didácticos

El tablero es el caso del ejemplo 4 (figura 6), que ya fue analizado oportunamente.

Dado que cada grupo debía reconsiderar lo hecho en función del nuevo tablero entregado, cabía dar un tiempo para que cada estudiante tomara conciencia sobre las diferencias entre lo hecho y las variables de esta tabla entregada y sobre cuáles eran las cualidades de este tablero para ser óptimo.

El hecho de incluir dos nuevos productores totalmente identificados con sus nombres y cuyas propiedades habían sido predichas (los comodines) sería la analogía de cómo históricamente se predijeron propiedades de elementos aún no descubiertos, que luego, efectivamente, fueron aislados, nombrados, identificadas sus propiedades y ubicados en los lugares que habían sido predichos en la TPE.

La Actividad 3 constituiría el momento de conceptualización de la analogía en el marco del MDA, es decir, se explicitan los conceptos principales de la analogía. Estos conceptos ya construidos en la mente de los estudiantes constituyen los *conceptos sostén auxiliares*, pues funcionarían dentro del Modelo de Aprendizaje Conciente Sustentable (Galagovsky, 2004a,b) como “conceptos-nexo” entre lo ya aprendido y la nueva información –científica- que deberá ser procesada por cada estudiante en las siguientes actividades didácticas (ver sección 2, capítulo 1). El tiempo estimado para la actividad sería 30 minutos.

iii- Resultados

La docente distribuyó a cada estudiante una fotocopia que presentaba el tablero “óptimo” (figura 11), donde las tarjetas blancas ahora se habían convertido en dos “productores verdaderos”: Raúl y Fernando. Esta asignación se correspondía con una predicción de sus características, aunque sus nombres, evidentemente, fueron arbitrarios. Todos los grupos de estudiantes contestaron las preguntas de la consigna, que fueron registradas y se discutieron, luego, en otra puesta en común. El tiempo de la actividad fue de 20 minutos.

Dentro de la puesta en común la docente hizo hincapié en los conceptos trabajados en el juego, favoreciendo la toma de conciencia en los estudiantes acerca de los conceptos

fundamentales del juego y promoviendo el “despegarse” del momento anecdótico previo de los ejemplos de tableros diversos. Es decir, los estudiantes tendían a centrarse en “quién ganó”, por hacer el “mejor tablero”; sin embargo, el objetivo de la puesta en común era la toma de conciencia sobre los conceptos importantes de la analogía. Por ello, se repartió, al final, una tabla de tres columnas, en cuya columna izquierda estaban plasmados dichos conceptos (ver figura 3.12).

Conceptos del juego del solitario	Concepto científico de 1871	Concepto científico moderno
Conjunto de cartas ordenadas: Tablero del juego		
Nombre de los productores de manzanas		
Abreviatura de los nombres de productores de manzanas		
Característica que presenta una propiedad siempre creciente: producción de manzanas		
Propiedades macroscópicas que se repiten a lo largo de las columnas (no son propiedades periódicas): variedad o tipo de manzanas		
Propiedades que se repiten a lo largo de las filas (son propiedades periódicas) carácter emprendedor y ecologista del productor		
Lugares vacíos: Ejemplos (tarjetas blancas)		

Figura 3.12: Tabla que se repartió como fotocopia a cada estudiante como conclusión del momento de conceptualización de la analogía en situación de MDA. Esta tabla sería completada en las actividades siguientes.

Durante este momento, la investigadora pudo realizar grabaciones, de las cuales surgieron los siguientes comentarios:

- Algunos estudiantes tuvieron inicialmente el prejuicio que era lo mismo que ya habían hecho con su tablero, no le encontraron sentido hasta que se daban cuenta de las diferencias y las razones para mostrar esas diferencias.
- De la puesta en común pudieron concluir que en el tablero óptimo “*cada tarjeta tiene su lugar propio*”.

- Surgieron en algunos estudiantes relaciones anticipadas entre el juego y la TPE: “*los que tienen características neutras serían los gases nobles de la Tabla Periódica*”.
- Si bien muchos estudiantes percibieron que emprendedor y ecologista varían en una fila, el concepto de periodicidad aplicado a la repetición de la tendencia en cada fila no había sido comprendido. Esta comprensión requirió instancias de repregunta de la docente hasta que se pudo definir completamente el concepto de ordenamiento periódico y sus implicancias en la construcción del tablero.

A.3.3.4- Actividad 4: Correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en un texto *ad hoc* sobre Tabla Periódica de Mendeleev.

i- Consigna para la Actividad 4

La figura 3.13 muestra la consigna de la actividad 4, que sería de resolución individual.

Lean el texto “Las cartas de Mendeleev” y completen la segunda columna del cuadro con los conceptos científicos de 1871.

Figura 3.13: Consigna de la actividad 4, momento de correlación conceptual entre la analogía y la información científica. El cuadro es el que se presentó en la figura 12.

ii. Fundamentos didácticos

“Las cartas de Mendeleev” es un texto elaborado *ad hoc* que permitiría:

- _ Ser leído en clase, porque es breve.
- _ Establecer relación entre el juego realizado en clase con el problema de resolver el ordenamiento de los Elementos Químicos que tuvo Mendeleev en el siglo XIX.
- _ Extraer los conceptos necesarios para hacer la correlación conceptual con el juego.
- _ Mostrar que la primera Tabla Periódica es una construcción histórica, difícil y perfectible, ya que en esa época el conocimiento científico-tecnológico era escaso.
- _ Retomar ejemplos de propiedades de los elementos dados en las primeras clases del curso (densidad, color, punto de fusión) e introducir otros (valencia, peso atómico).

_ Definir propiedades periódicas y distinguirlas de las no periódicas.

Luego se realizaría una puesta en común de los cuadros logrados. Esta actividad constituye el momento del MDA donde se procesaría la información científica encontrándole significado y comprensión por comparación de sus elementos con significados aprendidos a partir del juego. El tiempo estipulado sería 40 minutos.

iii- Resultados

Se entregó a cada estudiante el texto “Las cartas de Mendeleev” (ver anexo II). La docente explicó acerca de qué trataba la lectura, y cuál era la actividad que realizarían en forma individual. Luego distribuyó el texto, comenzaron a leer y completaron la segunda columna del cuadro de correlación. Transcurridas las tres horas de clase se dio por finalizada la actividad que continuaría en la clase siguiente.

En la segunda clase se presentaron cuatro estudiantes nuevos. La docente recuperó el relato de las actividades realizadas en la última clase y se hizo la puesta en común sobre el llenado de la segunda columna del cuadro de correlación conceptual con los conceptos de propuestos por Mendeleev en 1871.

La tabla N°3.3 muestra las respuestas obtenidas. La actividad 4 demandó 40 minutos.

La puesta en común se registró mediante grabación; este dispositivo permitió detectar las siguientes cuestiones:

- Un estudiante que manifestó que el texto no era fácil de entender para alguien que no tuvo química antes, porque tiene vocabulario específico, por ejemplo el término “valencia”.
- Algunos estudiantes nombraban conceptos modernos, tales como Número atómico, configuración electrónica e intentaban insertarlos en el discurso, aunque no se correspondían con el relato histórico de los conocimientos accesibles hacia 1870.
- Algunos estudiantes no usaron información del texto y trataban de contestar con ideas previas.
- Algunos estudiantes confundieron propiedades intensivas con propiedades periódicas.

A.3.3.5- Actividad 5: Nueva correspondencia entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos presentados en otro texto *ad hoc* sobre las propiedades periódicas subatómicas de los átomos de los elementos químicos que permitieron la organización de la actual Tabla Periódica (desde el siglo XX).

i- Consigna de la Actividad 5

En la figura 3.14 se muestra la consigna de la Actividad 5.

Lean el texto “La Tabla Periódica de los Elementos” y completen la tercera columna del cuadro con los conceptos científicos modernos

Figura 3.14: Consigna de la actividad 5 que se proporcionaría a los estudiantes. Se corresponde con un nuevo momento de correlación conceptual dentro del marco del MDA

ii- Fundamentos didácticos

El texto *ad hoc* “La Tabla Periódica de los Elementos” posibilitaría:

- _ Ser leído en clase, porque es breve.
- _ Reconocer por qué cambió el ordenamiento de la Tabla Periódica durante el siglo XX.
- _ Introducir nuevos conceptos sobre los átomos: las partículas subatómicas, número atómico; número de oxidación.
- _ Introducir nuevos conceptos de Tabla Periódica: grupo, período; clasificación en metales, no metales, gases nobles, lantánidos y actínidos.
- _ Introducir nuevas propiedades periódicas: radio atómico, electronegatividad, energía de ionización.
- _ Extraer los conceptos necesarios para hacer la correlación conceptual con el juego.
- _ Tomar conocimiento de la existencia de muchos formatos de Tablas Periódicas.

Posteriormente se realizaría un cierre de actividades con la socialización y las aclaraciones pertinentes del docente, que constituiría el momento de metacognición del MDA. Tiempo estimado de la Actividad 5 y el cierre sería 50 minutos.

iii- Resultados

Los estudiantes leyeron un nuevo texto que les fue entregado “La Tabla Periódica de los Elementos” (ver anexo II). Cada uno completó la tercera columna del cuadro de correlación conceptual y se realizó la correspondiente puesta en común. Al finalizar la clase se les entregó la Tabla N° 3.3 con las correspondencias correctas (una fotocopia a cada uno) para que cada estudiante pudiera comparar con su propia respuesta, durante la puesta en común.

Conceptos juego del solitario	Concepto Científico de 1871 (respuestas de alumnos)	Concepto Científico Moderno (respuestas de alumnos)
Conjunto de cartas ordenadas: Tablero del juego	<i>Conjunto de elementos ordenados, Tabla Periódica,</i>	<i>Conjunto de elementos ordenados por Z, Tabla Periódica Moderna, Tabla periódica (existe más de una)</i>
Nombre de los productores de manzanas	<i>Nombre de elementos químicos,</i>	<i>Nombre de elementos químicos,</i>
Abreviatura de los nombres de productores de manzanas	<i>Símbolos químicos de los elementos</i>	<i>Símbolos químicos de los elementos</i>
Característica que presenta una propiedad siempre creciente: producción de manzanas	<i>Peso atómico, N° atómico,</i>	<i>Z, N° atómico, N° de protones</i>
Propiedades macroscópicas que se repiten a lo largo de las columnas (no son propiedades periódicas): variedad o tipo de manzanas	<i>Color, dureza, solubilidad, prop. Qcas, prop físicas</i>	<i>Grupo, N° oxidación, color, dureza, solubilidad, “no metales, metales, metaloides, gases nobles”, radio atómico, fórmula de óxido</i>
Propiedades que se repiten a lo largo de las filas (son propiedades periódicas) carácter emprendedor y ecologista del productor	<i>Valencia, punto de fusión, punto de ebullición, densidad</i>	<i>Punto de fusión y ebullición, electronegatividad, densidad, radio atómico, propiedades químicas, energía de ionización, valencia, apariencia</i>
Lugares vacíos: Ejemplos (tarjetas blancas)	<i>Elementos aún no descubiertos predijo características, espacio para los elementos</i>	<i>peso atómico y Z, lantánidos y actínidos (hueco aunque tiene Z definido), no hay cartas faltantes pero sí sus características, elementos que están siendo estudiados y otros por descubrir, espacio para los elementos</i>

Tabla N° 3.3: Correlaciones conceptuales realizadas por los estudiantes. En la segunda columna, los conceptos de Tabla de 1871 y en la tercera columna, los conceptos de Tabla Periódica moderna.

Si bien durante la puesta en común todos los estudiantes pudieron tomar conciencia sobre las diferencias conceptuales entre el ordenamiento de 1871 y el moderno -del siglo XX-, y pudieron corregir su tabla, resultaba interesante analizar cuáles pudieron haber sido las diferencias con lo hecho previamente por cada estudiante en su tarea individual. La investigadora recolectó 38 cuadros de correlación hechos por los estudiantes presentes en la segunda clase del tema. Del análisis de estos cuadros, se evidenciaron las dificultades:

- _ 11 estudiantes no encontraron diferencias entre las propiedades de 1871 y las modernas; por ejemplo escribieron en ambas columnas el punto de ebullición y la densidad como propiedades periódicas, sin tener en cuenta las propiedades descriptas en el siglo XX.
 - _ 9 estudiantes incorporaron pocos conceptos nuevos respecto de 1871; por ejemplo escribieron radio atómico y electronegatividad, pero el texto describe más propiedades.
 - _ 4 estudiantes consideraron que la valencia es una propiedad periódica de 1871 y el N° de oxidación es una propiedad no periódica; estas propiedades están relacionadas entre sí y son propiedades de grupo, no son periódicas.
 - _ 1 estudiante consideró a la densidad, punto de fusión y ebullición como propiedades químicas, en vez de propiedades físicas.
 - _ 1 estudiante consideró los términos “grupo” y “período” como conceptos modernos;
 - _ 1 estudiante sostuvo que el radio atómico y la fórmula del óxido son propiedades macroscópicas que se repiten en una columna; pero el radio atómico es una propiedad subatómica que es periódica y la fórmula del óxido es característica de grupo.
 - _ 1 estudiante consideró el N° atómico como concepto de 1871.
- La puesta en común se registró mediante grabación; este dispositivo permitió detectar las siguientes cuestiones:
- _ Algunos estudiantes conocieron por primera vez la existencia de muchos formatos de TPE.

- _ Algunos estudiantes tendían a contestar con la Tabla Periódica que habían llevado a la clase, en lugar de utilizar los conceptos contextualizados históricamente presentes en los dos textos entregados.
- _ Algunos estudiantes expresaron que habían comprendido que la Tabla Periódica actual resultó de avances científicos y tecnológicos a lo largo de al menos un siglo.
- _ Algunos estudiantes expresaron que ahora reconocían que la Tabla Periódica actual tiene imperfecciones la ubicación del Hidrógeno y de lantánidos y actínidos.

A.3.4- Conclusiones parciales

Haber enmarcado la actividad lúdica dentro del trabajo con analogías del MDA cumplió el objetivo de motivación de los estudiantes, evidenciado por el grado de compromiso desplegado en las actividades. Algún grupo de estudiantes tomaron con poca seriedad el tema, posiblemente debido a que ya habían visto el tema en instancias educativas previas; sin embargo estos estudiantes no habían comprendido el concepto de periodicidad.

Por otra parte, la planificación logró que los estudiantes desarrollaran competencias académicas tales como las discusiones grupales para la resolución de un problema abierto, como era el armado del tablero; la comunicación y defensa de su resolución; la comprensión de otras formas de resolución posibles; leer textos con vocabulario específico y procesar la información científica previo análisis de los conceptos sostén auxiliares de la analogía. Es por esto que no coincidimos con Mariscal y Jimenez (2011), consideramos que en nuestro caso, los estudiantes alcanzaron aprendizajes más profundos. Cada puesta en común fue útil para que los estudiantes tomen conciencia del propio proceso de aprendizaje-metacognición.

A.3.5- ANEXOS

I- Consignas para el estudiante

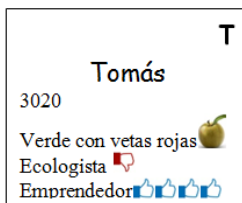
JUEGO DEL SOLITARIO “CADA UNO EN SU LUGAR”

El juego de solitario “cada uno en su lugar” se realiza con naipes españoles y consiste en armar un tablero final de 4 filas de naipes cuyos números se distribuyen del 1 al 12 y cada fila corresponde a un palo diferente (como muestra la imagen). Este sería el mejor ordenamiento



ACTIVIDAD 1

Cada equipo de 4-5 integrantes recibirá 18 tarjetas con las que construirán un posible tablero final para el juego del solitario. Las tarjetas que recibirá cada equipo corresponden a productores de manzanas, por lo que el juego que construirán ustedes se denominará “cada productor en su lugar”. Los datos de cada tarjeta son:



T: inicial del nombre del productor de manzanas
Tomás: Nombre del productor de manzanas
3020: es la producción: cantidad de manzanas producidas/ hectárea
Verde con vetas rojas 🍏: variedad o tipo de manzana
Ecologista y emprendedor: características del productor (los pulgares hacia abajo y arriba representan disminución y aumento de la característica, respectivamente)

La consigna es ordenar todas las tarjetas de la mejor manera según sus características, disponiéndolas en un tablero para constatar si es posible jugar a un solitario con ellas.

ACTIVIDAD 2

Cada equipo contestará por escrito las siguientes preguntas acerca del tablero formado:

- i-** ¿Qué característica tuvieron en cuenta para realizar el ordenamiento?
 - ii-** ¿Cómo se relacionan las tarjetas que están en línea horizontal, es decir, cómo formaron las filas?
 - iii-** ¿Cómo se relacionan las tarjetas que están en línea vertical, es decir cómo formaron las columnas?
 - iv-** según este tablero, dónde ubicaron las tarjetas blancas y qué características tendrían.
- Al finalizar, cada equipo describirá y defenderá su tablero ante los compañeros.

ACTIVIDAD 3

Se entregará a cada equipo un tablero que se considera “óptimo” para el juego. Para este tablero, contesten las siguientes preguntas:

- i-** qué criterio o característica tuvo en cuenta para el ordenamiento
- ii-** ¿Cómo se relacionan las características de las tarjetas en una misma fila?
- iii-** ¿Cómo se relacionan las características de las tarjetas en una columna?
- iv-** ¿Por qué se consideró un tablero “óptimo” del juego de solitario?

ACTIVIDAD 4

Lean el texto “Las cartas de Mendeleev” y completen la segunda columna del cuadro con los conceptos científicos de 1871.

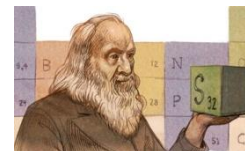
_ACTIVIDAD 5

Lean el texto “La Tabla Periódica de los Elementos” y completen la tercera columna del cuadro relacionando los conceptos anteriores con los conceptos científicos modernos.

Conceptos juego del solitario	Concepto Científico de 1871	Concepto Científico Moderno
Conjunto de cartas ordenadas: Tablero del juego		
Nombre de los productores de manzanas		
Abreviatura de los nombres de productores de manzanas		
Característica que presenta una propiedad siempre creciente: producción de manzanas		
Propiedades macroscópicas que se repiten a lo largo de las columnas (no son propiedades periódicas): variedad o tipo de manzanas		
Propiedades que se repiten a lo largo de las filas (son propiedades periódicas) carácter emprendedor y carácter ecologista del productor		
Lugares vacíos: Ejemplos (cartas faltantes y sus características)		

II-Selección de textos ad hoc

I- Las cartas de Mendeleev



Las cartas de Mendeleev

Las sustancias están constituidas por elementos químicos. En la actualidad los elementos se encuentran organizados en “La tabla periódica de los elementos”. ¿Cómo se realizó ese ordenamiento sistemático? ¿Qué criterios se tuvieron en cuenta para la ubicación de cada elemento químico en un lugar determinado? Estos y otros interrogantes son los que pretendemos abordar.

Algunos elementos se conocen desde tiempos inmemorables, como el oro y la plata, que se encuentran al estado nativo y son fáciles de extraer. La conquista tecnológica de otros elementos se ha utilizado para demarcar hitos en la evolución de la humanidad, como el paso de la edad de piedra a la del cobre (5000-3000 AC), del bronce (3000-1500 AC) y del hierro (1500-500 AC). Durante la Edad Media se descubrieron arsénico, antimonio y bismuto.

Los químicos del siglo XIX habían acumulado conocimiento en cuanto a propiedades físicas de algunos elementos, tales como densidad, color, dureza, forma de los cristales, peso atómico, solubilidad, punto de fusión, punto de ebullición, así como también algunas características químicas, por ejemplo la valencia, propiedad relacionada con la capacidad de combinación de los elementos químicos. Los investigadores comenzaron a observar semejanzas entre las propiedades de los elementos y se abocaron a analizar si existían relaciones o patrones de las propiedades que permitieran ordenar a los elementos químicos. El trabajo era más complicado que armar un rompecabezas, ya que se desconocía si tenían todas las piezas. Hubo varios intentos sin éxito.

Fue el científico ruso Dimitri Mendeleev quien hizo aportes relevantes; habiendo recopilado información de los 63 elementos conocidos, observó que la capacidad de combinación de los elementos (valencia), en el caso de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) y de los metales alcalinos era 1, (Litio, sodio y potasio) y de los metales alcalinos térreos (berilio, magnesio, calcio) era 2. Le resultaba difícil clasificar metales con varias valencias, como cobre y mercurio (Cu y Hg).

Habituado a jugar al solitario con los naipes y en sus largos viajes estableció una conexión entre su juego favorito y su problema de clasificación química.

Se le ocurrió escribir tarjetas individuales con los datos de los elementos: nombre, símbolo químico, peso atómico, propiedades químicas y físicas. Acomodó las tarjetas sobre la mesa y luego de varios intentos ordenó a los elementos por peso atómico creciente y los distribuyó en forma de tabla, es decir, los elementos quedaban debajo o al lado de otro elemento con ciertas características que se repetían o que tenían alguna relación entre sí.



Esa primer tabla fue revisada y presentada por Mendeleev en 1871; tenía ocho columnas, en las que los elementos, ubicados uno debajo de otro, compartían propiedades macroscópicas (características que se ven a simple vista) similares como color, dureza, solubilidad y

propiedades químicas; por ejemplo, cada elemento del grupo II, Berilio (Be), Magnesio (Mg) y Calcio (Ca), se combinaba en relación 1 a 1 con oxígeno (O) formando un compuesto de fórmula RO. (figura 1) Llamó a cada columna “familia de elementos”. A su vez, en cada fila de la tabla, los elementos ubicados uno al lado de otro tenían la particularidad que algunas propiedades como la densidad, punto de fusión y ebullición aumentaban o disminuían en forma gradual y esta tendencia se repetía en las demás filas, por eso se las llamó “propiedades periódicas de los elementos”.

	Grupo I R ₂ O	Grupo II RO	Grupo III R ₂ O ₃	Grupo IV RO ₂	Grupo V R ₂ O ₅	Grupo VI RO ₃	Grupo VII R ₂ O ₇	Grupo VIII RO ₄
1	H= 1							
2	Li= 7	Be= 9,4	B= 11	C= 12	N= 14	O= 16	F= 19	
3	Na= 23	Mg= 24	Al= 27,3	Si= 28	P= 31	S= 32	Cl= 35,5	
4	K= 39	Ca= 40	?= 44	Ti= 48	V= 51	Cr= 52	Mn= 55	Fe= 56, Co= 59, Ni= 59, Cu= 63
5	(Cu= 63)	Zn= 65	?= 68	?= 72	As= 75	Sc= 78	Br= 80	
6	Rb= 85	Sr= 87	?Yt= 88	Zr= 90	Nb= 94	Mo= 96	?= 100	Ru= 104, Rh= 104 Pd= 106, Ag= 108
7	(Ag= 108)	Cd= 112	In= 113	Sm= 118	Sb= 122	Te= 125	I= 127	
8	Cs= 133	Ba= 137	?Di= 138	?Ce= 140	-	-	-	----
9	(-)	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er= 178	?La= 180	Ta= 182	W= 184	-	Os= 195, Ir= 197, Pt= 198, Au= 199
11	(Au= 199)	Hg= 200	Tl= 204	Pb= 207	Bi= 208	-	-	
12	-	-	-	Th= 231	-	U= 240	-	----

Figura 1: Tabla periódica de Mendeleev de 1871. Se observan columnas con los grupos del I al VIII, cada una encabezada por la fórmula prevista para el óxido. Las letras dentro de la tabla representan el símbolo químico del elemento y el número es el peso atómico

Algunos elementos debió cambiarlos de lugar para que coincidieran con las propiedades químicas de los elementos de la columna; por lo que dejó lugares vacíos. Supuso que los lugares vacíos serían ocupados por elementos aún no descubiertos y predijo las características que tendrían. Predijo un elemento de peso atómico 68, que se situaría debajo de aluminio (Al) y lo llamó eka-aluminio; llamó eka-boro, de peso atómico supuesto 44, en la misma columna del boro (B) y eka-silicio de peso atómico 72, que debía ubicarse debajo del silicio (Si). En la figura 2 se muestran los datos de los elementos predichos y los hallados varios años después.

El trabajo de Mendeleev resultó en la ley Periódica: “cuando los elementos se ordenan en forma creciente de sus pesos atómicos, algunos conjuntos de propiedades se repiten periódicamente”.

propiedad	Predicho(1871)	Hallado(1875)	Predicho(1871)	Hallado(1879)	Predicho(1871)	Hallado(1886)
	Eka-aluminio	Galio (Ga)	eka-boro	Escandio(Sc)	eka-silicio	Germanio(Ge)
Peso atómico	68	69,9	44	44,95	72	72,59
Punto de fusión	bajo	29,8°C	No volátil	1539 °C	alto	958°C
apariciencia	---	---	duro	duro	Metal gris oscuro	Metal gris oscuro
Fórmula del óxido	Ea ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	Ea ₂ O ₃	Sc ₂ O ₃	EaO ₂	GeO ₂
Densidad y otra propiedad del óxido	5,5. Soluble en ácidos y álcalis	5,88. Soluble en ácidos y álcalis	3.5. No volátil	3,86. Punto de fusión 2300°C	4,7. Alto punto de fusión	4,7. Punto de fusión 1100°C

Figura 2: Algunas predicciones de Mendeleev. En 1871 dejó 37 espacios vacíos en su tabla y anticipó 9 elementos entonces desconocidos. Aquí se muestran los supuestosl eka-Aluminio, eka-boro y eka-silicio y los elementos reales hallados posteriormente.

El científico resolvió el problema de clasificación química contando con apenas más de la mitad de sus cartas. La tabla podía ser usada para predecir el comportamiento de un elemento determinado con sólo observar qué posición ocupaba.

Es importante entender que Mendeleev basó su trabajo en las propiedades macroscópicas de los elementos; por ese entonces había escasa información sobre la naturaleza de la materia, sólo se sabía que la materia estaba formada por unidades indivisibles llamadas átomos (Teoría de Dalton, 1808). Se necesitaron muchos años más para profundizar el conocimiento sobre los átomos; además se encontraron y sintetizaron elementos químicos. Con la nueva información, surgieron conceptos que dieron lugar a la tabla periódica actual... ¿la definitiva?

II- La tabla periódica de los elementos.

La Tabla Periódica de los elementos

Desde la clasificación de los elementos químicos en 1871, se generaron nuevos descubrimientos científicos que demostraron que el átomo es mucho más complejo que lo imaginado por Dalton; a partir de estos hallazgos se desarrolló la Química Moderna. A principios del siglo XX, la electroquímica, la radiactividad y la espectroscopía revelaron que el átomo no es un constituyente indivisible de la materia sino que está formado por subpartículas: protones, neutrones y electrones. Se encontró que los elementos químicos se caracterizan por la cantidad de protones que hay en su núcleo (número atómico, Z), a partir de este hallazgo Moseley en 1913 construyó una tabla periódica de los elementos por orden creciente de número atómico (Z) de manera tal que los elementos con propiedades análogas quedaron en una columna (grupo) y en las filas horizontales (períodos) otras propiedades de los elementos aumentaban o disminuían. Este ordenamiento continúa en la actualidad.

