

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE EDUCACIÓN**



*Una Institución Adventista*

**TESIS**

**Estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de  
química inorgánica en el nivel secundario: propuesta pedagógica desde su utilidad  
para la calidad de vida**

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar el Grado Académico de  
Doctor en Educación, Mención Currículo y Docencia

**Por:**  
**Mg. Nelly Práxedes Salinas Zapata**

**Asesor:**  
**Dr. Salomón Vásquez Villanueva**

**Lima, noviembre de 2017**

*Estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de química inorgánica en el nivel secundario: propuesta pedagógica desde su utilidad para la calidad de vida*

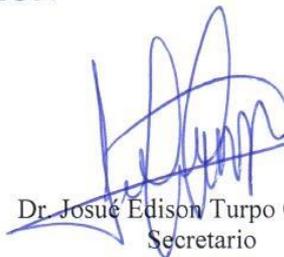
TESIS

Presentada para optar el Grado Académico de Doctora en Educación con  
mención en Currículo y Docencia

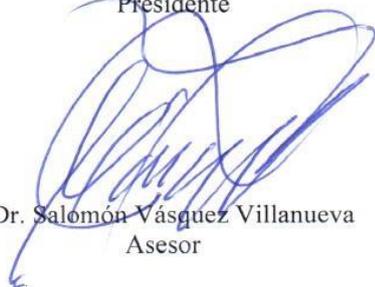
JURADO DE SUSTENTACIÓN



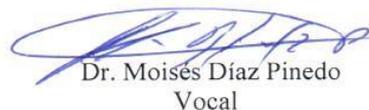
Dr. Edwin Octavio Cisneros Gonzalez  
Presidente



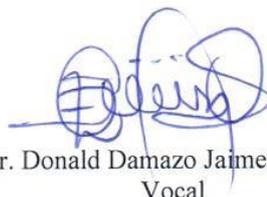
Dr. Josué Edison Turpo Chaparro  
Secretario



Dr. Salomón Vásquez Villanueva  
Asesor



Dr. Moisés Díaz Pinedo  
Vocal



Dr. Donald Damazo Jaimes Zubieta  
Vocal

Lima, 20 de noviembre de 2017

## ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE LA TESIS

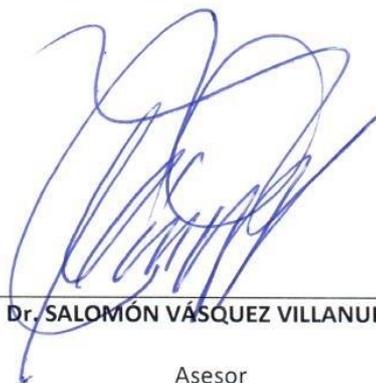
Yo **SALOMÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA**, identificado con DNI N° 10169495, adscrito a la Facultad de Ciencias Humanas y Educación, y docente en la Unidad de Posgrado de Ciencias Humanas y Educación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Unión;

### **DECLARO:**

Que la tesis titulada: *Estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de química inorgánica en el nivel secundario: propuesta pedagógica desde su utilidad para la calidad de vida*, constituye la memoria que presenta **NELLY PRÁXEDES SALINAS ZAPATA**, para obtener el grado académico de Doctor en Educación con mención en Currículo y Docencia, cuya tesis ha sido desarrollada en la Universidad Peruana Unión con mi asesoría.

Asimismo dejo constancia de que las opiniones y declaraciones registradas en la tesis son de entera responsabilidad del autor. No comprometen a la Universidad Peruana Unión.

Para los fines pertinentes, firmo esta declaración jurada, en la ciudad de Ñaña (Lima), a los veinte días del mes de noviembre de 2017.



Dr. SALOMÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA

Asesor



Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios por haberme concedido la vida y potenciado mis capacidades, habilidades y destrezas para el desarrollo de la presente tesis. En segundo lugar, a mi familia:

A mi esposo Raúl, quién ha estado a mi lado todo este tiempo en que he trabajado esta tesis ayudándome hasta donde sus alcances lo permitieron

A mis hijos, Raúl, Erika y Cynthia, quienes me han apoyado y motivado constantemente incluso en los momentos más difíciles en la ejecución de la tesis.

A mis padres Máximo y Jesús por haberme inculcado a través sus consejos el amor al trabajo, el compromiso por el servicio al prójimo y los deseos de superación. A todos ellos dedico esta tesis con cariño y un enorme agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar en primer lugar mi agradecimiento a mi asesor de Tesis, el Dr. Salomón Vásquez Villanueva por su dedicación, paciencia y apoyo, y sobre todo por dirigir esta tesis actuando como colaborador, consensuando el procedimiento metodológico y demás operaciones investigativas a seguir durante la realización de la misma, y permitiéndome poner en práctica mis iniciativas.

Al Dr. Moisés Díaz Pinedo, por su contribución en la formulación de las competencias de la propuesta pedagógica de la enseñanza de la química desde el enfoque ecológico y calidad de vida.

Al Dr. Josué Turpo Chaparro por su contribución en la alienación del enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica con la política nacional para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica del país.

Al Dr. Donald Jaimes Zubieta, por sus orientaciones, sugerencias y observaciones para el mejoramiento del informe final de la tesis.

A los administradores y docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Unión, mi sincera gratitud por todo su apoyo incondicional en mi formación y superación académica durante la estancia de los estudios doctorales.

Por último, agradezco a mis compañeros del doctorado, por la compañía, discusiones pedagógicas, participación en eventos académicos y buenos momentos en general, que permitieron reorientar mi labor educativa.

## RESUMEN

Esta investigación se basó en la construcción de una propuesta pedagógica para el aprendizaje de la química desde su utilidad para la calidad: la restauración del equilibrio del medio ambiente y de la salud humana para su posible implementación en el trabajo pedagógico de los docentes de MFTA en las Instituciones Educativas de la IASD adscritas al Sistema Educativo de la Unión Peruana del Norte. El tipo de estudio corresponde a una investigación proyectiva (Hurtado, 2007 y UPEL, 2006) sostenida en un diseño documental para la elaboración de la guía didáctica y en un diseño cuántico para analizar la valoración de la eficacia de la propuesta pedagógica a través del juicio de los docentes de química de la Universidad Peruana Unión.

Los datos fueron recogidos mediante la administración de la escala de valoración de la percepción de los docentes sobre el aprendizaje de la química bajo el nuevo enfoque y, en una primera fase, se describieron la percepción de los docentes por cada elemento predictor que ellos dicen favorecer las actividades de aprendizaje; en una segunda fase se hizo un análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Spearman para establecer el grado de dependencia monótona entre variables ordinales -los cinco elementos predictores-, resultando que 8 valores de las 10 correlaciones calculadas son significativas al nivel 0.01 (bilateral) y los 2 valores restantes son significativas al nivel 0,05 (bilateral). Los coeficientes de correlación más significativos son: elementos motivadores con elementos innovadores = 0.412 con p-valor = 0.002 < 0.01, elementos motivadores con elementos actitudinales = 0.485 con p-valor = 0.000 < 0.01, elementos motivadores con elementos didácticos = 0.474 con p-valor = 0.000 < 0.01, elementos innovadores con elementos actitudinales = 0.421 con p-valor = 0.001 < 0.01, elementos didácticos con elementos asociativos = 0.471 con p-valor = 0.000 < 0.01. Se pudo concluir que la posible implementación de la guía pedagógica generaría un mejor desempeño de las labores de aprendizaje de la química inorgánica bajo el nuevo enfoque.

**Palabras clave:** Enfoques y carácter sobre la contextualización de ciencia y tecnología, propuestas sobre la implementación de la química cotidiana, estrategias de aprendizaje para una enseñanza efectiva.

## SUMMARY

This research was based on the construction of a pedagogical proposal for the learning of chemistry from its utility for quality: the restoration of the balance of the environment and of human health for its possible implementation in the pedagogical work of the teachers of MFTA in Educational Institutions of the IASD attached to the Educational System of the Peruvian Northern Union. The type of study corresponds to a projective investigation (Hurtado, 2007 and UPEL, 2006) sustained in a documentary design for the elaboration of the didactic guide and in a quantum design to analyze the evaluation of the effectiveness of the pedagogical proposal through the trial of the chemistry teachers of the Universidad Peruana Unión.

The data was collected by administering the assessment scale of teachers' perception of chemistry learning under the new approach and, in a first phase, the perception of teachers was described by each predictor element that they claim to favor the learning activities; In a second phase, a statistical analysis was made using the Spearman correlation coefficient to establish the degree of monotonic dependence between ordinal variables -the five predictive elements-, resulting in 8 values of the 10 correlations calculated being significant at the 0.01 level (bilateral) and the 2 remaining values are significant at the 0.05 level (bilateral). The most significant correlation coefficients are: motivating elements with innovative elements = 0.412 with p-value = 0.002 <0.01, motivating elements with attitudinal elements = 0.485 with p-value = 0.000 <0.01, motivating elements with didactic elements = 0.474 with p-value value = 0.000 <0.01, innovative elements with attitudinal elements = 0.421 with p-value = 0.001 <0.01, didactic elements with associative elements = 0.471 with p-value = 0.000 <0.01. It was possible to conclude that the possible implementation of the pedagogical guide would generate a better performance of the learning tasks of inorganic chemistry under the new approach.

**Keywords:** Approaches and character on the contextualization of science and technology, proposals on the implementation of daily chemistry, learning strategies for effective teaching.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
SUMMARY .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Justificación de la investigación.....	1
1.2. Finalidad y objetivos .....	6
1.3. Trasfondo filosófico de la investigación .....	7
1.4. Método de la investigación.....	9
1.5. Presentación y estructura del documento .....	9
CAPÍTULO II.....	14
CREENCIAS Y ENFOQUES FILOSÓFICOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE CTS.....	14
2.1. Introducción.....	14
2.2. Creencias y enfoques filosóficos de CTS.....	18
2.2.1. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia .....	18
2.2.2. Modelos sobre las relaciones entre ciencia y tecnología .....	19
2.2.3. Aproximaciones a la noción de tecnología .....	24
2.2.4. Componentes de la tecnología .....	26
2.3. Enfoques pedagógicos de CTS.....	27
2.3.1. La enseñanza contextualizada de la ciencia.....	28
2.3.2. Los modelos científicos y el proceso de modelización escolar .....	29

2.3.3. La enseñanza por investigación .....	31
2.4. Presupuestos para una propuesta pedagógica de CTS: objeto, carácter y elementos 32	
CAPÍTULO III .....	35
MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA.....	35
3.1. La enseñanza tradicional de la ciencia .....	37
3.1.1. Premisas y metas de la educación científica.....	38
3.1.2. Criterios de selección y organización de contenidos.....	39
3.1.3 Procesos de enseñanza y evaluación.....	41
3.1.4 Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	42
3.2. La enseñanza por descubrimiento .....	43
3.2.1. Premisas y metas de la educación científica.....	44
3.2.2. Criterios de selección y organización de contenidos.....	45
3.2.3. Procesos de enseñanza y evaluación.....	46
3.2.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	48
3.3. La enseñanza expositiva.....	52
3.3.1. Premisas y metas de la educación científica.....	54
3.3.2. Criterios de selección y organización de contenidos.....	56
3.3.3. Procesos de enseñanza y evaluación.....	56
3.3.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	60
3.4. La enseñanza mediante el conflicto cognitivo.....	62
3.4.1. Premisas y metas de la educación científica.....	63
3.4.2. Criterios de selección y organización de los contenidos .....	63
3.4.3. Procesos de enseñanza y evaluación.....	64
3.4.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	68
3.5. La enseñanza mediante investigación dirigida.....	70
3.5.1. Premisas y metas de la educación científica.....	71

3.5.2. Criterios de selección y organización de contenidos .....	72
3.5.3. Procesos de enseñanza y evaluación.....	72
3.5.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	74
3.6. La enseñanza por explicación y contrastación de modelos .....	77
3.6.1. Premisas y metas de la educación científica.....	78
3.6.2. Criterios de selección y organización de contenidos .....	79
3.6.3. Procesos de enseñanza y evaluación.....	81
3.6.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza ...	83
3.7. La integración de estos diferentes enfoques o los múltiples roles del docente .....	85
3.8. Otros enfoques de modelos para la enseñanza .....	87
3.8.1. Modelo didáctico transmisor .....	88
3.8.2. Modelo didáctico tecnológico.....	89
3.8.3. Modelo didáctico espontaneísta.....	90
3.8.4. Modelo didáctico alternativo .....	90
CAPÍTULO IV .....	94
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE PARA UNA ENSEÑANZA EFECTIVA DE LA QUÍMICA COTIDIANA .....	94
4.1. Aspectos previos de la enseñanza.....	94
4.2. Proyectos integrales de educación química.....	96
4.3. Medios de enseñanza.....	98
4.3.1. El crucigrama.....	98
4.3.2. Los museos y centros de divulgación científica .....	99
4.4. Estrategias que facilitan el aprendizaje significativo .....	102
4.4.1. Mapas conceptuales .....	102
4.4.2. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's).....	103
4.4.3. Aprendizaje basado en problemas (ABP).....	104
4.4.4. Analogías .....	105

4.5. La química y la vida cotidiana .....	106
4.5.1. Química presente en la naturaleza y sociedad .....	106
4.5.2. La química de las medicinas .....	109
4.5.3. La química en la cocina .....	110
4.6. Química enfoque ecológico .....	111
4.6.1. Metales tóxicos pesados y sus implicancias en la salud .....	111
4.6.2. Metales pesados y su toxicidad.....	114
4.6.3. Relevancia de la atmósfera en el medio ambiente .....	120
4.6.4. Relevancia del agua en el medio ambiente .....	125
CAPÍTULO V .....	130
PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA INORGÁNICA DESDE SU UTILIDAD EN LA CALIDAD DE VIDA.....	130
5. Descripción de la propuesta.....	130
5.1. Nombre.....	130
5.2. Ubicación de la guía en el plan de estudios.....	130
5.3. Descripción de la guía .....	131
5.4. Propósito general .....	131
5.5. Objetivos generales .....	131
5.6. Alineación de la guía pedagógica según competencias.....	132
5.7. Competencias para los estudiantes según la propuesta pedagógica .....	136
5.7.1. Competencias específicas de la componente curricular .....	136
5.7.2. Competencias genéricas / capacidades .....	136
5.8. Logros esperados del aprendizaje.....	137
5.9. Contenidos.....	138
5.9.1. Contenidos (según el plan de estudios de tercero de secundaria).....	138
5.9.2. Programa de prácticas .....	138
5.10. Metodología docente.....	138

5.10.1. Actividades formativas .....	138
5.10.2. Preguntas de reflexión para los profesores .....	139
5.10.3. Ideas previas comunes de los estudiantes frente a la química inorgánica .....	140
5.10.4. Ideas fuerzas .....	141
5.10.5. Tipos de recursos didácticos .....	141
5.10.6. Actividades de motivación .....	142
5.11. Evaluación .....	142
CAPÍTULO VI .....	245
CONSISTENCIA PEDAGÓGICA Y VIABILIDAD DE LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA GUÍA DIDÁCTICA .....	245
6.1. Selección del escenario .....	245
6.2. Selección de los docentes .....	246
6.3. Muestreo por cuotas .....	246
6.4. Descripción de los sujetos .....	248
6.5. Descripción de la percepción de la guía didáctica.....	250
6.6. Análisis de correlación de Spearman .....	260
6.6.1. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y actitudinales .....	262
6.6.2. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y didácticos .....	262
6.6.3. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y asociativos.....	263
6.6.4. Análisis de la correlación entre elementos innovadores y actitudinales.....	263
6.6.5. Análisis de la correlación entre elementos didácticos y elementos asociativos	263
6.7. Conclusiones del capítulo.....	264
CONCLUSIONES.....	266
RECOMENDACIONES .....	270
LISTA DE REFERENCIAS.....	272
ANEXO .....	282

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Objetivos de la investigación.....	6
Tabla 2	Ejemplo de secuencia de actividades .....	42
Tabla 3	Ideas en las que se basa la enseñanza por descubrimiento y críticas a las mismas de Ausubel, Novak y Hanesian (1978).....	49
Tabla 4	Algunos criterios para diferenciar entre hechos y conceptos durante el proceso de evaluación, según Pozo (1992).....	58
Tabla 5	Rasgos principales de cada uno de los enfoques de enseñanza de la ciencia analizados (tomado de Pozo y Gómez, 2013) .....	86
Tabla 6	Planteamiento de una secuencia de actividades bajo el enfoque tradicional.....	88
Tabla 7	Rasgos básicos de los modelos didácticos según las dimensiones analizadas. Elaborado por F.F. García Pérez (2000).....	91
Tabla 8	Datos sobre algunas propiedades de estos metales.....	115
Tabla 9	Propiedades fisicoquímicas del agua relevantes en fenómenos ambientales. .	126
Tabla 10	Contenidos y propósitos .....	133
Tabla 11	Áreas, competencias genéricas y capacidades.....	136
Tabla 12	Logros esperados del aprendizaje.....	137
Tabla 13	Actividades formativas.....	139
Tabla 14	Técnicas de evaluación.....	142
Tabla 15	Distribución de los docentes por Sede y Filiales según la Facultad de adscripción, segundo semestre académico 2016. ....	246
Tabla 16	Muestreo por cuotas proporcional de los docentes por Sede y Filiales según la Facultad de adscripción, segundo semestre académico 2016.....	247
Tabla 17	Distribución de frecuencias del lugar de enseñanza de los docentes encuestados. ....	248
Tabla 18	Distribución de frecuencias de la adscripción de los docentes encuestados a las facultades .....	249
Tabla 19	Distribución de frecuencias de la especialidad de los docentes encuestados	249
Tabla 20	Distribución de frecuencias de la antigüedad en la enseñanza de los docentes encuestados.....	250

Tabla 21 Clasificación de los criterios de evaluación de una propuesta pedagógica de la química desde el enfoque ecológico y de salud de la química. (Propuesta de Nelly Salinas Zapata .....	251
Tabla 22 El enfoque ecológico y de salud de la química, su propuesta pedagógica se convertirá en elementos motivadores que estimulan la participación de los estudiantes. ....	252
Tabla 23 El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a despertar la curiosidad e interés sobre los conceptos químicos.....	253
Tabla 24 El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química .....	254
Tabla 25 El enfoque ecológico y de salud de la química contribuiría a que el aprendizaje de la química sea más contextualizado y pragmático.....	255
Tabla 26 El enfoque ecológico y la salud de la química estimularían un aprendizaje desarrollador, esto es, a explicar las causas, consecuencias y su aplicación a nuevas situaciones. ....	256
Tabla 27 El enfoque ecológico y de salud de química contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente, y cuidado de la vida...	257
Tabla 28 El enfoque ecológico y de salud de química desarrollaría destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas. ....	257
Tabla 29 El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje.....	258
Tabla 30 El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a desarrollar destrezas cognitivas tales como: observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir. ....	259
Tabla 31 El enfoque ecológico y de salud de la química y, su propuesta pedagógica favorecería la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad. ....	260
Tabla 32 Correlaciones bivariadas entre los criterios de evaluación de la guía .....	261

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condiciones del uso de la química cotidiana .....	10
Figura 2 Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología.....	20
Figura 3 Modelo lineal del proceso innovador.....	21
Figura 4 Jerarquía para enseñar a los estudiantes a traducir un problema enunciado verbalmente a una formulación matemática y luego encontrar su resolución para corroborar las condiciones o criterios preestablecidos.....	40
Figura 5. Fases de las que consta una actividad de descubrimiento según Joyce y Weil (1978) .....	47
Figura 6 Fases de la enseñanza expositiva basada en el uso de organizadores previos, según Joyce y Weil (1978, p. 99 de la traducción).....	58
Figura 7 Mapas conceptuales con diferente organización jerárquica, según Picado Godínez (2016, pp. 190-192).....	60
Figura 8 Unas rutas de enseñanza para el cambio conceptual (Pozo, 1989).....	65
Figura 9. Efecto de la dosis de un elemento esencial sobre la respuesta fisiológica (a) y comparación del efecto de la dosis de un elemento esencial y de un elemento tóxico sobre el efecto fisiológico (b).....	114
Figura 10. Alineamiento constructivo de la guía pedagógica .....	132

## INTRODUCCIÓN

Para concretar y facilitar la lectura de este documento, se anticipa en este apartado la estructura del mismo. El documento se organiza en tres bloques de contenidos principales: el marco teórico-conceptual y la propuesta pedagógica, el trabajo de campo y las conclusiones.

En el primer bloque se dedica a enmarcar el trabajo. Así, los capítulos 2, 3 y 4 profundizan en el marco teórico-conceptual de la tesis, que son referentes al nuevo enfoque de aprendizaje de la química. Se parte de la revisión de las diversas creencias y enfoques filosóficos sobre la contextualización de la enseñanza de la ciencia y tecnología (capítulo 2). Tras indagar y analizar los enfoques o modelos didácticos para la enseñanza de la química (capítulo 3) se organiza y se sistematiza todo lo elaborado referente a las “estrategias de aprendizaje” para apoyar la gestión de los aprendizajes y fortalecer la función mediadora y organizadora del rol del docente (capítulo 4), y finalmente para cerrar esta parte, se presenta el diseño y la propuesta de la guía didáctica de la química cotidiana desde su utilidad en la calidad de vida (capítulo 5).

El capítulo 6, corresponde al segundo bloque del contenido de la tesis, presenta el trabajo de campo. En este capítulo se detalla la selección del escenario, la selección de los docentes y el análisis de la descripción de los sujetos sobre la percepción de la guía didáctica. Esta fase, corresponde a una investigación de carácter cualitativo, enfocada a la descripción e interpretación de la realidad de la enseñanza de la química desde el contexto social, ambiental y salud en general.

Una vez concluidos los capítulos de los bloques referidos al marco y al trabajo de campo, en el tercer bloque se recoge las conclusiones extraídas, así como las recomendaciones de mejora de la gestión pedagógica, orientaciones sobre la enseñanza de la química en el nivel secundario y sugerencias de investigaciones futuras.

Por último, se presenta la lista de referencias utilizada y a continuación se presentan los anexos a este trabajo de tesi

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Justificación de la investigación

La Química es la ciencia que estudia la composición y las propiedades de la materia y las transformaciones que esta experimenta sin que se alteren los elementos que la forman. Se trata de una definición breve y concreta. Sin embargo, probablemente no comunica a muchos estudiantes una noción completa de la amplitud de los contenidos que comprende esta disciplina, ni la ubicación primordial que ocupa entre las ciencias naturales. Ha ayudado a la humanidad a saber de qué se compone el mundo en que vivimos, inclusive estamos completamente sujetos a las leyes de la química, y que cada momento de nuestra existencia depende absolutamente del diseño complejo y ordenado de reacciones químicas que tienen lugar en nuestros organismos. Es más, la calidad de la vida y su salud actual se debe a los progresos sensacionales de esta ciencia.

La química es un saber de múltiples aspectos, de numerosas ramificaciones que se dedican al estudio de las profundidades de la Tierra como del espacio exterior, que atañe tanto a la industria pesada como a la producción de medicamentos altamente específicos y sofisticados. Nos encontramos ante una ciencia que traspasa las fronteras de lo inerte y lo vivo, entre lo microscópico y lo macroscópico; una ciencia que con el apoyo de la biología y la ingeniería produce órganos artificiales que permitan realizar trasplantes.