La ley periódica moderna establece que las propiedades de los elementos varían de manera sistemática con el Z . Un modelo de tabla periódica moderna se muestra en la figura 1:



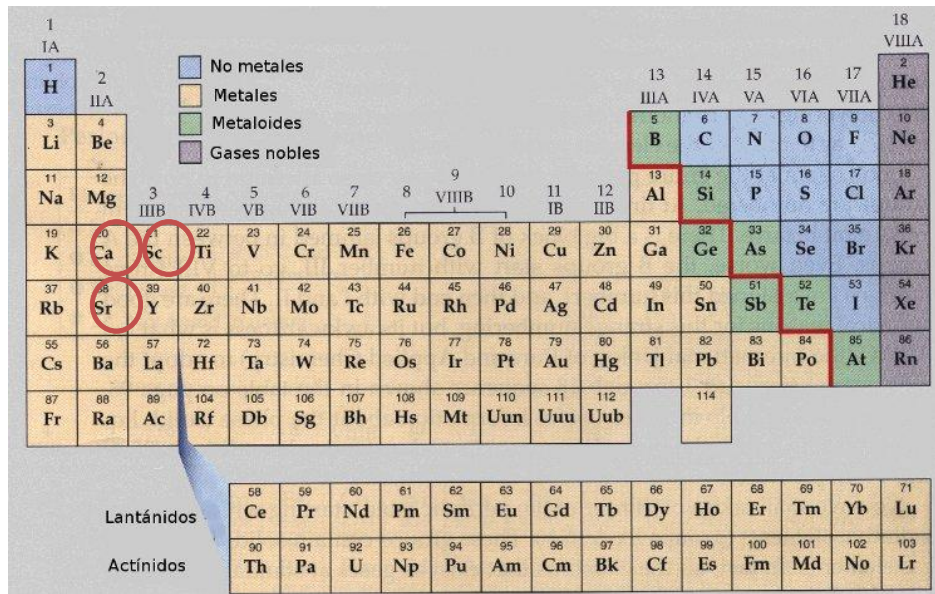


Figura 1: Modelo de tabla periódica actual. Se observan 18 grupos; Los elementos del grupo A se llaman representativos y los del B, de transición; estas denominaciones se relacionan con la configuración de sus electrones. Se indican con diferentes colores los metales, metaloides, no metales y gases nobles. Lantánidos y actínidos son elementos de transición interna y no pertenecen a ningún grupo. Se muestran con letras los símbolos de cada elemento y el N° es el respectivo Z

Un ejemplo de las relaciones entre elementos es el caso de potasio (K), calcio (Ca) y rubidio (Rb) (marcados en la figura con un círculo); K y Ca se encuentran uno al lado del otro y tienen un protón

Z	19	39,098	20	40,08
Pto. Ebul.	780	1	1440	2
Pto. fusión	63,7	0,86	838	1,55
	[Ar]4s ¹	K	[Ar]4s ²	Ca
		Potasio		Calcio
	37	85,47		
	688	38,9		
		1,53		
	[Kr]5s ¹	Rb		
		Rubidio		

de diferencia; Ca tiene punto de fusión y de ebullición más alto que K. El punto de ebullición y fusión del próximo elemento, escandio (Sc), son mucho más altos todavía, y esta tendencia continúa a lo largo de la fila hasta que empieza a disminuir. Este “patrón” se repite en la fila de abajo, pero con valores distintos. Se dice entonces que el punto de fusión y ebullición son “propiedades periódicas” de los elementos porque respetan siempre un patrón en su variación a lo largo de una fila. El rubidio, que está por debajo de potasio tiene 18 protones más, sin embargo ambos elementos tienen características similares: son metales blandos, de aspecto blanco-plateado, se oxidan fácilmente en el aire, poseen N° de oxidación (+1), por eso pertenecen a una misma familia de elementos (grupos).

Según el modelo de tabla periódica de la figura 1, los elementos se agrupan en 18 columnas. Los elementos del grupo I A pertenecen a la familia de los metales alcalinos y los del IIA son metales alcalino-térreos, se caracterizan por ser muy reactivos con ácidos (especialmente los primeros) y reaccionar con agua liberando hidrógeno; el número de oxidación (característica relacionada con la posibilidad de combinarse con otro elemento) es +1 en los alcalinos y +2 en los alcalino-térreos. En el centro de la tabla se encuentran los metales de transición, al igual que otros metales son sólidos a excepción del mercurio (Hg); se caracterizan por tener más de un N° de oxidación, aunque siempre con signo +. Los no metales, indicados en la figura con color celeste, están ubicados en la zona derecha de la tabla; tienen la característica de no conducir la

corriente eléctrica y ser gaseosos, aunque hay excepciones. Tienen más de un número de oxidación, pudiendo ser negativos y positivos, según con qué elemento se combinen. El límite entre metales y no metales tiene forma escalonada, desciende desde el boro (B) al astato (At). En las proximidades de la escalera se encuentran los metaloides (B, Si, Ge, As, Sb, Te y At), con la apariencia de un metal pero propiedades de no metal. El último grupo a la izquierda de la tabla es el de los gases nobles, llamados así porque son muy poco reactivos.

Esta tabla no tiene un lugar adecuado para el Hidrógeno (H), ya que es un no metal que se encuentra ubicado entre los metales. Otra dificultad es la disposición de los elementos lantánidos y actínidos, elementos que tienen características similares, en filas separadas, pero siguen en orden al grupo IIIB. Aún así, la disposición por N° de protones creciente logró un ordenamiento superior al hallado por Mendeleev.

Los avances en el conocimiento de la estructura atómica, permitieron encontrar otras propiedades de los elementos que se sumaron a las ya conocidas: el radio atómico, la electronegatividad y la energía de ionización.

El radio atómico tiene relación con el tamaño del átomo; la electronegatividad es el poder de atracción de un átomo por los electrones de otro átomo y la energía de ionización, es la energía necesaria para arrancar un electrón de un átomo y así formar un ión. En la figura 2 se muestra con flechas en qué sentido aumentan estas propiedades de los elementos químicos según su disposición en la tabla periódica.

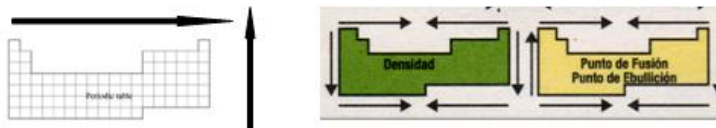


Figura2: A la izquierda, se muestra con flechas el sentido en que aumenta la electronegatividad y la energía de ionización. El radio atómico aumenta en sentido opuesto. A la derecha se muestran en forma separada la variación en la densidad y el punto de fusión y ebullición de los elementos químicos en la tabla periódica.

Actualmente existen más de 100 elementos, pero este número va creciendo porque se sintetizan nuevos elementos químicos que obligan a realizar modificaciones en las tablas existentes.

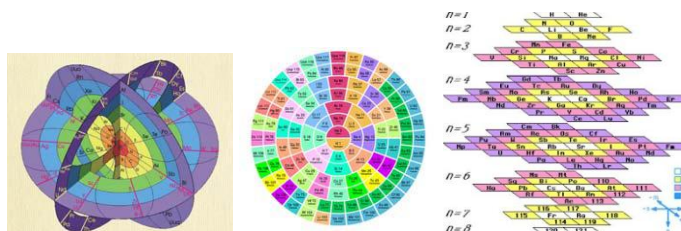
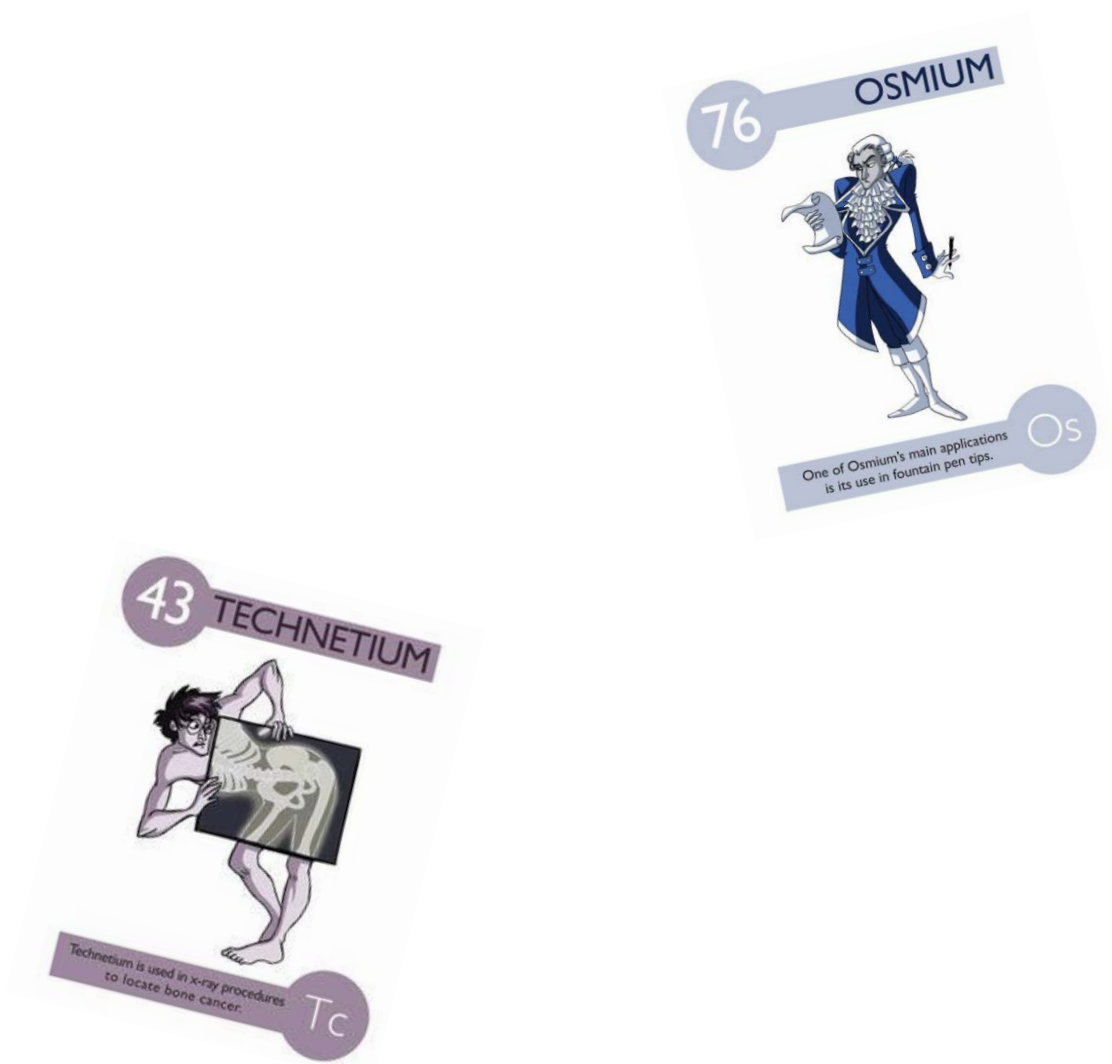


Figura 3: Se muestran tres disposiciones para los elementos químicos

A pesar de que existen tablas de elementos con formas diferentes (ver figura 3) la más utilizada es la que se describió anteriormente

Parte A



Capítulo 4

*Evaluación de la propuesta innovadora
realizada en 2017 sobre Clasificación periódica
de los elementos químicos*

Parte A

CAPÍTULO 4-

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA INNOVADORA REALIZADA EN 2017 SOBRE CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS.

A.4.1- Introducción

Para evaluar las opiniones de los estudiantes sobre la propuesta didáctica innovadora aplicada en 2017 se solicitó responder una encuesta de opinión anónima individual, que se distribuyó al finalizar la secuencia didáctica. Más allá de la evaluación cualitativa realizada por la docente-investigadora, expresada en conclusiones parciales del Capítulo 3, resultaba interesante completar el análisis de la secuencia didáctica desde sus impactos, según los puntos de vista de los estudiantes. Los objetivos planteados en un principio (capítulo1) eran: motivar a los estudiantes por el aprendizaje de Química; favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal; y propiciar el desarrollo de competencias de comprensión y de compromiso con el aprendizaje.

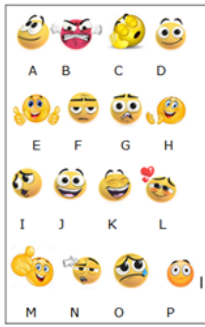
La consigna de la encuesta consistió en seleccionar una palabra y un emoticón -de una lista dada en una fotocopia-, para evaluar cinco categorías referidas a las consignas de la secuencia didáctica, y cuatro categorías respecto de sus propias actitudes durante dicha secuencia; se dejaba un espacio libre para eventuales breves justificaciones optativas. La Figura 4.1 muestra la estructura de la encuesta.

Encuesta anónima. Gracias por tu colaboración!

Buscamos mejorar la asignatura Introducción a la Química. Con la mayor sinceridad posible completá esta encuesta sobre las clases de Tabla Periódica de los Elementos Químicos.

Tené en cuenta la lista de palabras y emoticones identificados con un número y una letra, respectivamente y completá la tabla que se muestra a continuación, seleccionando para cada actividad de la primera columna, el número de palabra y la letra de emoticón, según tu opinión.

Lista de palabras y emoticones, identificados con un número y una letra, respectivamente.

<p>Palabras</p> <p>1- fácil 2- aburrido 3- malísimo 4- entretenido 5- olvidable 6- difícil 7- inentendible 8- feo 9- buenísimo 10- copado 11- interesante 12- intrascendente 13- asombroso 14- complicado 15- enriquecedor 16- extraordinario</p>	<p>Emoticones</p> 
---	---

Actividad	Nº de Palabra	Letra de Emotición	Justificación breve
I-Armaz el tablero del productor de manzanas			
II-Resolver las preguntas sobre el juego del solitario			
III-Exponer tus ideas y opiniones en el equipo. Explicar a tus compañeros el armado del tablero.			
IV-Escuchar los puntos de vista y las explicaciones de tus compañeros			
V-Leer el texto "Las cartas de Mendeleev"			
VI-Leer el texto "La tabla periódica moderna"			
VII-Completar los cuadros con los conocimientos científicos a partir de la lectura de los textos			
VIII-Tu participación en el trabajo grupal			
IX-La participación de tus compañeros de equipo en el trabajo grupal			

Figura 4.1: Estructura completa de la encuesta de opinión solicitada a los estudiantes.

A.4.2- La encuesta a los estudiantes

El cuestionario con emoticones y palabras estuvo basado en el que realizaron Pégola y Galagovsky (2014). Que se pidiera el punto de vista de los estudiantes en dos lenguajes diferentes, palabras y emoticones, permitiría dar mayor grado de precisión al sentido que ellos darían a cada categoría. Los emoticones son parte del lenguaje utilizado en la vida diaria y expresan los sentimientos o estados de ánimo de la persona. Las palabras y los emoticones pudieron ser luego agrupados en positivos, negativos o neutrales, para un mejor análisis de las opiniones de los estudiantes. El listado y su categorización se muestran en la Figura 4.2.

Palabras	Emoticones		NÚMERO DE PALABRA	LETRA DE EMOTICIÓN
1- fácil	A		1-4-9-10-11-13-15-16	A-D-E-H-I-J-K-L-M
2- aburrido	B			
3- malísimo	C			
4- entretenido	D			
5- olvidable	E			
6- difícil	F			
7- inentendible	G			
8- feo	H			
9- buenísimo	I			
10- copado	J			
11- interesante	K			
12- intrascendente	L			
13- asombroso	M			
14- complicado	N			
15- enriquecedor	O			
16- extraordinario	P			

Figura 4.2: A la izquierda, palabras y emoticones que seleccionarían los estudiantes para evaluar sus opiniones. A la derecha, la clasificación según la connotación positiva, neutral o negativa, asignada posteriormente por la investigadora.

Si bien las palabras resultan evidentes para esta clasificación en positivas, negativas o neutrales, la opción de categorizar a los emoticones puede ser más ambigua y subjetiva. Por ejemplo, desde la anticipación, se consideraban emoticones negativos el F (leído como no empático) y el N (leído como una dificultad insuperable).

Como se mostró en la Figura 4.1, los estudiantes debían establecer una palabra y un emoticón de una lista dada con categorías que respondían, por un lado, a las consignas principales de las Actividades 1-5 detalladas en el Capítulo precedente:

- I-Armar el tablero del juego “Cada productor en su lugar”;
- II-Responder las preguntas sobre el tablero;

V-Leer “Las cartas de Mendeleev”;

VI-Leer “La Tabla Periódica de los elementos”;

VII-Completar los cuadros de correlación conceptual que relacionó el juego con los conceptos científicos de la Tabla Periódica de 1871 y con los conceptos de Tabla Periódica modernos.

Por otro lado, la encuesta (figura 4.1) pedía seleccionar una palabra y un emoticón acerca de las vivencias y actitudes, relacionadas con la participación de cada estudiante, en cuatro categorías:

III- Exponer tus ideas y opiniones en el equipo. Explicar a tus compañeros el armado del tablero;

IV- Escuchar los puntos de vista y las explicaciones de tus compañeros;

VIII- Tu participación en el trabajo grupal, y

IX- La participación de los compañeros de equipo en el trabajo grupal.

Es decir, las categorías de la encuesta respondían a evaluar dos aspectos de la innovación didáctica: por un lado, “actividades” –referidas a las consignas de la propuesta didáctica-, y “actitudes” –referidas al propio desempeño-.

A.4.3- Resultados

Se recolectaron 36 encuestas –los alumnos presentes en la 2da clase- al finalizar la secuencia didáctica. Si bien la muestra es menor a 100, se presentan los resultados como porcentajes para facilitar la comparación.

- *Resultados respecto de las “actividades”*

La figura 4.3 muestra los porcentajes sobre la cantidad de opiniones positivas, neutras y negativas, para las categorías de “actividades”.

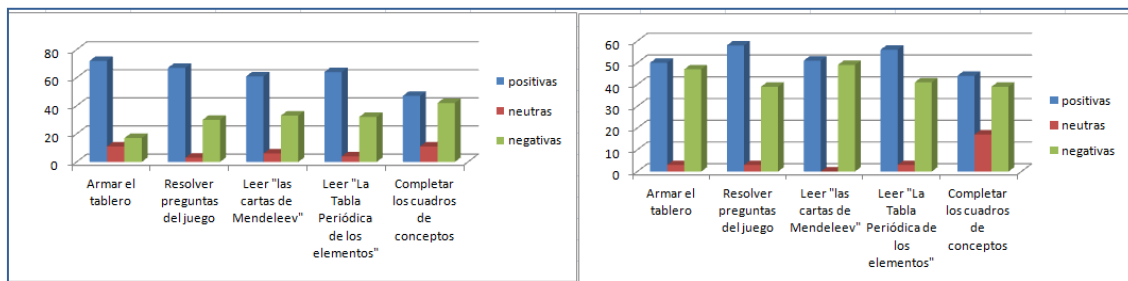


Figura 4.3: Los gráficos muestran el porcentaje de opiniones de los estudiantes, respecto a las tareas realizadas. El gráfico de la izquierda corresponde a las palabras elegidas y el de la derecha, a los emoticones.

Para completar la información de la figura 4.3 se presentan las palabras más elegidas y sus porcentajes:

- I-** Armar el tablero: positivas: Entretenido (28%) y Fácil (22%); negativas: aburrido (6%).
- II-** Resolver las preguntas sobre el tablero: positivas: Fácil (33%) e interesante (11%); negativas: Aburrido (22%)
- V-** Leer “Las cartas de Mendeleev”: positivas: Interesante (22%) y enriquecedor (11%) y copado (8%); negativas: Aburrido (30%)
- VI-** Leer “La Tabla Periódica de los elementos”: positivas: Interesante (19%) y Fácil (19%), entretenido (11%); negativas: Aburrido (27%)
- VII-** Completar los cuadros de correlación: positivas: interesante (14%) y entretenido (14%); negativas: complicado (19%).

Los datos de la figura 4.3, izquierda, muestran que la mayoría de las opiniones mediante palabras fue claramente positiva para las actividades de I- armar el tablero, II- resolver preguntas del juego, V y VI -leer los textos ad hoc; pero, para la actividad VII- completar los cuadros de correlación, las opiniones positivas estuvieron muy poco por encima de las negativas.

Si bien los estudiantes consideraron mayoritariamente “Fácil” el armado del tablero, la actividad demandó 30 minutos y, como se analizó en la sección A.3.3.1.iii del capítulo 3 no todas las resoluciones encerraban buenos criterios de periodicidad. La opinión

registrada en esta encuesta coincide con la expectativa del primer momento del MDA (capítulo 3, sección A.3.3.1); es decir, se corresponde con el **momento anecdótico** sobre una consigna sencilla y fácil de llevar a cabo.

Similarmente, las actividades de **correlación conceptual** del MDA entre los conceptos de la analogía y los que surgían de las lecturas informativas, son las previstas desde el marco teórico como las de mayor demanda cognitiva (Galagovsky y Greco, 2009) (sección 1.4, capítulo 1). Así, el llenado de la Tabla N° 3.3 (capítulo 3, sección A.3.3.5) obtuvo una elección similar en porcentaje de respuestas como “Entretenido”, “Interesante” y “Complicado”.

Los porcentajes de la evaluación con emoticones, que se muestran en la figura 4.3, derecha, muestran perfiles más próximos entre la calificación positiva y negativa, para todas las actividades. Los emoticones más elegidos fueron:

I- Armar el tablero: positivos: 🍌 (19%) y 🍌 (17%); negativos: 🤔 (22%) y 🙄 (14%)

II- Resolver las preguntas sobre el tablero: positivos: 🍌 (25%) y 😊 (20%); negativos: 🙄 (17%) y 🤔 (17%)

V- Leer “Las cartas de Mendeleev”: positivos: 😊 (17%) 🍌 (11%) y 😊 (11%); negativos: 🙄 (22%) y 🤔 (22%)

VI- Leer “La Tabla Periódica de los elementos”: positivos: 🍌 (14%), 😊 (14%) y 😊 (8%); negativos: 🤔 (17%), 🙄 (11%) y 🙄 (11%)

VII- Completar los cuadros de correlación: positivos: 🍌 (14%), 🍌 (11%) y 🍌 (6%); neutra: 😊 (17%); negativos: 🙄 (17%) y 🙄 (14%)

La discrepancia entre los perfiles de selección de palabras con tendencia claramente positiva respecto de los porcentajes con emoticones se debió al uso reiterado de los emoticones F y N, que fueron considerados por esta investigadora como “negativos”, aunque podrían considerarse como reflexivos con significados del tipo “me costó resolver” y “tuve que pensar mucho”. Efectivamente, el hecho de “tener que pensar” fue elegido por muchos estudiantes tanto con una asociación de palabras positivas como con palabras negativas. También, el emoticón C (dormir), fue elegido por los estudiantes asociado tanto con la palabra “Fácil” como con la palabra “Aburrido”.

Ejemplos de asociaciones de palabras positivas con emoticón negativo (y su porcentaje) fueron:

En I- Armar el tablero: Entretenido- 🤔 (14%) y Fácil- 😴 (8%).

En II- Resolver las preguntas sobre el tablero: Fácil- 🤔 (6%); Fácil- 😴 (6%) y fácil- 😞 (3%); Interesante- 🤔 (3%) e Interesante- 😲 (3%).

En V- Leer “Las cartas de Mendeleev”: Interesante- 😞 (8%) y Enriquecedor- 😴 (3%).

En VI- Leer “La Tabla Periódica de los elementos”: Interesante- 😞 (6%); Interesante- 🤔 (3%); Extraordinario- 😞 (3%).

Esto muestra que hay asociaciones de palabra-emotición subjetivas con relaciones no unívocas; por lo tanto, resultó interesante como información complementaria analizar las respuestas que libremente los estudiantes podían anotar en sus encuestas.

La Tabla 4.1 muestra las opiniones libres –no redundantes- de diez estudiantes, identificados como E-1 a E-10.

Criterio	Opiniones libres positivas de los estudiantes	Opiniones libres negativas de los estudiantes
I-Armar el tablero del juego	<p>-(E-2)Fue fácil el armado por las diferentes opiniones del grupo</p> <p>-(E-5)Interesante y complicado</p> <p>-(E-6)Una forma copada y fácil de entender la tabla</p> <p>-(E-10)Nos entretuvimos pero había que pensar</p>	<p>-(E-3)Es un modo confuso de explicar el tema</p> <p>-(E-7) No le encontré sentido</p> <p>-(E-8)Hubiera sido más fácil una clase sobre Tabla Periódica en lugar de un juego</p> <p>-(E-9)Perdimos mucho tiempo</p>
II- Resolver preguntas sobre el juego	<p>-(E-4) Fácil y entendible</p> <p>-(E-7)Fáciles de entender</p> <p>-(E-8)Me ayudaron mucho las opiniones de mis compañeros</p> <p>-(A1-10)Aprendimos a jugar al solitario</p>	<p>-(E-6)No me parece interesante</p>
V-Leer “Las cartas de Mendeleev”	<p>-(E-2)Me ayudó a resolver</p> <p>-(E-4)No lo sabía y es entretenido</p> <p>-(E-6)Aprendes cosas que te olvidaste</p> <p>(E-8)-Me sirvió para resolver la actividad siguiente</p>	<p>-(E-7)No me sirve para nada</p>
VI- Leer “La Tabla Periódica de los elementos”	<p>-(E-2 y 8)Me ayudó a resolver</p> <p>-(E-4)Interesante y entendible</p> <p>-(E-5) Me ayuda un poco</p> <p>-(E-6) Aprendes cosas que te olvidaste</p> <p>(E-9) Una manera de entender el orden en que crean la tabla</p> <p>(E-10) Fácil porque teníamos conocimientos previos</p>	<p>-(E-7)No me sirve para nada</p>
VII- Completar los cuadros de correlación conceptual	<p>-(E-1) Enriquecedor</p> <p>-(E-4) Fácil, porque los textos no son rebuscados</p> <p>-(E-8)Interesante, me sirvió para entender cómo era la tabla antes y después</p> <p>-(E-9) No fue complicado</p>	<p>-(E-2)Tenía que relacionar muchas cosas y se complicaba</p> <p>-(E-5) No muy entretenido</p> <p>-(E-6)Se podría hacer otra cosa</p> <p>-(E-7)No lo entendí</p> <p>-(E-10) Fue un poco complicado</p>

Tabla N° 4.1: Opiniones libres no redundantes vertidas por los estudiantes E-1 a E-10 sobre las “Actividades”

A partir de estos datos resulta interesante analizar las opiniones de cada sujeto:

- E-1: manifestó como enriquecedor la actividad VII de completar el cuadro de correlación, que siempre es la más resistida, por su demanda de esfuerzo cognitivo.
- E-2: opinó positivamente en las diversas actividades, y mencionó especialmente su dificultad en la actividad de correlación conceptual.
- E-3: sólo opinó sobre la actividad I; el considerarla un “modo confuso de explicar” muestra claramente que está acostumbrado a que el profesor explique en el frente, y no a verse involucrado en una actividad participativa.
- E-4: puso énfasis positivo y reflexivo en sus opiniones.
- E-5: mostró énfasis positivo en actividades I y VII, y evidenció, también sus dificultades respecto de esta última.
- E-6: mostró que conocía el tema de Tabla Periódica (sus opiniones para las actividades V y VI), y si bien manifestó su opinión favorable para la actividad I, posiblemente le hayan parecido extensas las actividades II y VII de las que opina negativamente.
- E-7: se manifestó totalmente negativo, pero también refleja una reflexión metacognitiva sobre no haber entendido. Posiblemente, su actitud no haya sido de compromiso con las tareas propuestas.
- E-8: pareciera un caso similar al E-3. Reconoce opiniones positivas para las actividades II, V y VII, pero prefiere las explicaciones del profesor (opinión negativa en actividad I).
- E-9: pareciera haber sabido el tema previamente por su opinión negativa a la actividad I; sin embargo, opinó favorablemente para las actividades VI y VII.
- E-10: es similar al caso E-9; sabía el tema, opinó positivamente para las actividades I, II y VI, y reconoció dificultades en la actividad VII.

Resulta evidente que una propuesta que involucra la participación activa de los estudiantes puede sacar a los estudiantes de su lugar de seguridad como sujetos pasivos. Además, las diferencias de opiniones encontradas como resultados de la encuesta pueden asignarse a la heterogeneidad de conocimientos previos de los estudiantes.

- **Resultados respecto de las “actitudes”**

La figura 4.4 muestra un gráfico de barras con los porcentajes de respuestas positivas, neutras y negativas para las categorías de “actitud”:

- III-Exponer tus ideas y opiniones en el equipo, explicar a tus compañeros el armado del tablero;
- IV- Escuchar los puntos de vista y las explicaciones de tus compañeros;
- VIII- Tu participación en el trabajo grupal, y
- IX- La participación de tus compañeros de equipo en el trabajo grupal.

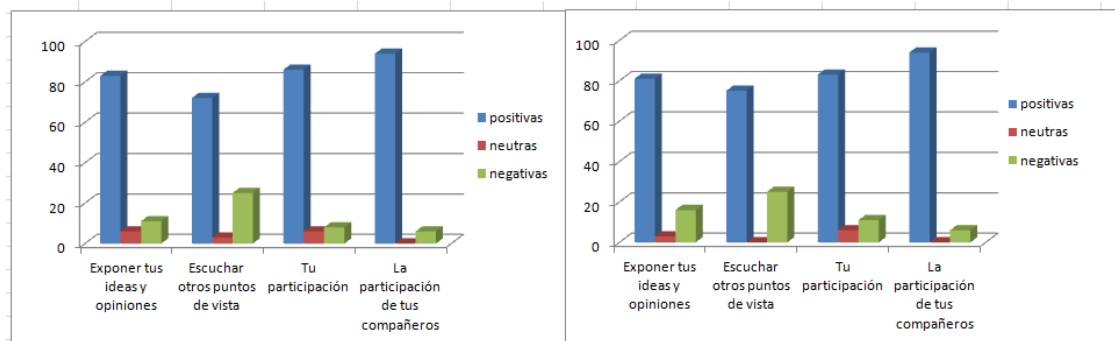


Figura 4.4: Los gráficos muestran el porcentaje de opiniones positivas, neutras y negativas, respecto a actitudes de los estudiantes, según la selección de palabras (izquierda) y emoticones (derecha).

Los datos de la figura 4.4 muestran que las opiniones de los estudiantes fueron ampliamente positivas respecto a las “Actitudes”, y esto se manifestó tanto por las palabras como por los emoticones seleccionados, según se puede observar comparando el gráfico de la izquierda con el de la derecha. El 90 % los estudiantes percibieron que la participación de sus compañeros fue positiva; mientras que la actitud con menos cantidad de opiniones positivas fue la IV-escuchar otros puntos de vista-, posiblemente porque durante las explicaciones parciales de los compañeros hablaban en voz baja, y muchos compañeros hablaban al mismo tiempo (sección A.3.3.2.iii, capítulo 3).

En la Tabla N° 4.2 se presentan las opiniones libres –no redundantes- de los mismos estudiantes identificados como E-1 a E-10

Criterio	Opiniones libres positivas	Opiniones libres negativas
III-Exponer tus ideas	<ul style="list-style-type: none"> - (E-1, 4 y 6) <i>Está bueno intercambiar nuestras ideas</i> - (E-2) <i>Fue de mucha ayuda para resolver todo</i> - (E-8) <i>Se aceptaban todas las ideas y eso es bueno</i> - (E-9) <i>Al escuchar las opiniones de todos decidíamos</i> - (E-10) <i>Entendíamos cómo lo íbamos haciendo</i> 	
IV-Escuchar los puntos de vista de tus compañeros	<ul style="list-style-type: none"> - (E-1) <i>Está muy bueno, ves distintos puntos de vista</i> - (E-2) <i>Está bueno porque te sacan dudas</i> - (E-4) <i>Es bueno compartir conocimiento</i> - (E-6) <i>Está bueno intercambiar nuestras ideas</i> - (E-7) <i>Recibir nueva información</i> - (E-8) <i>Me sirvió mucho</i> - (A-10) <i>Llegamos al objetivo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - (E-5) <i>Aburrido porque no entendí nada</i> - (E-9) <i>Complicado porque todos hablaban a la vez y no se escuchó bien</i>
VIII-Tu participación	<ul style="list-style-type: none"> - (E-1 y 5) <i>Participé bastante</i> - (E-2) <i>Aporté lo que más pude</i> - (E-3) <i>Estuvo bueno. Tenía la idea de ordenar el juego de otra manera y el trabajo en equipo me hizo verlo de otra</i> - (E-6) <i>Aprendí cosas que no sabía</i> - (E-8) <i>Me gustó que se tomen mis opiniones</i> - (E-9) <i>No fue difícil expresar mis ideas</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - (E-7) <i>No me gusta</i>
XIX-La participación de tus compañeros	<ul style="list-style-type: none"> - (E-1 y 5) <i>Participaron muy bien</i> - (E-2-8) <i>Excelente</i> - (E-4) <i>Fue enriquecedor poder compartir</i> - (E-7) <i>Aportaron muchas opiniones y puntos de vista</i> - (E-9) <i>Todos colaboramos y respetamos nuestras opiniones</i> - (E-10) <i>Porque todos opinamos</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - (E-3) <i>Se presta para confusión</i> - (E-6) <i>Son vagos</i>

Tabla N° 4.2: Opiniones libres de los estudiantes E-1 a E-10 respecto a las “Actitudes”.

En los criterios de habilidades comunicativas los estudiantes se manifestaron en su mayoría en forma muy positiva, apreciaron que la diversidad de opiniones es favorable para el aprendizaje y valoraron el trabajo en equipo, que les permitió alcanzar el objetivo.

Las opiniones negativas fueron considerablemente menos, y cabe observar en la Tabla 4.2 que estos estudiantes (E-3; E-5; E-6; E-7 y E-9) igual expresaron su valoración positiva en alguna otra categoría.

A.4.4- Conclusiones parciales

Los objetivos para el presente trabajo, presentados en sección 1.2 capítulo 1 fueron: motivar a los estudiantes por el aprendizaje de Química, favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal, y propiciar el desarrollo de competencias de comprensión y de compromiso con el aprendizaje.

a) Conclusiones respecto de la elección del juego

- Haber superado el juego de naipes “el solitario” y haber adaptado el juego de Bertone (2016) para relacionarlo con un tema de Agronomía fue oportuno, dado que resultó motivante para los estudiantes, e incluso, permitió en algunos grupos debatir cuestiones relacionadas con la carrera (como se mencionó en capítulo 3, sección A.3.3.1.iii). Entonces, se cumplió nuestro primer objetivo, y superó en este aspecto a la experiencia de 2016, que se había limitado al juego de ordenamiento de naipes españoles.

- Haber considerado en el juego que las tarjetas tuvieran 6 características fue un acierto y la incorporación inicial de “comodines” diferente a la versión de Pablo Bertone (2016) para estudiantes de 15-16 años resultaron buenas analogías para comprender el desafío de Mendeleev y sus predicciones. El armado del tablero del juego “Cada productor en su lugar” fue superador al problema planteado en la propuesta de 2016 (capítulo 2, sección A.2.2). Los estudiantes valoraron el problema planteado como interesante, incluso aquellos que manifestaron que fue complicado (ver tablas N° 4.1 y 4.2).

b) Conclusiones respecto a los momentos de trabajo individual, en grupo y en la puesta en común

- Hubo evidencias de compromiso por el aprendizaje: todos los grupos presentaron el tablero de “Cada productor en su lugar” (capítulo 3, sección A.3.3.1.iii), las respuestas a las preguntas sobre el armado del tablero (capítulo 3, sección A.3.3.2.iii) y sobre el tablero “óptimo” (capítulo 3, sección A.3.3.3.iii). Así mismo todos los estudiantes que presenciaron las dos clases presentaron el cuadro de correlación conceptual (capítulo 3, sección A.3.3.5.iii).

- Se generó debate, discusión e intercambio de opiniones durante las Actividades y las puestas en común. El proceso de construcción del conocimiento se desarrolló con participación activa de los estudiantes, y la confrontación de sus ideas; los conflictos cognitivos pudieron plantearse –hacerse explícitos- y resolverse por la propia reflexión cognitiva de los estudiantes. En este proceso el docente no fue la fuente de información –rol que en general tiene en la universidad-, sino que actuó como facilitador de la construcción del conocimiento de los estudiantes. Esto fue valorado por la mayoría de los estudiantes como se deriva de sus opiniones sobre “actitudes” (ver Tabla N° 4.2).

- Cada puesta en común cumplió su objetivo de realizar una toma de conciencia del propio proceso de aprendizaje –metacognición-. Esta situación se puso en evidencia, particularmente en el momento de conceptualizar la analogía (Actividad 3, ítem A.3.3.3), cuando el grupo 8 de estudiantes cuya respuesta de tablero estuvo inicialmente basada en la intuición y la casualidad, pudo ser analizada desde elementos más racionales, y valorada desde reflexiones metacognitivas.

- Según las opiniones libres registradas, el 36% de los estudiantes expresó que la actividad lúdica les permitió abordar conceptos complejos.

- El 17 % de las opiniones libres dadas por los estudiantes, reflejan que los textos *ad hoc* no fueron fáciles de entender, fue complicado descifrar la información con vocabulario específico. Completar el cuadro de correlación conceptual demandó tiempo y la puesta en común (Actividades 4 y 5, capítulo 3). Esto hace reflexionar sobre la dificultad de procesamiento de la información científica ¡tres páginas en total!. Por lo tanto, considerando que el contenido de Tabla Periódica suele ocupar dos o tres párrafos

en los textos, cabe preguntarse si los estudiantes pueden efectivamente procesar información compleja, como lo es el significado de los conceptos de periodicidad y de ordenamiento en una tabla periódica, sólo mediante la recepción pasiva de la misma.

- El concepto de periodicidad no surgió intuitivamente en los estudiantes. A pesar de las preguntas escritas, la docente debió introducirlo en la puesta en común. La reflexión que cabe es nuevamente cuestionar si los estudiantes pueden comprender rápidamente este término lingüístico sin haber construido en sus mentes previamente el concepto; construcción que demandó al menos 3 horas en esta planificación (Actividades 1,2 y 3, del capítulo 3). La necesidad de poner un nombre a un concepto nuevo comprendido se naturaliza de forma más sustentable que recibiendo palabras sin haber construido el concepto (Galagovsky, 2005; Galagovsky y Greco, 2009).

- Durante la puesta en común para exponer el armado idiosincrásico del tablero de cada grupo (sección A.3.3.2, capítulo 3) no resultó fácil a los estudiantes seguir el relato de los compañeros, según se desprende de la figura 4.4 y la Tabla N° 4.2. Efectivamente, la docente investigadora hizo este registro (sección A.3.3.2iii, capítulo 3) advirtiendo dificultades por explicaciones incompletas, por dificultades en la expresión oral, porque hablaban con bajo volumen al inhibirse por pasar al frente a explicar, y, también, por la demanda cognitiva de hacer el esfuerzo de comprender el razonamiento de los grupos. Escuchar a otros, seguir sus razonamientos, comprender la naturaleza de los conflictos de los otros y sus argumentaciones, e, incluso, la expresión clara de los propios procesos cognitivos, son competencias que también deben fomentarse en la Universidad, y que no aparecen en aulas en las que el profesor es quien habla todo el tiempo, presentando información acabada y correcta. A partir de estas conclusiones se estima como alcanzados el segundo y tercer objetivo planteados para este trabajo (sección 1.2, capítulo 1).

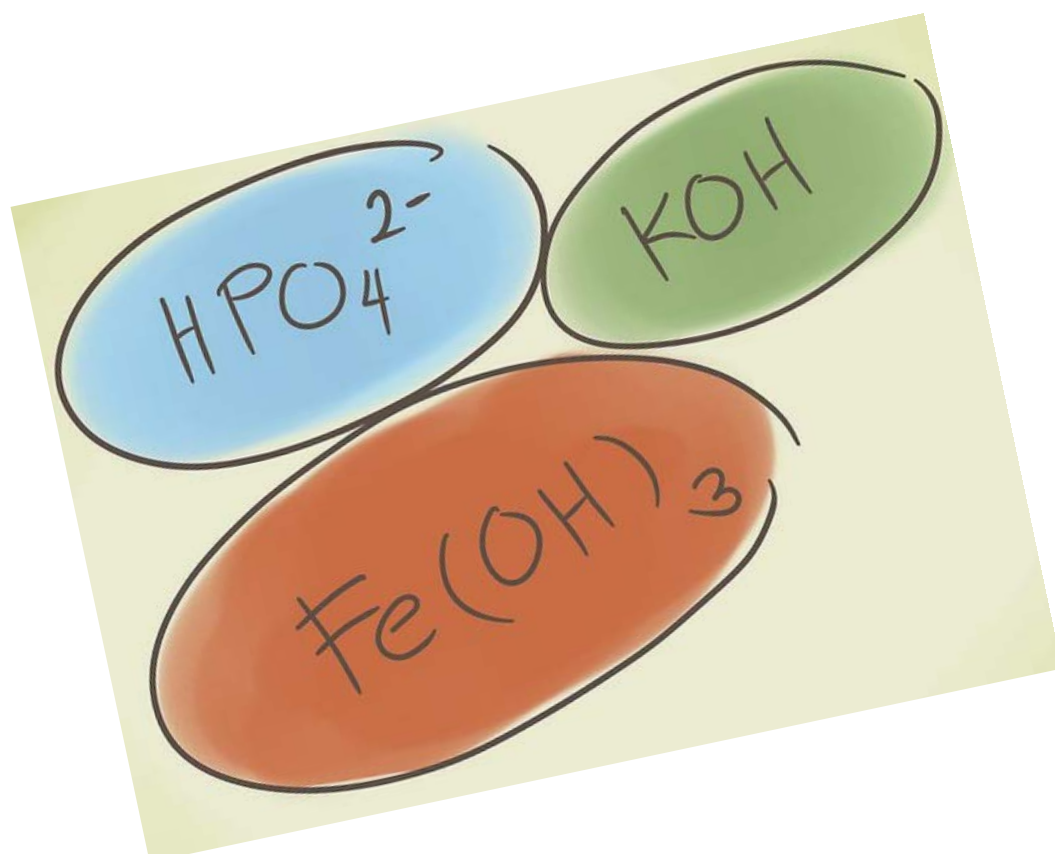
c) Conclusiones respecto del tiempo invertido en la innovación

- El tiempo que demandó la propuesta didáctica fue aproximadamente el previsto (capítulo 3, sección A.3.3). Si bien implicó una clase de dos horas y media y ocupó una parte de una segunda clase, pudo insertarse en el tiempo total del curso InQuim, con la

ventaja, respecto a la experiencia 2016, de haber dedicado espacio al acompañamiento de los estudiantes en la construcción de conceptos importantes, y del fortalecimiento de sus competencias comunicativas y metacognitivas. Sin embargo esto implicó haber dedicado menos tiempo a temas tradicionales como modelos atómicos, N° atómico y másico, isótopos y configuraciones electrónicas de átomos e iones, que son los que se evalúan en el examen parcial de InQuim.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que la experiencia innovadora en *Clasificación Periódica de los Elementos Químicos* logró que los estudiantes se involucraran en las actividades propuestas y hubo un alto grado de participación activa por parte de ellos, por lo que se alcanzaron los objetivos de motivar a los estudiantes por el aprendizaje de Química, y favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal. Las actividades propuestas pusieron en juego las capacidades de comprensión y de compromiso con el aprendizaje, comparado con modalidades tradicionales.

Parte B



Capítulo 5

Unidad temática: Fórmulas químicas y nomenclatura de compuestos inorgánicos- experiencias 2015-2016

Parte B

CAPÍTULO 5

UNIDAD TEMÁTICA: FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA DE COMPUESTOS INORGÁNICOS- EXPERIENCIAS 2015-2016-

B.5.1- Introducción

Las clases tradicionales de *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos* en Introducción a la Química (InQuim) consisten en la explicación de reglas de ejemplificación de algunos casos tipo por parte del docente y la resolución de ejercicios por los estudiantes. Estas clases se desarrollan durante 7 horas distribuidas en 3 clases.

Escribir fórmulas químicas o interpretarlas, requiere conocer los Elementos Químicos (EQ), sus características metálicas-no metálicas, sus símbolos y sus números de oxidación (N° ox); nombrar compuestos inorgánicos involucra aplicar reglas sistemáticas para un sistema de nomenclatura dado. Enseñar y aprender estos temas resulta tedioso y complicado.

En la bibliografía de uso común de un curso de química se emplean formas diferentes para explicar el tema, por ejemplo se recurre a memorizar los iones poliatómicos que forman las sales oxigenadas. En otros textos, no se explica nomenclatura. Esto representa una dificultad para los estudiantes.

Un problema que se presenta en la cursada de InQuim es que el desarrollo del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos* se realiza en la semana previa al recuperatorio de primer parcial y se ha observado que la mayoría de los estudiantes se encuentran abocados a estudiar los temas de este parcial, incluso suelen ausentarse de las clases en esta época.

B.5.2- Antecedentes y descripción de la propuesta innovadora

Según las investigaciones de Valero Aleman y Mayora (2009) el aprendizaje de Química presenta dificultades en el tema nomenclatura debido al nivel de complejidad del lenguaje químico, la falta de vinculación de este tema con la realidad de los estudiantes y la gran

cantidad de información que deben memorizar y aprender. Por otra parte, Cardona Alzate (2012) propuso dos juegos didácticos, uno con fichas tipo ruleta sobre formación de compuestos químicos y otro tipo monopolio sobre nomenclatura y concluyó, sin presentar indicadores cuantitativos, que pueden ser una buena estrategia metodológica para estudiantes de décimo grado de educación media (15 años).

El trabajo didáctico desarrollado durante 2015-2016 por la investigadora de esta Tesis, estaba inspirado en marcos teóricos aprendidos durante los seminarios de la carrera de Especialización. Sin tener una organización sistemática las propuestas implementadas estuvieron basadas en la idea de mostrar y hacer consciente a los estudiantes sobre la utilidad del conocimiento químico para su profesión futura. Es decir, de hacer más gratificante el esfuerzo que conllevaría en ellos el aprender un lenguaje que es específicamente disciplinar y que requiere conocer significados, convenciones, normas, acuerdos sobre cuáles palabras, signos y códigos son aceptables y cuáles no lo son.

El objetivo fue plantear problemas en contextos relevantes para los estudiantes, para que pudieran resolverlos y defenderlos en forma grupal a partir de la comprensión de textos, con ejercitación individual posterior sobre escritura y nomenclatura de compuestos químicos. El tema se desarrollaría en las 7 hs. (3 clases) previstas.


En este capítulo se describen las experiencias realizadas con las cohortes de estudiantes 2015 y 2016, y sus respectivos resultados provenientes de las evaluaciones de dichas propuestas didácticas.

B.5.3- Desarrollo de la propuesta innovadora

La propuesta didáctica realizada en 2015 y 2016 consistió en una secuencia de 4 actividades: **1-Resolución** de un problema agronómico, **2-Explicación** de conceptos teóricos por parte de docentes, **3-Exposición** grupal del contenido de un texto con la resolución de las consignas químicas correspondientes y **4-Resolución** individual de ejercicios sobre escritura y nomenclatura de compuestos.

B.5.3.1- Actividad 1- Resolución de un problema agronómico.

La docente presentó el problema agronómico (ver Figura 5.1). Los estudiantes tenían 20 minutos para responder en grupos, desde sus ideas y conocimientos, intuiciones y opiniones. En la puesta en común, se pondría en evidencia la diversidad de respuestas dadas desde cada grupo y la toma de conciencia de que para resolver el problema se requiere conocimiento químico.



Ricardo es productor de un establecimiento agropecuario y tiene un problema con sus cultivos. Decide buscar asesoramiento y acude a un Ingeniero Agrónomo.

1- ¿Qué plan de acción creen ustedes que ejecutaría el profesional para resolver el problema?

2- El cultivo tiene crecimiento retrasado, hojas amarillentas a partir de la punta y otras manifestaciones que hacen sospechar de una deficiencia en nitrógeno. Como remediación, el Ingeniero decide aplicar un fertilizante. Existen distintas formulaciones, presentaciones, etc. de productos fertilizantes. De la siguiente lista, ¿cuál o cuáles podría aplicar? ¿qué tuviste en cuenta en tu elección?

- Sulfato de cinc
- Nitrato de amonio
- Sulfato potásico
- Sulfato ferroso
- Nitrato sódico
- Hidrógeno fosfato de amonio
- Sulfato de calcio




Figura N° 5.1: Problema agronómico a partir del cual se desarrolló el tema.

B.5.3.2- Actividad 2- Explicación de los conceptos teóricos por parte de la docente

La docente desarrolló los subtemas N°ox y sus reglas; clasificación de compuestos inorgánicos; escritura de fórmulas químicas y sistemas de nomenclatura. Con esta explicación y opcionalmente con la lectura de libros disponibles en la biblioteca de la facultad, los estudiantes podían revisar la resolución inicial del problema agronómico.

B.5.3.3- Actividad 3- Exposición grupal del contenido de un texto y de la resolución de las consignas químicas correspondientes.

La docente-investigadora presentó 4 textos breves acerca de temas relacionados con las futuras profesiones de los estudiantes, con consignas químicas específicas para resolver. Los títulos de los textos eran *Valoración de la aptitud panadera de las harinas. Agentes de blanqueo y mejoradores*; *La comprensión química de un proceso ambiental para el caso del lago Nyos, en Camerún*; *La química de los metales involucrada en biología: la*

bioinorgánica; y *Análisis cuantitativo. Método Kjeldahl* (pueden verse completos en anexo I de este capítulo). Las consignas para cada texto pueden verse en la Figura N° 5.3.

Los estudiantes en grupos debían elegir un texto y en la siguiente clase explicar a sus compañeros el contenido del texto y la resolución de las consignas químicas.

En 2016 se realizó una modificación que consistió en solicitar a los grupos de estudiantes que presentaran el contenido del texto en algún formato creativo –no en un simple relato oral- y se anunció que la exposición sería evaluada por los docentes, otorgando 10 puntos/100 al parcial de InQuim.

<p>1- Sobre la base del texto N° 1, <i>Valoración de la aptitud panadera de las harinas. Agentes de blanqueo y mejoradores</i>, resuelvan las consignas:</p> <p>a) Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.</p> <p>b) Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que los componen.</p> <p>c) Averigüen y discutan acerca del uso de bromato de potasio como mejorador de harinas, en la actualidad.</p>
<p>- Sobre la base del texto N° 2, <i>La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del Lago Nyos en Camerún</i>, resuelvan las consignas:</p> <p>a) Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.</p> <p>b) Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.</p> <p>c) Planteen las ecuaciones químicas de las reacciones producidas en el fondo del lago <u>Nyos</u>.</p>
<p>Sobre la base del texto N° 3, <i>La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica</i>, resuelvan las siguientes consignas:</p> <p>a) Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.</p> <p>b) Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.</p> <p>c) Averigüen qué industrias específicamente son las que producen los desechos de cromo.</p>
<p>Sobre la base del texto N° 4, <i>Técnica Kjeldahl para determinar nitrógeno en suelos</i>, resuelvan las siguientes consignas:</p> <p>a) Identifiquen los compuestos inorgánicos citados en el texto y escriban sus nombres.</p> <p>b) Clasifiquen los compuestos, según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.</p> <p>c) Averigüen las aplicaciones de esta metodología de análisis en el ámbito de las ciencias agronómicas, naturales y tecnologías de alimentos.</p>

Figura N° 5.3: Consignas químicas a resolver sobre los textos N° 1, 2, 3 y 4, respectivamente

El contenido de cada texto fue adaptado de publicaciones. Respectivamente consistían en: El texto N°1 hacía referencia al uso de sustancias químicas agregadas a las harinas para

mejorar la aptitud panadera (Montes, 1981); los textos N° 2 y 3 relataban dos ejemplos ambientales bajo la luz de los procesos químicos que subyacen, el impacto que causan en la vida de sus habitantes y su remediación (Sala, 2011) y el N°4 era una técnica de laboratorio muy usada en el ámbito del análisis agronómico para determinar nitrógeno en suelo, pero que además tiene variados usos, por ejemplo en la tecnología de los alimentos (Marbán y Ratto, 2005).

B.5.3.4- Actividad 4- Resolución individual de un listado de ejercicios de escritura y nomenclatura de compuestos.

Para reforzar la escritura de fórmulas químicas y nomenclatura, se dejó parte de la lista de ejercicios que había en la carpeta de InQuim de años anteriores y se pidió a cada estudiante que entregara la resolución. Posteriormente la docente proporcionó a los estudiantes la resolución correcta de esa “guía de actividades”, para que pudieran hacer autoevaluación.

B.5.4- Resultados y discusión

B.5.4.1- La resolución del problema agronómico

La tabla N° 5.1 muestra algunas respuestas dadas en forma oral por los estudiantes.

Pregunta	Respuestas de los estudiantes
¿Qué plan de acción creen Uds. que ejecutaría el especialista para resolver el problema?	<i>Detectar el problema en el suelo; preguntar cuál es el problema; analizar el suelo; observar la zona; hacer preguntas al productor del establecimiento.</i>
De los siguientes fertilizantes, ¿cuál o cuáles debería aplicar? ¿Qué tuviste en cuenta en la elección?	<i>Nitrato de sodio, porque nitrato puede derivar de nitrógeno; nitrato de amonio, por el nitrato; amonio, lo vi en la escuela y me parece que tiene nitrógeno. No sé.</i>

Tabla N° 5.1: Ejemplos de respuestas que los estudiantes presentaron en forma oral.