La amplitud de la química constituye de por sí un desafío y agrega ciertos condicionamientos al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química:

- 1) Se requiere desarrollar un proceso mental, que al contacto con la realidad material y social, pueda además de entender la arquitectura geométrica de las estructuras microscópicas de los átomos y modelos moleculares de las sustancias químicas, consiga relacionarlas con su comportamiento macroscópico o aspectos fenomenológicos (apariencia, propiedades, reactividad, etc.), mediante la adopción del lenguaje de la

química, como una herramienta con la cual nuestra mente se puede comunicar de alguna manera con la naturaleza y hallar patrones o leyes que decodificamos con dicho lenguaje, creando toda clase de representaciones abstractas. Nuestro lenguaje conceptual tiende a fijar nuestras percepciones y, consecuentemente, nuestro pensamiento y comportamiento. En definitiva, los límites de lenguaje que uno tiene indican los límites que uno tiene del mundo. En este sentido el reto de los docentes es motivar a los estudiantes que dediquen mucho esfuerzo a la adquisición del lenguaje químico, pues el aprendizaje será útil para el individuo y la sociedad sólo si lo que se enseña pasa a formar parte del lenguaje y se incorpora a nuestro pensamiento y comportamiento; resumidamente: si expandimos los límites de nuestro mundo,

2) busquemos la expansión de nuestro mundo partiendo de lo que nos es más familiar, de lo cotidiano. El justo reconocimiento de la química cotidiana como eje central requiere empezar una reforma curricular de esta disciplina en función de los fenómenos que suceden en nuestro alrededor, esto es, partir del contexto para luego introducir y desarrollar los conceptos y modelos químicos. Esta búsqueda comienza por aprender a tener otra mirada sobre el mundo que nos rodea, averiguar qué está pasando, tratar de comprenderlo y de hallar alguna respuesta. Que la curiosidad nos motive, que la relación teoría- práctica sea coherente, y que podamos adentrarnos en el territorio químico, explorando, descubriendo, aprendiendo, compartiendo y viviendo,

3) los objetivos del nuevo programa curricular basado en los fenómenos cotidianos deben cumplir plenamente con los objetivos fundamentales prescritos en la Escuela Secundaria Obligatoria (ESO): el adquirir conocimientos sobre teorías y hechos científicos y preparar a los estudiantes para poder seguir sin dificultad los estudios posteriores, aunque su implementación pueda variar en función de los objetivos específicos. Desde algún tiempo, de parte de los docentes, ha habido una cierta inquietud de motivar el interés de los estudiantes hacia la ciencia incluyendo algunos contenidos de la química cotidiana, orientados por los objetivos fundamentales y por el resto de los objetivos señalados para la educación científica en Secundaria, como despertar la conciencia de respeto a la necesidad de conservar el medio natural y la salud; adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana; aprender a disfrutar haciendo ciencia, etc. (Sanmartí, 2000),

4) otro requerimiento presente en la labor docente es contar con guías o cursos estructurados en torno a las aplicaciones e implicaciones sociales para que los estudiantes

aprecien la relevancia de la química en sus vidas. Una de las dificultades que se presentan en estos módulos es que están sobrecargados con material teórico, y muy orientados hacia los principios y teorías. Igualmente, se da mucha importancia a la resolución de problemas numéricos artificiales, muy poco a las reacciones químicas que son la base de la química, y escasos contenidos químicos emparejados con sus aplicaciones a la vida diaria (Díaz Marín, 2012),

5) otro reto es que la educación debe estar dirigida a promover capacidades y competencias y no sólo conocimientos cerrados o técnicas programadas (Pozo y Monereo, 1999). Esto lleva consigo a considerar que el desarrollo de la capacidad de aprender se sitúa en el centro de todo proyecto educativo y que el foco de los procesos educativos debe cambiar en la dirección de formar personas que gestionen sus propios aprendizajes, adopten una autonomía creciente y dispongan de herramientas intelectuales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de la vida. Se requiere que el estudiante se convierta en un aprendiz autónomo, capaz de autorregularse y de adquirir habilidades para el estudio independiente, automotivado y permanente. Asimismo, necesita aprender a tomar decisiones y solucionar problemas en condiciones de conflicto e incertidumbre, buscar y analizar información en diversas fuentes para transformarlas en aras de construir y reconstruir el conocimiento en colaboración con otros (Díaz Barriga, Hernández, 2010).

El desarrollo de un enfoque por competencias conlleva a precisar la definición de competencia, como la capacidad de actuar, en situaciones complejas, movilizando e integrando recursos internos (saberes, actitudes y destrezas) y externos (documentos, otras personas, instrumentos) con ética y reflexividad (epistemología y meta cognición) (Leclercq & Cabrera, 2014). Igualmente, ese enfoque comporta a responder ¿cuáles son las competencias requeridas en la formación disciplinar? Desde el punto de vista de los estudiantes, ven que lo que aprenden no está relacionado con su futuro próximo, tienen miedo del mercado, del empleo. Se sienten sin armas y tienen la impresión que no están preparados (Verberen, 1994 citado en Leclercq, 2016). Desde el punto de vista de los docentes hay una única alternativa: hay que formar a personas innovadoras, creadoras, que sean capaces de inventar, desde el nivel de la escuela, y después durante toda la vida, es el reto actual de la educación. El reto es diseñar un modelo de competencias a nivel de la carrera de química, completa en su alcance, pero sencilla en su aplicación y fácil de

comunicar. Leclercq (2016) propone que el perfil de egreso de los estudiantes puede ser estructurado y organizado bajo una arquitectura de cuatro tipos de competencias:

- Competencias específicas. Estas se adquieren con la asimilación de una serie de saberes, destrezas y habilidades relativos al área disciplinar, que se concentran en las asignaturas de especialización del programa de química: química inorgánica, química física, química analítica y química orgánica.
- Competencias instrumentales. Estas tienen una función instrumental y se distinguen entre habilidades cognitivas (entender las relaciones entre la asignatura y el plan de estudios, capacidad de crear documentaciones legibles, completas, técnicamente correctas.), capacidades metodológicas (trabajar en grupo, tomar apuntes, sintetizar, utilizar recursos bibliohemerográficos), destrezas tecnológicas (utilizar internet, Word, etc.) y destrezas lingüísticas (hablar idiomas extranjeros, leer, comunicar).
- Competencias metacognitivas. Estas tienen la función de controlar, dirigir y mejorar el desarrollo de nuestros propios procesos y productos del conocimiento. En la dimensión autocognitiva, podemos preguntarnos: ¿qué he hecho?, ¿cómo lo he hecho?, ¿para qué lo he hecho?, ¿en qué otras situaciones puedo aplicarlo? En la dimensión de autocontrol podemos preguntarnos ¿me evaluó bien?, ¿en qué puedo comprometerme?, ¿qué conozco/ignoro?, ¿qué hago bien/mal?, ¿con qué, con quién trabajo bien?
- Competencias dinámicas. Estas competencias están relacionadas con el desempeño, motivación, actitudes y compromiso del sujeto con su tarea u ocupación diaria, como ilustración podemos nombrar: afiliarse en una colectividad, defender un principio, concebir un proyecto, ejecutar un proyecto, dedicar tiempo para crear nuevos productos, pasar tiempo haciendo un proceso de cambio e innovación, etc.

En reciprocidad, el docente, como agente mediador de los procesos que guían a los estudiantes a la construcción y adquisición de las capacidades mencionadas, debe no sólo dominarlas, sino apropiarse de nuevas formas de conducir el aprendizaje. Hoy en día se requiere que los docentes privilegien estrategias didácticas que encaminen a los estudiantes a la adquisición de habilidades cognitivas de alto nivel, a la interiorización reflexionada de valores y actitudes, a la apropiación y puesta en práctica de aprendizajes complejos, resultado de su participación activa en ambientes educativos experienciales y situados en contextos reales (Latapí, 2003 p. 15).

Se espera principalmente que los docentes estén capacitados para contribuir en el diseño de simulaciones o experimentos que reflejen el estado de conocimiento actual de la ciencia, que permitan orientar en la ruta lógica de descubrimiento de leyes, principios o modelos de situaciones complejas. Hay que reconocer que los desafíos que se afrontan son grandes. De inicio, las demandas de la sociedad del conocimiento a la tarea docente cuestionan su identidad y su rol actual y llevan a la apropiación de nuevas formas de

organización y gestión del conocimiento en escuela, así como una comprensión diferente de la transposición didáctica y por tanto a la renovación de enfoques didácticos y a la reforma de la lógica del currículo escolar, por mencionar a algunos aspectos.

Lo anterior implica hacer cambios en la visión de lo que es el aprendizaje en las instituciones educativas. Aprender no es sólo acumular información o ejercitar habilidades. Aunque es indiscutible el carácter individual y endógeno del aprendizaje, está constituida no sólo de representaciones personales, sino además se sitúa en el plano de la actividad social y la experiencia compartida. Es cierto que el estudiante no construye el conocimiento en solitario, sino gracias a la mediación del docente y de los compañeros de clase. Percibido así, el aprendizaje implica tanto la construcción de significados como el “aprender hacer” a través de la práctica, la generación de una actividad y la afiliación a una determinada comunidad (Wenger, 2001).

En esta tesis se sostendrá que la función del docente no debe limitarse ni a la de simple transmisor de la información ni de la de facilitador del aprendizaje, en el sentido de que se restrinja su labor a la creación de un ambiente educativo mejorado y a “observar” cómo aprenden sus estudiantes, a esperar que muestren una actividad autoestructurante o constructiva por sí solos. Antes bien, el docente cumple una función de organizador y mediador en el encuentro del estudiante con el conocimiento.

El presente estudio tratará de tomar en cuenta los retos delineados para diseñar una propuesta pedagógica como: apoyar el desarrollo de la estructura cognitiva del estudiante, mostrar la relación directa entre la ciencia química y la química cotidiana, cumplir con los objetivos para la educación científica y, promover capacidades y competencias específicas, instrumentales, metacognitivas y dinámicas.

El diseño de la guía didáctica con elementos comunes del entorno permitirá remediar en parte la ausencia de materiales didácticos y carencias de equipamiento en el nuevo enfoque existentes en muchas instituciones del sector educativo tanto público como privado, se presenta la oportunidad de que el estudiante pueda ver aplicados los fundamentos teóricos adquiridos de la química, en situaciones cotidianas de su entorno o porque permiten poner en juego estrategias de pensamiento y acción que les resultarán útiles en muy diversas circunstancias. Se parte del principio de que las situaciones concretas de la vida actual permiten generar prácticas tipo laboratorio. Por ejemplo, la cocina es el laboratorio en casa.

Esperamos que las actividades incluidas en esta guía de aprendizaje sean útiles para obtener respuestas y, también, para encontrar nuevas preguntas que motiven a los estudiantes a seguir avanzando en el entendimiento de la química y su rol fundamental en el desarrollo de muchas ramas de la química cuya actividad es fundamental a la hora de mejorar la calidad de vida del ser humano.

## 1.2. Finalidad y objetivos

Como ya se ha indicado, esta tesis pretende proponer una guía didáctica para el aprendizaje de la química a partir del análisis de la misma desde el enfoque de la química cotidiana. Siendo la finalidad última mejorar la calidad de la educación a través de la delimitación y selección de los fenómenos cotidianos necesarios para cada unidad de la “química cotidiana” y su desarrollo en los centros educativos del Sistema Educativo Adventista de la comunidad peruana, el objetivo específico de este trabajo es revisar y analizar las prácticas de la química cotidiana escolar presente en la biografía escolar de muchos profesores de química y en los intentos curriculares y, plantear una propuesta adecuada en la forma en que la diversidad de los elementos cotidianos debe ser concebida y abordada en los centros educativos de nuestra comunidad.

Se proponen los siguientes objetivos generales y específicos (Tabla 1)

**Tabla 1**

Objetivos de la investigación

1. Proponer un marco conceptual sobre las creencias, enfoques filosóficos, objeto y carácter sobre la contextualización de la enseñanza de la ciencia y tecnología
1.1 Exponer y valorar diferentes creencias y enfoques filosóficos de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) 1.2 Discutir los enfoques pedagógicos de CTS. 1.3 Identificar algunos presupuestos para la propuesta pedagógica de CTS: objeto, carácter y elementos
2. Indagar estudios y propuestas realizados sobre la implementación de la química cotidiana escolar en los contextos local, nacional e internacional
3. Conocer los enfoques o modelos didácticos que permiten entender el sentido y las finalidades del aprendizaje de la ciencia.
3.1 Conocer los supuestos y metas de la educación científica propuesta por cada enfoque. 3.2 Conocer los criterios para seleccionar y organizar los contenidos curriculares propuestos por cada enfoque. 3.3 Conocer las actividades de enseñanza y evaluación propuesto por cada enfoque. 3.4 Conocer las dificultades y enseñanzas previsibles de cada enfoque.

4. Conocer las estrategias de aprendizaje (medios de enseñanza y orientaciones para el aprendizaje significativo) para una enseñanza efectiva de la química orientada a la vida cotidiana.
5. Abordar la propuesta pedagógica para la enseñanza de la química inorgánica desde su utilidad en la calidad de vida.
6. Analizar la valoración de la eficacia de la propuesta pedagógica a través del juicio de los docentes de química o afines de la Universidad Peruana Unión.

### 1.3. Trasfondo filosófico de la investigación

#### El cuidado de la Tierra

“Tomó, pues, Jehová Dios al hombre, y lo puso en el huerto de Edén, para que lo labrara y los guardase” (Gen. 2:15). ¿Qué principios, si los hubiere, podemos obtener de este texto, que deberían influir en el modo que cuidemos nuestro planeta?

Antes del pecado, Adán y Eva tenían la mayordomía delegada sobre todo lo creado, y gobernaban la vida vegetal y animal. Pero, después del pecado, toda la naturaleza pareció rebelarse contra ellos tal como ellos se habían rebelado contra Dios. Los humanos se vieron impotentes frente a los elementos (clima, agricultura, animales).

“Adán había sido rey de los seres inferiores y, mientras permaneció fiel a Dios, toda la naturaleza reconoció su gobierno, pero, cuando pecó, perdió su derecho al dominio. El espíritu de rebelión, al cual él mismo había dado entrada, se extendió a toda la creación animal. De ese modo, no solo la vida del hombre, sino la naturaleza de las bestias, los árboles del bosque, el pasto del campo, hasta el aire que respiraba, hablaban de la triste lección del conocimiento del mal” (White, 2008).

Hoy sufrimos los estragos de los desastres naturales de nuestro ecosistema deteriorado, y hacemos grandes esfuerzos para usar la tecnología y la industria con el fin de protegernos. Sin embargo, mucha de esa misma tecnología daña nuestro planeta. La ecología es un tema moral, ético y teológico, ya que la explotación de la Tierra puede conducir a grandes penurias para otros.

“Los adventistas abogan por un estilo de vida sencillo y sano, en el que la gente no entra en la rutina del consumo sin límites, la acumulación de bienes y la producción de basura. Se necesita una reforma en el estilo de vida, basada en el respeto por la naturaleza, la restricción del uso de los recursos humanos, la evaluación renovada de las

necesidades personales y la reafirmación de la dignidad de la vida creada”. –“Declaración oficial de los adventistas del séptimo día sobre la mayordomía del medioambiente”. 1966.

Para una mayor extensión sobre el medio ambiente consideraremos la declaración de la iglesia adventista, declaración adoptada en octubre de 1992 por los delegados del Concilio Anual de la Iglesia Adventista del Séptimo Día:

1. El mundo en que vivimos es un don de amor de Dios el Creador, de “aquel que hizo el cielo y la tierra, el mar y las fuentes de las aguas” (Apocalipsis 14:7; 11: 17,19). En medio de esta creación, Dios colocó a los seres humanos, con la intención de que se relacionaran con él, con sus congéneres y el mundo que los rodeaba. Por esta razón, los adventistas sostienen que la preservación y mantenimiento del mundo están estrechamente relacionados con su servicio a Dios.
2. Dios apartó el séptimo día, el sábado, como una conmemoración y recordativo perpetuo de la creación y fundación del mundo. Al observar ese día, los adventistas ponen de relieve el sentido especial de su relación con el Creador y su creación. La observancia del sábado destaca la importancia de la integración del ser humano con el medio ambiente en general
3. En sus relaciones con los demás, los adventistas están comprometidos a respetarlos y a cooperar con ellos reconociendo el origen común de los humanos y considerando la dignidad humana como un don del Creador. Debido a que la miseria humana y la degradación ambiental están relacionadas entre sí, los adventistas se empeñan en mejorar la calidad de vida de todas las personas. Su meta es desarrollar recursos de mantenimiento a la vez que satisfacen las necesidades humanas.
4. El genuino progreso en relación al cuidado de nuestro medio ambiente natural recae tanto sobre el esfuerzo individual como en el mancomunado. Los adventistas aceptan el desafío de trabajar en procura de restaurar el propósito total de Dios. Motivados por la fe en Dios, se dedican a promocionar la salud tanto personal como a nivel de medio ambiente, de vidas íntegras dedicadas a servir a Dios y a la humanidad.
5. En este compromiso, los adventistas confirman ser los mayordomos de la creación de Dios. La relación del hombre con el resto de la creación es la de gobernante. Al transferir a Adán el poder de gobernar “toda la tierra”, Dios tenía el plan de hacer del hombre su representante, o virrey sobre este planeta.

#### **1.4. Método de la investigación**

Esta tesis doctoral se caracterizó por usar una metodología basada en la investigación documental. Esto debido a que se realizó fundamentalmente una búsqueda de fuentes impresas tanto en formato físico como digital. Es decir, se realizó una investigación bibliográfica sistemática y especializada en el dominio de la química para elaborar, a base del análisis de las experiencias o modelos didácticos de éxito llevados a cabo en la enseñanza de la química, una propuesta de una guía didáctica a través de un intento de integración jerárquica de los ejemplos y experiencias de aprendizaje acorde a nuestro contexto educativo, coherente con los enfoques actuales de la enseñanza de la ciencia y las características de los estudiantes. Además de utilizar los procedimientos lógicos y mentales de toda investigación: análisis, síntesis, deducción e inducción, etc., se realizó un proceso de recopilación de representaciones, esquemas, dibujos y medios que permitieron reelaborar la estructuración de la propuesta didáctica, y por lo tanto, orientar la implementación de la química cotidiana. Por otro lado, como precisa el método se utilizó diferentes técnicas de localización y fijación de datos, análisis de documentos y contenidos. Muy aparte del método de investigación usado se administró el cuestionario “escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química” a los profesores de química y de carreras afines quienes validaron su consistencia pedagógica al contrastarlo con su labor y experiencia docente (De la Torre & Navarro, 1990).

#### **1.5. Presentación y estructura del documento**

Tras esta primera introducción en la que se ha justificado el interés y la relevancia del trabajo y se han presentado los objetivos del mismo, a continuación, se comenta brevemente los contenidos y la estructura del documento.

El presupuesto básico de esta tesis es la atención al aprendizaje de la química desde una química escolar cotidiana, fundamental para que se convierta en el centro organizador del currículo, no sólo en la secuenciación de contenidos sino también del nuevo papel pedagógico del docente que promovería la indagación, la resolución de problemas de forma colectiva y la búsqueda de explicaciones ante los fenómenos que podemos observar en nuestra vida. La química cotidiana tiene que estar presente en todos los momentos o ciclo de aprendizaje: motivación, exploración, aplicación y crear activos (compartir y celebrar el aprendizaje), tal como se recoge en la figura 1.

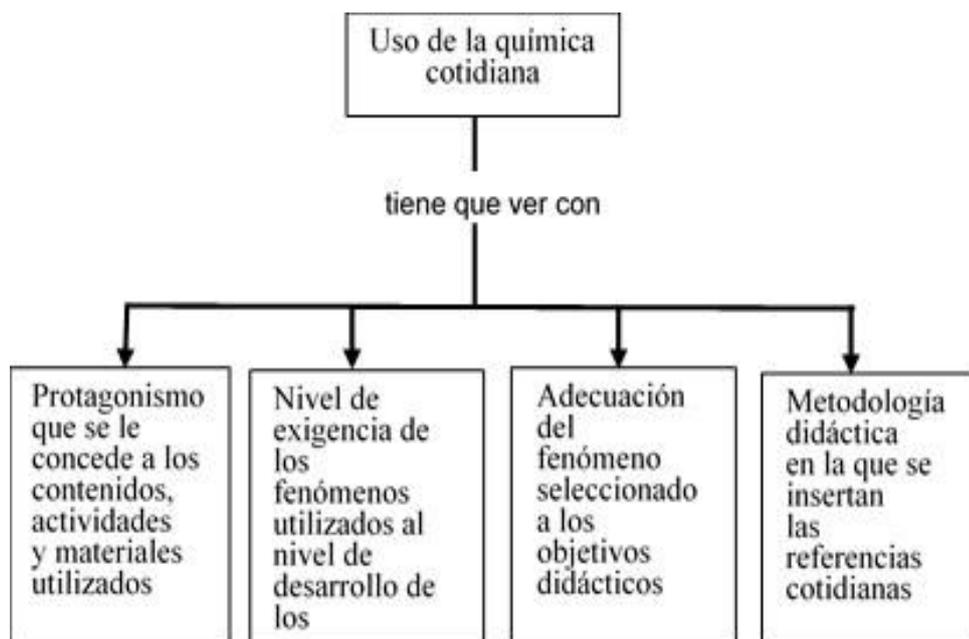


Figura 1. Condiciones del uso de la química cotidiana

Los objetivos de la investigación y el marco teórico-conceptual desde que se realiza (capítulos 2, 3, y 4) se han establecido a partir del conocimiento del contexto académico pedagógico en el que nos situamos: centros de educación secundaria del sistema educativo peruano. En este contexto la función de supervisión del Ministerio de Educación no ha marchado muy bien, pues se evidencia que los aspectos menos considerados en los Planes de Supervisión de las Direcciones Regionales, están referidos a las políticas educativas y al cumplimiento de normas (3%); procesos de aprendizaje en el aula e instrumentos pedagógicos (4%); propuestas metodológicas, asesoría, distribución y uso de materiales educativos (5%) (DGEBR, 2009). Así mismo la investigación de Gómez y Macedo (2011) sustenta que una institución educativa, dentro de sus acciones de gestión pedagógica le corresponde: 1) diversificar el currículo básico, 2) definir los métodos de enseñanza y aprendizaje, y 3) definir los recursos educativos, materiales, textos y otros. De este modo se decidió desarrollar la investigación “estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de química inorgánica en el nivel secundario: propuesta desde su utilidad para la calidad de vida”, poniendo especial énfasis la técnica del análisis bibliográfico/hemerográfico ya que se trata, para esta parte, de una investigación teórica y descriptiva, con documental bibliográfico.

Planteándonos como finalidad de este trabajo mejorar la calidad de enseñanza-aprendizaje de la química inorgánica, se entiende que esto supone realizar cambios, lo cual nos introduce en la perspectiva de la reforma del área curricular de ciencia, tecnología y sociedad. Se considera que toda propuesta de reforma debe partir del análisis riguroso del estado de conocimiento de los aspectos académicos y pedagógicos con unos criterios y una metodología que permitan plantear esta mejora con la nueva perspectiva de la química cotidiana escolar ya presente en algunas instituciones escolares de otras latitudes. El análisis de las aportaciones de los investigadores en didáctica de la química desde la implicación social da lugar a este enfoque de aprendizaje contextualizado a nuestra realidad. Además, el enfoque de la química cotidiana en la enseñanza secundaria tiene un carácter sociocrítico que plantea la consideración de sus aplicaciones, técnicas y repercusiones sociales, por su contribución al entendimiento de la cultura contemporánea, así como del desarrollo económico y social. En este sentido hay que contemplar a la química cotidiana escolar como una actividad humana, colectiva y estrechamente ligada al contexto social de los estudiantes. Deben llegar a comprender que los seres humanos son agentes de transformaciones en los sistemas naturales, sobre todo debido al desarrollo científico-tecnológico, pudiendo modificar tanto su composición como su organización (Garai, Cuenca, López y Rubio, 1997). El marco sociocrítico lleva a reflexionar los siguientes aspectos de su pertinencia:

- Más que formar al estudiante como futuro científico o químico, debemos prepararlo para la vida cotidiana.
- Más que intentar prepararlos para ser químicos, debemos enseñar a los estudiantes a pensar como químicos.
- Debemos buscar la comprensión integral de la química, más que sólo la comprensión específica de algunas de sus partes;
- Debemos vincular el conocimiento científico con aspectos humanísticos, sociales, y para la vida.

Algunos de estos aspectos del marco sociocrítico serán analizados en este trabajo.

Una característica fundamental que define esta tesis es, además, el nuevo rol que otorga al profesorado para generar aprendizaje significativo de la química. Como se verá a lo largo del trabajo, se resaltarán dos hechos: 1) La necesidad que tiene el docente de comprender los procesos motivacionales y afectivos subyacentes al aprendizaje de los estudiantes, así como, disponer de algunos principios y estrategias efectivas a ser aplicados en clase, y 2) La importancia que tiene el conocimiento de los procesos de

desarrollo intelectual y las capacidades cognitivas en las diversas etapas del ciclo vital de los estudiantes.