Tanto en 2015 como en 2016 hubo estudiantes que manifestaron que no sabían elegir el fertilizante y otros que buscaron *amonio* en la Tabla Periódica. El tiempo que se usó para la resolución del problema y la explicación posterior del tema por las docentes fue de 3 hs.

B.5.4.2- Exposición grupal del contenido de un texto y de la resolución de las consignas químicas correspondientes.

En 2015 se formaron 8 grupos de 7 integrantes y se consensuó la distribución de textos con los estudiantes, quienes tuvieron una semana para hacer la tarea. En clase, los estudiantes expusieron el contenido del texto y la resolución de las consignas correspondientes. Por cuestiones de tiempo, los grupos que tenían asignado el mismo texto, compartieron la exposición. En esta oportunidad la docente formuló preguntas acerca de cómo los estudiantes habían resuelto las consignas y cuáles habían sido sus dificultades; sus compañeros realizaron preguntas, algunas de las cuales fueron contestadas por los expositores y otras por la docente.

En 2016 se organizaron 8 grupos de 5-6 integrantes. A diferencia del año anterior, se respetó la exposición de cada grupo para poder ser evaluada y esto implicó disponer una clase más para este tema. La docente responsable de InQuim organizó el cronograma de la cursada respecto del año anterior acotando el tiempo destinado a la resolución de problemas en otros temas, que era poco aprovechado por los estudiantes (sección 1, capítulo1). Se relevaron las siguientes observaciones:

- La elección de textos fue, según manifestaron los estudiantes, por interés en el tema y en otros casos por lo breve del texto.
- Un grupo de estudiantes preguntó acerca de la posibilidad de realizar la experiencia de Kjeldahl en la clase.
- Los prototipos de las presentaciones fueron: 5 power point; una experiencia con vela, vinagre y bicarbonato de sodio que simuló el desastre ambiental del Lago Nyos (texto N°2, anexo I de este capítulo); un pasaje de la película Erin Brokovich sobre el daño del cromo en la salud; un video sobre la realización de la técnica Kjeldahl en un laboratorio.
- Los estudiantes mostraron compromiso por su propia actividad pero no habían leído los otros textos.
- Hubo estudiantes que durante la exposición de sus compañeros, estuvieron ocupados en repasar su propia exposición.

Respecto a la resolución de las consignas químicas, la investigadora registró las siguientes observaciones:

- Todos los grupos resolvieron las consignas químicas.
- No hubo dificultad en la identificación ni en la clasificación de compuestos inorgánicos.
- Se detectaron algunos errores en los subíndices de las fórmulas que escribieron, debidos a equivocaciones en la asignación de N^oox en los EQ.
- Algunos estudiantes copiaron las fórmulas químicas de internet, por ejemplo H₉N₂O₄P para el fosfato de amonio, cuando la respuesta esperada era (NH₄)₃PO₄.
- La mayor dificultad se observó en la asignación del nombre, y consistió en el uso de dos sistemas de nomenclatura (clásica y numerales de Stock) para un mismo nombre.
- Fue necesario explicar el caso del K₂Cr₂O₇, en 2015 lo había explicado un estudiante.

B.5.5- Evaluación de la propuesta

Se realizó una encuesta basada en el cuestionario de Gonzalez de Galindo (2008). La encuesta (ver anexo II de este capítulo) pretendió averiguar la opinión de los estudiantes sobre esta propuesta didáctica. Las dimensiones de análisis fueron: Participación de los estudiantes y trabajo grupal (preguntas 3 y 9 de la encuesta), ritmo de la clase (6 y 12), desarrollo de pensamiento lógico (1 y 7), presentación y desarrollo de contenidos (4 y 10), relación de la teoría con la práctica profesional y la vida cotidiana (2 y 8), rol del docente (5 y 11) y adhesión a la metodología empleada (pregunta 13). La encuesta se distribuyó al finalizar la unidad didáctica. Se recolectaron 48 cuestionarios en 2015 y 39 en 2016.

En 2016 se realizó otra encuesta de opinión (encuesta 2, en anexo II de este capítulo) que se distribuyó ya finalizado el curso de InQuim e indagó acerca de los aprendizajes previos de la escuela secundaria sobre el tema en cuestión y acerca de los recursos utilizados en InQuim, tales como tomar apuntes en clases, usar la computadora, explicar el tema a sus compañeros.

B.5.5.1- Resultados de la encuesta 1

La figura 5.4 muestra los gráficos que corresponden a las opiniones registradas de los estudiantes, en cada uno de las categorías analizadas, expresadas en porcentaje.

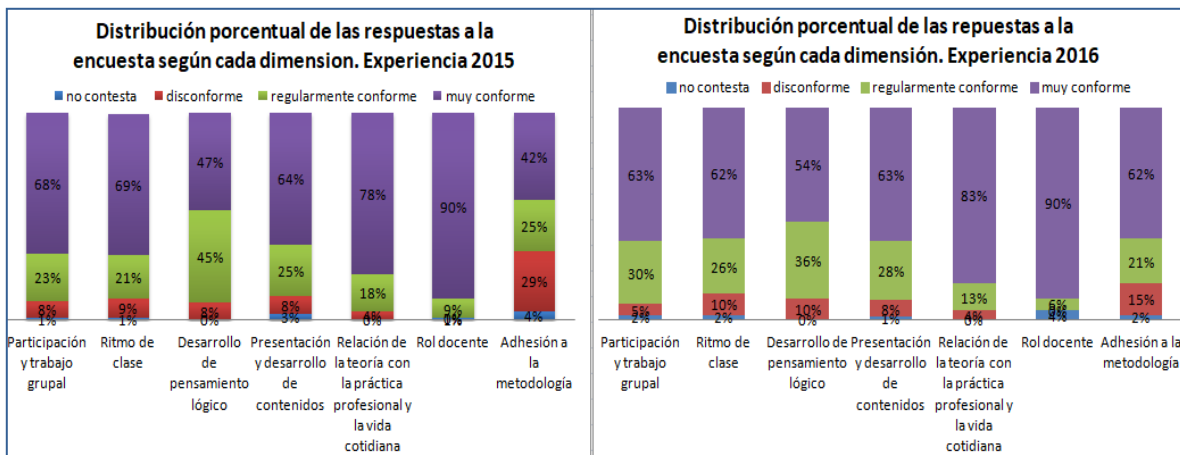


Figura N° 5.4: Los gráficos muestran la distribución porcentual de las respuestas de los estudiantes según cada dimensión, en 2015 (izquierda) y 2016 (derecha).

Las distribuciones porcentuales de las opiniones registradas no fueron significativamente diferentes en las cohortes 2015 y 2016, para cada dimensión estudiada, con excepción de *Adhesión a la metodología*, en la que se registró mayor porcentaje de *muy conformes* en 2016.

Más del 60 % de los estudiantes, en 2015 y en 2016, manifestaron estar *muy conformes* respecto al grado de participación en las clases, sostenían que la intervención de los compañeros era beneficiosa para aprender el tema. El resto de las opiniones argumentaban que no podían seguir los razonamientos de los estudiantes más avanzados y en otros casos, que no habían trabajado en equipo.

Aproximadamente el 80 % de los estudiantes de cada una de las cohortes entendieron y valoraron que los contenidos estaban relacionados con la práctica profesional y la vida cotidiana.

En 2016, los estudiantes manifestaron mayor adhesión a la metodología empleada en las clases de este tema, respecto a 2015; esto puede atribuirse a que resultó de interés la propuesta de elaborar formatos creativos del texto. Además, el haber sido premiado el trabajo de exposición, motivó a aquellos estudiantes que tienen vergüenza de exponer ante sus compañeros.

En el cuestionario se obtuvieron las respuestas libres de los estudiantes. La tabla N°5.2 registra ejemplos de opiniones libres de los estudiantes para cada dimensión.

Dimensión	Respuesta	Opiniones de estudiantes
Participación del alumno y trabajo grupal	sí	<i>“con ayuda de mis compañeros pude resolver algunas preguntas que solo no hubiese podido”; “Me ayudó a no cerrarme en una idea y que haya otras posibilidades”; “se genera discusión y ayuda mutua”; “aportábamos entre todos”; “El debate me ayuda a comprender”</i>
	Más o menos	<i>“Cuesta mucho que todos estén en el mismo ritmo, porque algunos tienen menos conocimiento y esto hace complicado trabajar en grupo”; “Si tus compañeros están más avanzados no entendés”</i>
	no	<i>En mi grupo no hubo realmente un trabajo en equipo</i>
Ritmo de la clase	sí	<i>“Cuesta un poco pero está bien”; “Estuvo muy bueno”.</i>
	Más o menos	<i>“No me acostumbro a un ritmo de clase tan acelerado”; “El tema requiere más tiempo para explicarlo”; “Para el que no tuvo buena base de química en la escuela no fue suficiente la explicación”; “Creo estar siempre corriendo detrás de los temas”; “El tiempo dedicado al desarrollo del tema fue apropiado para los que tenemos una buena base en química”.</i>
	no	<i>“necesitaría más tiempo para entender el tema”;</i>
Desarrollo de pensamiento lógico	sí	<i>“Lo relacioné gracias a los ejemplos que mostraban”; “Me permitió aprender algunas cosas que no sabía”; “Me ayudó a ver las cosas desde otro punto de vista”</i>
	Más o menos	<i>“lo relacioné más o menos ya que no entendí demasiado”; “Me aclaró algunas dudas de contenidos anteriores pero no del todo”</i>
	no	<i>“No lo relacioné con muchos temas, sólo con el que se explicó en clase”.</i>
Presentación y desarrollo de contenidos		<i>“no pude completar la guía de actividades bajo la orientación del docente porque me faltó explicación”; “No pude realizar las actividades porque me costó mucho entender el tema”; “Tuve dificultades porque no logré repasar bien el tema”; “algunos ejercicios quedan sin hacer pero los docentes siempre te ayudan”; “Con mis compañeros pude completar la guía de actividades”; “No asistí a la clase teórica y no terminé de entender el tema”.</i>
Relación de la teoría con la práctica profesional y la vida diaria		<i>“lo ví más útil para la práctica profesional”; “Permite saber por qué suceden ciertas cosas que no se pueden explicar sin un conocimiento específico”; “Se relaciona con lo que voy a trabajar y lo voy a utilizar más adelante”; “Mi carrera se basa en esto y ahora tengo algunas herramientas”; “Con estos conocimientos puedo entender todos los fenómenos ocurridos”</i>
Rol del docente		<i>“El docente siempre da lugar a responder dudas”; “Se originaron debates amplios, divertidos y llevaderos”; “En cada duda que surgía en la presentación se dio lugar a un debate para llegar a resolver el problema”; “El docente brindó muchas posibilidades para analizar con toda la clase lo que íbamos entendiendo del tema”; “Me hubiera gustado una clase más de nomenclatura”.</i>
Adhesión a la metodología		<i>“Está bueno interactuar con tus compañeros y después exponer la actividad”; “Me gustaría más teoría para entender mejor”; “No, porque no se entiende”.</i>

Tabla N° 5.2: Las opiniones vertidas por los estudiantes en 2015, para cada dimensión analizada

De las opiniones vertidas por los estudiantes en la tabla se evidencia que el aprendizaje del tema y las resoluciones de la lista de ejercicios resultó agobiante para los estudiantes que no habían visto el tema en la escuela.

B.5.5.2-Resultados de la encuesta 2

Se recolectaron 38 encuestas referidas a *Nomenclatura y Escritura de Fórmulas Químicas* cuyos resultados se muestran en la tabla N° 5.3.

pregunta	% Rta: mucho	%Rta: algo	%Rta: poquísimo	%Rta: nada
¿Te sirvió lo aprendido en el secundario?	Nomenclatura: 16	21	20	43
	Escritura fórmulas: 19	32	20	29
¿Tomaste apuntes?	Nomenclatura: 55	37	5	3
	Escritura fórmulas: 47	39	9	5
¿Te gustaron los textos trabajados en clase?	37	47	16	0
¿Explicaste nomenclatura a tus compañeros?	Si: 60%			
	No: 40%			
¿Explicaste escritura de fórmulas a tus compañeros?	Si: 40%			
	No: 60%			

Tabla N° 5.3: Las opiniones de los estudiantes de la cohorte 2016 sobre los aprendizajes

De los resultados de la tabla se extrae que:

- Es significativo el número de estudiantes que reconoce que no aprendió estos temas en el secundario, “no tuve química”; “lo vi hace mucho tiempo y no lo recuerdo”.
- El tema Nomenclatura es más desconocido que el de Escritura de Fórmulas.
- La mayoría de los estudiantes tomaron apuntes y manifestaron “sirve para estudiar, para entender y aprender”, “registré lo que explicaba el profe y lo que no estaba escrito en el power point”.
- Los estudiantes valoraron el trabajo con los textos, les permitió tener más conocimiento y estuvieron relacionados con la profesión.

- Los estudiantes que explicaron a sus compañeros algún tema escribieron “*me ayuda a reforzar*”, “*al explicar lo recuerdo mejor*”. Los que no explicaron, argumentaron “*el tema era complicado*”, “*no lo entendí*”.

Se indagó acerca del uso de recursos digitales. En algunos casos los estudiantes seleccionaron más de una opción, por esto se tuvo en cuenta el número de respuestas. Los resultados se ven en la Figura N° 5.5.

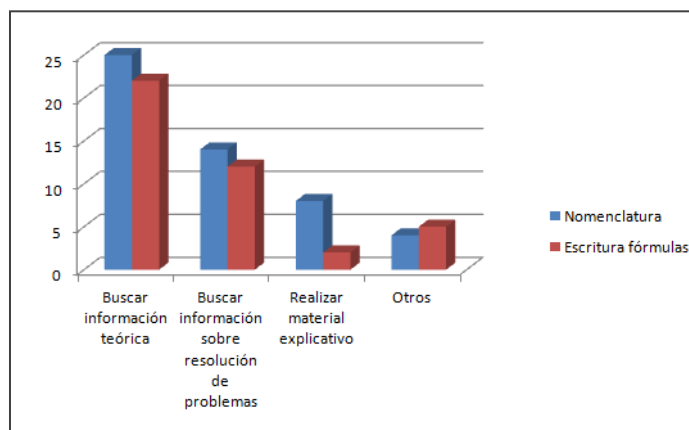


Figura 5.5: El gráfico de barras muestra la cantidad de respuestas de los estudiantes sobre la utilización de recursos digitales.

Evidentemente, a los estudiantes no les alcanzó la explicación brindada y buscaron información teórica y sobre cómo resolver problemas; para esto consultaron internet antes que el libro de química.

Respecto a la pregunta “*¿Cómo te resultaron los problemas?*”(II, anexo de este capítulo), en el tema nomenclatura, 5 estudiantes contestaron *difíciles* y *tuvimos que razonar mucho*, 2 estudiantes manifestaron que los problemas fueron un poco difíciles, 4 respondieron *fáciles, supe cómo hacerlos* y el resto no contestó. En el tema escritura de fórmulas las respuestas fueron similares. Con respecto a qué les ayudó a resolverlos, contestaron: páginas de internet (3 estudiantes), consulta a docentes (2 estudiantes), ejemplos dados en clase (1), los compañeros (4), los apuntes tomados (2), un profesor particular (1). Esto muestra una vez más la heterogeneidad de los conocimientos previos de los estudiantes y las dificultades de los que menos vieron el tema en la experiencia escolar.

B.5.6- Conclusiones parciales

- El planteo de un problema interdisciplinario relacionado con la futura profesión de los estudiantes y la actividad grupal realizada con base en lecturas contextualizadas resultó motivante ya que hubo participación activa de los estudiantes (Figura 5.4), esto se evidenció más en el caso en que la actividad fue recompensada.
- Los estudiantes percibieron la importancia del conocimiento químico para resolver problemáticas de índole profesional o de la vida diaria (Figura 5.4).
- Las actividades grupales cumplieron en buena parte su función socializadora; aunque no todos los integrantes participaron de la actividad grupal.
- Los estudiantes estuvieron más involucrados en las actividades didácticas planteadas, si se compara con lo ocurrido en las clases tradicionales (sección B.5.1 de este capítulo).
- Se evidenció la heterogeneidad en conocimientos previos de los estudiantes (Tablas 5.2 y 5.3). Los que habían visto el tema estuvieron conformes con el ritmo de la clase, pero el resto de los estudiantes se angustiaron, y esto pudo dificultar la comprensión y elaboración de la información (Alonso Tapia, 2007).

Aparte de estas conclusiones se pensaron mejoras didácticas para implementar en 2017:

- Generar un espacio en el cual cada estudiante pueda encontrar motivación por la tarea, independientemente de su bagaje previo de conocimientos químicos previos.
- Replantear las actividades para que los conflictos cognitivos a los cuales se enfrentaban los estudiantes fueran más precisos y acotados, para evitar desorientación y/o angustia en estudiantes que podían sentir que ni sus conocimientos ni sus aptitudes les permitirían aprender los conceptos de química.

B.5.7- ANEXOS**I- Selección de textos y consignas químicas**

Texto N°1. Valoración de la aptitud panadera de las harinas. Agentes de blanqueo y mejoradores.

Valoración de la aptitud panadera de las harinas. Agentes de blanqueo y mejoradores.]

“Desde hace años se emplean diversas sustancias para blanquear y mejorar las harinas. Las primeras en aplicarse fueron el cloro y algunos derivados. Ya a principios de siglo se propuso el empleo de dióxido de nitrógeno como blanqueante. Luego, peróxidos orgánicos, como el de benzoilo.

El tricloruro de nitrógeno, muy usado en EEUU e Inglaterra, fue prohibido después de comprobarse su toxicidad. Fue reemplazado por dióxido de cloro.

...El dióxido de cloro elimina el color natural amarillo de la harina, blanquea el salvado y no altera las cualidades panaderas. El uso de blanqueantes es discutido y la tolerancia varía según el país.

Los mejoradores o mejorantes de harinas son sustancias que ejercen alguna acción sobre el gluten, obteniendo para las harinas débiles un comportamiento similar al de las fuertes. El uso excesivo produce un efecto contrario, de modo que deben ser usadas sólo en pequeñas proporciones. Los primeros mejorantes usados fueron los fosfatos, especialmente el de calcio, aumenta la absorción de agua y da panes de mejor textura.

La sustancia más activa de este tipo, y la de mayor uso, es el bromato de potasio; aumenta la estabilidad del gluten y el desarrollo durante el horneado. Como alimento para las levaduras se suele agregar sulfato de calcio o cloruro y fosfato de amonio; mejoran la producción de dióxido de carbono.”

1- Sobre la base del texto N° 1, *Valoración de la aptitud panadera de las harinas. Agentes de blanqueo y mejoradores*, resuelvan las consignas:

- Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.
- Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que los componen.
- Averigüen y discutan acerca del uso de bromato de potasio como mejorador de harinas, en la actualidad.

Texto N° 2. La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del lago Nyon, en Camerún. Sala, L. (2011) *Química para comprender al mundo: dos ejemplos ambientales*. Química y civilización. pág 312-313

La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del lago Nyon, en Camerún

En el continente africano se encuentran diferentes lagos, dos de ellos, se los conoce como *Los lagos asesinos de Camerún*. Dos de dichos lagos: el lago Nyon y el lago Monoum que son lagos de cráteres, formados cuando los cráteres volcánicos fríos se llenaron de agua, provocaron una inmensa tragedia natural en el año 1986. El día jueves 21 de agosto de 1986, el lago Nyon provocó en un instante, la muerte de 1700 personas y aproximadamente 4000 animales.



Figura 1: Lago Nyon en Camerún. África

Una enorme burbuja que contenía dióxido de carbono se elevó al aire desde el fondo del lago alcanzando una altura de 79 metros y permaneció allí. Al explotar la burbuja, el dióxido de carbono liberado se desplazó a una velocidad de 72,4 Km/h y llegó a pueblos que se encontraban a 19 Km de distancia. El lago liberó aproximadamente 1 Km³ del gas, el cual desplazó el oxígeno necesario para la vida y provocó asfixia instantánea en las personas y animales.

¿Cómo puede una persona con conocimientos en química explicar lo ocurrido? En el fondo del lago hay un basamento constituido por carbonato de calcio, conocido comúnmente como piedra caliza, que cuando se ve sometido a temperaturas superiores a 800 °C se descompone para dar lugar a dióxido de carbono y óxido de calcio sólido, conocido con el nombre vulgar de cal viva. Este último reacciona con el agua para dar lugar a hidróxido de calcio al que se conoce con la denominación vulgar de cal apagada. El dióxido de carbono tiene solubilidad limitada en agua y disminuye con el aumento de la temperatura, por lo cual se explica el desprendimiento de la burbuja de dióxido de carbono.

¿Qué provocó el aumento de temperatura en el fondo del agua? Los movimientos sísmicos y la continua elevación del magma candente de la Tierra. No nos olvidemos que nuestro planeta Tierra está “vivo”.



¿Cómo se remedió esta situación? A principios de 2001, los científicos introdujeron en el lago un tubo de aproximadamente 200 m de alto. En la actualidad, la presión de dióxido de carbono que escapa da lugar a un chorro de agua que se eleva a 50 m en el aire. En el transcurso del año se liberan 20000 L de gas. Por ello, es necesaria una concientización en la sociedad con respecto a la comprensión que la Química nos brinda sobre fenómenos naturales.

Figura 2: Adaptación realizada en el Lago Nyon, para lograr la liberación de CO₂ (g) producido en forma natural en el fondo del lago.

- Sobre la base del texto N° 2, *La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del Lago Nyon en Camerún*, resuelvan las consignas:

- Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.
- Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.
- Planteen las ecuaciones químicas de las reacciones producidas en el fondo del lago Nyon.

Texto N° 3. *La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica.* Sala, L. (2011) *Química para comprender al mundo: dos ejemplos ambientales.* Química y civilización. pág 313-315

La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica

La gran actividad fabril desarrollada a partir de lo que se conoció como *Revolución Industrial* a partir del siglo XIX, originándose principalmente en Inglaterra, conllevó a que el mundo logra aumentar el bienestar de la sociedad a través de actividades industriales tales como las dedicadas a la metalurgia; procesado de metales y el empleo de los derivados de las mismas. Los metales cobraron una importancia aún mayor que lo ya desarrollado en la antigüedad; no nos olvidemos que se habla de la era del cobre; los egipcios empleaban el metal cobre para la elaboración de utensilios y armas de guerra.

La invasión de los hititas introdujo al hierro como un metal más resistente y eficaz, para lograr armas de guerra con mayor poder destructivo que el cobre. El devenir de los tiempos introdujo al aluminio como un metal caro pero eficaz para la construcción porque no se corroe en condiciones ambientales normales y al mismo tiempo el elemento metálico cromo comenzó a reemplazar al hierro y aluminio. La utilización del cromo y sus compuestos derivados aumentó la eficacia económica de muchos procesos industriales, pero también introdujo riesgos de cáncer en la población mundial.

La introducción de iones provenientes de estos metales en las aguas de desecho de origen industrial introdujo en general problemas de salud para todos los organismos vivos y por ello se debieron intensificar los estudios de carácter toxicológico que se relacionaron con una nueva disciplina: la bioinorgánica.

Ejemplificaremos cómo esa disciplina estudia los efectos del elemento cromo en los organismos vivos. El elemento cromo se emplea en las industrias dedicadas al cromado, fabricación de pigmentos y colorantes, conservación de la madera, producción de soldaduras de acero inoxidable y curtiembre, entre otras. Los compuestos más empleados en la industria son los derivados del cromo en estado de oxidación hexavalente que se producen cuando el cromo en estado nativo pierde por reacción química 6 electrones y da lugar al ión positivo hexavalente en forma de cromato, siendo el compuesto más común cromato de sodio o dicromato de sodio; se suman a éstos el óxido de cromo (VI), compuesto anticorrosivo por excelencia. Otro estado del cromo es el trivalente, siendo el óxido de cromo (III) el más frecuentemente utilizado en la industria.

El elemento cromo puede ser perjudicial para la salud de los organismos vivos de acuerdo al estado de oxidación que se encuentre en la cadena alimenticia, siendo introducida a la misma por la actividad industrial que emplea el metal o sus derivados. En la siguiente gráfica se puede apreciar la introducción del elemento cromo en la cadena alimenticia por el accionar de una fábrica que utiliza $\text{Na}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)$ o sulfato de cromo (III).

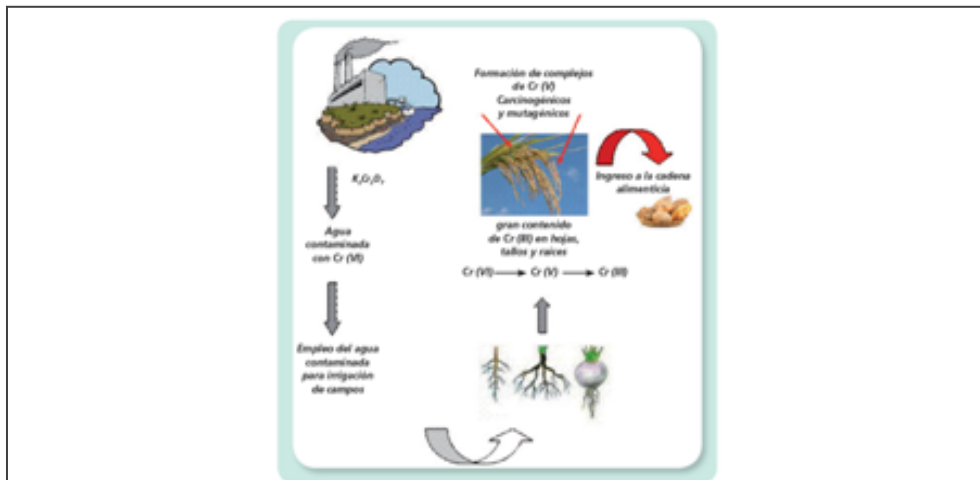


Figura 3: Ciclo de Contaminación e introducción en la cadena alimentaria del elemento cromo, diagramado por el grupo de investigación dedicado al estudio de la Bioinorgánica del elemento cromo dirigido por el Dr. Luis Federico Sala

El cromo hexavalente da lugar a compuestos muy solubles en agua, por lo cual se dice que tiene gran movilidad; en cambio el cromo trivalente da lugar a compuestos muy poco solubles en agua (principalmente hidróxido crómico), por lo tanto se lo clasifica como no móvil. Los compuestos de cromo VI contaminan los cuerpos acuíferos, mientras que los cromo III por su insolubilidad quedarían en el fondo de los cuerpos acuíferos. Sin embargo si en el fondo hay un compuesto oxidante tal como dióxido de manganeso, el cromo III puede formar Cromo VI y volver a reiniciar el ciclo de contaminación.