Se pueden considerar como las aportaciones más importantes de esta tesis las siguientes:

- La descripción de un marco conceptual sobre las creencias y enfoques filosóficos sobre la contextualización de la enseñanza de la ciencia y tecnología.
- El análisis de los estudios e investigaciones realizadas sobre la implementación de la química cotidiana escolar.
- La comprensión de las estrategias de aprendizaje como herramientas valiosas para el trabajo pedagógico en química, que orientan cuáles son las capacidades, competencias e indicadores que aseguren los logros de aprendizaje.
- La propuesta de una guía de aprendizaje de la química cotidiana desde su utilidad para la calidad de vida.
- La metodología de investigación utilizada en el trabajo de campo, centrada en la construcción de una escala de valoración que permita recoger las percepciones de los docentes encuestados sobre la consistencia y viabilidad de la puesta en práctica de la guía didáctica de la química cotidiana escolar, a través de una clasificación rigurosa de los ítems de la escala en cinco criterios de evaluación, denominados: 1) elementos motivadores, 2) elementos innovadores, 3) elementos actitudinales, 4) elementos didácticos, y 5) elementos asociativos.

Para concretar y facilitar la lectura de este documento, se anticipa en este apartado la estructura del mismo. El documento se organiza en tres bloques de contenidos principales: el marco teórico-conceptual y la propuesta pedagógica, el trabajo de campo y las conclusiones.

En el primer bloque se dedica a enmarcar el trabajo. Así, los capítulos 2, 3, y 4 profundizan en el marco teórico-conceptual de la tesis, que son referentes al nuevo enfoque de aprendizaje de la química. Se parte la revisión de las diversas creencias, y enfoques filosóficos sobre la contextualización de la enseñanza de la ciencia y tecnología (capítulo 2). Tras indagar y analizar los estudios realizados sobre los enfoques o modelos didácticos que permiten entender el sentido y las finalidades del aprendizaje de la ciencia (capítulo 3) se organiza y se sistematiza todo lo elaborado referente a las “estrategias de aprendizaje” para apoyar la gestión de los aprendizajes y fortalecer la función mediadora y organizadora del rol del docente (capítulo 4), y finalmente para cerrar el bloque referido al marco, se presenta la propuesta de una guía didáctica de la química cotidiana desde su utilidad en la calidad de vida (capítulo 5).

El capítulo 6, corresponde al segundo bloque del contenido de la tesis, presenta el trabajo de campo. En este capítulo se detalla todo el proceso para la validación del aporte

pedagógico de la guía de química: selección del escenario, selección de los docentes, elaboración y clasificación de los criterios de evaluación de la propuesta didáctica, instrumentos y valoración de la guía. Se considera una investigación de carácter cualitativo, enfocada a la descripción e interpretación de la percepción de la guía didáctica elaborada desde el contexto social, ambiental y salud en general.

Una vez concluidos los capítulos de los bloques referidos al marco y al trabajo de campo, el tercer bloque recoge las conclusiones extraídas, así como las recomendaciones de mejora de la gestión pedagógica, orientaciones sobre la enseñanza de la química en el nivel secundario, y sugerencias de investigaciones futuras.

Por último, se recoge la lista de referencias utilizada y a continuación se presentan los anexos a este trabajo de tesis.

## **CAPÍTULO II**

### **CREENCIAS Y ENFOQUES FILOSÓFICOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE CTS**

#### **2.1. Introducción**

La reforma educativa peruana ha adoptado un modelo docente centrado en el aprendizaje del estudiante, cuyas implicaciones en la labor docente no están siendo entendidas. Muchos de ellos siguen el statu quo actual, por lo tanto, se orientan del modelo convencional de la programación docente centrada en la enseñanza (el modelo tradicional). Lo único que les interesa es cubrir el temario y tener un auditorio de estudiantes muchas veces de “cuerpo presente” (Valero-García y Navarro, 2008). En el modelo tradicional, los estudiantes pueden saber mucho de teoría, pero tienen problemas en la aplicación. Siendo que no todos los que terminan secundaria buscan seguir una profesión específica, sino crear su propia empresa, es muy importante que en la educación secundaria tengan educación tecnológica orientada de un espíritu emprendedor que incluya el deseo de trabajar bien, hacer un buen producto, cubrir necesidades de la comunidad, sentirse orgulloso de lo que está haciendo, de cómo va creciendo y de todo lo que va logrando en el camino.

Todas las corrientes pedagógicas modernas concuerdan que el foco del proceso educativo es el sujeto de aprendizaje, sin embargo, en el acto educativo los componentes del proceso parecen trastocarse, pues la enseñanza cobra preeminencia sobre el aprendizaje en muchas instituciones educativas. Es posible que la administración y gestión educativa de tales instituciones enfatizen mayores niveles de exigencia en el quién y cómo enseña, sin tener en cuenta el respectivo correlato en el quién y que tanto aprende. En el modelo centrado en la enseñanza, no hay cabida para que los estudiantes pregunten cuándo tienen una laguna conceptual o no entienden un proceso en cual se incluyen deducciones y aplicaciones (por ejemplo, balanceo de ecuaciones químicas). Al contrario, toda pregunta es un clamor por entender el mundo. La pregunta debe considerarse como un factor generador de conocimiento.

Otro factor relevante, de esta presunta falencia del proceso formativo, radica en el diseño curricular, el cual – probablemente- por darle mayor énfasis a los contenidos científicos y tecnológicos, descuida los aspectos sociales y morales que sustentan el proceso formativo del estudiante. Si en el currículo de formación del futuro docente se carga más a los aspectos eminentemente tecnocientíficos (formación sólo para el trabajo y la competitividad) podría conducir a que los egresados cuando ejerzan la profesión lo hagan pensando más en lo que enseña y no en lo que aprende el estudiante, al igual que el aforismo “el médico trata o estudia la enfermedad, pero no al paciente”. De hecho, esta postura excluye completamente la formación moral que da sentido a la verdadera realización del ser humano.

La deficiencia de la educación en el Perú se agudiza por las siguientes razones: 1) falta de calidad y equidad en el aprendizaje. En la última prueba de Evaluación Censal Estudiantil 2015 (UMC, 2015), aplicada por el Ministerio de Educación, la diferencia entre los resultados de la región mejor evaluada (Tacna) y la peor evaluada (Loreto), tanto en matemática como comprensión lectora en el “nivel satisfactorio” fue abismal, en la proporción aproximada de diecisiete a uno en matemática y de seis a uno en lectura. Igualmente, las evaluaciones internacionales UNESCO – PISA confirman que educamos precariamente. A mayor lejanía o a mayor pobreza cultural de la zona rural, menor es el nivel de aprendizaje de los estudiantes, 2) enorme divorcio entre lo que propone el sistema educativo -a nivel superior- y lo que necesita el mercado ocupacional actual. Las carreras del sistema universitario en las cuales se está formando a los estudiantes se hallan alejadas de las necesidades del sistema productivo y el gran riesgo es que, en algún momento, el crecimiento sostenido del país pueda paralizarse justamente por esa razón, 3) la ausencia de formación en gestión. Hay una gestión administrativa mediocre ejercida por un gran sector, probablemente mayoritario, de los directivos de las instituciones educativas. Inclusive a nivel de Minedu, hay una mala gestión de la ejecución del presupuesto. Posiblemente, las exigencias que implican manejar estos montos de dinero desbordan las capacidades de los actuales administradores, 4) la carencia de mecanismos de control de la calidad educativa en el proceso. Posiblemente somos el único país de América Latina que no tiene institucionalizado algún mecanismo que posibilite la cautela de la calidad educativa, 5) la ideologización del gremio magisterial. En efecto, el color político de los docentes que conducen el gremio se antepone al servicio docente que se ofrece a los estudiantes, y 6) la desestatificación del sistema educativo, que se evidencia por los

siguientes hechos: el crecimiento incesante de entidades educativas privadas, sobre todo las del nivel superior; y el descuido de la formación docente (Díaz, 2014; Alvarado, 2007).

La educación tecnológica no solo involucra la contextualización curricular de las técnicas a las necesidades pedagógicas, académicas y culturales de los estudiantes, sino que incluye la formación de la conciencia y compromiso en la protección del ecosistema, de orientar a las empresas y las instituciones gubernamentales del Estado sobre la existencia de especies sensibles en la fauna y flora, zonas arqueológicas y otros aspectos que deben considerarse en el monitoreo y evaluación de la biodiversidad, antes de ejecutar un proyecto del sector minero-energético. En la evaluación de la biodiversidad se debe tener en cuenta: conocer la biota terrestre, las comunidades y sus preocupaciones, realizar microrruteos para evitar zonas sensibles, el régimen hídrico de la comunidad, el impacto ambiental con un enfoque de paisaje y cuenca. Es importante la creación de patronatos conformados por los profesionales de cada comunidad que además de contribuir a la conservación del medio ambiente y ordenamiento territorial, aporten en la elaboración de herramientas normativas para la mejor gestión de la tecnología en el desarrollo de las poblaciones locales, garantizando el equilibrio entre ecología, economía y el aspecto social.

Por otro lado, la educación científica se hace muy difícil debido a que el conocimiento científico es altamente especializado, por lo tanto, no está al alcance para la mayoría de las personas del mundo, incluso para las poblaciones de las naciones más avanzadas e industrializadas. En base en esta realidad, "La ciencia y su esfuerzo por hacer progresar el conocimiento teórico no tienen prácticamente ningún efecto en la gente corriente de cualquier sitio". Esta declaración, deliberadamente provocativa, fue hecha por Storer (1966, citado por Layton, 1988) para manifestar que la técnica y la tecnología han sido responsables de muchas de las transformaciones sociales en mayor medida que la ciencia moderna. Más aún, la tecnología está al alcance de todas las personas, pues para satisfacer cualquier necesidad o realizar cualquier actividad siempre se requiere el uso de artefactos e instrumentos. Así se puede hablar de una tecnología del hogar, tecnología agrícola, tecnología áulica, etc. Estas consideraciones podrían justificar que hay un divorcio entre la ciencia y la tecnología. Pero esto no es así, ambas son interdependientes y se potencian mutuamente. Los conocimientos de la ciencia se aplican en desarrollos tecnológicos; determinados inventos o técnicas desarrolladas por la tecnología son

imprescindibles para avanzar en el trabajo científico. Comprender que el conocimiento sociomoral es el más prioritario, pues define la esencia del sistema normativo que regula y controla los planes, programas y proyectos de desarrollo relacionados con las actividades tecnocientíficas– imbricación entre investigación y desarrollo tecnológico.

El poder de desarrollo de un país no descansa solamente en la bondad del paraíso tecnológico y del cumplimiento a ciegas del imperativo tecnológico que justifica la aplicación industrial de cualquier innovación tecnológica, si se puede. No es asunto de si se puede, sino analizar por qué no se puede, para tal fin se debe primero establecer la nueva política tecnológica. El orden correcto sería primero "fijar metas socialmente y apoyar, luego, las tecnologías que se estimen socialmente más oportunas para favorecerlas". De esta manera, la tecnología no se convertiría en un fin en sí misma, autónoma en su desarrollo, donde el medio sería el mensaje (McLuhan, 2003).

La educación tecnológica no solo involucra la contextualización curricular de la tecnología a las necesidades pedagógicas, académicas y culturales de los estudiantes, sino que considera la formación de una conciencia tecnológica, en el sentido de orientar qué herramientas utilizar, explicar a otros las indicaciones y contraindicaciones de su uso, y velar su correcto uso en beneficio del cuidado de la salud humana y de la salud del medio ambiente.

Más aún, la tecnología está imbricada con la vida misma del ser humano. Está presente en todo espacio y tiempo del quehacer humano. Para una persona o una familia, la tecnología familiar se visualiza en la arquitectura de su vivienda, aparatos electrodomésticos, utensilios de cocina, medios de comunicación como radios, teléfonos, tv, libros, impresoras y ordenadores, entre otros. Para una institución educativa, la tecnología escolar incluye las carpetas, escritorios, ordenadores, sillas, útiles de escritorio, aulas, pizarras, plumones, internet, equipos de los laboratorios, software de aprendizaje, etc. En una comunidad, la tecnología comunal incluye sus servicios, como los baños públicos, carreteras, mercados, centros hospitalarios, instituciones educativas, señales de tránsito, parques, agencias de city tour, cabinas de internet, bancos, bibliotecas e instalaciones deportivas. En algunas comunidades, confían en la preservación de la tecnología antigua y en otros se prefieren las más complejas y sofisticadas. Una forma no sustituye inmediatamente a la otra, por ejemplo: aunque el látigo se ha pasado de moda, no ha desaparecido, por más que el automóvil haya reemplazado al caballo a lo largo de

un siglo de cambios. Los cambios pueden ser acumulativos, de forma que las herramientas y tecnologías más antiguas van desapareciendo al hacerse menos útiles y menos eficiente. Si no constituyen una auténtica rémora, pueden existir durante siglos como residuo. Esto sucede en las comunidades indígenas peruanas.

## **2.2. Creencias y enfoques filosóficos de CTS**

### **2.2.1. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia**

Dentro de la postura que fomenta el movimiento educativo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para el siglo XXI, de formar estudiantes preparados en el conocimiento científico-tecnológico, con la intención de propiciar la transformación social de manera responsable, participativa y con la capacidad de tomar decisiones correctas como respuesta a las situaciones problemáticas de mal uso de la tecnología, que atentan al deterioro de la calidad de vida. En este sentido se aborda el análisis de las diversas posturas sobre las diferentes ideas que existe sobre la relación entre ciencia y tecnología.

Las personas viven hoy en día más en el marco de una cultura tecnológica que en el de una cultura científica. La vida cotidiana, tanto en el medio urbano como en el rural, el entorno del hogar y el ambiente del trabajo está repleta de artefactos y herramientas tecnológicas – incluye cualquier sistema de dirección, organización y gestión diseñada para alcanzar los fines deseados -, cuyo uso no requiere estar al tanto de las proposiciones, leyes y principios científicos, ni siquiera las reglas o normas tecnológicas, que los sostienen. También es un hecho que las personas, en general, tienden a dar mayor valor al aspecto práctico de la ciencia, se inclinan a favor de la capacidad de la ciencia para resolver problemas con interés social; por consiguiente, dan más importancia al aspecto instrumental y tecnológico. Al mismo tiempo, en esta época, los criterios de racionalidad y verosimilitud científica están siendo desplazados por criterios de pragmatismo y utilidad, típicos de la tecnología; para muchos, la validez de una teoría ya no es tanto por su capacidad explicativa sino por su capacidad aplicativa a la realidad.

Sin embargo, todavía sigue siendo marginada la educación tecnológica en la enseñanza de la ciencia por quienes tienen la responsabilidad de planificar y diseñar los currículos de ciencia, los autores y editores de libros de texto y los docentes de CTA. Un aspecto que subyace en esta desatención es la menor importancia que suele tener en la comunidad académica el conocimiento práctico frente al teórico. Hay que advertir que cuando se habla de educación tecnológica no debe concebirse solamente como utilización

de tecnología en la educación científica, sino que va mucho más allá de la dimensión tecnológica; involucra también las dimensiones didácticas, epistemológicas y sociales. En la dimensión didáctica se puede considerar los siguientes motivos: favorecer un aprendizaje más significativo, facilitar la conexión con la vida cotidiana en el ámbito del hogar y del trabajo, contextualizar la ciencia partiendo de la realidad a los conceptos, motivar a los estudiantes. En la dimensión epistemológica, mejorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología contemporáneas. En la dimensión social, capacitar a los estudiantes para su participación democrática en la sociedad civil a la hora de tomar decisiones con fundamento sobre cuestiones tecnocientíficas de interés social.

### **2.2.2. Modelos sobre las relaciones entre ciencia y tecnología**

El análisis sobre las conexiones entre ciencia y tecnología según el criterio del grado de asociación del uno con el otro puede concebir, de acuerdo a la propuesta de Niiniluoto (1997), en cinco modelos (figura 2), de los cuales, los tres primeros son posiciones ontológicas monistas y las dos siguientes posiciones dualistas, en el sentido de que ambas son independientes:

- La tecnología se subordina a la ciencia y puede reducirse a ella, pues tiene una dependencia ontológica de la ciencia, desde que el conocimiento práctico se somete al teórico.
- La ciencia se subordina a la tecnología y puede reducirse a ella, pues tiene una dependencia ontológica de la tecnología, en el sentido de que el conocimiento teórico está supeditado a la razón del conocimiento técnico.
- La ciencia y la tecnología son la misma cosa (tecnociencia en la posmodernidad), es un híbrido entre ambas, no se diferencian ontológicamente.
- La ciencia y la tecnología son independientes desde un punto de vista ontológico, en el sentido de que cada una tiene su propia entidad y son además causalmente independientes.
- La ciencia y la tecnología tienen independencia ontológica, pero hay interacción causal entre ambas.

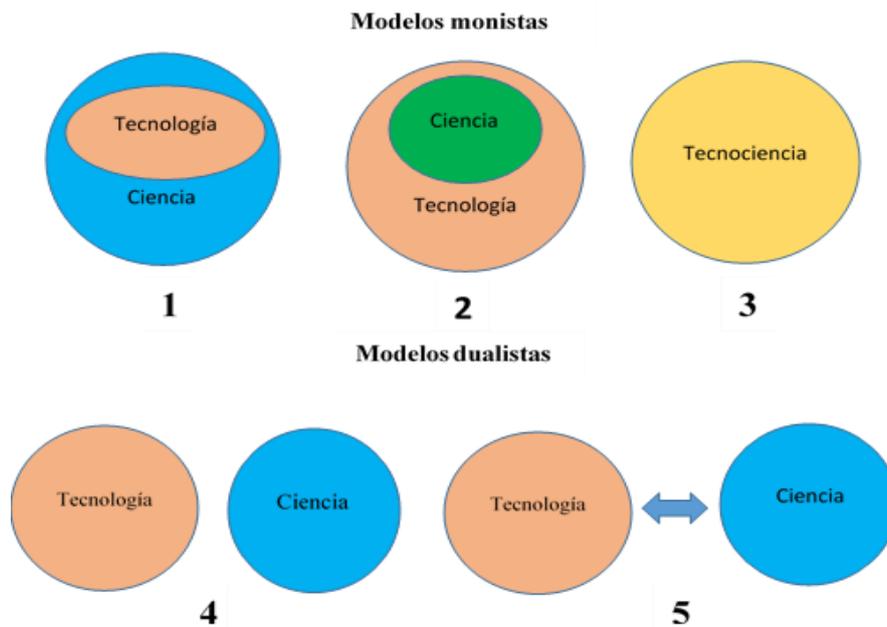


Figura 2. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología

El primer modelo surge de una concepción positivista que considera que el conocimiento verdadero es el conocimiento científico y que dicho conocimiento únicamente puede salir de la confirmación de las hipótesis a través del método científico, conceptualizando a la tecnología como el proceso a través del cual se hace posible la aplicación de la ciencia para resolver y atender las exigencias de la vida humana. Este punto de vista, implica percibir a la tecnología como ciencia aplicada, esto es, su subordinación hacia la ciencia para que ésta pueda continuar construyendo conocimiento teórico, que a su vez sustente a la tecnología para seguir produciendo conocimiento práctico (Bunge, 1966, 1069). Esta forma de entender la tecnología subyace en el modelo lineal de investigación y desarrollo (I+D), donde el desarrollo tecnológico es la continuación del proceso de investigación aplicada, que está muy ligada a la investigación básica a causa de que utiliza posibles resultados de la misma (figura 3). En este paradigma, se produce el escalonamiento lineal del proceso innovador: descubrimiento científico, invención del material, información, innovación y fabricación (Rosseger 1980, citado por Castro 2001). Aceptar que la tecnología es ciencia aplicada conlleva a una visión sesgada de la especificidad del conocimiento tecnológico e ignorar su relación más completa con la ciencia y no solo la que surge de su subordinación (Fleming, 1989, Kline, 1985; Layton, 1988). Al respecto, Staudenmaier (1985), considerando el desarrollo histórico de la tecnología, argumenta: 1) la tecnología modifica los conceptos científicos, por ejemplo, el Instituto de Tecnología de Massachusetts en la creación de la computadora digital, tras la II Guerra Mundial, la mayor parte de los conceptos utilizados se

originaron en el interior de la ingeniería y los que provenían de la ciencia – en relación con el almacenamiento magnético- fueron esencialmente rectificadas, 2) la tecnología utiliza datos técnicos referidos a reglas y consideraciones instrumentales de diseño que proceden del propio desarrollo tecnológico, 3) las reglas de saber hacer determinan la especificidad del conocimiento tecnológico, y 4) la tecnología necesita necesariamente la asistencia de las habilidades técnicas. Por consiguiente, la tecnología no puede ser ontológicamente dependiente de la existencia de la ciencia.

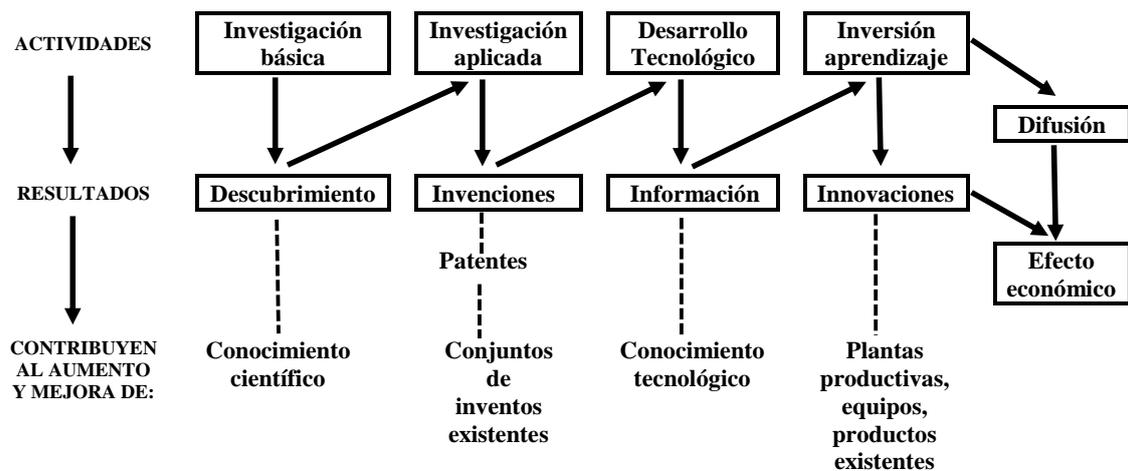


Figura 3 Modelo lineal del proceso innovador

El segundo modelo, antagónico al primero, se apoya en el hecho de que la técnica, precedió históricamente a la ciencia, pero va mucho más allá de esto (Gardner, 1997), habiéndose llegado a considerar la ciencia como una dimensión más de los sistemas socio-técnicos complejos. Esta propuesta, en la que las teorías científicas se contemplan como instrumentos conceptuales sofisticados de la práctica humana, ha sido sustentada por Ihde (1983) y se asocia a las denominadas filosofías de la praxis (por ejemplo, marxismo, pragmatismo, etc.), donde se sostiene que la ciencia se mueve por intereses tecnológicos y está supeditada a la razón técnica. En una línea afín, Sanmartín (1990) desarrolla un modelo de corte materialista muy elaborado, el cual pretende mostrar cómo influye la tecnología en la interpretación del mundo natural a través de la ciencia. Para ello, este autor distingue tres tipos de teoría científica: 1) técnicas teorizadas o tecnologías: "elucidaciones de por qué una técnica preteórica ha tenido, o no, éxito". Así, la teoría de la fermentación por la acción de microorganismos da razón del porqué habían tenido éxito

técnicas como las de hacer pan o cerveza; 2) teorías de segundo nivel: "entramados lingüísticos que, basados sobre alguna tecnología, tratan de explicar de manera análoga (cuando no, idéntica) eventos pertenecientes a distintos dominios". Esto es lo que ocurre, por ejemplo, con la tecnología de los ordenadores y los conceptos de "información" y "sistema procesador de información". La unificación teórica consistente en identificar ordenadores y cerebros humanos, conduce a legitimar la aplicación sin reservas de la tecnología informática a la psicología de la memoria, la psicolingüística o la educación; 3) superteorías o "programas metafísicos de investigación", de nuevo, otro tipo de reflexión sobre la tecnología. Entramados lingüísticos de gran generalidad, cosmovisiones, que parecen explicarlo todo y que son difícilmente refutables. Por ejemplo, los Principia de Newton o las Teorías de la evolución darwiniana y neodarwinismo, cuyos contenidos serían las teorías de segundo nivel.

El tercer modelo que identifica ciencia y tecnología ha adquirido gran peso en la contemporaneidad. Como advierte Niiniluoto (1997) ya da cuenta del uso del concepto posmoderno de tecnociencia, que denota la creciente fusión de la ciencia y tecnología, producto de haber ido complementándose de forma gradual en el tiempo hasta llegar a ser inseparables en el espacio social global, en donde cada innovación tecnocientífica ya no puede reducirse solamente al dominio científico ni al dominio tecnológico. Este nuevo término, que suele ser denominada Big Science en los Estados Unidos de América y megaciencia en algunos países hispanoparlantes, se consolidó a partir de la segunda guerra mundial (Proyecto ENIAC, Proyecto Manhattan, exploración del espacio, etc.) y es un híbrido entre la ciencia y la tecnología, donde la investigación y la invención avanzan en forma paralela. Sin embargo, la aplicación de este modelo requiere de grandiosas inversiones en recursos humanos y tecnológicos, y solo algunos países desarrollados tienen la potencialidad de realizarlo, en el resto se sigue practicando la ciencia y la tecnología de forma independiente.

En la actualidad es difícil apoyar el cuarto modelo que sustenta a la vez la independencia ontológica y causal entre la ciencia y la tecnología, por lo que no es fácil encontrar representantes de esta tesis. Con cierta variación, fue defendida hace tiempo por Price (1965, 1972), quien afirmó que la interacción entre ambas es más débil de la que suele darse entre las nuevas y viejas tecnologías. En lo esencial, en los periodos de normal desarrollo, las transformaciones tecnológicas ocurren por efecto evolutivo, en el sentido de que los productos se innovan constantemente al superar los diseños anteriores

de su industria, aunque la interrelación entre la ciencia y la tecnología actuales se establecen en toda su complejidad. Para justificar este modelo con frecuencia se recurre a los hechos históricos como la primera revolución industrial que ocurre en Inglaterra a fines del siglo XVIII y alcanzó su plenitud en las primeras décadas del siglo XXI, el vertiginoso avance tecnológico norteamericano sucedido en el siglo XIX y el japonés ocurrido en el siglo XX, avances que no fueron precedidos necesariamente por un aumento sustancial de la ciencia. Igualmente, algunas líneas de la tecnología militar antes del siglo XIX no dependieron de la ciencia, por ejemplo, el caso norteamericano.

La interacción causal entre la ciencia y la tecnología, sustentada en el quinto modelo, ha ido aumentando desde el siglo XIX, pero prevalece la tendencia a presentarlo con un sesgo exagerado a favor del sentido que va desde la ciencia a la tecnología en detrimento del opuesto, lo que no es admisible (Valdés et al., 2002). Interesa recordar al respecto que la observación y la experimentación científicas están cargadas de una competente práctica previa, que está fuertemente condicionada por la tecnología. Asimismo, no debe olvidarse que la ciencia no sólo tiene por finalidad construir representaciones del mundo para explicarlo y hacer predicciones, sino que también pretende intervenir en él para controlarlo y modificarlo; en nuestros días esto es tan evidente que la mayor parte de la ciencia que se construye responde a prioridades tecnológicas civiles y militares (Acevedo, 1997). En el devenir del desarrollo de la ciencia moderna, siempre ha habido afanados científicos que aparecen ligados a la tecnología y a la ciencia práctica, podemos nombrar a Maxwell, Kelvin, Boyle, Newton y Hooke, entre otros. En el dominio de la ciencia de la radiactividad, Marie Curie logró el acoplamiento de las actividades científicas de dicho dominio con la industria de los radioelementos lo que la llevó a contribuir a muchos productores de radio, y fomentar la creación de su propio laboratorio industrial donde patenta algunos instrumentos y procedimientos industriales para fabricar y depurar las sustancias radiactivas, de igual manera, bajo el liderazgo del laboratorio no solo contribuir al desarrollo de la industria de las sustancias radioactivas en Francia, sino también para apoyar al progreso de las investigaciones médicas y biológicas (Boudia, 1997). De igual modo existen innovaciones tecnológicas sustentadas en la ciencia; son ejemplos típicos el de la industria eléctrica que sobre la base del conocimiento de la inducción electromagnética aplicados en el diseño de generadores y motores, a fines del XIX, se impuso en los sistemas de producción, el de la ingeniería nuclear que sobre la base de aplicación de los principios de la fisicoquímica nuclear, en

el siglo XX, incidió en la producción de armas nucleares, energía eléctrica y en el inicio de usos biomédicos, industriales y medioambientales, que actualmente están en pleno desarrollo (Ziman, 1984). También hay ejemplos en que la ciencia y la tecnología han avanzado de una manera armonizada y en otros casos en que han progresado de forma independiente. Resumiendo, el diseño y desarrollo de productos tecnológicos han surgido de procedimientos muy variados, desde aquellos en que no son tan indispensables las teorías científicas de vanguardia hasta lo que dependen totalmente de estas teorías, pasando por los que requieren la interacción causal de ambos saberes.

Por consiguiente, a pesar de que algunos de los cinco modelos presentados parecieran explicar mejor la relación ciencia-tecnología podemos concluir que ninguno de ellos puede revelar totalmente las diferentes y heterogéneas asociaciones que se dan actualmente entre la ciencia y la tecnología. Tampoco es sensato, especificar algún modelo que pueda explicarla convenientemente cualquier época, debido a que los nexos no siempre fueron las mismas en el devenir histórico, de hecho, a lo largo del tiempo el desenvolvimiento de la acción y la forma de prácticas científicas y tecnológicas han ido cambiando. De esta manera, no es viable hallar una relación causal que sintetice el nexo entre ciencia y tecnología. En este sentido Richards (1983) sostiene, a pesar de que las interacciones causales entre la ciencia y tecnología no sean del todo óptimas en su forma de operar, sin embargo, en la actualidad existe una movilidad informacional de ida y vuelta entre la ciencia y la tecnología a través de un flujo ininterrumpido I+D o al contrario D+I.

### **2.2.3. Aproximaciones a la noción de tecnología**

Existe diferentes significados para la noción de tecnología, desde una simple actividad artesanal para elaborar un producto hasta un sistema sociotecnológico que involucra recursos físicos y humanos, instrumentos, valores, códigos éticos, mercado, economía e industria, organizaciones, etc. El concepto de tecnología ha ido ampliándose cada vez más conforme a las transformaciones que ha ido experimentando a lo largo de la historia y a la repercusión que han llegado a tener en las sociedades contemporáneas. En efecto, Kline (1985) se refiere a diversos significados de la tecnología, tales como:

- El conjunto de productos artificiales elaborados por las personas (visión instrumental o artefactual de la tecnología).

- Los procesos de producción; esto es, el conjunto de personas, máquinas y recursos necesarios en un sistema socio-técnico de fabricación (visión sistémica material de la tecnología, las personas actúan como trabajadores).
- Los conocimientos, metodologías, capacidades y destrezas necesarias para poder realizar las tareas productivas (visión sistémica intencional de la tecnología, las personas actúan como gestores).
- El sistema socio-técnico necesario para poder utilizar los productos fabricados (visión sistémica compleja de la tecnología).

También es interesante el modelo conceptual sistémico de la práctica tecnológica propuesto por Pacey (1983) que contempla aspectos relacionados con tres dimensiones:

- Técnica (conocimientos, capacidades y destrezas técnicas; instrumentos, herramientas y máquinas; recursos humanos y materiales; materias primas, productos obtenidos, desechos y residuos; etc.). Esta dimensión se relaciona al significado más restringido, pero también al más habitual de la tecnología.
- Organizativa (política administrativa: planificación y gestión; cuestiones de economía mercado e industria; aspectos relacionados con la actividad profesional productiva y la distribución de productos; agentes sociales: empresarios, sindicatos, etc.; usuarios y consumidores; etc.). Al incluir cuestiones sociales y políticos notables, esta dimensión extiende la noción de tecnología.
- Ideológica-cultural (fines y objetivos; cuerpo de valores y reglas éticas; convicciones sobre el desarrollo continuo; etc.). De igual manera, esta dimensión también acrecienta la noción de tecnología, al considerar el sistema de valores y las convicciones que determinan una representación cultural que pueda incidir eficientemente en la actividad creativa de los proyectistas e inventores.

Posteriormente, Pacey (1999) añade una cuarta dimensión implícita, que se haya presente en las otras tres, a la que denomina experiencia personal. De este modo intenta compensar el énfasis que han puesto los estudios sociales de la tecnología en lo colectivo frente a lo personal, incluyendo en éste la acción de lo afectivo y lo axiológico, esto es, los sentimientos y los valores personales sobre la tecnología.

En resumen, básicamente puede mencionarse que hay tres grandes formas de entender la tecnología: 1) como ciencia aplicada, en la que se elude completamente cualquier rasgo distintivo de sí misma y se la considera como una parte de la ciencia, 2) como centrada solamente en las capacidades y destrezas para ejecutar los procesos de producción, mayormente delimitados a los propios productos elaborados. Este significado sigue siendo restringido pues se fundamenta solamente en las competencias de carácter instrumental que debe poseer el inventor, y 3) como un sistema sociotecnológico, situado en el contexto social global, estando constituido por las dimensiones: técnica, organizativa e ideología – cultural, de donde provienen sus diferentes implicancias tecnológicas en el medio social, cultural, ambiental, médico y militar entre otros.

## 2.2.4. Componentes de la tecnología

Según Acevedo, J.A.; Vásquez, A.; Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2003) los rasgos básicos del conocimiento tecnológico son: 1) usa métodos de investigación similares a los de la ciencia y se presta los hallazgos de ésta, 2) se nutre de su propio Know-how para el desarrollo de sus métodos intrínsecos, esto es, retoman algunas características específicas de oficios tradicionales, conocimientos tácitos y habilidades técnicas, 3) es en esencia interdisciplinar y pragmático, y 4) se orienta hacia una praxis concreta para la resolución de complejos problemas y la toma de decisiones en cuestiones de la vida cotidiana que afectan profundamente a la sociedad; todos ellos se revelan claramente en los diversos componentes de la tecnología, entre los que destacaremos los siguientes:

- Componente científico-tecnológico, que realiza las relaciones mutuas entre la ciencia y la tecnología respetando sus propias finalidades y objetivos. En efecto, la tecnología demanda de cuantiosos conocimientos científicos, pero en muchos casos, previamente sometidos a un proceso de reconstrucción conceptual que concuerde con el requerimiento del diseño tecnológico del proceso y del artefacto a fabricar; de igual manera a lo que ocurre en la ciencia, utiliza unos procedimientos metodológicos que guíen su práctica. Recíprocamente, la ciencia también adopta numerosas contribuciones de la tecnología, que van desde instrumentos de observación y recolección de información hasta los sistemas tecnológicos orientados a facilitar el trabajo del científico dentro de un contexto de acción técnica.
- Componente histórico-cultural, que acentúa el nexo entre las diferentes técnicas desplegadas por el ingenio humano y el impacto que genera en el medio ambiental, cultural, y salud humana; de igual manera, se examina la forma en que la sociedad acondiciona el desarrollo tecnológico. Este componente abarca también las técnicas artísticas en sus tres categorías: pictórico, escultórico y audiovisual.
- Componente organizativo-social, que resalta la organización como un sistema dinámico con una capacidad de entender y responder a las exigencias del medio social en el rápido crecimiento tecnológico en todo su proceso. De igual manera, el uso de las diferentes tecnologías tiene que ver, más o menos, con el grado de efectividad sobre los diferentes tipos de organización social.
- Componente verbal-iconográfico, que trata del lenguaje visual usado en los medios de comunicación específicos de la tecnología: gráficos, mapas, símbolos, textos específicos, señales, etc.
- Componente técnico-metodológico, comprende el conocimiento de procedimientos y estrategias para el mundo del trabajo, así como de las capacidades y habilidades técnicas para manipular materiales e instrumentos y elaborar productos y artefactos.

De igual forma, en esta línea, Staudenmaier (1985) y Fleming (1989) propusieron otra forma de clasificación de los elementos que conforman el saber tecnológico:

- Conceptos científicos que hay que redefinirlos, reduciendo su nivel de abstracción, para adaptarlos a los intereses sociales y a las características esenciales del diseño: arquitectura, estructura y tecnología.
- Datos problemáticos o flotantes que surgen del impacto de los sistemas tecnológicos en el sistema social y en el medio ambiente, así como las posibilidades buenas o malas para implementarlos.
- Teoría tecnológica vista como un sistema de conocimientos prácticos que permiten, a la manera de lo que se hace en la ciencia, la experimentación en el diseño, construcción, y prueba de artefactos y sistemas tecnológicos.
- Pericia técnica (know-how) como el conjunto de procedimientos y técnicas particulares que un diseñador o inventor tiene en el manejo de instrumentos y sistemas tecnológicos, asistidos de un cuerpo de criterios prácticos, generalmente basados en el conocimiento implícito del sujeto.

Algunas consecuencias erróneas de la visión de la tecnología como ciencia aplicada son: 1) considerar que las teorías con las que trabaja un tecnólogo son menos complejas que las de la ciencia, un punto de vista que fomenta la superioridad del saber científico sobre el tecnológico, 2) favorecer la explicación del funcionamiento de un producto tecnológico solo a nivel de un principio de la ciencia. Sin embargo, hay que considerar que, en el funcionamiento de un artefacto tecnológico, aun siendo simple, su explicación no se funda necesariamente en un solo principio científico, sino que, se sustenta en un sistema teórico formado por leyes, principios y modelos muy variados y hasta distintos.

Basándonos en la propuesta de Gilbert (1995) se proyecta completar el cuadro de diferencias entre conocimiento científico y tecnológico en base a algunos criterios: 1) la obtención de datos (observación sistemática vs circunstancias de funcionamiento), 2) resultados (teorías vs técnicas), 3) tipo de pensamiento (abstracto vs analógico y visual), 4) selección de variables en los modelos (no es muy específica vs impuesta por la meta), 5) objetivo del experimento (validez vs funcionamiento), 6) finalidad del conocimiento (explicación vs descripciones estructurales), 6) propósito sobre la realidad (entender vs controlar), y 7) interés (natural vs artificial). No se considera el método como criterio de diferenciación pues existen defensores que el método científico asimila al método tecnológico. A pesar de esta lista de atributos propios de cada uno, no es suficiente para indicar que sean ontológicamente independientes.

### **2.3. Enfoques pedagógicos de CTS**

En la perspectiva del pensamiento de (Caamaño, 2013), se aborda uno de los objetivos más deseados y perseguidos de la educación científica: la alfabetización

científica de toda la ciudadanía, en la que se debería integrar la contextualización, indagación y la modelización.

### **2.3.1. La enseñanza contextualizada de la ciencia**

La enseñanza contextualizada se refiere a la necesidad de adecuar los contenidos, lenguajes y métodos de la ciencia a las actividades de la vida cotidiana y a la solución de los problemas latentes que comprometen las aplicaciones de la ciencia en los medios social y ambiental en que se desenvuelven los estudiantes. En este escenario, la formación científica básica de un estudiante no solo tiene que ver con los objetivos de la alfabetización científica, sino además despertar el atractivo en su realización personal, profesional y social. La forma del uso del contexto en la enseñanza de las ciencias naturales origina dos posturas, la primera, que parte de los conceptos para luego interpretar y explicar el contexto, y la segunda, parte de contexto para establecer y construir los conceptos, las teorías y los modelos. La segunda postura es la que efectivamente se denomina “enfoque basado en el contexto”, este nuevo enfoque pedagógico de la “ciencia para todos” está siendo asumido rápidamente en los cambios curriculares de muchos países (Caamaño, 2005, 2007, 2011; Martín Díaz, Gutiérrez Julián y Gómez Crespo, 2011).

En su concepción teórica, la enseñanza contextualizada está ligada a la noción de aprendizaje situado, que supone un cambio de perspectiva del hecho educativo en relación a una mejor inserción sociolaboral. Por el contrario, las teorías cognitivas suponen que el conocimiento es una especie de entidad abstracta que se almacena en la mente de las personas, el enfoque de “aprendizaje situado” enfatiza el carácter contextualizado del aprendizaje que no se reduce a las nociones convencionales de aprendizaje in situ o aprendizaje activo, sino a la participación del aprendiz en una comunidad de práctica; esto es, en un contexto sociocultural, de relaciones, del cual se obtiene los saberes necesarios para transformar la comunidad y transformarse a sí mismo; la autenticidad de este tipo de aprendizaje está determinado por el grado de relevancia cultural de las actividades sociales, por las experiencias y prácticas compartidas así como del tipo y nivel de actividad social que éstas promueven en la participación de los estudiantes. Este enfoque de aprendizaje que se fundamenta en la participación y la colaboración supone un cambio relevante en cuanto a la perspectiva clásica del aprendizaje. No se trata exactamente de una teoría del aprendizaje o didáctica, sino de una teoría social del

aprendizaje (teoría socio-cognitiva) que transforma la concepción de los contextos de aprendizaje y de la interacción entre docentes y discentes, así como una nueva visión de las relaciones de cooperación de los actores y agentes en el proceso de desarrollo profesional.

El aprendizaje situado se basa en el valor principal que se atribuye a la experiencia laboral y la práctica activa en el impulso del aprendizaje y la comprensión, privilegiando la dimensión social del aprendizaje sobre la individual. Niemeyer (2013) ha expresado que el aprendizaje situado se caracteriza porque éste se desarrolla en un contexto social y requiere ineludiblemente la pertenencia al mismo. Según este autor el aprendizaje situado se fundamenta en cuatro elementos: comunidad, práctica, participación e identidad; los cuales se pueden interpretar como criterios de calidad, y las medidas que están ligadas a una integración sostenible de los jóvenes que indican hasta qué punto:

- Ofrecen a los jóvenes un acceso a una comunidad de práctica.
- Reconocen el derecho a la participación y cooperación.
- Posibilitan un trabajo práctico que los jóvenes experimentan como significativo.
- Reconocen y valoran las aportaciones individuales a la actividad grupal.
- A modo de síntesis se exponen las características del aprendizaje situado:
- Está relacionado con contextos informales y prácticos.
- Destaca la función social del aprendizaje y relativiza la cognitiva.
- Reconoce el aprendizaje como un desarrollo gradual y progresivo, no como una transmisión unidimensional de conocimientos.
- Sobrepasa un modelo dirigido a la pura adquisición de competencias prácticas y hace sujeto del desarrollo a la totalidad de la persona.
- Atribuye la debida importancia a las circunstancias sociales y materiales del proceso de aprendizaje.

### **2.3.2. Los modelos científicos y el proceso de modelización escolar**

La ciencia implica acciones encaminadas a elaborar modelos que sirven de apoyo en el análisis e interpretación de los resultados experimentales. Se puede entender la investigación científica como una actividad compleja que involucra las fases de desarrollo, evaluación y revisión de modelos, y los presupuestos teóricos formulados a base de criterios propios de la ciencia. Teniendo en cuenta esta descripción se puede implicar que la labor científica escolar se focalizaría a observar las fases del proceso de construcción de modelos.

Es claro, el quehacer científico presupone dos componentes procedimentales primordiales. El primer componente tiene que ver con las formas y procesos coligados a

el hallazgo de hipótesis, todos estos asuntos se encierran en la expresión “contexto de descubrimiento”. Estos procesos están relacionados con la determinación y precisión de las ideas de investigación, y por lo tanto involucra, de manera extensiva, el desarrollo de conceptos, teorías y modelos. El segundo componente, está relacionado con la comprobación de las hipótesis y asociado al “contexto de la justificación”, se vincula con los fundamentos para determinar el valor de verdad que corresponde a la hipótesis de investigación a través del rechazo o aceptación de las hipótesis estadísticas - nulas y alternas. Las teorías científicas son conjuntos organizados de ideas del mundo observable, productos de la experimentación. Los modelos son representaciones abstractas de fenómenos o procesos con el fin de explicarlos, controlarlos y predecir situaciones futuras. Los modelos científicos son mediadores entre la teoría de la realidad que explica y la modelización de aquella realidad. Siendo que los modelos son aproximaciones arbitrarias de la realidad, nunca son la realidad ni copias de la realidad (Justi, 2011).

El conocimiento científico en el acto de conocer los fenómenos ha devenido en el proceso de construcción de una serie de modelos con alcances explicativos y predictivos diferentes debido a la arbitrariedad del pensamiento humano y de la complejidad de las cosas. De hecho, esta misma situación ocurre con los modelos científicos escolares, ya son la adecuación de los modelos científicos de los expertos al nivel escolar. Las personas obtienen conocimiento acerca del mundo elaborando modelos mentales sobre particularidades de este y lo que desea aprender.

El uso de la modelación escolar en la enseñanza de la ciencia, en estos últimos años, ha adquirido notoriedad como un objetivo fundamental en la alfabetización científica de los estudiantes. En concordancia con Gutiérrez (2004), la secuencia de pasos para orientar a los estudiantes en el modelamiento de fenómenos sería:

1. Determinar el hecho de la realidad que se quiere modelar.
2. Tomar una determinación sobre el tipo de modelo escolar que se desea construir.
3. Tener en cuentas las ideas y teorías implícitas de los estudiantes en la aproximación al modelo, es el paso de la contextualización del hecho a modelarse.
4. Solicitar a los estudiantes que proyecten su modelo mental, identificando los componentes, las interacciones causales entre los componentes y las reglas/leyes de funcionamiento
5. Guiar a los estudiantes en la simulación mental del modelo con el compromiso de que cotejen las analogías y diferencias con el hecho en modelamiento, para luego arribar a una versión final del modelo material.
6. Si el modelo material encaja con el hecho, este debe ser sometido a la prueba experimental, siempre que sea posible.

7. Si el modelo material no encaja con los datos empíricos, hay que recomenzar el modelamiento.
8. Si el modelo material es válido, hay que continuar con su alcance predictivo y extensión a otros hechos.

De la misma manera, Justi (2011) plantea los siguientes pasos para el modelamiento escolar:

1. La construcción de un modelo mental que refleje el conocimiento previo del estudiante, su postura empirista de acuerdo a las informaciones y evidencias experimentales obtenidas, el ingenio, y el uso del razonamiento analógico para inferir, de manera similar, la estructura del modelo.
2. La representación material del modelo a través de figuras, mapas, maquetas, gráficas, esquemas, sistemas de ecuaciones, etc.
3. La prueba mental o experimental del modelo material.
4. Evaluar el modelo, sus alcances y limitaciones en la práctica científica.

Las dos funciones esenciales de un modelo científico son la explicación del fenómeno y la predicción de comportamientos futuros. La explicación está relacionada a la pregunta ¿por qué sucede el fenómeno? o ¿cómo sucede el fenómeno? en base a la estructuración y funcionamiento del modelo; y la predicción está relacionada a la pregunta ¿hay evidencias para que ocurra el fenómeno? o ¿cuándo se manifestará otra vez el fenómeno? en base al conjunto de enunciados legales que dan cuenta del comportamiento del modelo. Para un estudiante, responder estas dos cuestiones no es una tarea nada fácil, la mayoría de las respuestas son superficiales apoyadas en el juicio común, en una causa misteriosa o en un seudoprocedimiento heurístico. Para revertir esta situación, se debe detallar con mayor precisión y claridad el significado de explicación y predicción en el contexto de los constituyentes ontológicos de un modelo científico: entidades y enunciados legales.

### **2.3.3. La enseñanza por investigación**

Según Pedro Cañal (2007), la enseñanza por investigación es hoy una alternativa didáctica con base en relevantes antecedentes históricos, pero muy lejos de los enfoques didácticos precedentes: las diferentes tradiciones de la enseñanza tradicional y la enseñanza por descubrimiento.

Este enfoque permite muchas posibilidades al docente, desde considerar el contexto social particular, pasando por atender las inquietudes de aprendizaje de los estudiantes, hasta la presentación de actividades de búsqueda de solución de problemas

abiertos, como pequeñas investigaciones frente a trabajos prácticos o investigaciones experimentales de cierto alcance.