Cuando se ingiere agua contaminada con cromo hexavalente, bajo la forma de ión cromato ácido, éste logra entrar dentro de la célula empleando el canal utilizado por el ión sulfato. Dentro del ambiente celular el Cr^{+6} es reducido por los componentes naturales de la célula, tal como el glutatión, a Cr^{+2} pasando por los estados intermedios Cr^{+5} y Cr^{+4} que son muy cancerígenos porque dañan con mucha facilidad e intensidad a los componentes celulares. El último estadio de reducción del Cr^{+6} es Cr^{+2} el que produce desdoblamiento de las hebras del ADN nuclear, lo que conlleva a la degeneración de la célula y por último al cáncer.

Sobre la base del texto N° 3, *La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica*, resuelvan las siguientes consignas:

- Identifiquen los compuestos inorgánicos y escriban las fórmulas químicas.
- Clasifiquen los compuestos según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.
- Averigüen qué industrias específicamente son las que producen los desechos de cromo.

Texto N° 4. Técnica Kjeldahl para determinar nitrógeno total en suelos. (Marbán y Ratto, 2005)

Análisis cuantitativo. Método Kjeldahl

El método Kjeldahl es un método de análisis químico para determinar la cantidad de nitrógeno orgánico que hay en un determinado material. Se denomina así gracias a su inventor, en 1883.



Johan Kjeldahl.

Este método sigue utilizándose actualmente en la industria alimenticia, para cuantificar el porcentaje de proteína de los alimentos; en agronomía, para conocer cuánto nitrógeno total tiene el suelo, entre otros usos

El método consiste en tres etapas: la primera etapa es la digestión del material a estudiar, con la formación de amonio, la segunda etapa es la destilación de amoníaco previo agregado de NaOH y por último se realiza una valoración ácido-base.

Ficha técnica

Reactivos

- H₂SO₄ 98%
- Mezcla catalizadora: 100 g de K₂SO₄ y 10 g de CuSO₄.
- Mezcla Indicadora: 100 mg de rojo de metilo y 50 mg de azul de metileno, disueltos en 200 mL de alcohol metílico.
- Na(OH) 40 % m/V
- HBO₂ 2 % m/V y mezcla Indicadora: disolver 2 g de ácido en aproximadamente 80 mL de agua y agregar 2 mL de solución de mezcla Indicadora; llevar a volumen final de 100 mL.
- HCl 0.01 M, valorado con Na₂CO₃ como patrón primario

Procedimiento

- Colocar 100 mg de suelo previamente tamizado en un balón Kjeldahl. Agregar 200 mg de mezcla catalizadora y 1 mL de H₂SO₄ 98%
- Colocar el balón en un digestor, calentando a 390 °C hasta coloración verdosa del sobrenadante. Retirar y dejar enfriar.
- Agregar al balón 6 mL de agua y destilar previo agregado de 5 mL de Na(OH) 40 % .
- Recoger el destilado dentro de un Erlenmeyer que contiene 8 mL de HBO₂ y mezcla indicadora. Destilar hasta 1/3 del volumen inicial.
- Valorar el destilado con HCl 0.01 M. Agregar ácido hasta que el indicador vire de verde a gris.

Sobre la base del texto N° 4, Técnica Kjeldahl para determinar nitrógeno en suelos, resuelvan las siguientes consignas:

- a) Identifiquen los compuestos inorgánicos citados en el texto y escriban sus nombres.
- b) Clasifiquen los compuestos, según el número y tipo de elementos químicos que lo componen.
- c) Averigüen las aplicaciones de esta metodología de análisis en el ámbito de las ciencias agronómicas, naturales y tecnologías de alimentos.

II- Encuestas

- Encuesta realizada a las cohortes 2015 y 2016

El tema *Fórmulas químicas y Nomenclatura* fue modificado respecto de los años anteriores en función de darle un contexto más relacionado a tu futura profesión. Nos interesa saber tu experiencia en el desarrollo de estas clases. Para que tengas en cuenta:

- NO DEBES PONER TU NOMBRE en la encuesta
- Es importante que respondas las preguntas de acuerdo a TU OPINION

En cada pregunta seleccioná una de las opciones. Por favor, justificá tus respuestas. Muchas gracias.

1- ¿El desarrollo del tema te estimuló a razonar y relacionar con otros temas?
 Si más o menos no

2- ¿Te permitió ver la Química como una materia útil para resolver problemas de otras ciencias y de la vida cotidiana?
 Si más o menos no

3- Para comprender el tema, ¿te resultó útil desarrollar las actividades de la guía junto a tus compañeros?
 Si más o menos no

4- Trabajando solo o con tus compañeros, ¿pudiste completar la guía de actividades bajo la orientación del docente?
 Si más o menos no

5- El docente ¿dio posibilidades a los alumnos para discutir sobre las dudas que iban surgiendo durante el desarrollo de las clases?
 Muchas posibilidades pocas posibilidades no brindó posibilidades

6- ¿Te pareció adecuado el ritmo de la clase?
 Si más o menos no

7- La forma de presentar los contenidos del tema, ¿te permitió relacionar otros conceptos?
 Si más o menos no

8- ¿Considerás que la asignatura es importante para la formación en tu profesión?
 Si más o menos no

9- La participación de tus compañeros en las clases, ¿te ayudó a aprender?
 Si más o menos no

10- ¿Te pareció adecuado el desarrollo del tema en la guía de actividades prácticas?
 Si más o menos no

11- ¿Brindó el docente oportunidades para analizar con toda la clase lo que los alumnos iban entendiendo del tema?
 Si pocas no

12- El tiempo dedicado al desarrollo del tema fue:
 Excesivo apropiado insuficiente

13- ¿Te gustaría que los temas siguientes se desarrollen como se hizo con el tema *formaleo y nomenclatura*?
 Si no me resulta indiferente

- Encuesta realizada a la cohorte 2016

ENCUESTA ANÓNIMA. ¡Gracias por tu colaboración!

Por favor, con la mayor sinceridad posible completá esta encuesta, de tus respuestas dependen en buena parte las posibilidades de mejorar esta asignatura.

a) Sobre las clases referidas al tema de Nomenclatura

1- ¿Te sirvió lo aprendido en el secundario?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque

2- ¿Tomaste apuntes en clase?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque

3- ¿Te gustaron las lecturas que se hicieron en las clases?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque

4- ¿Explicaste algún tema o contenido a tus compañeros?

SI: NO:.....

Porque:.....

5- ¿Usaste recursos de computación para.....

Buscar información teórica	Buscar información sobre resolución de problemas	Realizar un material explicativo	Otros

Porque

6- ¿Cómo te resultaron los problemas y qué te ayudó a resolverlos?

.....

b) Sobre el tema Escritura de Fórmulas Químicas

1- ¿Te sirvió lo aprendido en el secundario?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque.....

2- ¿Tomaste apuntes en clase?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque

3- ¿Te gustaron las lecturas que se hicieron en las clases?

Mucho	Bastante	Poquisimo	Nada

Porque

4- ¿Explicaste algún tema o contenido a tus compañeros? ¿Te gustó?

SI: NO:.....

Porque:.....

5- ¿Usaste recursos de computación para.....

Buscar información teórica	Buscar información sobre resolución de problemas	Realizar un material explicativo	Otros

Porque

6- ¿Cómo te resultaron los problemas y qué te ayudó a resolverlos?

.....

.....

c) ¿Querés hacernos otros comentarios sobre qué te pasó (bueno o malo) en la cursada de la materia?:

.....

Parte B

CAPÍTULO 6-

UNIDAD TEMÁTICA: FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA DE COMPUESTOS INORGÁNICOS- EXPERIENCIAS 2017-

B.6.1- Modificaciones didácticas respecto de las propuestas realizadas en 2015-2016

De acuerdo a los resultados y conclusiones extraídas de las experiencias realizadas en 2015 y 2016 (sección B.5.3, capítulo 5), modificamos los problemas planteados a los estudiantes, de manera que fueron más precisos los conflictos cognitivos a resolver. Por ejemplo, el problema agronómico de 2015-2016 pedía que los estudiantes elaboraran “un plan de acción” genérico (Figura 5.1). Por el contrario, el nuevo problema (ver Figura 6.1) planteaba una pregunta concreta del productor al ingeniero agrónomo. Así mismo, se circunscribió el conflicto cognitivo a la posibilidad de airear la tierra o utilizar fertilizante para mejorar el cultivo frente a la deficiencia de nitrógeno. Finalmente, el planteo de la Figura 5.1 exigía al estudiante “saber nomenclatura química”; en cambio, en 2017 se planteó algo más preciso: establecer correspondencias para identificar compuestos a partir de sus nombres en “lenguaje verbal” o el “lenguaje de fórmulas químicas”, a partir de asumir la complejidad de los lenguajes químicos (Galagovsky, 2009, 2014, 2015).

La propuesta didáctica en 2017 consistió en 5 actividades secuenciales:

- **Actividad 1:** Resolución idiosincrásica de un problema agronómico (ver Figura 6.1).
- **Actividad 2:** Explicación del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos* por parte de la docente.
- **Actividad 3:** Lectura grupal por parte de los estudiantes de cuatro textos aportados por la docente con resolución del cuestionario químico: tres de ellos son los que se trabajaron en las experiencias 2015-2016 (ver textos 2, 3 y 4 en anexo I del capítulo 5) y un texto incorporado para la experiencia 2017 (en anexo II del capítulo 6). Las consignas químicas fueron reformuladas, siendo las mismas para los cuatro textos.

- **Actividad 4:** Exposición y defensa grupal de la producción creativa y explicativa del contenido del texto.
- **Actividad 5:** Evaluación por parte de los estudiantes de la exposición de los grupos, por selección de emoticones y palabras según criterios previamente establecidos.


B.6.2- Desarrollo de las actividades

Las actividades 1 a 5 de la experiencia didáctica se desarrollaron en 7 horas distribuidas en tres clases. A continuación se describen las actividades, sus justificaciones y resultados.

B.6.2.1-Actividad 1: Resolución idiosincrásica de un problema agronómico.

i- Consignas y fundamentos de la Actividad 1

La figura N° 6.1 muestra la consigna del problema que se distribuyó en una fotocopia a cada estudiante. Planteaba un conflicto agronómico preciso y acotado, además proponía una correspondencia entre dos lenguajes químicos: fórmula y nombre de compuestos químicos.



Ricardo es productor agropecuario y tiene un problema con sus cultivos: tiene crecimiento retrasado, hojas amarillentas a partir de la punta, y otras manifestaciones que hacen sospechar que el cultivo tiene carencia de nitrógeno.

El productor consulta a un Ingeniero Agrónomo si es conveniente airear la tierra ya que el aire contiene 78 % de nitrógeno. ¿Cuál creen que fue la respuesta del experto?

Existen distintas formulaciones y presentaciones de productos fertilizantes. De la siguiente lista, encuentra la correspondencia entre fórmulas y nombres.

1- Sulfato de calcio
2- Sulfato de amonio
3- Nitrato sódico
4- Nitrato de amonio
5- Sulfato de cinc
6- Hidrógeno fosfato de amonio
7- Sulfato ferroso
8- Nitrato de calcio
9- Fosfato monoamónico

---- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
---- FeSO_4
---- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
---- $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$
---- $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$
---- ZnSO_4
---- CaSO_4
---- NaNO_3
---- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Figura N°6.1: Consigna de la Actividad 1.

El problema agronómico tenía dos partes. La primera parte implicaba relacionar cuestiones químicas, biológicas, fisiológicas de los vegetales: distinguir entre nitrógeno molecular y elemento nitrógeno, y cómo los vegetales pueden absorber este nutriente fundamental. ¿Por qué habiendo tanto nitrógeno en la atmósfera, el hombre necesita fertilizar el suelo?

La segunda parte de la consigna consistía en encontrar la correspondencia entre fórmulas químicas y nombres ante una lista determinada de fertilizantes. Se buscaba la resolución idiosincrásica del problema. Se esperaba que los estudiantes pudieran asociar nombres en lenguaje verbal, sabiendo que podían reconocer más fácilmente elementos químicos en el lenguaje de fórmulas. Todas las dificultades (por ejemplo el reconocimiento del grupo amonio) se discutirían en el momento de socialización posterior. Se esperaba motivación por querer resolver conflictos cognitivos acotados, poniendo en juego conocimientos previos pero también estrategias deductivas, habiendo ya estudiado el tema de Tabla Periódica. El tiempo utilizado para la Actividad fue 20 minutos.

El cambio respecto de la versión 2015-2016 (ver Capítulo 5) consistió en delimitar y precisar la abarcatividad de los conflictos cognitivos presentados.

ii- Resultados

Asistieron a clase 44 estudiantes. Algunos estudiantes manifestaron en voz alta que marcaron cualquier correspondencia fórmula-nombre porque no sabían nada del tema. Otros estudiantes miraban la tarea del vecino, y hubo casos en que respondían en voz alta, había una preocupación por resolver bien la tarea. Con respecto a la primera pregunta del problema agronómico, en la tabla N° 6.1 se muestran las respuestas de los estudiantes.

Respuesta	Porcentaje	justificación
No	58%	<i>“Porque el aire no se disuelve en la tierra”; “No se soluciona del todo aireando la tierra, se soluciona echando fertilizante nitrato cálcico o de sodio”; “airear y echar fertilizante”; “No, porque no duraría mucho, le recomendaría un roto cultivo con soja ya que tiene una bacteria que fija el nitrógeno y si es soja, que ponga un fertilizante”; “Fertilizar con urea”; “Hay que incorporar nitrógeno con un producto químico o con alguna pastura”; “No, porque el nitrógeno se absorbe mediante las raíces”; “El experto le dirá que haga análisis del suelo y según esto realizar agregado de fertilizante químico”</i>
Si	42%	<i>“Se soluciona aireando la tierra ó aplicando fertilizante”; “Yo creo que se solucionará el problema porque se puede ganar un 78% de nitrógeno que es lo que necesitan los cultivo”; “Sí, pero no soluciona completamente”.</i>

Tabla N° 6.1: Porcentajes de respuestas dadas por los estudiantes y algunas justificaciones frente al problema agronómico de la Actividad 1

De esas respuestas surgió que el 58% de los estudiantes opinó que no es solución airear la tierra y argumentaron dificultades de absorción, requerimiento de realizar análisis de suelo, rotación de cultivos y aplicación de fertilizantes. El resto de los estudiantes manifestó que airear la tierra solucionaría el problema, aunque 5 de ellos reconocen que esto no lo resuelve en forma total. En la puesta en común pudo darse información sobre la relación entre los números de oxidación de los Elementos Químicos y su capacidad de ser –o no- absorbidos/metabolizados por los vegetales, realizando así, la importancia de los temas teóricos vistos en el tema previo de Tabla Periódica y de la necesidad del conocimiento químico para la generación y formulación de fertilizantes.

Respecto a la segunda parte del problema agronómico, las correspondencias elegidas por los estudiantes se muestran en la tabla N° 6.2.

Fórmula química	% correspondencias correctas	Otras correspondencias
A-Ca(NO ₃) ₂	95 (nitrato de calcio)	Sulfato de calcio; sulfato de amonio
B-Fe(SO ₄)	95 (sulfato ferroso)	Fosfato monoamónico; hidrógeno fosfato de amonio
C-(NH ₄) ₂ SO ₄	73 (sulfato de amonio)	Nitrato sódico; nitrato de amonio; Nitrato de calcio; sulfato ferroso; hidrógeno fosfato de amonio; sulfato de calcio
D-(NH ₄)H ₂ PO ₄	30(fosfato monoamónico)	Hidrógeno fosfato de amonio (66%); nitrato de amonio; nitrato sódico
E-(NH ₄)NO ₃	61 (nitrato de amonio)	Sulfato de amonio; nitrato sódico; sulfato de cinc; sulfato de calcio; fosfato monoamónico, nitrato de calcio; hidrógeno fosfato de amonio
F-ZnSO ₄	91 (sulfato de cinc)	Fosfato monoamónico; sulfato de amonio; sulfato ferroso; nitrato sódico
G-Ca(SO ₄)	89 (sulfato de calcio)	Sulfato ferroso; nitrato sódico; sulfato de amonio; sulfato de cinc
H-NaNO ₃	73 (nitrato sódico)	Nitrato de amonio; sulfato de amonio; sulfato de calcio; fosfato monoamónico
I-(NH ₄) ₂ HPO ₄	25 (Hidrógeno fosfato de amonio)	Fosfato monoamónico (52%); nitrato de amonio; sulfato ferroso

Tabla N° 6.2: Porcentaje de correspondencias correctas para cada fórmula química y otras correspondencias asignadas por los estudiantes, en la Actividad 1.

De las respuestas dadas, se observa un alto porcentaje de asociaciones correctas en los casos A, B, F y G; posiblemente ayudó el nombre de uno de los elementos químicos por ejemplo calcio y cinc, para deducir el nombre de la fórmula química. Los casos de menor porcentaje de respuestas correctas fueron D e I, y esto coincide con lo anticipado en el ítem ii de esta sección. Es decir, se realizó la socialización de las respuestas dadas y quedó expuesta la necesidad del conocimiento químico para resolver en forma adecuada el problema. Frente a esta evidencia los estudiantes estuvieron motivados para recibir la información de la Actividad 2.

B.6.2.2-Actividad 2: Explicación del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos* por parte de la docente

Una buena resolución del problema agronómico, exige el conocimiento del tema *Fórmulas químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos*. Se realizó la explicación del tema (sección B.5.3.2, capítulo 5). Además se elaboró para esta oportunidad un material explicativo *ad hoc* sobre el tema (anexo II del capítulo 6), que consistió en las diapositivas de power point que presentó la docente en la clase, con la explicación correspondiente escrita en la página de notas. Con estos recursos didácticos se evitó la dificultad que representaba a los estudiantes el consultar libros de química, relatada en sección B.5.1., capítulo 5. El tiempo para esta actividad fue 3 horas.

B.6.2.3- Actividad 3: Lectura grupal por parte de los estudiantes de textos aportados por la docente con resolución del cuestionario químico.

i- Consignas y fundamentos didácticos

En la figura 6.2 se muestra la consigna que se dio a los estudiantes, donde se marcaba que cada estudiante debería leer todos los textos y resolver las preguntas químicas correspondientes. Los textos y las consignas estaban disponibles en fotocopiadora y los estudiantes podrían hacer consultas acerca de esta actividad. La actividad se entregaría a la docente finalizada la Actividad 5.

1- Lean los textos I a IV que se muestran a continuación; en cada texto, identificar los compuestos inorgánicos citados y completar una tabla con los siguientes datos. Entregarán la tarea al docente.

Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº ox de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos químicos	Clasificación según composición

Figura 6.2: La consigna de la Actividad 3, que requería de la explicación teórica del docente y del material explicativo.

Respecto de 2015-2016 (Figura 5.3), el cambio fundamental fue desglosar la demanda de conceptos químicos que debían ser encontrados en cada texto, y proponer un formato de tabla para presentarlos. Este formato resultaría fácil de evaluar en el momento de la comparación de resultados por grupo; tal como se relata en la próxima actividad (Figura 6.3). Tener que resolver esta tarea implicaría que cada estudiante realizara la lectura de los 4 textos: I- *Agricultura y medio ambiente*; (Anexo I, capítulo 6); II- *La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del lago Nyos, en Camerún*; III- *La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica* y IV- *Técnica Kjeldahl para determinar nitrógeno total en suelos* (corresponden a los textos 2 a 4, respectivamente, en anexo I, capítulo 5). La selección de textos fue modificada respecto a 2015 y 2016; se cambió el texto referente a los blanqueadores de las harinas, por el de *Agricultura y medio ambiente* porque la temática es de mayor motivación para los estudiantes de InQuim. Tal como está propuesta la actividad, todos los estudiantes debían leer todos los textos; esto fue diferente a las experiencias 2015-2016, en las que se observó que algunos estudiantes se aburrían o no prestaban atención. La Actividad 3 se realizaría fuera del horario de cursada. En la figura 6.3 se muestra la resolución esperada de la Actividad 3.

Texto I				
Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº ox de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos	Clasificación según composición
nitratos	NO ₃ ⁻	N (+5) O (-2)	binario	ión poliatómico
fosfatos	PO ₄ ³⁻	P (+5) O (-2)	binario	ión poliatómico
Oxido nitroso	N ₂ O ₃	N (+3) O (-2)	binario	Oxido ácido
agua				
amoníaco	NH ₃	N (-3) H (+1)	binario	Hidruro no metálico
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	N (-3) H (+1) S (+6) O (-2)	cuaternario	Sal oxigenada
nitritos	NO ₂ ⁻	N (+3) O (-2)	binario	ión poliatómico
Oxido nítrico	N ₂ O ₃	N (+5) O (-2)	binario	Oxido ácido
Acido nítrico	HNO ₃	H (+1) N (+5) O (-2)	ternario	oxácido
Dióxido de azufre	SO ₂	S (+4) O (-2)	binario	Oxido ácido
Dióxido de carbono	CO ₂	C (+4) O (-2)	binario	Oxido ácido

Texto II				
Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº ox de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos	Clasificación según composición
Dióxido de carbono	CO ₂	C (+4) O (-2)	binario	Oxido ácido
Carbonato de calcio	Ca(CO ₃)	Ca (+2) C (+4) O (-2)	ternario	Sal oxigenada
Oxido de calcio	CaO	Ca (+2) O (-2)	binario	Oxido básico
Hidróxido de calcio	Ca(OH) ₂	Ca (+2) H (+1) O (-2)	ternario	Hidróxido
agua	H ₂ O	+1, -2	binario	

Texto III				
Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº ox de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos	Clasificación según composición
Cromato de sodio	Na ₂ (CrO ₄)	Na (+1) Cr (+6) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Dicromato de sodio	Na ₂ (Cr ₂ O ₇)	Na (+1) Cr (+6) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Oxido de cromo (VI)	CrO ₃	Cr (VI) O (-2)	binario	Oxido ácido
Oxido de cromo (III)	Cr ₂ O ₃	Cr (+3) O (-2)	binario	Oxido básico
Sulfato de cromo (III)	Cr ₂ (SO ₄) ₃	Cr (+3) S (+6) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Hidróxido crómico	Cr(OH) ₃	Cr (+3) O (-2) H (+1)	temario	hidróxido
Dióxido de manganeso	MnO ₂	Mn (+4) O (-2)	binario	Oxido básico

Texto IV				
Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº ox de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos	Clasificación según composición
amonio	NH ₄ ⁺	-N (-3) H (+1)	binario	ión poliatómico
Hidróxido de sodio	NaOH	Na (+1) O (-2) H (+1)	temario	Hidróxido
Acido sulfúrico	H ₂ SO ₄	H (+1) S (+6) O (-2)	temario	oxácido
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	K (+1) S (+6) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Sulfato cúprico	CuSO ₄	Cu (+2) S (+6) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Acido bórico	HBO ₂	H (+1) B (+3) O (-2)	temario	oxácido
Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	Na (+1) C (+4) O (-2)	temario	Sal oxigenada
Acido clorhídrico	HCl	H (+1) Cl (-1)	binario	hidrácido

Figura 6.3: Resolución de la actividad 3. Tablas completas con los compuestos mencionados para los textos I a IV.

ii- Resultados

Al finalizar la última clase del tema los estudiantes entregaron las resoluciones a las preguntas químicas de los textos. Asistieron a esta clase el 81 % de los estudiantes que presenciaron la primera clase; el resto de los estudiantes en esos días había desaprobado el recuperatorio del primer parcial y perdieron la cursada de InQuim. La investigadora recolectó 10 resoluciones, correspondientes a cada grupo de estudiantes y distribuyó una fotocopia con la resolución correcta (Figura 6.3) para que los estudiantes pudieran realizar una autoevaluación durante la puesta en común.

Del análisis de la actividad 3 se evidenciaron las siguientes dificultades:

- 8 grupos realizaron la tarea en forma completa.
- Los ocho grupos identificaron todos los compuestos de los textos I a IV; dos grupos consideraron al metano como compuesto inorgánico; tres grupos escribieron que aluminio, hierro y cobre son compuestos.
- Respecto a la escritura de fórmulas químicas, dos grupos consideraron fórmulas erróneas para nitrato y nitrito, escribieron “N₃” y “N₄” en lugar de NO₂⁻ y NO₃⁻, respectivamente y uno escribió “N₂O₃” para el óxido nítrico. Otro grupo escribió “Na₂CrO₃” para cromato de sodio, en lugar de Na₂CrO₄ y otro anotó “NH₃SO₄” para sulfato de amonio.
- En los casos de N° oxidación de los elementos químicos se relevaron los siguientes errores: N (-4) en el amonio, aun cuando lo habían escrito en forma correcta y cuando al amoníaco le asignaron N (-3); S (+2) para el sulfato de cromo (III); Ca (-2) para los casos del hidróxido de calcio y del carbonato de calcio;
- En Clasificación de los compuestos según el número de elementos químicos, todos los grupos contestaron bien la totalidad de los casos;
- Respecto a clasificación de los compuestos según su composición, un grupo contestó que Hierro, Aluminio y Cobre son óxidos; Nitrógeno es anhídrido; amoníaco y amonio son hidróxidos; óxido de calcio es óxido ácido; el resto de los grupos contestaron correctamente este ítem.

B.6.2.4- Actividad 4: Exposición y defensa grupal de la producción creativa y explicativa del contenido del texto.

i- Consigna y fundamentos didácticos

La figura 6.4 muestra la consigna de la Actividad 4.

2- Trabajo grupal (4-5 integrantes): A partir de uno de los textos I a IV, elaboren una producción creativa (historieta, experiencia, cuento, representación teatral, material audiovisual, etc. Con fecha a determinar, expondrán su producción y también la correspondiente tabla completa de la tarea 1. El tiempo máximo de exposición será 10 minutos.

Figura 6.4: La consigna grupal de la Actividad 4.

Realizar una producción grupal creativa sobre un texto seleccionado por los estudiantes implicaba leer el texto y en un trabajo en equipo diseñar una forma de presentarlo; podría implicar ampliar la información y/o seleccionar qué aspectos se tomarían en cuenta para la exposición, y seleccionar un prototipo para la exposición ante sus compañeros. Todos los compañeros conocían todos los textos, por ello a los estudiantes les resultaba motivador conocer cómo habían resuelto creativamente los otros compañeros la consigna de la Actividad 4.

En la versión 2015-2016 la lectura de uno solo de los posibles textos y su presentación grupal implicó una dispersión de la atención de los grupos que estaban preocupados por su propia ponencia y que no tenían suficiente motivación para comprender las presentaciones de los otros grupos sobre los otros textos.

La actividad en su totalidad requería poner en juego competencias de comprensión de texto, armado de alguna plantilla o soporte sobre el cual realizar la explicación del contenido del texto; competencias de comunicación visual y oral y distribución de roles de cada integrante del equipo.

ii- Resultados

La selección de textos había sido presentada el primer día de clase del tema *Nomenclatura y Formulas Químicas de compuestos inorgánicos*, de esta manera los estudiantes habían tenido 15 días para preparar el trabajo de exposición. Las actividades 4 y 5 se desarrollaron en una última clase de dos horas. Para que todos los grupos pudieran exponer, se distribuyeron 5 grupos en un aula con dos docentes (grupos 1, 3, 5, 7 y 9) y en otro el resto de los grupos de estudiantes (grupos 2, 4, 6, 8 y 10), con otros dos docentes. La distribución se hizo de tal forma que en cada aula se expondrían todos los textos. Uno de los docentes realizaba las grabaciones y tomaba registros de lo ocurrido, el otro docente guiaba la clase. Dos grupos quedaron desmembrados porque algunos de sus integrantes en el transcurso de esos días habían perdido la regularidad de la cursada de InQuim. Uno de estos grupos, reducido a dos personas, pudo reorganizarse en las últimas horas y exponer su trabajo; el otro grupo, también de dos integrantes, no logró reorganizarse, y decidió no exponer. Un tercer grupo integrado por estudiantes que recursaban InQuim, había preparado una producción del año anterior con las consignas respectivas, tampoco expuso su trabajo porque manifestaron que no habían respetado las consignas, aún cuando la docente les dio oportunidad de realizar la exposición. Los integrantes de los grupos que no expusieron sí presenciaron la clase.

En la tabla 6.1 se muestra el texto que seleccionó cada grupo de estudiantes y cuál fue el prototipo que utilizaron en la exposición.

Texto seleccionado	Prototipo utilizado por el grupo en la exposición
<i>La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del lago Nyos, en Camerún</i>	- Cartulina con diagrama de flujo del proceso ambiental (grupo 1). - Power point titulado “ <i>Los lagos asesinos</i> ” (grupo 2).
<i>Agricultura y medio ambiente</i>	- Presentación en versión papel de una entrevista realizada por los estudiantes a Ingeniera Agrónoma de Agrotecnos S.A., con preguntas sobre el tema (grupo 3). - Power point y uso del pizarrón. Encuesta final a sus compañeros acerca de qué saben del impacto Agricultura-medio ambiente (grupo 4) - Power point titulado “El impacto de la agricultura en el medio ambiente” (grupo 5).
<i>Análisis cuantitativo. Método Kjeldahl</i>	-Power point con explicación del método de análisis Kjeldahl y fotografías de equipos utilizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos de Azul (grupo 6). -Power point (grupo 7).
<i>La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica</i>	-Power point (no expusieron pero presentaron a los docente) (grupo 8). - Power point sobre usos del cromo en relación con los avances tecnológicos y los efectos en el medio ambiente.(grupo 9).

Tabla 6.1: El texto seleccionado y los modelos de exposición usados por cada grupo de estudiantes.

De las grabaciones realizadas durante estos momentos de la clase, la investigadora resalta las siguientes observaciones:

- Los integrantes de los ocho grupos que expusieron se organizaron cumpliendo roles diferentes: preparación de la presentación, búsqueda de material para profundizar, exposición oral, etc. Es decir que en estos casos los integrantes del equipo de trabajo se distribuyeron la tarea de forma de potenciar las habilidades y destrezas de cada uno. Esto muestra un empleo estratégico de los estudiantes respecto a sus capacidades.

- Siete grupos ampliaron la información dada en el texto: el grupo 2 manifestó que consideraron que no fue necesario ampliar el tema porque el texto tiene mucha información y muy clara.
- Los integrantes de dos grupos visitaron lugares de trabajo acordes al tema desarrollado y vinculados a su profesión, y se reunieron con especialistas: el grupo 3 visitó Agrotecno S.A. y allí entrevistó a una Ingeniera Agrónoma; y el grupo 6 se reunió en el Laboratorio de análisis de suelos de Azul con su Directora y con una Bioquímica que realiza los análisis químicos en ese lugar. Los estudiantes manifestaron que estas experiencias fueron enriquecedoras, más allá de su utilidad para el trabajo a realizar para el curso de InQuim.
- En todos los casos, los oyentes permanecieron en silencio y prestaron atención durante las exposiciones de sus compañeros, es decir que en todos los casos respetaron el trabajo de sus pares. Consideramos que hubo genuino interés por los temas que se exponían y además fueron conscientes de que valorar el trabajo de sus compañeros exigía atención. El haber repartido en dos aulas a los grupos contribuyó a hacer más dinámica la actividad y que no se dupliquen los temas expuestos.
- Durante las exposiciones, en varias oportunidades se observó a algún integrante del grupo intervenir en la explicación de un compañero, para dejar más claro alguna idea que intentaba explicar, en este sentido se registraron parafraseos, analogías y ejemplos. Una muestra de analogía que usaron los estudiantes fue la explicación de la diferencia de lo que ocurre a un suelo en el que se realiza siembra directa y otro en el que se realiza siembra tradicional: “...en la siembra directa el suelo es como la cabeza de un hombre con rulos y en la tradicional, es como la cabeza de un pelado. Cuando a un pelado le echas agua, se derrama toda el agua; en cambio al hombre de rulos, no.”. Esto muestra la percepción de los estudiantes que el mensaje debía quedar claro para los oyentes que eran sus pares, y no los docentes.
- En pocas oportunidades los oyentes realizaron preguntas a sus compañeros acerca de las exposiciones, sin embargo no era porque no estuvieran atentos, por lo que es posible que esto se haya debido a no exponer a sus compañeros a una situación incómoda que no pudieran resolver.

- El recurso más utilizado para las presentaciones fue el power point; tal vez como reflejo del recurso utilizado por los docentes del curso InQuim en las explicaciones teóricas. Se observó que la mayoría de estos dispositivos realizados por los estudiantes, tenían imágenes ejemplificadoras; palabras claves; redes conceptuales, que sirvieron de base para la explicación más detallada realizada en forma oral de los conceptos y procesos que incluyeron en el power point.
- Los grupos de estudiantes tuvieron en cuenta en sus presentaciones los contextos de cada tema: por ejemplo, la ubicación geográfica del Lago Nyos en un mapa; contextos históricos en usos del cromo con los avances tecnológicos; la influencia de las actividades del hombre y la naturaleza.
- Un grupo utilizó el pizarrón para realizar un esquema del ciclo de nitrógeno y su vinculación con las prácticas agropecuarias, el ciclo utilizado no es el que figuraba en el texto, por lo que es evidencia que consultaron otras fuentes de información. Otros grupos usaron el pizarrón para escribir la resolución de las consignas químicas.
- 4 grupos incluyeron simbología química en las presentaciones del texto. Es decir que, aún cuando en los textos subyacían conceptos químicos, la mitad de los grupos tuvo en cuenta representar estos conceptos con simbología y vocabulario específico.

B.6.2.5- Actividad 5: Evaluación por parte de los estudiantes de la exposición de los grupos, por selección de emoticones y palabras según criterios previamente establecidos.

i- Consigna y fundamentos didácticos

Cada grupo de estudiantes tendría una grilla de evaluación (ver figura 6.5) para valorar el trabajo de los demás grupos. En la grilla constaban las categorías por medio de las que sería valorada la exposición: respeto por las pautas de la exposición; Organización y coherencia entre integrantes del grupo durante la exposición; claridad de la exposición; creatividad; comunicación oral; precisión en el lenguaje; uso del pizarrón; uso de tecnologías y otros recursos. Para cada categoría debían seleccionar una palabra y un emoticón de una lista dada. La lista de palabras y emoticones fue elegida por la investigadora acorde al tipo de trabajo que se valoraba.

3- Cada grupo de trabajo evaluará la exposición de sus compañeros. Para esto utilizarán la grilla que se muestra a continuación. La grilla de evaluación se completa seleccionando, para cada criterio, una palabra y un emoticón de la lista, identificados por un número y una letra, respectivamente.

Grilla para evaluar las producciones de tus compañeros

Grupo evaluador:.....

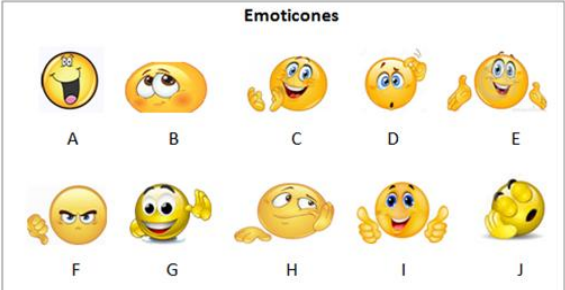
critorio	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Se respetan las pautas (tiempo de exposición, tema, etc)											
Organización y coherencia entre integrantes del grupo en la exposición											
Claridad											
Creatividad											
Comunicación oral (fluidez, claridad del mensaje)											
Precisión en el lenguaje											
Uso del pizarrón											
Uso de tecnologías											
Otros recursos											

Lista de palabras y emoticones para completar la grilla de evaluación.

Palabras

- 1- Bueno
- 2- Extraordinario
- 3- Inentendible
- 4- Ingenioso
- 5- Pobre
- 6- Malísimo
- 7- Interesante
- 8- Buenísimo
- 9- Enriquecedor
- 10- Feo

Emoticones



A B C D E

F G H I J

Figura 6.5: Grilla que dispondría cada grupo de estudiantes para valorar el trabajo de sus compañeros

La evaluación de otras producciones implicaría mayor compromiso por la tarea respecto de lo ocurrido en cohortes anteriores (sección B.5.5, capítulo 5). El tener que evaluar, involucraría a los estudiantes a realizar una valoración de logros y aspectos a mejorar de las producciones realizadas por sus compañeros, de acuerdo a determinados criterios dados por la docente.

El tener de antemano la grilla, les permitiría a los grupos conocer qué aspectos serían valorados para poner foco (ver criterios de la Figura 6.5) en éstos en el momento de la elaboración del trabajo creativo.

Las docentes también valoraron el trabajo de los estudiantes otorgando puntos para el parcial.

ii- Resultados

Al finalizar cada exposición, aplausos mediante, cada grupo de estudiantes oyentes completó la grilla de evaluación. Los estudiantes debatieron con entusiasmo y respeto la elección de emoticones y palabras para cada categoría y un representante de cada grupo realizó la exposición de la valoración y su respectiva argumentación. Los estudiantes expositores mostraron interés y escucharon atentamente la devolución de los compañeros evaluadores. Hubo un solo grupo que no expuso la valoración que había realizado, porque opinaban que la situación era “muy fea e incómoda”, quedó en evidencia cierta rivalidad entre grupos, que fue trasladada a la valoración del trabajo.

Realizar la valoración requirió que los estudiantes pusieran atención a las exposiciones de los compañeros y posteriormente las analizaran a la luz de los criterios que constaban en la grilla (Figura 6.5), para luego ponderar según la lista de palabras y emoticones. Para esto también era importante conocer de antemano el contenido de todos los textos; las preguntas realizadas por los estudiantes oyentes y las acotaciones-aclaraciones de las explicaciones de los expositores realizadas en varias oportunidades, fueron clara muestra de que los estudiantes habían leído y comprendido todos los textos, a diferencia de lo ocurrido en las experiencias 2015-2016 (sección B.5.4.2, capítulo 5).

El tener que evaluar a otros y el ser evaluado por sus pares provocó un cambio de actitud en los estudiantes, y resultó en una mayor motivación y compromiso por la tarea.

B.6.3- Evaluación de la propuesta

B.6.3.1- La encuesta de opinión a los estudiantes

La propuesta innovadora que se realizó en 2017 en el tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*, se valoró a través de una encuesta a los estudiantes que se distribuyó al finalizar la secuencia didáctica. Interesaba obtener el punto de vista de los estudiantes para analizar el alcance de los objetivos planteados en un principio (capítulo 1) que eran: motivar a los estudiantes por el aprendizaje de Química; favorecer el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal; y propiciar el desarrollo de competencias de comprensión y de compromiso con el aprendizaje.

La encuesta era similar a la que habían utilizado los estudiantes en el tema *Clasificación Periódica de los elementos químicos* (Figura 4.1, capítulo 4). La lista de emoticones y palabras a seleccionar era idéntica, así como también la clasificación según connotaciones positivas, negativas y neutras (Figura 4.2, capítulo 4). Los criterios a evaluar se relacionan con las siguientes actividades desarrolladas por los estudiantes en la propuesta innovadora:

- I- Resolver el problema agronómico;
- II- Leer los textos de los trabajos expositivos;
- III- Elaborar el trabajo de exposición;
- IV- Exponer el trabajo a tus compañeros;
- V- Resolver las consignas químicas de los textos.

Los criterios de la valoración de los estudiantes sobre las actitudes de su propio desenvolvimiento fueron:

- VI- Tu participación en el grupo;
- VII- La participación de tus compañeros de grupo;
- VIII- Recibir la opinión/valoración de los compañeros sobre tu trabajo;
- XIX- Dar opinión/valoración del trabajo de otros grupos

La figura 6.7 muestra la estructura de la encuesta.

Encuesta anónima. ¡Gracias por tu colaboración!

Buscamos mejorar la asignatura Introducción a la Química. Con la mayor sinceridad posible completa esta encuesta sobre las clases de nomenclatura y formulas químicas.

1-Tené en cuenta la lista de palabras y emoticones identificados con un número y una letra, respectivamente y completa la tabla que se muestra a continuación, seleccionando para cada actividad de la primera columna, el número de palabra y la letra de emoticón, según tu opinión.

	N° de palabra	Letra de emoticón	Justificación breve
I-Resolver el problema agronómico (encontrar correspondencia entre fórmulas químicas y nombres de fertilizantes)			
II-Leer los textos de los trabajos expositivos			
III-Elaborar el trabajo de exposición			
IV-Exponer el trabajo a tus compañeros			
V-Resolver las consignas químicas de los textos			
VI-Tu participación en el grupo			
VII-La participación de tus compañeros de grupo			
VIII-Recibir la opinión /valoración de tus compañeros sobre tu trabajo			
XIX-Dar opinión/valoración del trabajo de otros grupos			

Lista de palabras y emoticones, identificados con un número y una letra, respectivamente.

















Palabras	Emoticones
1- fácil	 A
2- aburrido	 B
3- malísimo	 C
4- entretenido	 D
5- olvidable	 E
6- difícil	 F
7- inentendible	 G
8- feo	 H
9- buenísimo	 I
10- copado	 J
11- interesante	 K
12- intrascendente	 L
13- asombroso	 M
14- complicado	 N
15- enriquecedor	 O
16- extraordinario	 P

Figura N° 6.7: Organización completa de la encuesta de opinión solicitada a los estudiantes.

B.6.3.2- Resultados

La encuesta de opinión anónima e individual se distribuyó a los estudiantes al finalizar la secuencia didáctica del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*. Se obtuvieron 36 encuestas.

- *Resultados respecto de las “actividades”*

La figura 6.8 muestra los porcentajes de opiniones positivas, neutras y negativas registradas por los estudiantes respecto a las “Actividades” I, II, III, IV y V.

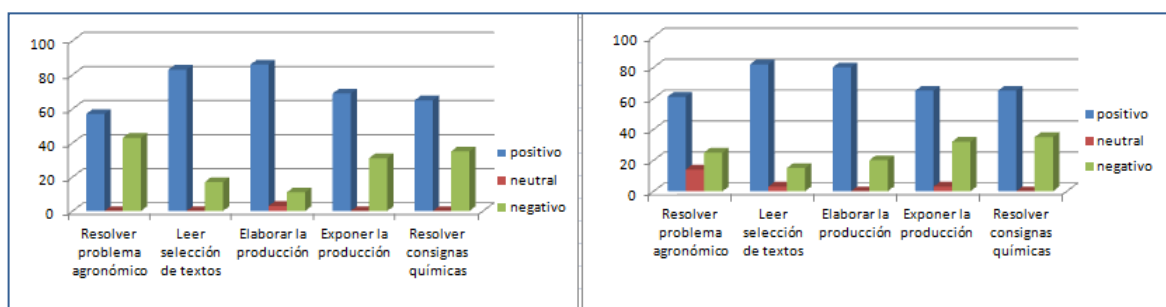


Figura N° 6.8: Los gráficos de barra muestran las opiniones de los estudiantes en porcentajes, respecto a “Actividades” desarrolladas, según palabras (izquierda) y emoticones (derecha).

La figura 6.8 muestra que los estudiantes fueron más consistentes en la elección de los pares “palabra-emoticon” respecto a la encuesta realizada en Tabla periódica (figura 4.3., capítulo 4) Los gráficos de barra muestran que los estudiantes se manifestaron en forma altamente positiva en cada una de las actividades. La menos positiva fue resolver el problema agronómico y resolver las preguntas químicas. En el caso del problema agronómico, los estudiantes se enfrentaron a un problema desconocido para la mayoría de ellos y esto lo percibieron en forma negativa, posiblemente porque culturalmente estamos acostumbrados a contestar en “forma correcta”. Resolver las preguntas químicas, la segunda categoría con menos respuestas positivas, también es poner el conocimiento químico, y la simbología específica, difícil de aprender en dos clases. No se observa diferencia significativa entre las opiniones de palabras y emoticones.

Del total de encuestados, 3 justificaron brevemente la elección de emoticón y palabra asignadas en todos los criterios y 8 en algunos. La Tabla 6.2 muestra algunas opiniones libres vertidas por los estudiantes en las “Actividades”.

Criterio	Opiniones positivas	Opiniones negativas
I- Resolver el problema agronómico	-Es entretenido y relaciona el tema con lo que nos gusta -Pude hacerlos	-Difícil para mí -Es un tema complejo
II- Leer los textos de los trabajos expositivos	-Los textos se relacionaban con algo que nos gustaba -Me gustó -Aprendí nuevas cosas -No es nada difícil	-Difícil
III- Elaborar el trabajo de exposición	-Estuvo entretenido -Fue muy buena la experiencia	- faltó tiempo para hacer un trabajo más elaborado
IV- Exponer el trabajo a tus compañeros	-resultó agradable. Los compañeros y los docentes escuchaban atentos y les gustó el trabajo que hicimos	-No me acostumbro a dar oral -no me gusta exponer -me pongo nervioso
V- Resolver las consignas químicas	-nos ayudó para estudiar y entender -estuvo bueno	-Aburrido y complicado -no me gusta

Tabla 6.2: Opiniones libres positivas y negativas de los estudiantes en las “Actividades” del tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de Compuestos Inorgánicos*

Si bien pocos estudiantes se expresaron libremente, podemos afirmar que aquellos que se manifestaron, lo hicieron en forma positiva respecto a las Actividades desarrolladas en la propuesta didáctica. La actividad que menos positiva resultó fue la de exponer el trabajo. Hubo críticas respecto al tiempo que tuvieron para elaborar el trabajo, esto muestra la toma de conciencia por parte de los estudiantes respecto a cómo desenvolverse y cumplir con las exigencias en la universidad.

La figura 6.9 muestra los gráficos de barra para el caso de las actitudes de los estudiantes, según su opinión.

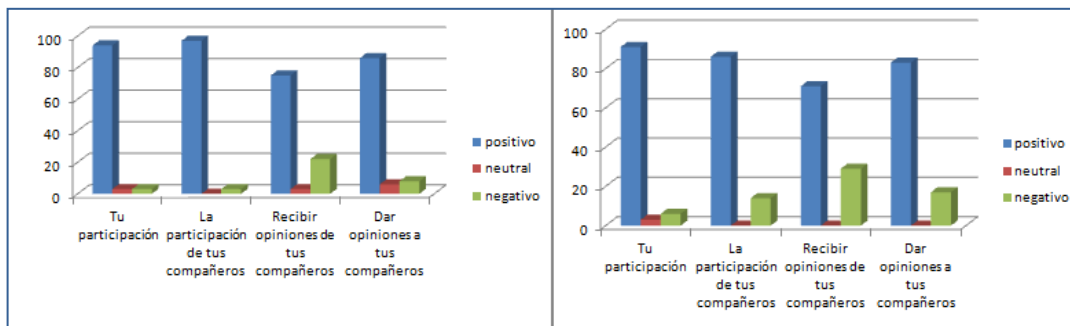


Figura N° 6.9: Los gráficos de barra muestran las opiniones de los estudiantes respecto a “actitudes”, según palabras (izquierda) y emoticones (derecha).

La tabla 6.3 muestra algunas de las opiniones libres vertidas por los 11 estudiantes que justificaron sus respuestas respecto a “Actitudes”.

critério	Opiniones positivas	Opiniones negativas
I-Tu participación	-Participé mucho en la elaboración -Me gustó participar en la elaboración del trabajo y en la búsqueda y selección de material, pero no en la exposición -No sirvió para socializar	- Hice lo justo y necesario
II- La participación de tus compañeros	-En mi grupo todos participaron -Muy buenos compañeros y responsables -Me ayudaron muchísimo	-Hubo falta de compromiso
III- Recibir opiniones de tus compañeros	-Todos opinamos -Es bueno intercambiar ideas -Estuvo bueno -Me gusta y me ayuda escuchar la opinión de mis compañeros	
IV- Dar opiniones a tus compañeros	-Es bueno que valoren tu trabajo -Estuvo bueno -Es entretenido	

Tabla 6.3: Muestra las opiniones positivas y negativas de los estudiantes respecto a “Actitudes”

Los estudiantes se manifestaron ampliamente en forma positiva respecto a su participación activa y percibieron que es provechoso el aprendizaje mediado por las intervenciones de sus pares.

B.6.4- Conclusiones parciales

- Los estudiantes debieron comprender el texto, extraer ideas principales, en algunos casos ampliar la información.
- Los estudiantes se enfrentaron al desafío de realizar una presentación explicativa del tema seleccionado, para ello se organizaron en un trabajo grupal en el que hubo distribución de roles potenciando las destrezas de cada estudiante; esto muestra un desenvolvimiento estratégico por parte de ellos.
- Realizaron un buen uso y organización de la información, seleccionando el material útil para explicar para luego elaborar en forma creativa, que excedió el simple “copiar y pegar”, logrando en la mayoría de los prototipos un material soporte explicativo con muchos recursos de comunicación, como se describió en el ítem B.6.2.4.ii de este capítulo. Esto demuestra que los estudiantes se apropian de estos recursos académicos y del lenguaje científico-tecnológico.

Hubo un cambio de actitud en la mayoría de los estudiantes respecto al estudio de Química que se manifestó por su interés y el esfuerzo por aprender.

B.6.4- ANEXOS

I- Texto N° I de la Actividad 3 (el resto de los textos corresponden a los textos 2 a 4 del anexo del capítulo 5)

I- Agricultura y medio ambiente

<http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>

A lo largo de los próximos treinta años, muchos de los problemas medioambientales relacionados con la agricultura seguirán teniendo gravedad. Sin embargo, la gravedad de algunos problemas puede hacerse disminuir.

La agricultura tiene enormes efectos sobre la tierra

La agricultura representa la mayor proporción de uso de la tierra por el hombre. Además, casi dos terceras partes del agua utilizada por el hombre se destina a la agricultura.

La producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Es la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nítrico, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo.

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria.

Los fertilizantes, el estiércol y los plaguicidas son las principales causas de contaminación del agua

La contaminación de aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importantes en los países desarrollados y, cada vez más, en países en desarrollo.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitratos y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen el normal desarrollo de otras plantas y animales acuáticos.

En los países desarrollados, su uso se restringe cada vez más mediante leyes e impuestos. También su uso será frenado por la creciente demanda de cultivos orgánicos, producidos sin la adición de productos químicos. Es probable que en el futuro aumente el uso de plaguicidas "inteligentes", variedades de cultivos resistentes y métodos ecológicos de control de plagas.

Porcentaje de emisiones de Nitrógeno anuales



La agricultura como causa de la contaminación del aire

La agricultura también contamina el aire; es la fuente antropogénica dominante de amoníaco. El ganado, a través de las excretas, representa el 40 % de las emisiones globales; los fertilizantes minerales el 16 % y la combustión de biomasa y residuos de cultivos el 18 %.

El aumento de amoníaco influye negativamente en el ecosistema y la salud humana. El amoníaco, producto del uso de fertilizantes como sulfato de amoníaco, es transformado naturalmente en el suelo formando nitratos y posteriormente nitratos que es la forma en que es utilizado por los cultivos. Cuando el nitrógeno excede la cantidad absorbible por los cultivos, es emitido en forma de amoníaco a la estratosfera y se transforma en óxido nítrico y óxido nítrico que se oxidarán y se disolverán en agua formando ácido nítrico que caerá al suelo y al agua como lluvia ácida. Así el amoníaco contribuye a la acidificación del agua y del suelo, en mayor medida que el dióxido de azufre. La lluvia ácida daña árboles, acidifica suelos, lagos y ríos y perjudica la biodiversidad.

La combustión de biomasa de plantas es otra fuente importante de contaminantes del aire que incluyen dióxido de carbono, óxido nítrico y partículas de humo. Se estima que los seres humanos son responsables del 90 % de la combustión de biomasa, principalmente a través de la quema deliberada de vegetación forestal, asociada con la deforestación, y residuos de pastos y cultivos para favorecer el crecimiento de nuevos cultivos y destruir hábitat de insectos dañinos.

Reducción de la contaminación debida a la agricultura

La difusión de la agricultura no labranza/agricultura de conservación ayudará a mejorar la estructura del suelo y a reducir la erosión. El programa de gestión de plagas integradas reducirá el uso de plaguicidas, mientras que programas para perfeccionar la gestión de la nutrición de las plantas deben reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Otras políticas ayudarán a reducir el conflicto entre Intensificación agrícola y protección medioambiental. Pueden ser necesarias leyes más estrictas y estrategias nacionales para la gestión de residuos animales y el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas. Los plaguicidas deben someterse a pruebas más rigurosas y debe vigilarse la acumulación de residuos.

II- Material explicativo *ad hoc* sobre Nomenclatura y Escritura de compuestos inorgánicos.

1

En clases anteriores hemos estudiado que las sustancias pueden clasificarse desde el punto de vista de su unión química en dos grandes grupos, covalentes e iónicas, y hemos aprendido a representar dichas uniones y a valernos de las estructuras de Lewis que nos permiten modelizar sobre los enlaces químicos. En estas próximas clases nos enfocaremos en otros aspectos químicos de las sustancias.

Las sustancias que conocemos tienen un nombre particular, un nombre químico (aunque algunas tienen nombres vulgares o populares por ejemplo cal para el óxido de calcio) y también hay maneras de representarlas simbólicamente mediante la fórmula química. Tanto el nombre como la fórmula nos dan información acerca de la composición de la sustancia: qué elementos químicos la componen y en qué proporción se encuentran.

Si bien podríamos formular un compuesto químico realizando todo el mecanismo de las estructuras de Lewis ya vistas, en esta oportunidad aprenderemos a escribir fórmulas químicas de una manera más directa, sin tener en cuenta el detalle de cómo se unen los átomos para formar el compuesto.

2

¿QUÉ ESTUDIAREMOS?

- Cómo asignar números de oxidación
- Cómo escribir compuestos inorgánicos (fórmula química)
- Cómo nombrar a los compuestos inorgánicos (nomenclatura)

Para formular y nombrar compuestos inorgánicos haremos referencia al N° de oxidación. Cada elemento químico tiene números de oxidación característicos que determinan la proporción en la que se combinan los elementos para formar un compuesto. Conocer el número de oxidación del elemento químico en un compuesto es necesario para poder escribir la fórmula química del compuesto y también para nombrarlo (nomenclatura)

Para escribir fórmulas químicas, hay muchas maneras de hacerlo, pero todas exigen la aplicación de reglas y mecanismos. En la diapositiva se muestra la imagen de piezas de un rompecabezas porque la formulación de compuestos es similar al armado de una pieza más compleja (la fórmula del compuesto) a partir de piezas sencillas (los elementos químicos).