La exploración experimental está muy asociada al proceso de construcción de modelos en el escenario escolar en las fases relacionadas a la arquitectura (¿para qué es?), estructura (¿cómo se hace?), tecnología (¿con qué se hace?), y validación (¿los resultados corresponden a la realidad?). Desde que las respuestas a estas preguntas son de naturaleza conceptual, la indagación experimental corresponde a resolver problemas teóricos. No obstante, existe otra clase de investigaciones cuyo fin es la resolución de problemas prácticos, muy ligadas a las situaciones de la vida diaria, que implican un conocimiento práctico, pero de mucha utilidad en la aplicación y seguimiento de los procedimientos preestablecidos en la actividad científica. Por consiguiente, la perspectiva de la indagación en la enseñanza de la ciencia puede aplicarse al entendimiento de la naturaleza de la ciencia y a la producción del conocimiento escolar en las fases del modelamiento

Considerando la diferencia ya establecida entre investigaciones orientadas al tratamiento de problemas teóricos e investigaciones orientadas al tratamiento de problemas prácticos, la enseñanza de la ciencia basada en las circunstancias pedagógicas de contextualización, modelación e indagación, para que sea efectiva, tiene que partir de problemas de reales cuyas soluciones involucren procesos de modelización. (Caamaño, 2011a)'

#### **2.4. Presupuestos para una propuesta pedagógica de CTS: objeto, carácter y elementos**

Debido a las grandes convulsiones sociales y económicas que azotaron al país durante los últimos cincuenta años, el Estado no ha atendido adecuadamente las necesidades de acceso a una educación de calidad a la que, según mandato constitucional, tienen derecho los ciudadanos peruanos. Por otra parte, es conocido el mal resultado que han obtenido los estudiantes peruanos, respecto a su desempeño en comprensión lectora, matemática y ciencia, en las recientes pruebas PISA (Programme for International Student Assessment). Vistas, así las cosas, urge construir fuertes consensos en la sociedad para formular cambios drásticos en nuestro modelo educativo y modernizarlo considerando los estándares globales: jornada completa, carácter universal del inglés, uso de herramientas tecnológicas y, emprendedorismo. A pesar de la actual desaceleración económica - una tasa promedio de 2,5% -, se podría mejorar el presupuesto del sector

educación debido a que se nuestra economía posee enormes fortalezas para resistir el embate externo gracias a que tenemos un manejo macroeconómico excelente, una deuda pública pequeña, reservas internacionales abundantes y un acceso preferencial para nuestros productos en todo el mundo gracias a los tratados de libre comercio (Abusada, 2015).

Si tenemos en cuenta la no funcionalidad de la educación en el país y sus múltiples causas, deberíamos reconocer que las soluciones no pueden llegar sólo del Estado. Es una responsabilidad compartida, al menos, entre el Gobierno, la Empresa, la Universidad y el Magisterio sintetizando las diferentes interpretaciones de la realidad y la riqueza de la diversidad cultural de las regiones del país. Ninguna forma de sabiduría educativa puede ser dejada de lado, tampoco la religión con su propio lenguaje.

La educación de calidad es una inversión rentable no solo para la persona que estudia, sino para toda la sociedad. Los economistas han desarrollado el concepto de “capital humano”, definido como el conjunto de habilidades potenciales que determinan que tan productivo es un individuo como recurso económico para la sociedad. Sin embargo, los componentes más importantes son la educación, la salud, las aptitudes adquiridas en el seno familiar y los factores innatos (inteligencia, agilidad, ambición etc.). Una educación de calidad aumenta y mejora el stock de capital humano, por lo tanto, se sostiene el crecimiento económico futuro. Dicho de otro modo, sin una buena educación, un país no tiene futuro, así de simple. Lo que pase en el futuro depende de lo que se haga hoy. La educación juega un papel sustancial no solo en el desarrollo de la persona como recurso económico sino como sujeto moral. Lo más importante es la construcción del carácter y de una conciencia crítica que permita vivenciar los principios y valores éticos y, pueda establecer herramientas que garanticen el uso correcto de las aplicaciones de la tecnociencia en el desarrollo de los pueblos. No se niega el papel de la formación científica especializada, donde la investigación científica crece cada día, como instrumento para mantener la posición del país en un mundo, mejorar la calidad de vida, la protección del medio ambiente y otros aspectos no económicos de la vida nacional. Pero el conocimiento más crítico que necesitamos no son las leyes científicas de la ciencia pura (química, física, biología), sino los secretos de la vida socioespiritual.

El nuevo modelo pedagógico de la química inorgánica basado en la formación de una conciencia tecnológica sociocultural debe integrar los enfoques cognitivista y situacionista; además, dar importancia simultánea al proceso mediador del docente y al

de construcción del conocimiento del estudiante. El aprendizaje se contempla como un proceso autodirigido y constructivo, pero facilitado y mejorado mediante una ayuda instruccional apropiada.

La propuesta “estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de química inorgánica en el nivel secundario: propuesta desde su utilidad para la calidad de vida” incluye en el currículo el componente tecnológico no solo desde su modo de operar sino desde una perspectiva ideológica capaz de influir en la actividad creativa, en la actividad evaluativa del uso de artefactos y sistemas tecnológicos y, en la actividad productiva de herramientas normativas para la mejor gestión de la tecnología en el desarrollo de las poblaciones locales, garantizando el equilibrio entre ecología, economía y el aspecto social.

En concreto se propone la integración de cuatro espacios: el espacio pedagógico (las rutas de aprendizaje), el espacio calidad de vida (las aplicaciones al cuidado de la salud y medio ambiente) y, el espacio del trabajo productivo (proyectos pedagógicos de las aplicaciones de la química) y, el espacio de la educación en valores. Un enfoque que podría denominarse “química cotidiana socioescolar”.

### **A manera de conclusión**

Se ha argumentado a favor de la necesidad de integración de cuatro espacios en la enseñanza de las ciencias, que se han ensayado, en parte, de forma separada hasta el momento: la enseñanza basada en la contextualización, la basada en la modelización y la basada en la indagación. A estos tres espacios hemos agregado una cuarta, el espacio de la educación en valores. Sin embargo, es necesario continuar investigando y explorando formas de mayor integración de estos cuatro espacios para conseguir alcanzar una enseñanza de la ciencia, y de la química en particular, más significativa, auténtica y relevante.

## CAPÍTULO III

### MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Los modelos didácticos o modelos de enseñanza de la ciencia corresponden a objetos de estudio de la didáctica de las ciencias. Estos modelos adoptados por los docentes, constituyen una valiosa herramienta para tratar la problemática de la enseñanza en el aula, ya que permiten establecer relaciones entre los análisis teóricos y la intervención en la práctica. La caracterización de un modelo didáctico supone la selección y estudio de los principales aspectos asociados al pensamiento del docente y a la práctica educativa.

Un modelo didáctico o modelo de enseñanza constituye un plan estructurado para configurar un currículo, diseñar materiales y en general para orientar la enseñanza.

Para el aprendizaje de los estudiantes, el modelo didáctico de los docentes es de gran importancia, especialmente en química, ya que constituye un esquema mediador entre la realidad y el pensamiento, una estructura en torno a la que se organiza el conocimiento y tendrá siempre un carácter provisorio y aproximado a la realidad (Joyce y Weil, 1985).

En este capítulo, se trata de analizar qué estrategias y enfoques de enseñanza hacen más probable el aprendizaje de la ciencia, tal como se definen en la literatura pedagógica. Frente al habitual divorcio entre lo que los docentes enseñan -mucho, complejo y muy elaborado- y lo que los estudiantes aprenden -no tanto, bastante simplificado y poco elaborado- se trata de identificar estrategias que aproximen lo que docentes y estudiantes hacen en el aula. Al término de este análisis, en esta dirección se pretende extraer un conjunto de presupuestos que integren el marco teórico que sustente la enseñanza de la química escolar cotidiana.

Empezando del concepto vygotskiano de zona de desarrollo próximo, admitimos que la labor de la educación científica es lograr que los estudiantes construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones. De esta forma, el currículo de ciencias,

desarrollado a través de las actividades de aprendizaje y enseñanza, debe servir como una auténtica ayuda pedagógica, una vía para que el estudiante acceda a formas de conocimiento que por sí mismas le serían ajenas o al menos muy distantes. Esta disminución de la distancia entre el conocimiento vulgar -conocimiento del estudiante- y el científico -discurso científico del docente- requiere adoptar estrategias didácticas específicas dirigidas a esa meta. No se trata por ende de presentar un modelo único, acabado, de educación científica sino, de contrastar diversas alternativas, cada una de las cuales responde a una concepción y a un enfoque concreto de la educación científica. En nuestra forma de pensar, no es correcto decir que existen buenas o malas formas de enseñar, sino adecuadas o no a unas metas y a unas condiciones dadas, por lo que debe convenir cada docente quien tome la responsabilidad del enfoque educativo que más se ajuste a su concepción del aprendizaje de la ciencia.

En esta exposición presentaremos el análisis de los expertos según el desarrollo histórico de estos enfoques en los últimos treinta años de investigación e innovación de la enseñanza de la ciencia, desde las concepciones más tradicionales, afines a la llamada pedagogía por objetivos, hasta las iniciativas más actuales de enseñanza a través de la investigación o instrucción mediante modelos. Iniciaremos con el pensamiento de Pozo y Gómez Crespo (1996), quienes adoptan para los análisis de cada propuesta una estructura de cuatro cuestiones:

- i. Supuestos y metas subyacentes del enfoque para la enseñanza de la ciencia
- ii. Criterios para seleccionar y organizar los contenidos.
- iii. Actividades de enseñanza y evaluación en que se fundamenta.
- iv. Dificultades de aprendizaje y enseñanza previsibles para los actores del acto educativo: estudiantes y docentes.

Es importante comprender no sólo en qué medida cada propuesta curricular se apoye en uno u otro enfoque de la enseñanza de la ciencia sino, por encima de ellas, la necesidad de que los diferentes actores educativos –los docentes, los estudiantes, la administración, los investigadores, etc.- compartan o al menos convengan en una misma concepción educativa. Con frecuencia docentes y estudiantes –los actores diariamente más próximos entre sí- tienen metas y concepciones distintas de lo que deben hacer en el aula, que no llegan nunca a coincidir. Un docente que cree estar guiando la comprobación de la ley de Hooke elaborando una gráfica para cada deformación de un resorte al suspender uno a uno pesas de varios valores, puede no saber que en realidad sus estudiantes están jugando a estirar el resorte y ver cuál de los pesos lo deforma más. Muy

a menudo las metas de los docentes quedan reducidas en la mente de los estudiantes al recuerdo de ciertos hechos desagradables o anecdóticos. Sin embargo, para tal efecto, previamente los docentes deben tener un conocimiento personal sobre las metas y supuestos, de preferencia los implícitos antes que los explícitos del enfoque de enseñanza, en sus diferentes versiones.

Cabe pensar que, a juzgar por los criterios de organización, secuenciación y evaluación que rigen aún muchos currículos de ciencias, muchos docentes aceptan, por lo menos de modo implícito, la hipótesis de la compatibilidad, según la cual la meta de la educación científica es ampliar o llenar la mente de los estudiantes, más que cambiar su organización. Esta concepción educativa, conforme con una cultura del aprendizaje tradicional, dirigida a la transmisión de conocimientos más que a su reestructuración, colisiona no obstante con nuevas necesidades educativas y de formación que, en el campo de la enseñanza de la ciencia, han guiado en tiempos recientes a los investigadores e incluso a algunos administradores y gestores educativos a defender propuestas más cercanas a la hipótesis de la incompatibilidad, fijando como meta más o menos explícita del currículo de ciencias alcanzar el cambio conceptual. Por su parte, los estudiantes, lejanos a tanta reflexión y propuesta curricular, siguen siendo quienes viven más de cerca el currículo de ciencias y sus metas, por lo que posiblemente, a poca capacidad de ser buenos estrategas, se inclinarán a favor de la hipótesis de la independencia, y separarán lo más que se pueda lo que aprenden en el aula de sus conocimientos cotidianos, ya que habitualmente es un disparate utilizar sus conocimientos cotidianos en clase de ciencias como inútil pretender dar sentido a su vida cotidiana con lo que aprenden en clase. Siendo así la situación, no es extraño que el currículo de ciencias sea un auténtico diálogo de sordos en el que cada uno tiene sus propias metas, con lo cual casi nadie las alcanza, con la consiguiente frustración mutua, ya que su logro depende de los demás. Si queremos superar esa frustración y esa sensación de fracaso, es necesario que estemos todos en el mismo currículo, que adoptemos todo el mismo enfoque, o si eso no es posible, que al menos cada uno reconozca el enfoque que tiene y cómo podemos hacerlos compatibles entre sí.

### **3.1. La enseñanza tradicional de la ciencia**

Es muy aventurado, en un campo tan complejo como la educación científica, identificar un enfoque como “tradicional”, ya que sin duda comprenderá otras prácticas

de las usanzas del momento, sin embargo podemos asumir que la forma prototípica de enseñar ciencia fue caracterizada por los siguientes hechos: formación casi exclusivamente disciplinar del docente, la propia cultura educativa de esta etapa, con muy escaso equipaje de instrumentos didácticos, y fuertemente dirigido para la admisión a la universidad que a proporcionar una formación sustantiva, han delineado un enfoque dirigido sobre todo a la transmisión de conocimientos verbales, en el que los estudiantes se les ha relegado a un papel solamente reproductivo.

En este modelo, el docente es un exclusivo proveedor de conocimientos ya elaborados por los expertos, listos para la asimilación (Pozo, 1996a), y el estudiante, en el mejor de los casos, el retenedor de esos conocimientos acabados, no le cabe otra opción que aceptar esos conocimientos que se presentan como hechos que forman parte de una realidad imperceptible, pero no por ello menos material, consolidando la indiferenciación entre hechos y modelos (los modelos no son concebidos como modelos teóricos sino más bien como una descripción del comportamiento real de sus componentes) que caracteriza a la posición realista propia del conocimiento cotidiano. Esta sigue siendo un modelo muy vigente en nuestras aulas, ya que muchos de sus supuestos son explícita o implícitamente asumidos por numerosos docentes de ciencias, que en su día también aprendieron la ciencia de esta manera.

### **3.1.1. Premisas y metas de la educación científica**

Se diría que la enseñanza de la ciencia, como ocurre en otras áreas, ha asumido tradicionalmente la idea de que la dos formas de conocimiento, cotidiano y científico son perfectamente compatibles, de modo que la mente de los estudiantes está preparada para seguir la lógica del discurso científico y que por tanto la meta de la educación científica es llenar esa mente de los productos distintivos de la ciencia: sus saberes conceptuales, al docente lo podemos comparar como un empleado de una distribuidora de gas butano que recarga los balones. De hecho, aquellos estudiantes que no tengan la mente así preparada, que no son pocos, no pueden seguir el discurso científico y por tanto, deberían ser excluidos de la educación científica, ya que al fin y al cabo no todos tienen las capacidades necesarias. El conocimiento científico se asume desde esta posición como un saber absoluto, o al menos como el conocimiento más verdadero posible, el producto más acabado de la indagación humana sobre la naturaleza, y por tanto aprender ciencia requiere hacerse de ese conocimiento, reproduciéndolo de la manera más fiel posible.

Esta posición, cercana a lo que hemos llamado realismo interpretativo, asumiría que la ciencia nos permite conocer cómo es realmente la naturaleza y el mundo y que, por tanto, aprender ciencia es saber lo que los científicos saben sobre la naturaleza. Todo lo que el estudiante tiene que hacer es reproducir ese conocimiento, o si se prefiere incorporarlo a su memoria. Y la vía más directa para lograrlo será presentarle mediante una exposición lo más clara y rigurosa posible ese conocimiento que tiene que aprender. Para tal efecto, hay que seguir la ruta, el ordenamiento lógico, señalada por los propios saberes disciplinares y en la propia programación del currículo.

### **3.1.2. Criterios de selección y organización de contenidos**

En este enfoque, el único criterio al que se observa para determinar qué contenidos son relevantes y cómo hay que organizarlos en el currículo es el conocimiento disciplinar, entendido como el cuerpo de conocimientos aceptado en una comunidad científica. La geometría molecular, molecularidad o equilibrio químico se enseñan, no por su valor formativo para los estudiantes, sino porque son contenidos esenciales de la ciencia, sin los cuales ésta no tiene sentido. En este enfoque los currículos para la educación secundaria y con ellos los materiales y las actividades didácticas reproducen en lo posible el formato de la enseñanza de esas mismas materias en la universidad. La propia formación disciplinar de los docentes de Educación Secundaria alienta esta concepción: se trata de enseñar aquello que se aprendió y tal como se aprendió. Un currículo será mejor cuanto más científico sea, es decir, cuanto más académico resulte. La eliminación o reducción de contenidos disciplinares en las áreas curriculares se considera una trivialización de la propia educación científica. Igualmente, los conocimientos suelen presentarse como saberes acabados, establecidos, transfiriendo a los estudiantes una visión estática, absoluta, del saber científico, de forma que las teorías ya falsadas o no se enseñan o se presentan como saberes abandonados, conocimientos superados que en suma ya no son científicos, y por tanto que no es necesario retener.

Para la organización y la secuenciación de los contenidos solamente por el criterio de la lógica de la disciplina científica, hay algunas teorías del aprendizaje que pueden ayudar a formular criterios disciplinares más eficaces para establecer esas secuencias. Así, la teoría instruccional de Gagné (1985; véase también Araújo y Chadwick, 1975, o aplicada al aprendizaje de la ciencia Gutiérrez, 1989; Pozo, 1987) ayuda a jerarquizar los contenidos disciplinares siguiendo un proceso inductivo, de lo

simple a lo complejo, basado en el análisis de las tareas de aprendizaje. Por ejemplo, la figura 4 presenta una jerarquía para enseñar a los estudiantes a traducir un problema enunciado verbalmente a una formulación matemática y luego encontrar su resolución para corroborar las condiciones o criterios preestablecidos en el problema.

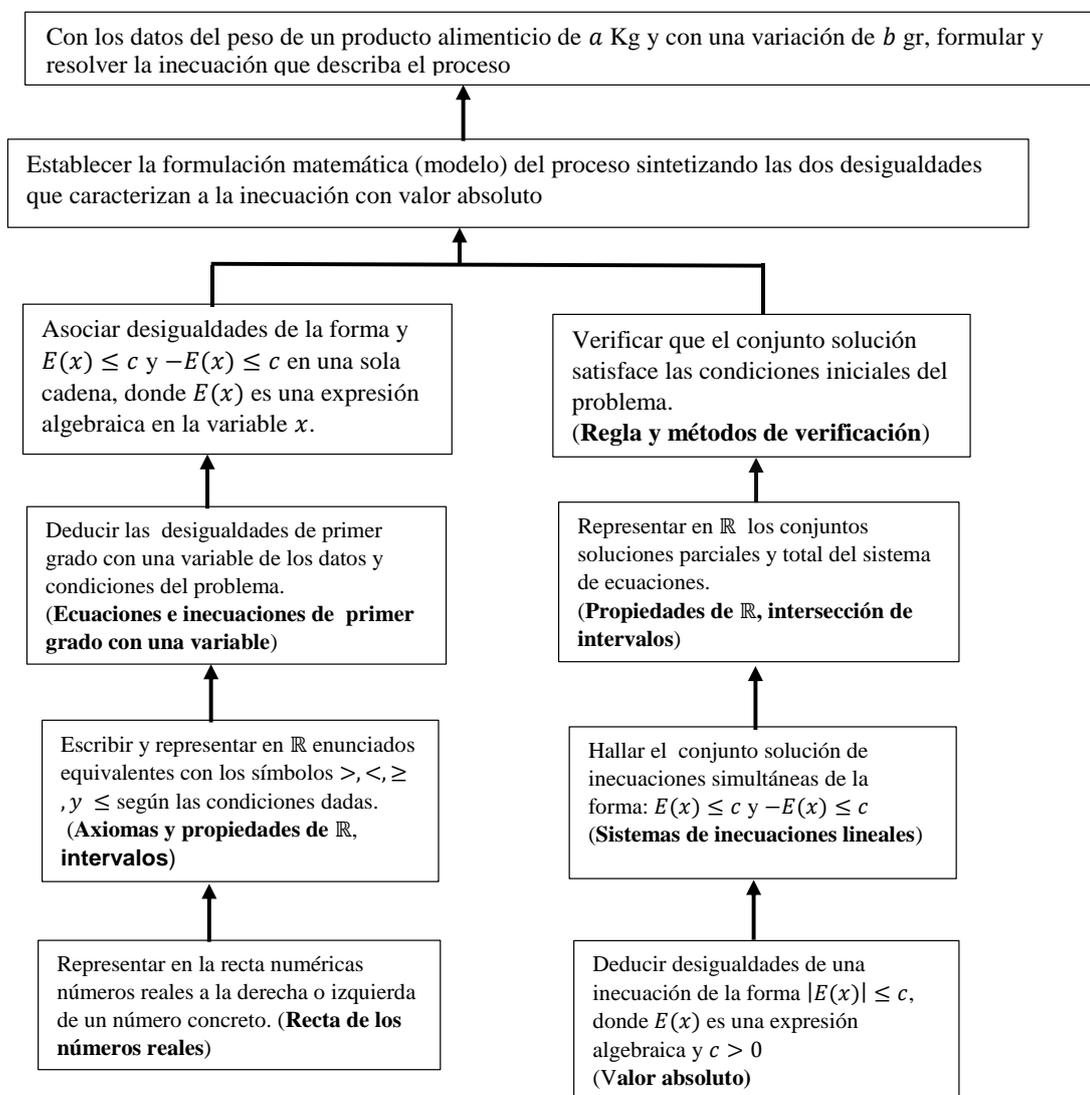


Figura 4 Jerarquía para enseñar a los estudiantes a traducir un problema enunciado verbalmente a una formulación matemática y luego encontrar su resolución para corroborar las condiciones o criterios preestablecidos.

El problema tipo considerado es una aplicación de valor absoluto, por ejemplo: una máquina llena paquetes de 16 kg de un producto. Luego los paquetes son pesados. Aquellos que contengan más de 15.75 Kg, pero menos de 16.25 Kg son aceptados, y los que no, son rechazados. Encuentra la formulación matemática que describa el control de

calidad de estos productos. El acto de enseñanza-aprendizaje de esa habilidad debe proceder de abajo hacia arriba en la figura. El detalle es que cada uno de los conocimientos que están en la parte superior de la figura tiene como requisito el dominio de otros conocimientos subordinados sin los cuales su enseñanza no será posible. La jerarquía ha sido establecida en base al análisis del contenido disciplinar del álgebra.

### **3.1.3 Procesos de enseñanza y evaluación**

Siendo que la ciencia comunica saberes verdaderos avalados por el método científico, el docente es su vocero y su función es presentar a los estudiantes los productos del conocimiento científico de la forma más rigurosa y comprensible posible. La actividad primordial de muchos docentes es aún hoy explicar la ciencia a sus estudiantes; y el de los estudiantes suele ser copiar y repetir. Las “clases magistrales” se basan en exposiciones del docente ante un público más o menos interesado que intenta tomar nota de lo que se expone y se acompañan con algunos ejemplos –ejercicios o comprobaciones– que sirven para ilustrar o apoyar las explicaciones. Este tipo de enseñanza implica hipotéticamente una secuencia de actividades como se muestra en la Tabla 2. Se observa que toda la dinámica de la sesión didáctica está dirigida y controlada por el docente, que va llevando paso a paso al estudiante en su aprendizaje.

Este enfoque de enseñanza lleva a evaluaciones puntuales en que los estudiantes tratan de devolver al docente el conocimiento que en su momento les dio, de la forma más precisa posible. Cuanto mejor es la reproducción de los contenidos enseñados o extraídos del libro de texto, la calificación cuantitativa del rendimiento del estudiante será mayor. Generalmente para este tipo de evaluación se utilizan ejercicios repetitivos (problemas-tipo) en los que se trata de establecer el grado en que el estudiante domina una rutina o un procedimiento de resolución previamente “explicado” por el docente. Así, cada paso de la figura anterior puede ser evaluado independientemente y de hecho, este enfoque, tiende a evaluaciones muy específicas o puntuales del conocimiento. La función de la evaluación, de acuerdo con las propias metas educativas de este enfoque, es más selectiva, o sumativa, que formativa. Se brindan notas cuantitativas sin criterios claros que las justifiquen, se hace con el fin de determinar quiénes aprueban o reprueban una asignatura. Presentamos a continuación una abstracción del acto educativo bajo este enfoque identificando nueve fases (Schunk, 1991).

**Tabla 2**

Ejemplo de secuencia de actividades

Fase	Actividad educativa
1. Atención	Anunciar a la clase que es hora de empezar la enseñanza
2. Expectativas	Informar a la clase de los objetivos de la lección, y del tipo y cantidad del rendimiento esperado
3. Recuperación	Pedir a la clase que recuerde las reglas y las propiedades de los conceptos subordinados
4. Percepción selectiva	Presentar ejemplos del nuevo concepto o procedimiento
5. Codificación semántica	Ofrecer claves para recordar el nuevo conocimiento
6. Recuperación y respuesta	Solicitar a los estudiantes que apliquen el concepto o el procedimiento a nuevos ejercicios
7. Refuerzo	Pedir a los estudiantes que examinen la exactitud de las respuestas obtenidas
8. Clave de la recuperación	Rendir exámenes breves sobre el contenido nuevo.
9. Generalización	Brindar repasos especiales

### 3.1.4 Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza

Este enfoque educativo surge como una acción intencional y sistemático de la transferencia de saberes religiosos, filosóficos y tecnológicos en el escenario de los sistemas educativos formales, cuya consolidación comienza en el siglo XVII, y desde hace mucho tiempo se ha caracterizado por inculcar la sumisión, una vigilancia ininterrumpida, y la reproducción del conocimiento, de manera que se perpetúe los saberes, valores, destrezas y habilidades presentes en una cultura. Sin embargo, este modelo tradicional resulta poco eficaz en el contexto de las nuevas exigencias de aprendizaje de la sociedad del siglo XXI (Pozo, 1996a). Parece que esas nuevas demandas no pueden satisfacerse mediante un modelo educativo exclusivamente transmisivo, unidireccional, donde el docente actúa únicamente como proveedor de un saber cultural acabado y los estudiantes apenas se limitan a ser receptores más o menos pasivos. En un contexto donde el individuo y la sociedad viven un continuo proceso de

interacción que los dinamiza y compromete, el desafío de la educación es que se desarrolle las habilidades intelectuales de los estudiantes, organizado de manera planificada y consciente para alcanzar en ellos un nivel de reflexión que les permita la autonomía intelectual necesaria para crear y creer en los fundamentos que permitan la construcción y renovación continua de los espacios de intervención social.

El modelo de enseñanza tradicional basado en la transferencia de saberes conceptuales preestablecidos no garantiza una aplicación directa o adaptada de esos conocimientos fuera del marco de la sala de clase, y aún sigue suscitando una serie de problemas y dificultades al interior de los salones de clase. Con mucha frecuencia se produce un divorcio muy claro entre las metas y motivos del docente y de los estudiantes, con lo que éstos se sienten desconectados y desinteresados, a la vez que el docente se siente cada vez más frustrado. Es habitual oír a los docentes que cada vez son menos los estudiantes interesados por la asignatura, entre algunas razones pueden ser, muchos de ellos no entienden a dónde va el docente con su ciencia, el mismo nivel de abstracción de los contenidos, muchos no tienen base de conocimientos prerequisites y están desmotivados. El problema de la motivación, de caminar hacia la ciencia con el docente, no es sólo un problema de falta de disposición previa por parte de los estudiantes, sino también de compartir objetivos y metas, de aprendizaje e interacción en el aula. Se requiere adoptar enfoques educativos que atiendan más a los rasgos y disposiciones de los estudiantes, más centrado en los propios estudiantes. Uno de los enfoques desarrollados que cubre este vacío es la enseñanza por descubrimiento.

### **3.2. La enseñanza por descubrimiento**

En discordancia a la concepción de que el cuerpo de conocimientos se conviertan en un fin y no en un medio de la educación, otra corriente importante en la educación científica, que por ser muy reciente, su fundamentación teórica y experiencias llevadas a cabo no tengan la cadencia académica necesaria para admitirlo sin polémica a la práctica educativa, es la de asumir que la mejor manera de que los estudiantes aprendan ciencia es haciendo ciencia, y que su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos. Este enfoque educativo se apoya en el presupuesto de que el método didáctico más eficiente es el método científico que interviene como una actividad autorreguladora de investigación, en la solución creativa de problemas. Para el aprendizaje de la ciencia nada mejor que seguir

los procedimientos que siguieron los científicos frente a un problema específico que también se quiere abordar, para encontrar al menos la misma solución o nuevas creaciones. De esta manera, el método que ayuda la transferencia del conocimiento ayuda también su construcción. Por otro lado, cualquier conocimiento, por más preciso y exacto que sea, puede ser divulgado siguiendo el protocolo científico, con las mismas dificultades y las mismas expectativas. Este acto de transmisión – no de transferencia – es asequible a todo tipo de personas, independiente de su edad y formación (Wagensberg, 1993). Esto es, el mejor modo de aprender algo es descubrirlo o crearlo por uno mismo, en lugar de que otra persona haga de mediador entre uno y el conocimiento. Al respecto Piaget (1970) advierte que cada vez que se le enseña antes de tiempo a un niño algo que hubiera podido descubrir por sí solo, se le impide a ese niño concebirlo y en consecuencia entenderlo completamente. Desde este punto de vista, la enseñanza de la ciencia debe estar dirigida a facilitar ese descubrimiento.

### **3.2.1. Premisas y metas de la educación científica**

El planteamiento de que los estudiantes pueden alcanzar a los conocimientos científicos más destacados a través del descubrimiento más o menos autónomo se basa en el supuesto de la capacidad de reflejar la imagen intelectual del científico en la construcción del conocimiento, existe una semejanza esencial entre la forma de cómo procesan las tareas de indagación los científicos y la forma de cómo procesan los escolares al afrontar las mismas situaciones problemáticas, llegando incluso a concebir los procedimientos propios del método científico y acceder a los mismos resultados y proposiciones teóricas que logran los científicos. Las capacidades intelectuales de los estudiantes estarían preparadas para producir ciencia, y la ciencia a su vez, sería resultado directo de las capacidades intelectuales de los educandos. Los estilos de pensar de los educandos y de los científicos serían esencialmente los mismos cuando se trataría de resolver el mismo problema y tuvieran las mismas vivencias y espacios afines de vida. Indudablemente para que esto suceda se requiere de una fuerte motivación de logro especial para que actúen como si fueran científicos.

Aparte de este presupuesto de afinidad, la enseñanza por descubrimiento en su propuesta más tradicional – pues hay modelos de aprendizaje de investigación que generan otros matices a este enfoque, pero con presupuestos muy diferentes -, admite además que la aplicación minuciosa del método científico, lleva indefectiblemente al descubrimiento de los elementos constitutivos de las cosas. Si administramos

rigurosamente el método científico al estudio de un hecho, acabaremos por descubrir no solo los elementos constituyentes de su estructura sino también las leyes que la rigen, al igual a lo arribado por los científicos, ya que el propósito de la investigación es descubrir la estructura del hecho en el tiempo, esto ocurre cuando prestamos entera atención a su dinámica, que, si no se logra percibirlo en forma directa, sí se determina considerando ciertos métodos. Se refiere a una concepción que puede estar inmerso en el realismo interpretativo, o bien, de una concepción inductivista de la ciencia, donde el estado o condición del conocimiento científico se debe sólo al modo o método de acceso a tal conocimiento (Wagensberg, 1993). Los productos de la ciencia -sus clasificaciones, generalizaciones, leyes, principios supuestos, modelos y teorías- son una consecuencia directa y necesaria del diálogo entre el método y la naturaleza. Luego, si el estudiante se enfrenta a la naturaleza de la forma en que lo hacen los científicos, hallará los mismos descubrimientos. “La idea fundamental para la transmisión del conocimiento consiste en la tendencia a poner al destinatario de la transmisión literalmente en la piel de quien lo ha elaborado” (Wagensberg, 1993). Sin embargo, no tiene por qué plasmarse indispensablemente por un descubrimiento autónomo, sino que puede concretarse por un descubrimiento guiado, donde el docente orienta al estudiante en la construcción de procedimientos y conceptos. Es preferible en la mayoría de las situaciones, usar el descubrimiento guiado, los docentes deben presentar a los estudiantes preguntas intrigantes, situaciones ambiguas o problemas interesantes, en lugar de explicar cómo resolver el problema, el docente proporciona los materiales apropiados, alienta a los estudiantes para que hagan observaciones, elaboren hipótesis y comprueben los resultados.

### **3.2.2. Criterios de selección y organización de contenidos**

Los criterios para seleccionar y organizar los contenidos siguen siendo, como en el enfoque anterior, exclusivamente disciplinares, si bien en este caso esos conocimientos disciplinares no constituyen saberes estáticos, ya acabados, sino problemas que reflejen las ideas fundamentales, relaciones o patrones de los materiales o saberes de la disciplina a los que enfrentarse en busca de una solución (ideas secundarias y detalles específicos no son parte de la estructura de los contenidos). El diseño curricular se organiza base a preguntas antes que a base de respuestas. En tal sentido, los desafíos de la ciencia, a lo largo de la historia, deben ser tomadas en cuenta en la organización y sistematización de los contenidos. Lo que se trata es de replicar la

búsqueda de los saberes más trascendentales y de colocar al estudiante en la posición de un científico.

De este modo, la transmisión y la práctica del “método científico” deben conformar uno de los pilares de la estructura del currículo. No obstante, esta peculiaridad en la organización de los contenidos no tomaba en cuenta la importancia de los rasgos psicológicos de los educandos, tales como: desarrollo socioemocional, desarrollo cognitivo o cognoscitivo, y de la manera de aprender. Efectivamente, el currículo escolar no debería seguir una organización muy semejante a la lógica del discurso científico, ya que a menor edad del estudiante mayores serán los desniveles psicológicos en comparación con los científicos. Por lo tanto, en un diseño curricular se debe contemplar en igual importancia el desarrollo de un pensamiento formal o científico que corresponda al nivel de madurez psicológica del estudiante. La ciencia no sería solamente una compilación sistemática de teorías con el afán de interpretar la realidad como un método rutinario, sino una forma de búsqueda de la verdad objetiva, en el sentido del crecimiento de los saberes y el proceso de generación de nuevos conocimientos, desde esta perspectiva se admite que la ciencia es un proceso dinámico y comunicativo (Wellington, 1989). Asimismo, este método de enseñanza, a diferencia de la postura más tradicional, está encaminado de igual forma a promover en los educandos las actitudes distintivas de los científicos (Wagensberg, 1993). El asunto no es convertir a los estudiantes en meros receptores pasivos de información sino investigadores activos de los hechos de la realidad natural y cultural.

### **3.2.3. Procesos de enseñanza y evaluación**

En este enfoque, las actividades de enseñanza se infieren de las propias acciones y actividades de la investigación, pues el método de enseñanza se ahorra al método científico, por lo tanto, la tarea de la programación curricular es diseñar ambientes adecuados para el descubrimiento y procurar que el papel del docente y de la didáctica de la ciencia sea lo más neutra o invisible posible. Hacer ciencia y aprender ciencia son actividades similares. El docente facilita el descubrimiento a través de algunas situaciones guiadas que conducen a la respuesta. No obstante que hay varias formas de planificar las actividades de descubrimiento, se presenta la secuencia de Joyce y Weil (1978)

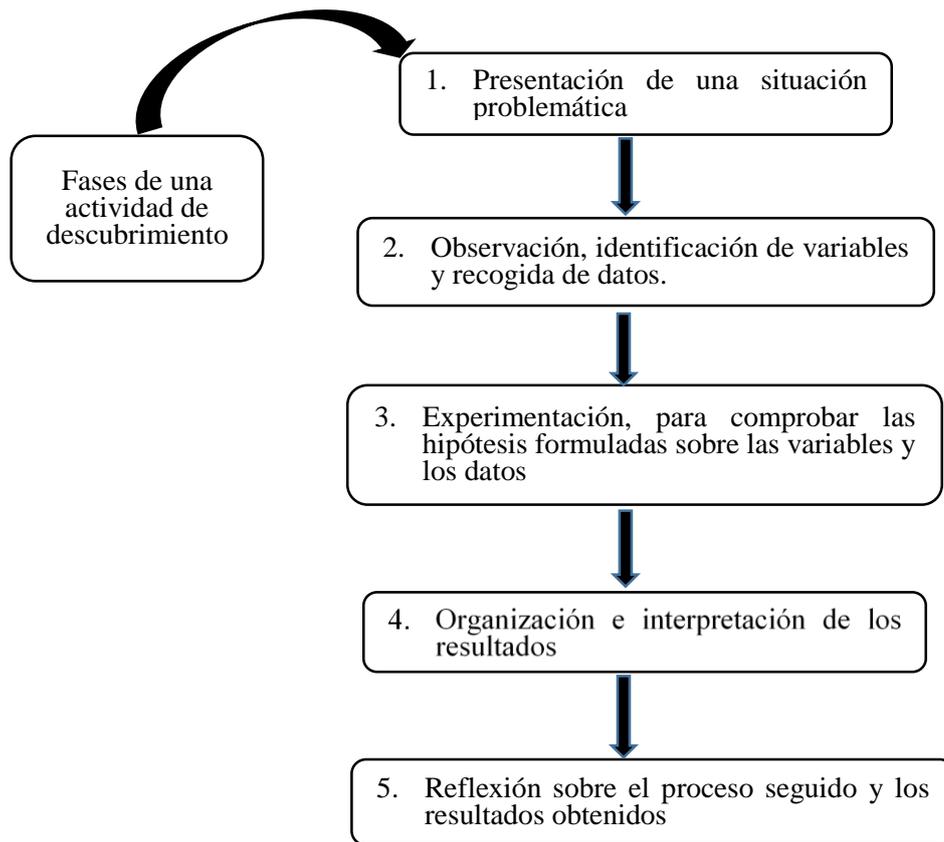


Figura 5. Fases de las que consta una actividad de descubrimiento según Joyce y Weil (1978)

La actividad comenzaría enfrentando a los estudiantes con una situación problemática, entendiendo por tal un hecho sorprendente o inesperado. En seguida los estudiantes deberían recopilar la mayor cantidad de información posible sobre ese hecho, observando, midiendo e identificando las variables relevantes. Una vez identificadas esas variables, se trataría de experimentar con ellas, separando y controlando sus efectos y midiendo su influencia, lo que permitiría interpretar y organizar la información recopilada, relacionando los datos encontrados con diversas hipótesis explicativas. Finalmente se trataría de reflexionar no sólo sobre los resultados obtenidos y sus implicaciones teóricas sino también sobre el método seguido.

Una secuencia de este tipo, muy afín a las que se postulan en diversos modelos de enseñanza basados en la solución de problemas, comporta una labor docente bien distinta de la exigida en el enfoque anterior. El docente no provee al estudiante de respuestas pre-empaquetadas sino, al contrario, le nutre de problemas y deja que sea el

propio estudiante el que busque sus respuestas. El rol del profesor está más próximo a la de un director de investigación (Pozo, 1996a). El docente puede suscitar conflictos o preguntas, pero deben ser los estudiantes los que los resuelvan. Su función no es dar respuestas, es hacer preguntas.

La evaluación a partir de esta estrategia didáctica resulta más completa y compleja que en el modelo tradicional anterior. No sólo hay que tener en cuenta el conocimiento conceptual alcanzado, sino también la forma en que se alcanza, es decir los procedimientos y actitudes desplegados por los estudiantes. Al focalizar la actividad didáctica en el propio trabajo de los estudiantes, la evaluación deberá apoyarse también en ese tipo de situaciones. Pero, aunque este enfoque se orienta sobre todo en la enseñanza y evaluación de los procesos de la ciencia, tampoco renuncia a sus productos. Dado que la aplicación rigurosa del método conduce necesariamente a ciertos descubrimientos, se asume también que adicionalmente el estudiante debe alcanzar niveles adecuados de comprensión de los hechos que investiga. Sin embargo, esto con frecuencia no ocurre.

#### **3.2.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza**

La enseñanza por descubrimiento en cualquiera de sus formas, guiado o autónomo, ha sido criticada, a pesar de que supera en muchos aspectos a la enseñanza tradicional, origina otros problemas no menos significativos. Una de las críticas más refinadas y válidas hasta hoy es la que realizaron Ausubel, Novak y Hanesian (1978) para argumentar el modelo de enseñanza expositiva propuesto por ellos. En la Tabla 3, se sintetiza las doce críticas, que, según ellos, responden a los doce principios básicos del método por descubrimiento.

Para las ilaciones de esta explicación, en la tabla 3 resaltan cuatro dificultades fundamentales de aprendizaje y enseñanza en el uso del método por descubrimiento: 1) la asunción de la similitud esencial entre el pensamiento de un estudiante con el pensamiento de un científico, en la suposición de que los estudiantes, en múltiples situaciones pueden actuar como pequeños científicos. No obstante, en el acto de aprendizaje se aprecia una gran distancia de la capacidad cognitiva de los escolares en comparación al de los científicos. A pesar que, desde una edad muy temprana, los niños puedan utilizar una forma incipiente de pensamiento próximo al de los científicos, es insuficiente para realizar tareas investigativas de mayor envergadura. El pensamiento humano se fundaría en una serie de pautas y reglas heurísticas que se sesgan mucho de la

aplicación normal del método científico. Lo mismo sucede cuando quieren ocuparse del pensamiento formal, los resultados no son tan alentadores. Si para aprender ciencia es condición necesaria aplicar las actividades intelectuales y experimentales del procedimiento científico en contextos de investigación y solución de problemas, la mayor

**Tabla 3**

Ideas en las que se basa la enseñanza por descubrimiento y críticas a las mismas de Ausubel, Novak y Hanesian (1978)

Ideas básicas	Limitaciones
Todo el conocimiento real es descubrimiento por uno mismo.	La mayor parte de lo que uno sabe consiste en ideas que han sido descubiertas por otros y posteriormente comunicadas significativamente.
El significado es un producto exclusivo del descubrimiento creativo, no verbal.	Confunde los ejes horizontal y vertical del aprendizaje. El descubrimiento no es la única alternativa a la memorización
El conocimiento subverbal es la clave de la transferencia	Los conocimientos científicos están constituidos en redes semánticas y sólo son accesibles verbalmente
El método de descubrimiento constituye el principal método para la transmisión del contenido de las materias de estudio	El método de descubrimiento es muy lento y, sobre todo, se apoya en un inductivismo ingenuo
La capacidad de resolver problemas constituye la meta primaria de la educación	La capacidad de resolver problemas científicos nuevos de un modo autónomo no está al alcance de la mayor parte de los estudiantes
El adiestramiento en la “heurística” del descubrimiento es más importante que el entrenamiento en la materia de estudio	No se pueden resolver problemas científicos a menos que se disponga de un amplio bagaje de conocimientos con respecto al área temática de la que se trate
Todo niño debe ser un pensador creativo y crítico	El pensamiento teórico creativo sólo está presente en algunos niños excepcionales y no es “democrático” estructurar todo currículo de acuerdo con las necesidades de esos pocos niños
La enseñanza basada en exposiciones es autoritaria	No hay nada inherentemente autoritario en presentar o explicar ideas a otros, mientras no se les obligue, explícita o tácitamente, a aceptarlas como dogmas

El descubrimiento organiza el aprendizaje de modo efectivo para su uso ulterior	El método de descubrimiento no conduce necesariamente a una organización, transformación y utilización del conocimiento más ordenadas, integradoras y viables
El descubrimiento es un generador singular de motivación y confianza en sí mismo	La motivación y la confianza en sí mismo se alcanzarán sólo si el descubrimiento concluye en éxito, cosa que no debe esperarse de un modo generalizado
El descubrimiento constituye una fuente primaria de motivación intrínseca	La motivación intrínseca está relacionada con el nivel de autoestima del niño, pero no con la estrategia didáctica empelada
El descubrimiento asegura la “conservación de la memoria”	No hay pruebas de que el método por descubrimiento produzca un aprendizaje más eficaz y duradero que la enseñanza receptiva significativa

---

parte de los estudiantes de educación secundaria tendría graves dificultades para acceder al conocimiento científico. O una enseñanza basada en el descubrimiento sería asequible para muy pocos estudiantes y difícilmente podría cumplir con los objetivos de la educación científica secundaria, que debe adecuarse a las capacidades y condiciones de la mayoría de los estudiantes a los que va dirigida.

Parcialmente, el problema que acabamos de indicar se deriva del supuesto, sostenido por los defensores de este enfoque, según el cual el dominio de ciertas reglas formales de pensamiento -ligeramente definidas como el método científico- conduce necesariamente al descubrimiento de las leyes de la naturaleza que rigen el funcionamiento de las cosas. Este inductivismo ingenuo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978; Pozo, 1987) no encaja en definitiva con los modelos puntualizados por la epistemología de la ciencia, que priorizan categóricamente la relevancia de los modelos y teorías como guías de indagación científica (Duchsl, 1994; Estany, 1990; Lakatos, 1978); ni encaja con la perspectiva de la investigación psicológica, que señala que, sin un manejo adecuado de los sistemas conceptuales involucrados, la eficacia de las reglas formales es mínimo o nulo. Hay casos en que estudiantes universitarios que dominan formas de pensamiento muy complejos en su especialidad no pueden hacer lo mismo cuando se enfrentan a situaciones- tarea de otras disciplinas. Finalmente, hay una química entre las reglas formales de pensamiento y el contenido de la tarea, como evidencian las

investigaciones sobre solución de problemas y razonamientos en muy diversas disciplinas. El dominio de los pasos del método científico, sería una competencia necesaria, pero no suficiente, para tener acceso al conocimiento científico.

Un tercer problema del método por descubrimiento, está muy asociada a lo que terminamos de advertir, es que no establece una diferencia apropiada entre los procesos de la ciencia, los procedimientos de aprendizaje y los métodos de enseñanza (Wellington, 1989). Aceptar que los procesos de la ciencia, de manera impensada se transforman en procedimientos para su aprendizaje y actividades de enseñanza, presume no solamente indiferenciar los conceptos de aprendizaje y enseñanza, sino, además no distinguir la distinta naturaleza y función social de los escenarios de investigación científica y los escenarios educativos (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). Hacer equivalentes los procedimientos, visto como temática de la educación científica, con los procesos de construcción del conocimiento científico, se presupone ajustar de manera forzada los contenidos procedimentales a los contenidos diseñados para hacer ciencia en menoscabo de otros procedimientos que no son propios de la actividad científica, pero que son imprescindibles en el acto de aprender ciencia.

Esta falta de claridad no sólo se revela en el método de enseñanza por descubrimiento, sino también en otras perspectivas educativas asentadas en la investigación, que expresan una gran similitud entre la actividad un científico con la actividad de un estudiante de educación básica. Si bien la enseñanza receptiva (tradicional) ubicaba a los estudiantes en una labor opuesta al que realizan los científicos, el enfoque por descubrimiento lleva a que los estudiantes sean generadores de sus propios conocimientos, esto implica que el papel del docente queda afectado de significado o cuando menos resulta confusa, lo que efectivamente suscita un cuarto problema también relevante. Si los estudiantes han de concebir sus propios conocimientos, ¿cuál es la tarea del docente? En la situación más adecuada a este enfoque se convertiría en un facilitador, pero existe la posibilidad de volverse en un obstaculizador si se encamina a asumir un rol directivo para los presupuestos de este enfoque. Es la disyuntiva anteriormente surgida cuando se trató de instituir la teoría de Piaget al escenario educativo desde el punto de vista de la enseñanza por descubrimiento: puede ocurrir que transmitimos muy pronto los saberes y por lo tanto no pueden entenderlo o lo transmitimos demasiado tarde pues lo enseñamos muy pronto y no pueden entenderlo o se lo enseñamos demasiado tarde pues ya lo saben por otra fuente (Duckworth, 1979). Es posible que la enseñanza por

descubrimiento desubica totalmente al docente, y por ende entorpece la propia tarea educativa, al descuidar en gran manera su función social de transmitir los comportamientos culturales a las nuevas generaciones de ciudadanos, bajo el criterio de que ellos lo descubran de una manera autónoma o guiada. No es sorprendente que los críticos más inflexibles de esta perspectiva hayan sido partidarias del método de enseñanza expositivo, donde el papel del docente recupera su hegemonía en la labor educativa.

### **3.3. La enseñanza expositiva**

Para Ausubel, las dificultades que implicaba el método receptivo (tradicional) no se producirían debido a su enfoque expositivo, sino al uso inapropiado de los procesos de aprendizaje de los educandos, así pues, para provocar la comprensión o en su red conceptual un aprendizaje significativo, no hay que recurrir ineludiblemente al descubrimiento como preocuparse en fortalecer la eficiencia y eficacia de las exposiciones. El aprendizaje es fundamentalmente receptivo: los conceptos, las ideas se presentan y se entienden, se revalúa la importancia que tienen los esquemas cognitivos previos de los estudiantes en la articulación con la nueva información.