Para nombrar los compuestos también existen reglas, que son las que rigen de la IUPAC (Unión Internacional para la Química Pura y Aplicada). Existe más de un sistema de nomenclatura y nosotros estudiaremos los más frecuentes.

3

NÚMERO DE OXIDACIÓN

El número de oxidación (N° ox) de un átomo es el número de cargas que tendría un átomo en una molécula o en un compuesto iónico, si los electrones de valencia fueron transferidos completamente, es decir si estuviera como ión.

El número de oxidación (N° ox) es un concepto que está relacionado con la valencia, pero este concepto nuevo describe mejor cómo están combinados matemáticamente los elementos químicos en los compuestos.

El N° de oxidación de un átomo es el número de cargas que tendría un átomo en una molécula o en un compuesto iónico, si los electrones de valencia fueron transferidos completamente, es decir si estuviera como ión.

Es un número acompañado de un signo que nos podrá indicar que en algunos casos los átomos "ganan" electrones, de esta manera adquirirán N° ox negativo y otros "pierden" electrones, y quedarán con N° ox positivos. Si bien los N° de ox se pueden deducir de las configuraciones electrónicas, hay mecanismos más sencillos que son los que en esta oportunidad abordaremos.



Si observan una tabla periódica, podrán notar que en general los elementos Químicos (EQ) de un mismo grupo tienen N° de ox comunes y que a medida que nos desplazamos de izquierda a derecha por los grupos, hay una tendencia en la variación del N° ox.

Así, todos los elementos del grupo IA tienen N° de ox +1, salvo el H que puede tener además N° ox -1. Los elementos químicos del grupo IIA tienen N° ox +2. Los metales de transición suelen tener más de un N° ox, con algunas excepciones. Observen que todos los metales, EQ poco electronegativos, aunque están en distinto lugar de la tabla, tienen N° ox positivos. El número de oxidación, por su definición, está relacionado con la electronegatividad de los elementos. Así, elementos químicos (EQ) poco electronegativos tendrán N° ox positivos (+) y los EQ muy electronegativos, N° ox negativos (-).

En el caso de los no metales, los N° de oxidación son varios y pueden ser positivos y negativos. Aquí se tendrá en cuenta con qué otro elemento está combinado: si el no metal se combina con oxígeno, le corresponde N° ox positivos; Ej P combinado con O para dar un compuesto podrá tener los N° de ox +3 y +5, pero si está combinado con H, tendrá el N° de ox -3 (H estará con N° ox +1 por ser menos electronegativo que P).

Ahora bien, dada la fórmula química de un compuesto, por ejemplo P_2O_5 , ¿cómo deducimos cuál es el N° de ox del P? Podemos descartar el -3 porque P es menos electronegativo que O, entonces sólo podrán ser +3 ó +5. Pero ¿cuál de ellos es el correcto? Para terminar de resolver este dilema, necesitamos conocer algunas reglas de asignación de N° de ox.

5 Reglas para asignar números de oxidación

- El N°ox. de elemento no combinado es cero. Ej: Na; O₃; H₂
- En iones monoatómicos, el N°ox. es igual a la carga del ión. Ej: Na⁺ es +1; S²⁻ es -2
- El N° ox. del oxígeno en la mayoría de los compuestos es -2. Excepción: en los peróxidos (ión O₂²⁻) es -1
- El N° ox. del H es +1, excepto cuando está unido con metales en compuestos binarios, es -1. Ej: HCl (+1); NaH (-1)
- En un compuesto neutro, la suma de N°ox. de los átomos multiplicados por sus correspondientes subíndices es igual a cero (en caso de ión será igual a su carga). Ej: H₂O; N°ox de H es +1; de O es -2; entonces: 2(+1) + (-2) = 0 (por ser compuesto neutro).
Caso del ión NH₄⁺: N°ox. N es -3 y de H es +1, entonces (-3) + 4(+1) = +1 que es la carga del ión

6 ACTIVIDAD

Determinar el N° de oxidación del azufre en las siguientes especies químicas:

- SO₂
- S₈
- Na₂S
- H₂SO₄
- SO₃²⁻

En la diapositiva se muestran las reglas y los ejemplos correspondientes. Teniendo en cuenta las reglas, ahora podemos averiguar el N° ox del P en el caso que citamos anteriormente: P₂O₅. El N° ox del O es -2. Luego se aplica la última de las reglas citadas: llamamos X al N° ox del P, entonces: 2 X + 5 (-2) = 0. Despejamos X de la ecuación y encontramos el valor: +5, que es el N° ox del P.

7 Resumiendo....

Un Elemento Químico (EQ) puede tener diferentes N° de oxidación, según con qué otro Elemento está combinado y el compuesto que está formando.

8 N° OX de los elementos químicos según su ubicación en la tabla periódica

Números de oxidación más frecuentes										
+1	+2	+2 +3	+3	+4	+4 +5	+6	+6 +7	+7	+7	+7
Con el H y con los metales				→	→	→	→	→	→	→
Li	Be			B	C	N	O	F		
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl		
K	Ca	Fe; Co; Ni		Zn		As	Se	Br		
Rb	Sr		Ag	Cd		Sb	Te	I		
Cs	Ba									

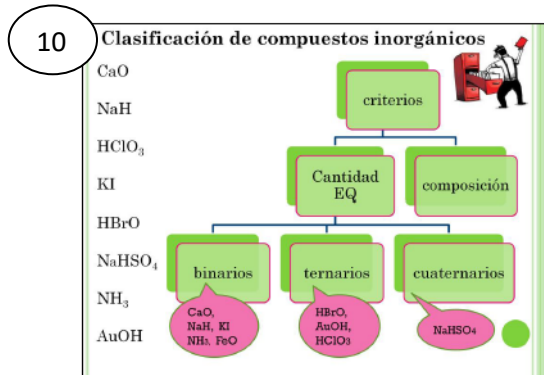
El hidrógeno, H, presenta número de oxidación +1 con los no metales y -1 con los metales.
El oxígeno, O, no presenta números de oxidación positivos.
El flúor, F, sólo presenta el número de oxidación -1.

La diapositiva muestra los N°ox más frecuentes de los Elementos Químicos. La tabla periódica contiene todos los N°ox posibles para cada Elemento Químico, algunos de los cuales son N°ox poco comunes, que no utilizaremos en este curso básico de química y pueden generar confusión al momento de escribir y nombrar compuestos químicos. Por esto sugerimos tener en cuenta los N°ox asignados a cada EQ en la diapositiva, al menos en el caso de los elementos que pertenecen a grupos representativos (grupos A). No es tan difícil memorizarlos.



Aprender a formular y nombrar compuestos químicos requiere seguir una metodología sistemática que surge de los N°ox de los elementos químicos y que conduce a la deducción de la fórmula o del nombre del compuesto; en parte deberá recurrirse a la memoria. Las reglas indicadas son las que rigen de la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada). Estas reglas son revisadas y modificadas continuamente.

Es importante que tengan en cuenta que los mecanismos y pasos que desarrollaremos para escribir fórmulas de compuestos químicos no representan ni tienen que ver con las formas de obtener experimentalmente por reacción química esos compuestos.



Como se observa en la diapositiva, los compuestos inorgánicos se pueden clasificar tomando como criterios la cantidad de elementos químicos (EQ) y la composición.

Según la cantidad de EQ, pueden distinguirse en compuestos binarios (los que poseen dos EQ, por ejemplo NH_3 formado por los EQ N e H), ternarios (tres EQ, ej HBrO) y cuaternarios (cuatro EQ, diferentes, ej NaHSO_4).

Según su composición, el criterio toma en cuenta el tipo de elementos químicos que tienen los compuestos, y en una primera aproximación podrían clasificarse en oxigenados, como CaO y no oxigenados, como KI .



A los efectos de una descripción ordenada y de complejidad creciente, comenzaremos por los compuestos binarios y posteriormente los ternarios.

Los compuestos binarios, según su composición pueden a su vez clasificarse en hidruros metálicos, hidruros no metálicos, sales no oxigenadas, óxidos básicos y óxidos ácidos. Los tres primeros grupos corresponden a compuestos no oxigenados y los dos últimos a oxigenados.

En la diapositiva se indican las fórmulas químicas generales de cada tipo de compuestos: H es el símbolo del EQ hidrógeno, O, el de Oxígeno, Me representa el símbolo químico de un metal general y N, el de un no metal general. Las letras "x" e "y" representan los subíndices de la fórmula química.

Los hidruros metálicos están formados por hidrógeno y metal, y se caracterizan porque el hidrógeno tiene N° ox (-1).

Los hidruros no metálicos tienen en su composición Hidrógeno y otro no metal; el N°ox del H es (+1).

Las sales no oxigenadas, están formadas por un metal y un no metal, donde el no metal tiene N°ox negativo.

Para el caso de los óxidos, todos ellos formados por O con N°ox (-2), se denominan óxidos básicos a los que están formados además por un metal y óxidos ácidos a los que están formados por un no metal (el no metal tendrá N° ox positivo)

12

Cuál es la fórmula química del compuesto formado entre:

- ❖ H y S
- ❖ H y Na
- ❖ Ca y S
- ❖ Fe y O
- ❖ Cl y O

¿Cómo se clasifica cada uno según la composición?

Por regla general, para formular un compuesto se escribe el símbolo del elemento menos electronegativo a la izquierda y el del más electronegativo a la derecha. Para nombrar se comienza de derecha a izquierda, como veremos más adelante.

Para el caso de compuestos binarios, se escribe primero el símbolo del EQ menos electronegativo (tiene N°ox positivo) y luego el más electronegativo (tiene N°ox negativo). La relación numérica en la que se combinen los elementos será aquella tal que el compuesto sea neutro, y esto se logra colocando como subíndice de cada elemento el N° de oxidación del otro, sin tener en cuenta el signo, es decir, se cruzan o intercambian los N° ox. En caso que los N°ox sean múltiplos entre sí, deben simplificarse a la mínima expresión.

Resolvemos la actividad planteada en la diapositiva:

❖ Para hallar la fórmula del compuesto formado entre S e H: El EQ menos electronegativo es H, entonces el N°ox que le corresponde es +1; el S por ser más electronegativo tiene N°ox negativo y el valor numérico debe ser el menor posible, en este caso -2. El orden en que se escriben será: HS; luego se deben encontrar los subíndices de cada elemento. Al S le asignamos el subíndice 1 (porque coincide con el N°ox del H) y al H, subíndice 2 (N°ox de S) así queda: H_2S . El subíndice 1 siempre se omite. El compuesto es un hidruro no metálico.

❖ H y Na: Na es metal, todos los metales actúan con N° de ox (+), y como es del grupo IA de la tabla periódica, el único N°ox posible es (+1). Se escribe primero el Na y luego el H. Los subíndices son los N°ox intercambiados, entonces corresponde 1 para el Na y 1 para el H, la fórmula química es: NaH .

13

Elemento químico/ N°ox	Fórmula química	Clasificación según composición
H (+1) y S (-2)	H ₂ S	Hidruro no metálico
H (-1) y Na(+1)	NaH	Hidruro metálico
Ca (+2) y S (-2)	CaS	Sal no oxigenada
O (-2) y Fe (+2)	FeO	Óxido básico
O (-2) y Fe (+3)	Fe ₂ O ₃	Óxido básico
O (-2) y Cl (+1)	Cl ₂ O	Óxido ácido
O (-2) y Cl (+3)	Cl ₂ O ₃	Óxido ácido
O (-2) y Cl (+5)	Cl ₂ O ₅	Óxido ácido
O (-2) y Cl (+7)	Cl ₂ O ₇	Óxido ácido

❖ Ca y S: Ca es metal y S no metal, entonces por su composición será una sal binaria, no oxigenada. El metal es del grupo IIA de la tabla, su N°ox es (+2) y se escribe primero. Luego se escribe el S, no metal que si bien tiene N°ox positivos y negativos, en este compuesto le corresponde N°ox negativo y el único posible es (-2). Los subíndices: 2 para el Ca y 2 para el S. Estos subíndices pueden simplificarse (ambos son divisibles por 2), y queda cada subíndice en 1: Ca₂S₂ y la fórmula es CaS.

❖ O y Fe: el oxígeno se combina con un metal, el compuesto será un óxido básico. El oxígeno, con N°ox (-2) según las reglas que vimos anteriormente, se escribe después que el metal. El Fe es metal de transición que, según la tabla periódica, puede tener N°ox (+2) y (+3), es decir que hay dos óxidos diferentes, uno para cada N°ox. Para formular el óxido con Fe +2, se escribe primero Fe y luego O, y se intercambian los N°ox que en este caso son 2 y 2, por lo que se simplifican y queda finalmente: FeO. En el caso de Fe +3, quedará Fe₂O₃. Estos óxidos son sustancias con propiedades diferentes, son sólidos pero el primero de ellos es de color negro y el otro, rojizo.

❖ Cl y O, se formará un óxido ácido, porque cloro es un no metal. Cl tendrá N°ox positivo porque es menos electronegativo que O, y en la tabla periódica se encuentra en el grupo de los halógenos (VIIA), los N°ox posibles son +1,+3,+5 y +7, por lo que existen cuatro óxidos diferentes. Sus fórmulas se escriben siguiendo la misma mecanización que realizamos hasta ahora: Cl₂O, Cl₂O₃, Cl₂O₅ y Cl₂O₇, respectivamente.

14

NOMENCLATURA DE COMPUESTOS BINARIOS

- Se nombra primero el elemento con N° ox (-)
- Para el caso de hidruros y sales binarias, al nombre del elemento con N° ox (-) se agrega la terminación **uro**
- En el caso de óxidos, se comienza con el término **óxido**
- Para nombrar el elemento de N°ox (+), se nombra al EQ pero si este EQ tiene más de un N° ox (+) posible, en este caso hay dos **Sistemas de nomenclatura**:

- **Clásica o tradicional**: se nombra el elemento de N°ox (+) y se agrega la terminación **ico** al mayor N° ox y **oso** al menor
- **Numerales de Stock**: se nombra el elemento y se agrega entre paréntesis y con número romano el valor numérico del N°ox

La diapositiva muestra las principales reglas para nombrar compuestos binarios. Aplicaremos estas reglas para los ejemplos cuyos compuestos escribimos en la actividad anterior.

Para el caso H₂S: como S es negativo se nombra primero y se agrega el sufijo uro, es decir "sulfuro" (en este caso la raíz proviene del latín) y como el elemento negativo es H se agrega "de hidrógeno". En la diapositiva siguiente se muestra el nombre: sulfuro de hidrógeno.

Para NaH, se comienza por EQ negativo, es decir H y se agrega la terminación uro, entonces queda "Hidruro" y para nombrar Na, directamente se escribe "de sodio". Como Na tiene un solo N°ox positivo posible (1) sencillamente puede obviarse el "1" para indicar el N°ox en la nomenclatura Stock y la terminación ico en la nomenclatura clásica.

Veamos los casos de FeO y Fe₂O₃: como tienen O y otro elemento, son "óxidos" y el Fe no se puede nombrar "de hierro" porque no sabríamos de cuál óxido se trata, es preciso diferenciarlos y para esto recurrimos a los sistemas de nomenclatura Stock y Clásica. Según la nomenclatura de Stock se agrega en cada caso "de Hierro" y luego se indica el N°ox en sistema de numeración romana. Así, los compuestos se nombran "óxido de hierro (II)" y "óxido de hierro (III)", respectivamente. Según la nomenclatura clásica, para el caso FeO, en el cual el Fe tiene el menor N° ox, se llama óxido ferroso (se agrega la terminación oso) y en el caso Fe₂O₃, óxido férrico (se agrega la terminación ico)

15

fórmula	Numeral de Stock	Clásica
H ₂ S	Sulfuro de Hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno
NaH	Hidruro de sodio (I)	Hidruro de sodio
CaS	Sulfuro de calcio (II)	Sulfuro de calcio
FeO	Óxido de Hierro(II)	Óxido ferroso
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro (III)	Óxido férrico
Cl ₂ O	Óxido de cloro (I)	Óxido hipocloroso
Cl ₂ O ₃	Óxido de cloro (III)	Óxido cloroso
Cl ₂ O ₅	Óxido de cloro (V)	Óxido clórico
Cl ₂ O ₇	Óxido de cloro (VII)	Óxido hiperclorico

En la diapositiva se muestran los nombres de los compuestos analizados, según los sistemas de numerales de Stock y clásica, respectivamente.

Continuamos con la explicación para el caso de los óxidos del elemento Cloro, hay cuatro compuestos diferentes, que en el caso de Stock se resuelven igual que lo explicado con los óxidos del elemento hierro. En el sistema clásico de nomenclatura no alcanzan las terminaciones oso e ico para describir los cuatro compuestos. En estos casos se usa la terminación oso para Cl (+1) y (+3) y se distingue al Cl(+1) agregando el prefijo hipo. Aplicando estas reglas queda para el Cl₂O el nombre "óxido hipocloroso" y para Cl₂O₃ "óxido cloroso". La terminación ico se usa para Cl (+5) y (+7), además a este último se agrega el prefijo hiper o per. El óxido de Cl (+5) se nombra "óxido clórico" y el de Cl (+7), óxido hiperclorico u óxido perclórico.

Les proponemos volver a los óxidos de hierro y resolver la siguiente situación: Dada las fórmulas de los óxidos, nombrarlos. Supongan que desconocen cuál es el N°ox de Fe en cada caso, ¿cómo los deducen, para luego nombrar el compuesto? Esto se resuelve realizando el proceso inverso al de formular: es decir, "levantan" los subíndices entrecruzados y asignan signos (+) al EQ menos electronegativo y (-) al más electronegativo. Es decir, en el caso Fe₂O₃, el subíndice del O es 3, +3 es el N°ox del hierro y ahora se puede nombrar aplicando las reglas de nomenclatura.

Para la fórmula FeO, los subíndices son 1, si los "levantan", queda N°ox del O -1; sin embargo, el N°ox de O en los óxidos es (-2), pueden inferir que los subíndices han sido simplificados, y el N°ox se obtiene multiplicando por dos, es decir, Fe (+2) y ahora aplicando las reglas de nomenclatura pueden nombrar el compuesto.

16

Sistema de Nomenclatura por prefijos

fórmula	Nombre prefijos
FeO	Monóxido de hierro
Fe ₂ O ₃	Trióxido de dihierro
Cl ₂ O	monóxido de dicloro
Cl ₂ O ₃	Trióxido de dicloro
Cl ₂ O ₅	Pentóxido de dicloro
Cl ₂ O ₇	Heptóxido de dicloro

La diapositiva muestra otro sistema de nomenclatura denominado de prefijos o atomicidad. Este sistema de nomenclatura tiene la particularidad que no requiere conocer el N°ox de los elementos. Si bien esta nomenclatura puede usarse en todos los compuestos, nosotros la aplicaremos a óxidos, porque es el uso más habitual.

Según este sistema de nomenclatura, se indica directamente el número de átomos de cada elemento que tiene el compuesto, es decir, el subíndice que afecta a cada símbolo en su fórmula mediante prefijos griegos de significado numérico: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta para los subíndices 1,2,3,4,5,6,7 respectivamente.


17

El caso de los hidrácidos

- Se llama así a los hidruros provenientes de los halógenos y del azufre que están en contacto con H₂O

ácido → Raíz del no metal y terminación **hídrico**

HCl → Ácido clorhídrico
 HBr → Ácido bromhídrico
 HI → Ácido iodhídrico
 HF → Ácido fluorhídrico
 H₂S → Ácido sulfhídrico

 NH₃ (amoníaco) no es hidrácido. En contacto con agua forma NH₄⁺ (amonio)

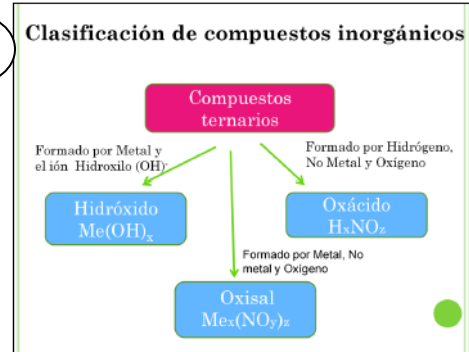
Algunos de los hidruros no metálicos suelen nombrarse como ácidos; es el caso de los hidruros correspondientes a los halógenos (F, Cl, Br, I) y al azufre, tal como se indica en la diapositiva.

Al término "ácido" se le agrega otro término que comienza con el nombre del halógeno correspondiente ó del azufre y termina en "hídrico".

¿Por qué esta denominación? Responder esta cuestión exige hacer referencia a una propiedad que tienen estas sustancias: se trata de sustancias gaseosas que en contacto con agua se disuelven y liberan cationes Hidrógeno (este concepto se ampliará en otra materia).

Es importante tener en cuenta que otros hidruros no metálicos no tienen este comportamiento. Ej el H₂O que tiene el nombre trivial "agua" y NH₃ "amoníaco". Ninguno de estos hidruros se comporta como ácido e incluso el amoníaco exhibe un comportamiento opuesto: cuando se disuelve en agua, en lugar de liberar cationes H, los toma y forma el ión amonio (NH₄⁺), su comportamiento es básico.

18



Los compuestos ternarios, constituidos por tres EQ, son todos oxigenados. Según su composición pueden ser hidróxidos, oxácidos (ácidos oxigenados) y oxisal (sal oxigenada).

En la diapositiva, Me representa el símbolo de un elemento metálico general, N el de un No metal general. Los subíndices de las fórmulas están representados por las letras x, y, z.

Los hidróxidos están formados por un metal y el ión hidroxilo, también mal llamado oxidrilo, cuya fórmula es (OH)⁻. Observen que es un anión monovalente, esto es, tiene carga (-1), esta carga surge de la suma de los N°ox de O (-2) e H (+1).

Los oxácidos, también llamados ácidos oxigenados, están constituidos por los EQ: H, un No metal y O, cuyos N° ox son (+1), positivo y (-2) respectivamente.

Las oxisales o sales oxigenadas tienen en su composición un metal (con N° ox positivo), un no metal (con N°ox positivo) y oxígeno (-2).

19

Hidróxidos

¿Cómo se escribe la fórmula del compuesto formado por H, O y Fe?

Fe(OH)₂ Fe(OH)₃

fórmula	Nombre stock	Nombre clásico
Fe(OH) ₂	Hidróxido de Hierro(II)	hidróxido ferroso
Fe(OH) ₃	hidróxido de hierro (III)	hidróxido férrico

Tener en cuenta que sólo los metales forman hidróxidos

Los hidróxidos son compuestos formados por el ión hidroxilo (OH)⁻ y un catión metálico. Es decir que tanto para formularlo como para nombrarlo se los trata como compuestos binarios. Simplemente se escribe primero el símbolo químico del Me (porción positiva) y luego el OH. Los subíndices del anión y el catión se obtienen intercambiando las cargas. Como la carga del hidroxilo es 1, entonces en los hidróxidos siempre el subíndice del Me es 1.

El elemento hierro puede formar dos hidróxidos, con Fe(+2) y Fe(+3), respectivamente, cuyas fórmulas se muestran en la diapositiva.

Para nombrarlos, se utiliza el término "hidróxido"; luego en el caso del sistema de Stock, se considera el nombre del metal y a continuación el N^oox indicado con número romano. Observen los nombres de los compuestos en la diapositiva. En el caso del sistema clásico, al nombre del metal se usan las terminaciones oso e ico.

20

No Metal, H y O se combinan para forman oxácidos

Una forma de obtener la fórmula química es

- 1°. Escribir el óxido del no metal con el N^o buscado
- 2°. Agregar H₂O (en la fórmula se escribe primero el H)
- 3°. Simplificar los subíndices a la mínima expresión si es posible

Ejemplos:

Para S (+4): SO₂ + H₂O = H₂SO₃

Para S (+6): SO₃ + H₂O = H₂SO₄

Casos especiales: P(III y V); As(III y V) y B(III)

P₂O₃ + H₂O = 2H₂P₂O₃

P₂O₅ + 2H₂O = H₄P₂O₇

P₂O₅ + 3H₂O = 2H₆P₃O₄

Los oxácidos están formados por No metal, H y O. En este tipo de compuestos el N^oox del no metal es (+) (recordemos que si es del grupo IV es +4; si es del grupo V, +3 y +5; si es del grupo VI, +4 y +6 y si es del grupo VII, son posibles +1, +3, +5 y +7), el N^oox del H es (+1) y del O (-2). Los halógenos que pueden formar oxácidos son Cl, Br y I.

Para escribir la fórmula de estos compuestos ternarios no es válido intercambiar los N^oox para hallar los subíndices; se debe seguir otro mecanismo. Hay varias maneras de hacer la fórmula de los oxácidos, por simplicidad explicaremos una forma pero si estás habituado a realizar otro mecanismo, puedes continuar utilizándolo.

Los pasos a seguir se muestran en la diapositiva; los aplicaremos para hallar los oxácidos del EQ 5, correspondientes a N^oox +4 y +6.

Para escribir el oxácido de S(+4): el óxido es SO₂ (en principio era S₂O₄ pero se simplificaron los subíndices). Ahora agregamos 2 átomos de H y 1 de O, y respetamos el orden de los EO. Resulta: H₂SO₃. Los subíndices 2, 1 y 3 no pueden simplificarse, y la fórmula queda tal cual.

Para el oxácido de S (+6): el óxido es SO₃, se agrega H₂O, y resulta: H₂SO₄.

21

Oxácidos

fórmula	Nombre Stock	Nombre clásico
H ₂ SO ₃	Sulfato (IV) de hidrógeno	Ácido sulfuroso
H ₂ SO ₄	Sulfato (VI) de hidrógeno	Ácido sulfúrico
HPO ₃	Metafosfato (V) de hidrógeno	Ácido metafosfórico
H ₄ P ₂ O ₇	Pirofosfato (V) de hidrógeno	Ácido pirofosfórico
H ₃ PO ₄	Ortofosfato (V) de hidrógeno	Ácido ortofosfórico

Annotations:
 - Raíz del NoMetal con terminación ato
 - N^oox del No Metal
 - De Hidrógeno
 - Ácido
 - Raíz del no metal con terminación oso o ico
 - prefijos meta, piro y orto indican 1, 2 y 3 moléculas de H₂O
 - Suele omitirse este prefijo

Para nombrar oxácidos, según el sistema numeral de Stock:

Se nombra al ión formado por No metal y O, con el nombre del no metal y la terminación "ato" (siempre esta terminación, independientemente del N^o ox del no metal); luego se indica entre paréntesis y N^o romano el valor numérico del N^oox del No metal y por último se agrega "de Hidrógeno". Observen en la diapositiva la fórmula del primer oxácido: "sulfato" hace referencia al S unido al O; (IV) es el N^o ox del S en ese compuesto y continúa "de hidrógeno" para nombrar al hidrógeno.