Para tal efecto, es bueno examinar tanto la lógica de las disciplinas como la lógica de los educandos. De hecho, para Ausubel (1973) de la traducción castellana) el aprendizaje de la ciencia consiste en “transformar el significado lógico en significado psicológico”, es decir en lograr que los estudiantes asuman como propios los significados. De hecho, para Ausubel (1973) de la traducción castellana) el aprendizaje de la ciencia consiste en “transformar el significado lógico en significado psicológico”, *es* decir en lograr que los estudiantes asuman como propios los significados científicos. Para ello la estrategia didáctica deberá consistir en un acercamiento progresivo de las ideas de los estudiantes a los conceptos científicos, que constituirían el núcleo de los currículos de ciencias.

El significado lógico de una disciplina se refiere a la forma de cómo están integrados y organizados todos los conceptos, proposiciones y enunciados, preferentemente bajo un orden lógico implicativo riguroso, partiendo desde los axiomas y conceptos primitivos hasta llegar a las leyes y principios últimos del esquema conceptual de la teoría. Los conceptos son las unidades cognitivas básicas indispensables en la construcción de una teoría. El concepto no existe jamás aislado en la mente, puesto

que, para pensarlo, estamos obligados a apelar a otros conceptos, y que no existen, en suma, más que por las relaciones que tiene con estos últimos. Así una teoría sería una red ininterrumpida en la cual cada malla es un concepto. En una red, una malla cualquiera no tiene existencia propia, no existe más que por las mallas que la rodean. A causa de esto, la red forma un todo y, si usted tira una de las mallas, terminará por sacar toda la red.

Volviendo a la naturaleza del material de enseñanza, es obvio que la trasposición de las descripciones originadas en el ámbito de la lógica de la disciplina tiene que ser adecuada a la capacidad del ámbito psicológico de los estudiantes. Si el concepto es muy abstracto, el asunto es encontrar un símbolo ideático equivalente relacionada con la estructura cognoscitiva de los escolares sin que se produzca un cambio en el significado lógico del concepto. Así, por ejemplo, “los ángulos internos de un triángulo equivalen a un ángulo recto” significaría para la mayoría de los estudiantes de la clase de geometría que “los ángulos interiores de un triángulo suman ciento ochenta grados”. La adquisición de significados como fenómeno natural ocurre en seres humanos específicos, y no en todos los seres humanos en general.

El concepto es poseído y utilizado, aunque no seamos capaces de definirlo. Y esto pertenece a la experiencia común. El escolar formará y usará un concepto correctamente en una situación concreta, pero encontrará extrañamente difícil el poder exponerlo con palabras, y la definición será, en la mayoría de los casos, mucho más estrecha de lo que podría esperarse por la forma que ha utilizado el concepto. Esto confirma la conjetura de que los conceptos se modifican en formas que difieren de la elaboración deliberada y consciente de la experiencia en términos lógicos. Los conceptos son abstraídos de la realidad, son, por así decirlo, "momentos" o "fragmentos" de ella, y cada cual abstrae sus propios "momentos" según su capacidad, sus necesidades y su medio ambiente. Por ejemplo, para el término palanca, vemos que su significado corriente y vulgar resultaría claro para un escolar o un leñador, si se le ayuda expresarse y poner en relieve con ejemplos un saber vivo, pero informulado. El leñador se atenderá a que con una palanca verdadera pueden moverse del sitio y levantarse pesos sobrehumanos como troncos de árbol. Que la palanca sea de madera o de hierro quizá le parezca irrelevante. En cambio, un físico, acaba de una vez con las ideas utilitarias demasiado simples y define: una palanca es todo cuerpo rígido que puede girar en torno a un eje fijo. Con esto puede formular luego cómoda y sencillamente las leyes de la palanca.

En sucinto, para que ocurra realmente el aprendizaje significativo no basta con que el material nuevo sea intencionado y relacionable sustancialmente con los conceptos correspondientes y pertinentes en el significado lógico del término, sino también que tal material ideático exista en la estructura cognoscitiva del estudiante en particular.

### **3.3.1. Premisas y metas de la educación científica**

La meta esencial de la educación científica desde esta posición es transmitir a los estudiantes la estructura conceptual de las disciplinas científicas, que es lo que constituye el significado lógico de las mismas: “Un currículo de ciencia, para que sea respetable, tiene que dedicarse a la exposición sistemática de un conjunto organizado de conocimientos como una meta en sí misma (Ausubel, Novak y Hanesian, 1987). Por lo tanto, los contenidos restantes, como las actitudes y los procedimientos, quedan rezagados u olvidados en la programación. Lo fundamental es que los educandos logren la unidad de comprensión de los significados científicos. Esta ponderación en el conocimiento disciplinar, externo al estudiante y que debe recibir en la forma más rigurosa posible, se hace más completa con la presunción de que los educandos tienen una lógica particular de donde tiene que partirse, mencionada en la más notable máxima ausubeliana, en su intento de compendiar toda la psicología educativa: el componente más importante que contribuye en el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe. Averígüese esto y expóngase en consecuencia (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).

La urgencia de iniciar de los conocimientos previos de los educandos y asimismo auxiliarse en la lógica de la ciencia ha llevado a ciertas confrontaciones respecto a los presupuestos epistemológicos de la perspectiva teórica de Ausubel. Si bien sus seguidores han adoptado una posición en la línea del constructivismo (Moreira y Novak, 1988; Novak, 1977, 1985, 1995; Novak y Gowin, 1984), pero según otros expertos, al tornar el aprendizaje en la comprensión de un cuerpo de conocimiento extrínsecamente acabado, se ubicaría más próximo a una perspectiva positivista o empirista (Gutiérrez, 1987; Strike y Posner, 1992). Sin embargo, es bueno rescatar que la teoría del aprendizaje significativo otorga un papel relevante a la actividad cognitiva de la persona lo que implicaría una posición próxima al constructivismo, considera del mismo modo que la proximidad entre el significado psicológico y el lógico implica establecer una cierta correspondencia entre las estructuras conceptuales del estudiante y las estructuras lógicas de ciencia, de manera

que su aproximación progresiva mediante el aprendizaje significativo demandaría una afinidad esencial entre uno y otro sistema de conocimiento. Efectivamente, el mismo Ausubel admite que su teoría será válida con estudiantes que han logrado un cierto nivel de desarrollo cognitivo y un cierto dominio de la nomenclatura de la ciencia, su efectividad se daría sólo a partir de la adolescencia. De manera que las interacciones que se producen en el aprendizaje no presumirían una reorganización de los principios del conocimiento cotidiano, por tanto, el tipo de artilugios constructivos supuestos radicaría en procesos de diferenciación e integración conceptual, que coexisten también con las teorías asociativas del aprendizaje, lo que revela el ambiguo estatuto epistemológico” de la perspectiva ausubeliana

Entre el conocimiento implícito y el conocimiento científico retenidos por los estudiantes hay una incoherencia debido a ciertos principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales asignados por la teoría cotidiana (implícita), al conjunto de convicciones de los estudiantes, que no serían coherentes con los postulados implícitos a la teoría científica. El conocimiento implícito supone de forma sobrentendida algunos postulados epistemológicos sobre las características propias de la realidad y procede acorde a ellos, por ejemplo, la realidad existe y por lo tanto el mundo es tal como detectan nuestros sentidos. En el ámbito ontológico el conocimiento implícito también se diferenciaría del científico en la clase de entidades que lo conforman, las entidades de la teoría implícita forman parte de una explicación mental y no de una explicación científica. Desde este enfoque, las entidades (conceptos) estarían insertos en teorías mentales complejas que formarían dominios creados mentalmente de hechos y principios explicativos, a partir del cual interpretamos la realidad. Si los estudiantes conciben la energía como materia (sustancia), la transforman en un objeto, será muy difícil que puedan comprender el principio de conservación de la energía, que precisa entenderla como un proceso de interacción. Interpretar la energía o la fuerza como si fueran propiedades materiales es completamente distinto de interpretarlas como un proceso de cambios o estados observables que se presentan. Otra distinción sustancial entre las teorías implícitas y científicas consiste en el modo de estructuración de los conceptos entre unas y otras. En tanto las teorías científicas se valen de esquemas o estructuras conceptuales formales, las teorías implícitas se apoyan en estructuras conceptuales más sencillas y espontáneas que se contraponen al carácter formal de las teorías científicas, de manera que el aprendizaje de la ciencia debe contemplar, aparte del cambio ontológico

y epistemológico, el cambio en las estructuras conceptuales. Esto significa que el estudiante no logrará apropiarse del conocimiento científico que se le transfiera a menos que alcance entender la tarea mediante un esquema conceptual mental más elaborado, cuyas características están más próximas a las del pensamiento formal.

### **3.3.2. Criterios de selección y organización de contenidos**

Considerando que el objetivo de la educación científica es transferir a los educandos los sistemas de conocimiento de las disciplinas científicas, la pauta principal para estructurar los contenidos del programa curricular de ciencias tiene que ser necesariamente la estructura conceptual de tales disciplinas. Para Ausubel, el conocimiento de la disciplina y el aprendizaje de la misma están organizados en el currículo bajo el principio de diferenciación progresiva. Según este principio, “la organización del contenido de un material en particular en la mente de un individuo consiste en una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas ocupan el ápice e incluyen las proposiciones, conceptos y datos fácticos progresivamente menos inclusivos y más finamente diferenciados” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). En conclusión, el diseño curricular debe organizarse de lo general a lo específico, mediante procesos de diferenciación conceptual progresiva. Según Ausubel, resulta más sencillo aprender por diferenciación conceptual que por el proceso recíproco, vía integración jerárquica donde conceptos, proposiciones potencialmente significativas quedan subordinados bajo ideas más abstractas, generales e inclusivas, se produce pues una reconciliación integradora del nuevo contenido conceptual con los contenidos anteriores. En suma, el aprendizaje subordinado es más fácil que el aprendizaje supraordinado. Esta necesidad de integrar unos contenidos con otros resiente no sólo la estructura habitual del currículo sino a la organización misma de las actividades de enseñanza.

### **3.3.3. Procesos de enseñanza y evaluación**

En la teoría ausubeliana, una explicación o exposición, en forma oral o escrita, será eficaz cuando se establezca, Para que una explicación o exposición, oral o escrita, resulte eficaz, es necesario que se determine de manera específica las relaciones entre el nuevo conocimiento que se va impartir y los conocimientos requisitos que deben ser parte ya de la estructura conceptual del educando. De hecho, en el aprendizaje significativo, la comprensión involucra una asimilación del nuevo conocimiento vía modificación o enriquecimiento de significado. En el caso de que exista un desequilibrio cognitivo

generado por la experiencia no asimilable de ideas inclusoras o bien su activación sea imposible, es necesario acogerse a un organizador precedente (ver Figura 6).

Para que se provoque un aprendizaje significativo se debe cumplir con dos exigencias: 1) el tema de aprendizaje para su comprensión debe tener una estructuración interna coherente, que no sea una simple reunión de entidades sin nexos y sin ninguna articulación lógica, teniendo cuidado que la nomenclatura y el corpus lexical empleado no sean excesivamente novedosos ni difíciles para el estudiante, y 2) el aprendiz debe tener la capacidad de articular el material de aprendizaje (el contenido conceptual de la actividad de enseñanza), con el caudal de conocimientos que ha construido en su experiencia previa y los dispone como una herramienta de lectura y comprensión, independiente del significado del autor/expositor.

El organizador previo (recurso instruccional), que precede al material de aprendizaje, tiene como fin “tender un puente cognitivo entre lo que el estudiante ya sabe y lo que necesita saber antes de aprender significativamente el tema en cuestión” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). Es conveniente, también, acogiéndose al principio de diferenciación progresiva, que los organizadores previos sean presentados en un nivel mayor de generalidad respecto al material de aprendizaje. Como se observa en la figura 6, la presentación misma del organizador requiere seguir una secuencia de pasos y llevar a la segunda fase en la que se realiza la presentación del material de trabajo. Si bien para la representación puede valerse de una serie de recursos tales como lecturas introductorias, discusiones, experiencias, simulaciones, exposiciones, películas y otros, en cualquier caso, su estructuración tiene que ser clara y detallada, correspondiendo al docente encaminar y guiar la atención de los estudiantes de manera que perciban aquella estructura. El medio más habitual para alcanzar la claridad del material es la explicación del docente, de toda forma tendrá que concluirse con la tercera fase en la que se refuerzan todos los vínculos y relaciones conceptuales desplegadas, no solamente entre el organizador previo y el material de aprendizaje, sino también con los conocimientos anteriormente desarrollados, de manera que se fortifique la organización conceptual del currículo.

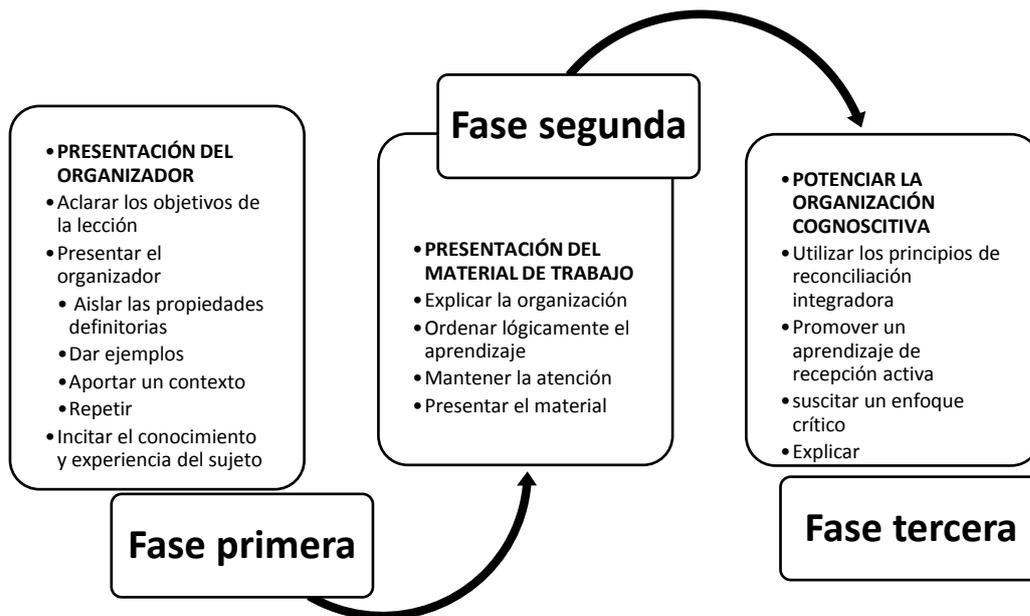


Figura 6 Fases de la enseñanza expositiva basada en el uso de organizadores previos, según Joyce y Weil (1978, p. 99 de la traducción)

En cuanto a las actividades de evaluación, se centran de modo casi exclusivo en el conocimiento conceptual y deben consistir en tareas que hagan explícita la estructura conceptual adoptada por el estudiante, su capacidad de relacionar unos conceptos con otros, haciendo un especial hincapié en la diferenciación entre conceptos conexos. Aunque originalmente Ausubel concedió menos importancia en su modelo a la evaluación que a las estrategias de enseñanza, su concepción educativa hace necesario disponer de técnicas que permitan evaluar con la mayor precisión posible las relaciones conceptuales establecidas por los estudiantes, evitando la confusión con aprendizajes meramente repetitivos. De modo muy resumido, la Tabla 4 sugiere algunas precauciones que pueden tomarse en la evaluación para impedir que el aprendizaje sea por repetición.

**Tabla 4**

Algunos criterios para diferenciar entre hechos y conceptos durante el proceso de evaluación, según Pozo (1992)

<b>Criterios para diferenciar entre hechos y conceptos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar preguntas y tareas que permitan respuestas reproductivas, es decir, evitar que la respuesta “correcta” esté literalmente incluida en los materiales y actividades de aprendizaje.</li> <li>• Plantear en la evaluación situaciones y tareas nuevas, al menos en algún aspecto, requiriendo del estudiante la generalización de sus conocimientos a una nueva situación.</li> </ul>

- 
- Evaluar al comienzo de las sesiones o los bloques temáticos los conocimientos previos de sus estudiantes, activando sus ideas y trabajando a partir de ellas.
  - Valorar las ideas personales de sus estudiantes, promoviendo el uso espontáneo de su terminología, entrenándoles en parafrasear o explicar las cosas con sus propias palabras.
  - Valorar las interpretaciones y conceptualizaciones de los estudiantes que se alejan o desvían de la idea aceptada. Esta valoración debe hacerse no sólo antes sino también después de la instrucción.
  - Utilizar técnicas “indirectas” (clasificación, solución de problemas, etc.) que hagan inútil la repetición literal y acostumar a los estudiantes a arriesgarse a usar su conocimiento para resolver enigmas, paradojas, problemas y dilemas, en lugar de encontrar la solución fuera de ellos (en el docente, el libro, etc.).
- 

Hay además diferentes técnicas desarrolladas con el fin de evaluar “las representaciones” de los estudiantes. Entre ellas, destaca la propuesta de Novak y Gowin (1984) basada en entrenar a los estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales, que permiten explicitar las relaciones conceptuales establecidas por los estudiantes dentro de un determinado campo semántico. Los mapas conceptuales, sirven no sólo como instrumento de evaluación sino también como recurso metacognitivo para fomentar un mayor aprendizaje conceptual en los estudiantes.

Por otro lado, los mapas hechos por aprendices o expertos en la organización de un contenido, tienen componentes idiosincrásicos. Esto significa que no existe un mapa conceptual “correcto”. Basta pedir a dos docentes, con igual conocimiento, que tracen un mapa de conceptos para cierto contenido: sus mapas tendrán semejanzas y diferencias. Los dos mapas pueden evidenciar una buena comprensión de la materia sin que se pueda decir que uno es mejor que el otro, y mucho menos que uno es cierto y otro es errado.

Esto mismo es válido en relación con los mapas conceptuales trazados por dos estudiantes en la evaluación del aprendizaje de un mismo contenido. Por ejemplo, si se retoma el tema del agua, un bosquejo de las palabras generales y específicas sería el siguiente: seres vivos {animales y plantas}, molécula {movimiento y calor} y estados {sólido (nieve, hielo), gaseoso (vapor caldera), líquido (niebla, lago)}, en la jerarquización del tema se aprecia claramente la idiosincrasia de la tarea, en tanto en un mapa el concepto más relevante es Seres Vivos, en el otro aparece Moléculas. En ambos mapas, muestran una cierta lateralidad, sobre un lado conceptos fisicoquímicos (molécula, movimiento, calor) y sobre el otro relacionados a la vida (agua, seres vivos, plantas y animales). En los dos mapas, formando un solo módulo aparecen los estados del agua (Figura 7).

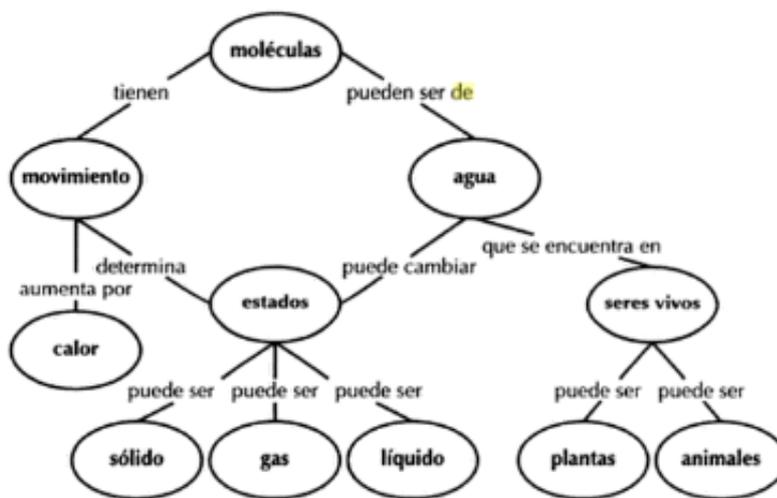
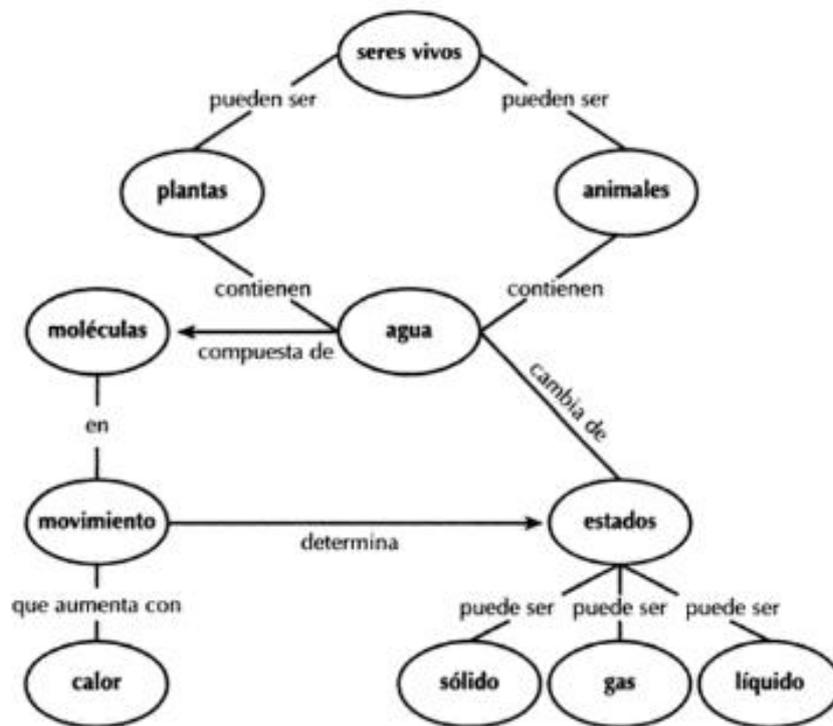


Figura 7 Mapas conceptuales con diferente organización jerárquica, según Picado Godínez (2016, pp. 190-192)

La elaboración de un mapa conceptual de un material científico requiere mayor esfuerzo cognitivo pues involucra crear un entramado de conceptos lo más complejo y organizado posible sobre dicho material.

### 3.3.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza

El modelo de enseñanza expositiva elaborado por Ausubel tiene la virtud de que se asemeja bastante a lo que muchos docentes expertos intentan llevar a cabo en sus aulas: Determinar enlaces claras y precisas entre las múltiples partes del currículo, apoyar al

estudiante a activar y usar los conocimientos previos y en cada secuencia de aprendizaje generar expectativas apropiadas en lo que espera aprender, considerando su perspectiva conceptual y su conexión a los nuevos conceptos de la información. En este enfoque podría ubicarse la práctica pedagógica de muchos docentes de ciencias del nivel secundario: transmitir sistemas de conocimientos acabados según el ordenamiento lógico de la disciplina y apoyado especialmente en una enseñanza expositiva, pero abierto a la atención, al inicio, a las diferencias individuales de aprendizaje de los estudiantes con el propósito de llevarles el saber científico más elaborado según la lógica formal de la disciplina.

De acuerdo con esto, la práctica pedagógica de la mayoría de docente se puede tornar más eficaz. No obstante, la adopción de esta concepción presenta algunas limitaciones al aprendizaje de la ciencia. Si bien la enseñanza expositiva facilitaría la comprensión de algunos conceptos fundamentales cuando los estudiantes poseen los conocimientos precedentes a los nuevos que van a asimilar, su eficacia se hace incierto cuando hay que modificar de manera sustancial aquellos conocimientos precedentes. Parafraseando, es un modelo eficaz cuando se trata de ajustar de manera progresiva las ideas implícitas de los educandos al conocimiento científico, pero muy limitada cuando se quiere conseguir la reestructuración de dichas ideas.

Al admitir que los nuevos conocimientos deben ligarse a los previos y que el acto instructivo debe orientarse por una diferenciación progresiva, solamente cuando se hallan los conceptos inclusores o enlaces cognitivos entre el conocimiento implícito y el científico, se logrará el aprendizaje significativo, esto es, cuando ambas clases de conocimiento difieran en algunas características pero que son esencialmente compatibles. En caso contrario, cuando se presenta una incompatibilidad será imposible que se logre la fusión y consecuentemente no habrá aprendizaje. En conclusión, más se trata de una teoría de la comprensión que de una teoría del aprendizaje constructivo; y además como teoría comprensiva es un paradigma ya superado por los actuales modelos para la enseñanza de la ciencia. La eficiencia de la aplicación del modelo de enseñanza expositiva, en la perspectiva de Ausubel se halla delimitada a estudiantes que sólo manejen bien la nomenclatura y leyes del conocimiento científico.