Para nombrar oxácidos, según la Nomenclatura clásica:

En este sistema, a la palabra "ácido" le sigue el nombre del elemento No metálico al que se le agrega un sufijo para que termine en oso o en ico, según actúe en su N^oox inferior o superior, respectivamente. Veamos los ejemplos: H₂SO₃ (ácido sulfuroso) y H₂SO₄ (ácido sulfúrico); en el primero, el azufre actúa con N^oox +4, mientras que en el último lo hace con +6.

Observen que para los ácidos, las terminaciones ato (Stock), oso o ico (Clásica) indican que el ácido es oxigenado y el N^oox del no metal (+). En cambio la terminación hidrico indica ácido no oxigenado y N^oox del no metal (-).

Para el caso de los oxácidos de P +5, que son casos especiales, se siguen las reglas generales de la nomenclatura de oxácidos, ya sea en sistema Stock como en Clásico, pero además se debe "considerar" y diferenciar si el oxácido es el formado por 1 molécula de agua, 2 ó 3, para esto se agrega el prefijo "meta", "piro" y "orto", respectivamente. Esto se muestra en el cuadro de la diapositiva.

22

Oxácidos formados por un halógeno

Numero de oxidación	Fórmula	Nombre
+1	HClO	Ácido hipocloroso
+3	HClO ₂	Ácido cloroso
+5	HClO ₃	Ácido clórico
+7	HClO ₄	Ácido perclórico

En el caso que el No metal sea el halógeno Cl, Br o I, hay 4 oxácidos para cada halógeno que corresponden a los N^o ox +1, +3, +5 y +7. Corrobores las fórmulas indicadas en la diapositiva, aplicando las indicaciones dadas para la formación de oxácidos. En cuanto a la nomenclatura, observen que el nombre según el sistema clásico requiere el uso de prefijos "hipo" para el N^o ox (+1) e "hiper" o "per" para el N^o ox (+7), tal como se explicó para el caso de los óxidos.

23

Actividad

Escribir la fórmula química del ácido nitroso

Tiene H

La terminación indica: es oxácido, es decir, compuesto ternario. Además, oso indica el N° ox (+) y el menor

N (+3)
 $N_2O_3 + H_2O = H_2N_2O_2$

24

Oxisales (Sales oxigenadas)

Formadas por un catión y un anión poliatómico oxigenado

Una forma de escribir la fórmula química es:
 1° Escribir el catión metálico
 2° Escribir el anión: hallar la fórmula del oxácido correspondiente al no metal y quitarle el/los H (el signo del anión será tantas veces negativo como H se hayan quitado)
 3° Hallar los subíndices de catión y anión: se intercambian los valores numéricos de las cargas de los iones. Si son múltiplos, se simplifican

Ej:
 Entre Br(III) y Au (I)
 S(VI) y Fe(III)

$Au(BrO_2)$
 $Fe_2(SO_4)_3$

Las sales oxigenadas están formadas por un catión (en general metálico) y un anión oxigenado (formado en general por un no metal con N° ox positivo y oxígeno), es por eso que para escribir la fórmula pueden considerarse como binarias: una vez que se escriba el catión y el anión, para obtener los subíndices se intercambian los valores numéricos de sus cargas. Las indicaciones a seguir son las que se muestran en la diapositiva

Tal como se aclaró para los oxácidos, las sales se pueden escribir siguiendo diferentes mecanismos; desarrollaremos solamente uno de ellos. Las indicaciones se muestran en la diapositiva.

Aplicaremos las indicaciones para escribir la sal que forman Au (I) y Br (III)

Escribimos el símbolo del catión metálico, en este caso Au⁺.

Para hallar el anión que forman Br (+3) y O (-2): escribimos la fórmula del óxido y a partir de ésta el oxácido (ver escritura de oxácidos). El óxido es Br₂O₃ y al agregar agua queda en principio H₂Br₂O₃, pero los subíndices se simplifican y finalmente el oxácido es HBrO₂. A partir de éste se obtiene el anión de la sal: se quita el H y el resto queda con carga (-1) porque sólo se quita un H; según esto el anión es: (BrO₂)⁻

Ahora consideramos el catión y el anión: Au⁺ y (BrO₂)⁻; prestamos atención a las cargas de estos iones, que intercambiadas serán los subíndices, en este caso 1 y 1. Finalmente la fórmula de la sal es Au (BrO₂). Cuando el subíndice del anión es 1, puede obviarse el paréntesis: AuBrO₂.

25

Sales oxigenadas

fórmula	Nombre Stock	Nombre tradicional
Au (BrO ₂)	Bromato (III) de oro (I)	Bromito auroso
Fe ₂ (SO ₄) ₃	sulfato (VI) de hierro (III)	Sulfato férrico

Annotations:
 - No Metal siempre terminado en ato.
 - N° ox del no metal y del metal después de cada nombre.
 - Nombre del metal.
 - No Metal terminado ito para el menor y ato para el mayor N°ox.
 - Metal terminado en oso para el menor e ico para el mayor N°ox.

Como ya quedó expresado, la sal oxigenada está formada por un catión y un anión. Por regla se comienza nombrando el anión.

Sistema de Stock:

Este sistema nombra al anión con el nombre del No metal y terminación ato (en todos los casos) luego entre paréntesis y Número romano el N°ox del No metal. Finaliza nombrando al catión: "de" y se nombra al metal y se agrega su N° ox. Identifiquen esto en los ejemplos desarrollados en la diapositiva.

Sistema clásico:

El sistema clásico nombra al anión con el nombre del No metal y la terminación depende del oxácido del que proviene: si el oxácido es terminado en oso, el anión lleva terminación ito, (para memorizar fácilmente: oso bonito); y si corresponde al oxácido terminado en ico, el anión termina en ato (pico de pato)

El catión se nombra con el nombre del metal, y si es un metal con más de un N°ox posible, lleva las terminaciones oso, ico. Observen los ejemplos de la diapositiva.

26

Actividad

Escribir la fórmula química de

Terminación ato: anión oxigenado de cloro
 Cation metálico
 clorato (V) de cromo (III)

Sal oxigenada

Cl (+5) y Cr (+3)

El catión es Cr⁺³
 Hallamos el anión de Cl (+5):
 $Cl_2O_5 + H_2O = H_2Cl_2O_6$ y el anión es (ClO₃)⁻
 Entonces resulta: Cr (ClO₃)₃

27

Sales: casos especiales



➤ **Sales ácidas:**

Sales que conservan H en el anión.

Ej NaHCO_3 , Hidrógeno carbonato de sodio

$\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, Dihidrógeno fosfato férrico

➤ **Sales amoniacales:**

Tienen el catión amonio en lugar de un catión metálico

Ej: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, sulfato de amonio



28

Sales: casos especiales



➤ **Sales con un anión formado por metal:** caso especial de Cromo (VI) y Manganeseo VI y VII)

Ejemplos: K_2CrO_4 cromato de potasio

Na_2MnO_4 manganato de sodio

NaMnO_4 permanganato de sodio



Veremos algunos casos especiales de sales que escapan a las descripciones generales que hemos mencionado, pero serán estudiadas porque se trata de sustancias importantes en el área agronómica, en el cuidado del ambiente, de uso en la industria alimenticia, etc.

Sales ácidas. Son especiales porque su anión es hidrogenado. Este anión hidrogenado surge de la pérdida parcial de H por parte de un ácido que en su composición tiene 2 o más H.

Supongamos el caso del ácido carbónico (H_2CO_3); este ácido puede formar los aniones $(\text{CO}_3)^{2-}$ y $(\text{HCO}_3)^-$ si le quitamos 2 ó 1 H, respectivamente. La sal ácida es la que se forma con $(\text{HCO}_3)^-$ y un catión metálico, por ejemplo Na^+ : la sal es NaHCO_3 (observen que los subíndices de cada ión son 1, igual a las respectivas cargas).

Para nombrar el ión HCO_3^- , se tiene en cuenta el nombre del hidrógeno; se llama "Hidrógeno carbonato (IV) (vale aclarar que en caso que el anión pueda tener 1 o 2 H, se antepone a "hidrógeno" el prefijo "mono" o "di", respectivamente).

Sales de amonio: Tienen la particularidad de estar constituidas por el catión amonio $(\text{NH}_4)^+$ en lugar de un catión metálico. Pueden formar sales oxigenadas y no oxigenadas. Ejemplos: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (sulfato de amonio) y $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ (cloruro de amonio)

Cr y Mn son metales de transición que poseen varios estados de oxidación. Cuando se presentan con sus $N^{\circ}\text{ox}$ más bajos, tienen características metálicas y cuando se presentan con sus $N^{\circ}\text{ox}$ más altos tienen propiedades no metálicas. Por esto es que podemos encontrar Cr (+6) y Mn (+6) y (+7) formando parte del anión de la sal.

En la diapositiva se muestran ejemplos de esto.

29

Bibliografía:



❖ Chang, R. (2001) *Química*. Sexta edición.

❖ Puppo, C. y Donati E. *Pedro tiene química en con agronomía. ¿Tenemos que estudiar química en Agronomía?* Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP
<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27884/PU/PUPO+CECILIA.pdf;jsessionid=CD1131A5D12D720FFA1EFF3F9B79070B?sequence=1>

❖ Sotile, J.A. (1998) *Herramientas para empezar a aprender Química*. Facultad de Agronomía.



III- Encuesta de opinión a los estudiantes.

Encuesta anónima. ¡Gracias por tu colaboración!

Buscamos mejorar la asignatura Introducción a la Química. Con la mayor sinceridad posible completa esta encuesta sobre las clases de nomenclatura y formulas químicas.

1-Tené en cuenta la lista de palabras y emoticones identificados con un número y una letra, respectivamente y completa la tabla que se muestra a continuación, seleccionando para cada actividad de la primera columna, el número de palabra y la letra de emoticón, según tu opinión.

	Nº de palabra	Letra de emoticón	Justificación breve
I-Resolver el problema agronómico (encontrar correspondencia entre fórmulas químicas y nombres de fertilizantes)			
II-Leer los textos de los trabajos expositivos			
III-Elaborar el trabajo de exposición			
IV-Exponer el trabajo a tus compañeros			
V-Resolver las consignas químicas de los textos			
VI-Tu participación en el grupo			
VII-La participación de tus compañeros de grupo			
VIII-Recibir la opinión /valoración de tus compañeros sobre tu trabajo			
XIX-Dar opinión/valoración del trabajo de otros grupos			

Lista de palabras y emoticones, identificados con un número y una letra, respectivamente.

<p>Palabras</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- fácil 2- aburrido 3- malísimo 4- entretenido 5- olvidable 6- difícil 7- inentendible 8- feo 9- buenísimo 10- copado 11- interesante 12- intrascendente 13- asombroso 14- complicado 15- <u>cariquicedor</u> 16- extraordinario 	<p>Emoticones</p>
---	--------------------------



Capítulo 7

Conclusiones

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

Las experiencias didácticas elaboradas y ejecutadas durante este trabajo de Tesis resultaron del desafío que significaba concretar los objetivos propuestos en el Capítulo 1, disponiendo del tiempo de enseñanza ceñido a pocas clases dentro del apretado programa de la materia Introducción a la Química, primera para las carreras de Ingeniería Agronómica y Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, de la localidad de Azul.

Los logros de estas experiencias fueron:

❖ **Desde la motivación de los estudiantes por el aprendizaje de conceptos iniciales de Química y su relación con el futuro campo profesional**

- Las propuestas didácticas de 2017 implicaron una revisión teórica y práctica que logró involucrar a los estudiantes en trabajos desafiantes, que les generaron interés.
- Los estudiantes percibieron la importancia del conocimiento químico en la resolución de cuestiones relacionadas con la futura profesión y esto contribuyó a la motivación.
- La propuesta tuvo en cuenta la dimensión emocional de los procesos de enseñanza-aprendizaje: las clases transcurrieron en un clima de respeto por la diversidad de opiniones, por el desigual nivel de ideas previas de los integrantes de la comunidad educativa; en un rol de docente guía del aprendizaje, que valora y respeta las contribuciones de los estudiantes, en contraposición con el rol de docente poseedor del conocimiento cierto y acabado. El tener que mostrar el trabajo realizado a sus compañeros, puso en juego el amor propio y el orgullo de cada estudiante; sin embargo, la gran mayoría de ellos se involucró merced al clima cordial generado en las clases.

❖ Desde el rol activo de los estudiantes y el trabajo grupal:

- Hubo una construcción de vínculos sociales y afectivos: los estudiantes establecieron relaciones interpersonales con sus compañeros al reunirse más allá del tiempo de clase. Este dato es relevante pues los estudiantes provienen de diferentes ciudades y carecen de tiempo e instituciones que les faciliten la integración con la comunidad local.
- Colaboraron en la resolución de los problemas desafiantes, pero no inalcanzables, ya que pudieron ser resueltos por ellos gracias al intercambio de sus compañeros de grupo, intergrupo y la guía de los docentes.

❖ Desde los cambios de las clases tradicionales en InQuim

La propuesta didáctica fue superadora respecto a clases expositivas por parte del docente y la resolución de ejercicios de los estudiantes:

- Porque se abordaron no sólo contenidos químicos sino que se mostraron y vivenciaron características del trabajo en ciencia, que distan de las posturas positivistas y se acercan al reclamo actual de realizar actividades desde la concepción cognitiva de ciencias (Giere, 1992).
- Porque permitió cruzar contenidos provenientes de diferentes campos de conocimiento y se mostró cómo la química ofrece explicaciones y soluciones a situaciones problemáticas que trascienden el interés del químico, porque involucran al ser humano y el medio ambiente y socio-cultural en el que vive.
- Porque se plantearon preguntas que generaron conflictos cognitivos precisos, que requerían de un esfuerzo para resolverlos, pero que acotaban las incertidumbres. Las secuencias didácticas que intercalaban momentos de puesta en común fueron necesarias para el proceso espiralado de construcción de conocimiento. No resultaba lo mismo el procesamiento de la información de cada estudiante individual en soledad en una clase donde el docente permanentemente da información y de vez en cuando formula una pregunta que algún estudiante contesta, versus clases con reiteradas puestas en común donde se trabaja sobre las respuestas de lo que hizo

cada grupo previamente, y en donde se expresaran diversas ideas individuales ya tamizadas por las ricas discusiones intragrupalas previas.

- Porque las preguntas que se realizaron en la propuesta didáctica permitieron la aparición de errores sin temor al castigo, la burla o la desvalorización. Por el contrario, durante las discusiones en pequeños grupos y las puestas en común se favorecía el estimular la revisión y corrección de errores sin estigmatizarlos, como cuando se analizaron los tableros en *Clasificación Periódica de Elementos Químicos* y la revisión de las correspondencias nombre-fórmula química en el problema agronómico, en *Fórmulas químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos*.

❖ **Desde las capacidades de los estudiantes:**

- Se pusieron en juego capacidades de procesamiento de información y de establecer relaciones conceptuales en un ambiente que propiciaba la ayuda solidaria entre quienes tenían más conocimientos previos, para aquéllos que tenían menos.
- Se promovieron competencias de comunicación oral, tales como el caso de la defensa del tablero en el tema *Clasificación Periódica de los elementos químicos* y la producción expositiva de los estudiantes en el tema *Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos*.
- Los estudiantes desarrollaron la lectura comprensiva de textos con vocabulario específico. La obligatoriedad de la lectura estaba didácticamente forzada por la tarea de resolver las consignas de llenado de cuadros de correlación conceptual, en *Clasificación Periódica de los elementos químicos* y por la tarea de resolver consignas químicas y evaluar la producción de los demás grupos, en *Fórmulas químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos*.
- Se promovieron los debates y las discusiones de ideas entre grupos.
- La actividad lúdica permitió avanzar en competencias académicas ayudando a la superación de obstáculos. Así, los estudiantes aumentaron su autoestima al tomar conciencia sobre sus capacidades en la construcción de conocimiento químico.

- La exposición y defensa de las producciones de los estudiantes evidenciaron el trabajo independiente y creativo realizado por ellos.
- Estas capacidades desplegadas por los estudiantes estuvieron acordes a las expectativas de desempeño en situaciones académicas con vistas al futuro profesional.
- En Introducción a la Química no se espera que los estudiantes lleguen a aprehender la complejidad de las reglas de nomenclatura química. Sin embargo, durante la cursada de 2017, sí se logró que ellos tomaran conciencia de su importancia y del fundamento por el cual este árido contenido está incluido en el programa de la materia.

❖ **Desde la metacognición y los aprendizajes de los estudiantes**

- La dinámica de las puestas en común en las secuencias didácticas favorecieron los procesos cognitivos y metacognitivos, indispensables para un aprendizaje sustentable.
- Las lecturas previas de todos los textos permitieron la construcción de conceptos y la motivación para que cada estudiante pudiera valorar las presentaciones de los otros grupos, en un proceso de autoevaluación tanto de contenidos disciplinares como de capacidades de comunicación y creatividad.
- Trabajar con modelos sobre cómo se aprende (MACCS y MDA) ayudó a planificar las secuencias didácticas en forma predictiva acerca de la eficiencia que se establecería entre las formas de enseñar y los resultados de aprendizaje en los estudiantes. Es decir, la didáctica de las ciencias pudo ser convertida en una actividad científica donde cada una de las actividades debió ser previamente planteada como una hipótesis de trabajo con predicción de resultados, análisis de variables (cognitivas, actitudinales, sociales, temporales, etc.), anticipación de errores y definición de conflictos cognitivos precisos -para no abrumar o desanimar a los estudiantes-, y construcción de instrumentos que permitieran tener indicadores de los resultados obtenidos. Este planteo analítico fue llevado al aula como “trabajo experimental” del proceso de investigación en la didáctica de las ciencias; y, en un

proceso hipotético deductivo, pudieron establecerse conclusiones, a partir de evidencias del “trabajo de campo” con indicadores precisos, surgidos de la aplicación de instrumentos evaluativos del proceso.

Algunas limitaciones de la experiencia:

Por tratarse de una experiencia de investigación aislada, realizada por una docente auxiliar en el contexto de una materia multitudinaria, se suscitaron algunos inconvenientes que incluso podrán ser obstáculos para la reiteración o ampliación de la propuesta didáctica realizada, a pesar de sus excelentes indicadores de resultados. Algunos de estos inconvenientes fueron:

- Poca conexión de los objetivos de la propuesta con lo que se evalúa en el parcial (resolución de ejercicios) y el final (capacidad de dar definiciones teóricas) en respuesta a la acreditación de la asignatura.
- Poca posibilidad de socializar los logros de esta experiencia entre los docentes de la materia, particularmente sobre la importancia de favorecer consignas centradas en la actividad de los estudiantes, resignificando el valor del tiempo de clase (esto implicaría un gran cambio en la concepción del rol docente).
- Importancia de contar con docentes consustanciados con propuestas innovadoras que no provienen de la “prueba y error”. Propuestas como las relatadas en la presente Tesis requieren acuerdos para que los docentes acompañen a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, sin resolverles los problemas planteados sino, por el contrario, respetando el tiempo de los estudiantes hasta arribar a comprensiones específicas.

Es importante destacar que haber vivenciado durante las cursadas de la Especialización actividades lúdicas con gran potencial didáctico fue un factor fundamental a la hora de planificar y poner en práctica las experiencias desarrolladas en esta Tesis.

-Listado de trabajos científicos derivados de la presente investigación y que fueron publicados en Congresos

Goyeneche, M. A.; Margheritis, A. I.; Castañares, E. (2015) Propuesta didáctica para química en Agronomía: la opinión de los alumnos. *The Journal of the Argentine Chemical Society Anales de la Asociación Química Argentina*, 102 (1-2) January-december 2015. Recuperado de <https://www.aqa.org.ar/pdf102/>

Goyeneche, M.A; Margheritis, A.; Castañares, E. (2016). Lectura de un capítulo del libro “Química y Civilización” como recurso didáctico para la enseñanza de fórmulas y nomenclatura, en un curso introductorio de Química Universitaria. XXXI Congreso Argentino de Química. Asociación Química Argentina. Ciudad de Buenos Aires – Argentina. *The Journal of The Argentine Chemical Society*, 103 (1-2) January – December 2016.

Goyeneche, A.; Margheritis, A.; Pascuali, C. Y Galagovsky, L. (2017). *Propuesta didáctica innovadora sobre tabla periódica en un curso introductorio de química universitaria. Acta de XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica*, 432-437. 24 al 27 de Octubre de 2017. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2017.pdf>



Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Carvajal, C. G. (2015) *La función de la tabla periódica en la enseñanza de la química. Clasificar o aprender.* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Alonso Tapia, J. (2007) Evaluación de la motivación en entornos educativos. En M. Álvarez y R. Bisquerra (Eds), *Manual de orientación y tutoría* (Libro Electrónico) (1-39). Barcelona, España: Ed. Wolters-Praxis.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view.* New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Bertone, P. (2016). *La Tabla Solitaria de los Elementos.* (Planificación final para la materia Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza II) Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Física, Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Brunner, J. (1960). *The Process of education.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (69), 21-34.
- Cardona Alzate, S. L. (2012) *Propuesta metodológica para la enseñanza – aprendizaje de la nomenclatura inorgánica en el grado décimo empleando la lúdica.* (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.
- Davini, M.C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesoras.* Argentina, Buenos Aires: Santillana.
- De Morán, J.; De Bullaude, M. y De Zamora, M. (1995). Motivación hacia la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 66-71.
- Diaz Barriga, A. (2006) El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles educativos*. 28, (111), 7-36.
- Galagovsky, L.R. (1993) *Hacia un nuevo rol docente. Una propuesta diferente para el trabajo en el aula.* Buenos Aires, Argentina: Troquel.
- Galagovsky, L.R.; Aduriz Bravo, A. (2001) Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las ciencias*. 19 (2), 231-242.

- Galagovsky, L.R. (2004a). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte I. El modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Galagovsky, L.R. (2004b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte II. Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 349-364.
- Galagovsky, L.R. (2005) La enseñanza de la Química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, 4 (1), 8-22
- Galagovsky, L.R. (2005) Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias, Número extra*. VII Congreso.
- Galagovsky, L.R. y 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), 952-975.
- Galagovsky, L.R.; Greco, M. (2009) Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 4 (1), 10-33.
- Galagovsky, L.R., Lacolla, L.H., Di Giacomo, M.A. (2011) ¿Qué química básica enseñar? Aportes desde una indagación, Asociación Química Argentina, Educación en Ciencias Químicas.
- Galagovsky, L.R., Bekerman, D. y Di Giacomo, M.A. (2014) Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. En C. Merino, M. Arellano, A. Adúriz-Bravo (Eds.) *Avances en didáctica de la química: modelos y lenguaje*. (107-118). Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Galagovsky, L.R., Giudice, J. (2015) Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência & Educação*. Bauru. 21, (1), 71-85. DOI: doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010006>.
- Giere, R. (1992) *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. [Original en inglés de 1988].

- Goleman, D. (1995). *Inteligencia emocional*. Barcelona, España: Kairós.
- Gonzalez De Galindo, S. E.; Mercau De Sancho, S. B. y Marcilla, M. I. (2008) *Qué opinan nuestros alumnos acerca de una estrategia empleada en sus clases de Matemática*. *Revista electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 3 (2). Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/ejemplar/213264>.
- Goyeneche, M. A.; Margheritis, A. I.; Castañares, E. (2015) Propuesta didáctica para química en Agronomía: la opinión de los alumnos. *The Journal of the Argentine Chemical Society Anales de la Asociación Química Argentina*, 102 (1-2) Recuperado de <https://www.aqa.org.ar/pdf102/>.
- Goyeneche, M.A; Margheritis, A.; Castañares, E. (2016). Lectura de un capítulo del libro “Química y Civilización” como recurso didáctico para la enseñanza de fórmulas y nomenclatura, en un curso introductorio de Química. *The Journal of The Argentine Chemical Society* Vol. 103 (1-2) Anales de la Asociación Química Argentina. Recuperado de <http://www.aqa.org.ar/pdf103/>
- Goyeneche, A.; Margheritis, A.; Pascuali, C. Y Galagovsky, L. (2017). Propuesta didáctica innovadora sobre tabla periódica en un curso introductorio de química universitaria. *Acta de XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica*, 432-437. 24 al 27 de Octubre de 2017. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2017.pdf>
- Greco, M. (2004). *La enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos. Un modelo didáctico analógico*. (Tesis de licenciatura en la Enseñanza de la Biología). Universidad Nacional San Martín, Buenos Aires, Argentina.
- Guitart, F; Caamaño, A; Corominas, J. (2012). “*Química en contexto*”: *Una propuesta curricular para la química del bachillerato en Cataluña*. Recuperado de: www.oei.es/historico/seminarioctsm/PDF_automatico/F64textocompleto.pdf
- Marban, L; Ratto, S. (2005) Nitrógeno del suelo. En L. Marbán y S. Ratto (Eds.). *Tecnologías en análisis de suelos*. (117-122) Buenos Aires, Argentina: Asociación Argentina Ciencia del suelo.

- Mariscal, A. J. F.; Jimenez, J. R. (2011) La enseñanza de Tabla Periódica mediante juegos educativos. *Competencia científica en el aula*. Proyecto S-TEAM. Recuperado de: https://es.slideshare.net/Indagacion_en_Santiago/p2la-enseanza-de-la-tabla-peridica-a-travs-de-juegos-educativos.
- Meroni, G; Copello, M; Paredes, J. (2015) Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26 (4), 275-280.
- Montes, A. (1981) *Bromatología*. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA.
- Novak, J.D. (1984). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid, España: Alianza.
- Pérgola, M.; Galagovsky, L. (2014) Puesta a prueba de una unidad didáctica dentro del enfoque de química en contexto. *Educación en la Química en Línea*, 20 (2), 143-155. Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA). Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona, España: Graó.
- Perrenoud, P. (2008) Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? *Revista de Docencia Universitaria*, 2, 1-8. Recuperado de http://www.redu.um.es/Red_U/m2 .
- Puppo, C. (2012). La química en contexto agropecuario: un desafío. *Anales IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias*. 733-741. Argentina.
- Sala, L. (2011) La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica. En L. Galagovsky (Dir.) *Química y civilización* (312-315). Buenos Aires: Argentina: Asociación Química Argentina.
- Scerri, E.R. (2007). *The Periodic Table. Its story and its significance*. New York: Oxford University Press.
- Schmidt, H.J.; Baumgärtner, T. and Eybe, H. (2003). Changing ideas about the Periodic Table of elements and students' alternative concepts of isotopes and allotropes. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(3), 257-277.

- Solbes, J.; Montserrat, R. y Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Sottile, A. (2002) *Búsqueda de estrategias metodológicas participativas de construcción de conocimiento para el mejoramiento de los rendimientos académicos de los alumnos ingresantes en la carrera de Agronomía de UNCPBA*. (Tesis de maestría) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina.
- Valero Aleman, P.; Mayora, F. (2009) Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. Sapiens. *Revista Universitaria de Investigación*, 10, (1), 109-136.
- Vazquez Alonso Y M. A. Manassero Mas (2006) El interés de los estudiantes hacia la Química. *Educación Química*, 17, 388-401.
- Vygotsky, L. S. (1977). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: La pléyade.