De hecho, el entendimiento de que el aprendizaje significativo debe administrarse básicamente por procesos de diferenciación de arriba-abajo, es bastante controvertible desde la perspectiva de la formación conceptual En todos los estudios sobre la formación

de conceptos o sobre comprensión de un contenido disciplinar, realizados en: niños y adultos, en personas expertas y novatas han demostrado que tanto la formación y la comprensión de conceptos proceden desde diferentes frentes: procesos de diferenciación, procesos de integración jerárquica y la recomposición horizontal o interna fijados a la experiencia cotidiana mesocósmica.. Esto, se lleva combinando los tres niveles de relaciones jerárquicas: nivel infraintermedio (abajo-arriba/bottom-up), nivel supraintermedio (arriba-abajo/top-down) y el nivel intermedio (horizontal/ inside-out), donde se anclan todas las acciones de aprendizaje. Esta perspectiva general destaca que lo que se aprende, es dependiente de las interacciones particulares entre docentes y estudiantes –cómo se agrupan, rasgos de los estudiantes, papel del docente en la interacción, planificación de la enseñanza, etc.-, y del contenido curricular.

Por cierto, como ya presumía Vygotsky (1934), los procesos de integración son más complicados que los procesos de diferenciación. La práctica misma de la enseñanza expositiva lo reconoce: ayuda distinguir conceptos, mas no sería posible establecer una “reconciliación integradora” entre ellos, en la perspectiva de Ausubel, se asumiría que es muy difícil que el estudiante forme los principios generales de orden epistemológico, ontológico y conceptual que otorgan significado a los diversos conceptos científicos examinados. Únicamente cuando la teoría científica y la teoría implícita del estudiante son compatibles puede Sólo si la teoría científica y la mantenida por el estudiante comparten los mismos principios, es decir si son compatibles, puede producirse “de arriba a abajo”, en este caso, la diferenciación regresiva de sus conceptos. Sin embargo, otorgado el papel pasivo a los conocimientos implícitos de los estudiantes, es muy difícil, mediante esta forma de enseñanza, lograr una reestructuración de tales conceptos. De fuerza, algunas de estas críticas condujeron a la creación de una nueva perspectiva de enseñanza fundada en la activación y cambio de los saberes implícitos a través de su exposición metódica que situó al estudiante frente a situaciones conflictivas

#### **3.4. La enseñanza mediante el conflicto cognitivo**

En contraste a los enfoques de que el aprendizaje de la ciencia se logra mediante el descubrimiento autónomo de los estudiantes o a través de una enseñanza impartida por los docentes, los enfoques fundados en el conflicto cognitivo asumen una postura intermedia o indiferente (Strike y Posner, 1992): el asunto es confrontar las ideas implícitas de los educandos con situaciones conflictivas y generar el cambio conceptual,

entendiéndose como el tránsito o transformación de las ideas previas hacia las aceptadas por la comunidad científica. Se requiere que el propio estudiante analice la situación conflictiva y perciba que sus ideas implícitas son insuficientes y optar por las nuevas para resolverlo, el papel del docente es provocar que los estudiantes vean las insuficiencias de sus propias ideas utilizando todos los recursos didácticos a su alcance.

### **3.4.1. Premisas y metas de la educación científica**

La idea primaria de la enseñanza mediante el conflicto cognitivo sostiene que el estudiante es quien construye su propio conocimiento y quien debe develar sus limitaciones y solucionarlas. En este nuevo enfoque las ideas implícitas del estudiante sirven de base, de forma que el fin principal de enseñar ciencia corresponderá a sustituir esas ideas intuitivas por el conocimiento científico. Existen diferentes enfoques para entender la naturaleza de las ideas intuitivas y su función en el aprendizaje, por lo que es muy complejo y difícil extraer los presupuestos comunes que definan unívocamente a todas, considerando que en su mayoría se presentan más de forma implícita que explícita. Sin embargo, es evidente que la enseñanza por este método asume una postura definitivamente constructivista frente a las características definitorias del conocimiento y su adquisición (Strike y Posner, 1992). Sobre los nexos entre los conocimientos implícito y científico, asume la hipótesis de la incompatibilidad entre ambos saberes, debiendo sustituirse si o si las teorías implícitas por el conocimiento científico. De hecho, esta sustitución como fin esencial de la educación científica, acondiciona la forma en que se diseña el currículo.

### **3.4.2. Criterios de selección y organización de los contenidos**

Los cultores de este enfoque no son tan explícitos en cuando a cuál serían las pautas para estructurar los contenidos del currículo de ciencias, aparte de estar orientado al cambio conceptual debe asumir también una estructuración conceptual. El tejido de núcleos conceptuales de la ciencia conforma el centro del currículo. En esta perspectiva, los contenidos procedimentales y actitudinales no tienen cabida en la estructuración del currículo. De este modo, en la programación curricular, ese enfoque no se distancia mucho de los criterios trazados por la enseñanza receptiva y por la enseñanza expositiva, en virtud de que ambos enfoques coinciden en asumir que la meta del currículo de una asignatura científica es que los estudiantes dominen el vocabulario especializado: términos, símbolos y definiciones (redes conceptuales) en los que se sustenta el

conocimiento científico, y para tal efecto, es imperioso producir en la mente de los educandos una verdadera transformación conceptual.

Autores como Strike y Posner (1992) realzan la exigencia de reorganizar la estructura y las relaciones de esos contenidos científicos, de forma que el currículo esté orientado a cambiar los principios básicos en que se sustentan esos contenidos implícitos, que ejercerían un cometido similar a lo que ocurre en los paradigmas de Khun: cuando se trata de reducir o traducir teorías menos verosímiles por otras más plausibles o a los programas de investigación científica de Lakatos: cuando una serie de teorías que operan con un objetivo común y en un ámbito particular están relacionados por una notable continuidad que compromete su agrupación en un programa de investigación, cuyo progreso sucede mientras su crecimiento teórico se adelanta a su crecimiento empírico. No obstante, los avances instruccionales del conflicto cognitivo, en su mayoría, están centrados en desterrar completamente las concepciones implícitas de los estudiantes, es innecesario el establecimiento de criterios para su organización. La divergencia entre ambas posturas radica en lo que se apropia como unidad de análisis para el cambio del conocimiento: bien las ideas implícitas por los estudiantes o bien las teorías científicas en las que se engloban.

### **3.4.3. Procesos de enseñanza y evaluación**

El presupuesto esencial de este enfoque es el cambio conceptual, esto es, la sustitución de los conocimientos implícitos del estudiante, al someter tales conocimientos alternativos a un conflicto cognitivo real o teórico que persuada a desecharlos en favor de una teoría que explique más las observaciones halladas. Así, por ejemplo, cuando se diseña una experiencia de comprobación de caída libre de los cuerpos para aquellos estudiantes que tienen la idea implícita de que los cuerpos más pesados caen más rápidos que los cuerpos más livianos y tras la secuencia experimental, el estudiante comprobará que la velocidad de caída es independiente de la masa de los cuerpos y, por lo tanto, tiene que sustituir su teoría implícita con la nueva teoría.

Por supuesto, muchas veces el cambio conceptual no es tan simple, en todo caso se requerirá de la programación de una serie de secuencias pedagógicas con la finalidad de direccionar las respuestas de los estudiantes a aquellos conflictos. Desde este enfoque merece considerar el modelo formulado y desarrollado por Posner y cols. (1982),

recomienda que, para el estímulo y solución de los conflictos cognitivos, la situación pedagógica debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) El estudiante debe estar descontento de sus teorías implícitas.
- b) Debe existir una teoría más explicativa que resulte clara para el estudiante.
- c) La teoría explicativa idónea debe ser también creíble para el estudiante.
- d) La nueva teoría, a consideración del estudiante, debe ser más robusta que sus teorías implícitas.

Con el propósito de lograr estos requerimientos, en la figura 8, se han presentado varias secuencias de enseñanza fundadas en el conflicto cognitivo, como puede observarse, a pesar de sus divergencias conceptuales, estas posturas comparten casi la misma ruta de pasos, estas podrían sintetizarse en un esquema de tres fases.

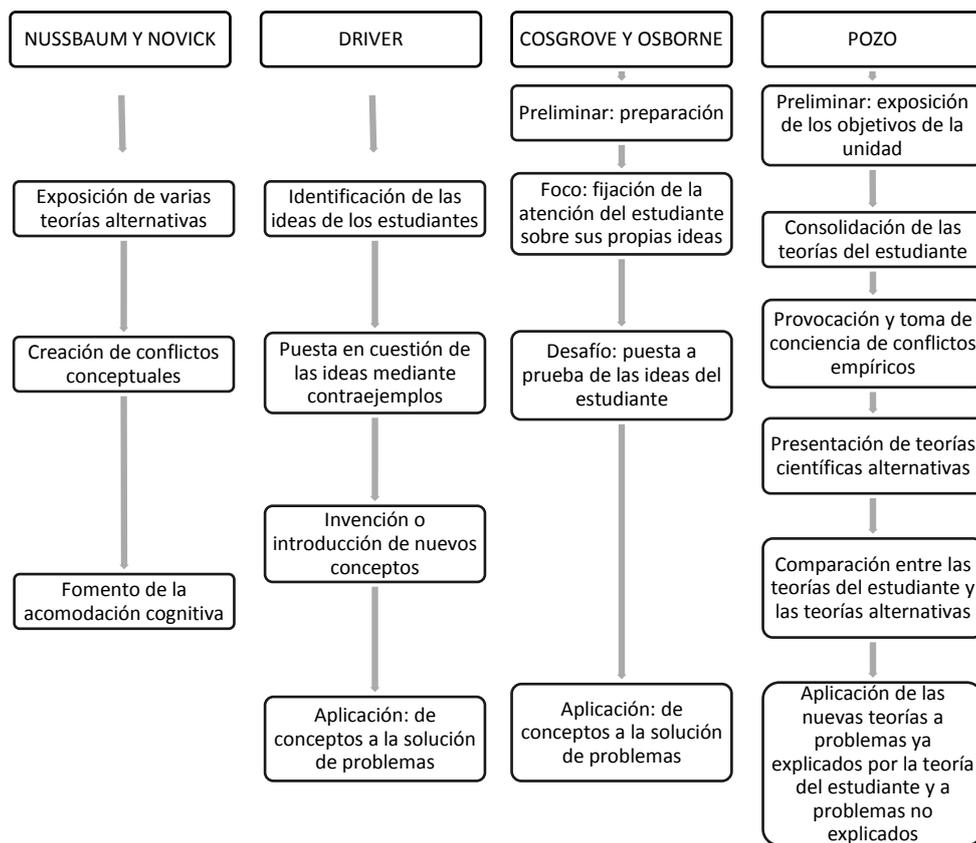


Figura 8. Unas rutas de enseñanza para el cambio conceptual (Pozo, 1989)

1. Al iniciar la enseñanza, se ejecutan tareas que conllevan un proceso inferencial para activar el conocimiento ya almacenado por los estudiantes y como lo utiliza en la organización e interpretación de la información dada en la tarea. El objetivo de las tareas es para que el docente sepa de los conocimientos implícitos de sus estudiantes y a su vez estos discernan sus propios conocimientos alternativos.

2. En seguida se afronta los conocimientos implícitos activados a situaciones perturbadoras, de manera que su conocimiento representacional actual no es suficiente para explicar o plantear la posibilidad de predecir, brindándoles la oportunidad de darse cuenta que su predicción está lejos de ser igual a lo que sucede en la realidad, en esta circunstancia se presenta teorías científicas alternativas que permitan a los estudiantes integrar los núcleos de sus conocimientos almacenados con los núcleos de la teoría científica, que en definitiva resuelven los conflictos planteados. De tal forma que esta fase se produce la asimilación.
3. En la fase final se consolida la teoría adquirida al constatar su mayor capacidad explicativa y predictiva con respecto a la teoría implícita. Para tal efecto, el estudiante habrá de replicar o extender la nueva teoría a otras situaciones para verificar su eficacia.

Referente a este esquema común, hay sin embargo diferentes estrategias didácticas fundadas en el conflicto cognitivo, que se contrastan en algunos aspectos esenciales. En su mayor parte estos modelos han hecho hincapié en la necesidad de provocar conflictos empíricos, esto es, entre una concepción y un hecho. Por ejemplo, según lo que se denomina realismo ingenuo –punto de vista centrada en la percepción intuitiva que los estudiantes tienen del mundo físico-, se produce un conflicto cognitivo en contra de la concepción intuitiva de los estudiantes de que los objetos con mayor tamaño o mayor peso específico no caen a diferente velocidad. Por el contrario, otros autores destacan más la importancia de los conflictos conceptuales, entre dos teorías o modelos, por ejemplo, comparar los diversos modelos de átomo entre sí -Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Chadwick y modelo atómico actual- (Mortimer, 1995).

De igual manera, se consideran de forma diferente las posibles respuestas que puede proponer el estudiante ante el conflicto presentado. Piaget (1975) planteó un análisis bastante minucioso de las respuestas que los infantes dan cuando se enfrentan a desequilibrios cognitivos, esto es, la estructura de conocimiento del sujeto no puede conciliar a la vez su conocimiento previo adquirido con el conocimiento proporcionado por el objeto de aprendizaje. La respuesta más simple, y que menor transformación produce en los conocimientos, sería no darse cuenta del conflicto presentado (por ejemplo, suponer que los resultados se ajustan a los presupuestos establecidos cuando en el fondo no es así). Cuando la persona toma conciencia del conflicto, y lo torna en una contradicción, la respuesta más elemental sería reconocerlo como un contraejemplo excepcional o como un caso infrecuente que no afecta a la teoría, por lo que ésta se sigue sosteniendo mientras resulte útil en la explicación de los hechos, dando lugar como caso extremo a una verificación de creencias, a una provisión de más información sobre la

teoría. Una respuesta más elaborada cognitivamente, y que produciría mayor cambio en la estructura de conocimiento –enriquecimiento, ajuste o reestructuración radical del conocimiento-, sería establecer ciertas diferenciaciones o generalizaciones conceptuales dentro de la propia teoría para resolver el conflicto que se ubica en un proceso de ajuste de la misma estructura. Por último, la respuesta más terminante sería la modificación de la estructuración profunda de la propia teoría, dando lugar a un cambio conceptual radical que afecte a los supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales que la sustentan. Esta última respuesta ocurre rara vez y normalmente sólo se producirá tras enfrentarse a numerosos conflictos que han sido resueltos provisionalmente mediante respuestas más simples para luego generar respuestas agudas y precisas, pasando progresivamente desde los contenidos más específicos a las estructuras conceptuales, se trata de un proceso de reestructuración de abajo hacia arriba.

De este modo, vemos que la enseñanza basada en el conflicto cognitivo requiere un esmerado diseño de las actividades de enseñanza que involucra igualmente ayudar al estudiante a solucionar sus conflictos, en lo que se diferencia claramente de la enseñanza por descubrimiento. El estudiante debe ser capaz de darse cuenta, por un proceso de explicación de los errores cometidos por su teoría implícita, para terminar, aceptando la superioridad de la teoría científica. En esta orientación, los criterios de evaluación, aunque no se explicitan tanto como las actividades de enseñanza, tienden a ser próximos a los defendidos desde la enseñanza tradicional o expositiva. Al final se trata de que los estudiantes compartan, hagan suyas, las teorías científicas y abandonen sus concepciones alternativas. Estas deben ser el punto de partida de la enseñanza, pero no su meta. Las concepciones alternativas deberían estar presentes en la evaluación inicial pero idealmente deben desaparecer cuando se administre la evaluación final.

No obstante, aunque usa sin intención de apropiarse ciertos criterios de evaluación de la enseñanza tradicional, este tratamiento recurre a tareas y técnicas de evaluación distintas, análogas a las empleadas para evaluar el conocimiento previo. El asunto no es evaluar tanto el grado en que los estudiantes verbalizan los conceptos científicos, como ocurre en los modelos tradicionales, sino de cerciorarse en qué medida utilizan el conocimiento conceptual para resolver problemas y hacer frente a situaciones que representan nuevas dificultades. El estudiante habrá aprendido ciencia en el grado en que utilice las teorías científicas a nuevos contextos y situaciones. No obstante, como indica Duit (1999), el empleo de estos modelos de enseñanza, aunque sin duda haya tenido efectos muy

beneficiosos en la renovación de la didáctica de la ciencia, no parece haber logrado ese objetivo básico de que los estudiantes abandonen sus concepciones alternativas previamente mantenidas y su sustitución por las nuevas teorías científicas.

#### **3.4.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza**

La permanencia de las concepciones alternativas, luego de haber sido sometidas de modo sistemático a conflictos cognitivos, establece un grave problema para este enfoque educativo, como han aceptado los propios Strike y Posner (1992) al querer realizar una revisión de su modelo. Existen distintas causas posibles de esa frustración relativa. Un primer origen que tal vez sólo pueda adjudicarse indirectamente al propio enfoque es el modo en que habitualmente se ha comprendido por parte de los docentes e incluso por los investigadores la propuesta del cambio conceptual mediante conflicto cognitivo. La adopción acrítica de este modelo en muchos entornos educativos se debe en buena medida a la ambigüedad de sus planteamientos, que dan por tácitos muchos de sus supuestos (Pozo y cols., 1991), y que simultáneamente permiten una interpretación de los mismos que se desvía fuertemente de los supuestos constructivistas del modelo. Las semejanzas que hemos señalado entre este enfoque y la enseñanza más tradicional en las metas, la organización y la evaluación del currículo -tres de sus elementos más básicos- ha llevado a una aceptación de la proposición del cambio conceptual a esos modelos más tradicionales, de manera que se ha entendido no como un modo distinto de plasmar el currículo de ciencias sino como una estrategia diferente de enseñar la ciencia. A partir de una concepción del currículo más próxima a lo que se ha denominado “realismo interpretativo” -o si se opta desde un cierto positivismo- se ha admitido que lo que este enfoque contribuía era la necesidad de considerar las concepciones alternativas de los estudiantes como punto de partida, pero sin alterar las metas ni la estructuración del currículo, ni menos aún la evaluación, que enfatiza o puntualiza el sentido social de la educación científica. Con todo, cualquier análisis del cambio del currículo prueba que estos se transforman gradualmente, en sus fines o metas, y en sus contenidos y en sus métodos, con la sociedad de la que forman parte y a la que se dirigen. De este modo la conveniencia de las “ideas previas” de los estudiantes para la enseñanza de la ciencia ha sido fácilmente aceptada, e integrada, en los currículos tradicionales vigentes, pues, como presentan ciertos libros de texto recientes, todo se restringe a insertar ciertos tests iniciales para identificar esas ideas previas, sin considerar los resultados en su posterior implicación en la planificación de las actividades curriculares, que continúa focalizada en

la explicación por parte del docente y en la consecuente evaluación del nivel en el que los estudiantes se han imbuido de aquella exposición. Se descuida la abundante información que los estudiantes suelen tener procedente de distintos medios, con la advertencia de que están fragmentados y desorganizados. Lo que necesitan los estudiantes no es tanto la información, que de hecho pueden requerirla, como la capacidad de organizarla e interpretarla, de darle significado en su labor diaria como profesional o ciudadano. Lo que interesa es que el sujeto pueda organizar e interpretar información, elaborar su propio punto de vista, su verdad particular a partir de las verdades particulares pues los conocimientos científicos no son saberes absolutos.

La postura del cambio conceptual, bajo el aspecto de un acatamiento de sus supuestos constructivistas, se tiñe así de positivismo (Pozo y cols., 1998). Se sustituye la forma de enseñar - actualmente hay que activar las ideas alternativas de los estudiantes- pero la forma de evaluar y las metas del currículo permanecen igual. Hay que accionar las ideas alternativas de los estudiantes, pero para suprimirlas definitivamente y sean remplazadas por el conocimiento verdadero y admitido: el saber científico positivo. Los estudiantes también se persuaden de este espíritu y aprenden a erradicar, o esconder, sus ideas erradas cuando están en contextos académicos, pero estas ideas reaparecen pronto en cuanto la actividad se muestra en un contexto menos académico.

Esta aplicación, alejada del modelo de cambio conceptual por conflicto cognitivo, no es del todo ajena a la propia naturaleza y supuestos del modelo. Este enfoque se sustenta en el supuesto de la incompatibilidad según el cual no es posible establecer una relación entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico, esto es, el conocimiento cotidiano o intuitivo de los estudiantes se basa en modos de pensamiento y estilos de aprendizaje que no ajustan con la racionalidad científica. Se ha probado que el conocimiento cotidiano sobre los fenómenos físico-químicos se aprende por procesos implícitos antes que, por razonamientos explícitos, esto implica que las estructuras conceptuales desde que se estructuran estos conocimientos son diferentes, Por tanto, el aprendizaje de la ciencia requiere un cambio radical de las teorías implícitas hacia formas de conocimiento científico, pero la erradicación es dificultosa y tal vez sea imposible. Así la función del currículo de ciencias no debería de sustituirlo, sino extenderlo, redefinirlo en modelos más complejos. La mecánica newtoniana no es necesaria para mover eficazmente los objetos del mundo (que se lo pregunten si no a Usain Bolt o a Lionel Messi). Pero tampoco se abandona cuando uno comprende los principios de la mecánica

relativista o incluso cuántica. Los principios que guían nuestra interacción diaria con los objetos del mundo permanecen allí presentes, pero pueden ser reinterpretados, o redescritos, en términos de los nuevos modelos aprendidos. En lugar de sustituir esos principios, en muchos casos será preciso integrarlos jerárquicamente en las teorías científicas.

Resumiendo, una parte de los problemas de este enfoque educativo basado en el cambio conceptual pueden originarse de su concepción del cambio como sustitución. Otra parte de los problemas puede ser debido a su concepción del cambio como conceptual. Ciertos autores reprochan los modelos de conflicto cognitivo por su concepción reduccionista del cambio como un proceso puramente racional y conceptual, un cambio conceptual tenue de reestructuración individual del conocimiento, en el que no se toma en cuenta la mediación de otros procesos motivacionales, afectivos, sociales, volitivos, etc., que serían los componentes del cambio conceptual consistente. Efectivamente, los mismos Strike y Posner (1992), en su reestudio del modelo, consideran necesario considerar estos aspectos en el diseño de los escenarios educativos encaminados al cambio conceptual. Desde otra mirada también es exigua la idea de que todo lo que hay que cambiar es el sistema de conceptos, relegando otros contenidos del currículo. Como sustenta Gil (1993) el cambio conceptual, para ser eficiente, debe ir acompañado de un cambio metodológico y actitudinal sincrónico. De manera que, si se concibe el cambio conceptual como un cambio integral que comprenda todas aquellas dimensiones que conforman el mesocosmos del individuo respecto al mundo cotidiano: conceptos, actitudes y procedimientos que el estudiante trae al aula, se enmarca en una propuesta educativa más completa donde el conflicto cognitivo no es ya un motor suficiente. Se precisa otro tipo de actividades para plasmar de modo conjunto esos cambios conceptuales, actitudinales y metodológicos. Es necesario ubicar al estudiante en un contexto de investigación dirigida.

### **3.5. La enseñanza mediante investigación dirigida**

Aparte del cambio conceptual, los modelos de enseñanza de la ciencia a través de la investigación dirigida suponen que, para conseguir esos cambios intensos en la mente de los estudiantes, no sólo conceptuales sino también metodológicos y actitudinales, es necesario ubicarles en un contexto de actividad semejante al que experimenta un científico, pero bajo la esmerada orientación del docente que, similar a lo que ocurría en

el enfoque de enseñanza por descubrimiento, el docente actuaría como “director de investigaciones” (Gil, 1993). Efectivamente, esta propuesta recobra algunos de los supuestos que implícitamente se encontraban en el modelo de descubrimiento precedentemente analizado -así su aceptación del paralelismo entre el aprendizaje de la ciencia y la investigación científica- sin embargo, desde nuevos planteamientos epistemológicos y didácticos, que se apartan de algunas creencias inductivistas que están incluidas de manera implícita al modelo de descubrimiento. Se podría decir que lo que cambia de un enfoque a otro es la concepción de la investigación científica -que en esta nueva orientación se entiende como un proceso de construcción social y con ella la forma de llevar esa investigación al aula como guía del trabajo didáctico.

### **3.5.1. Premisas y metas de la educación científica**

No obstante se supone que el aprendizaje de la ciencia debe seguir, como en la enseñanza por descubrimiento, los pasos de la investigación científica, en los modelos de investigación dirigida no se admite que el componente único o principal del trabajo científico sea la aplicación rigurosa de un método, sino que, en concordancia con las indicaciones presentes en la misma epistemología de la ciencia, se admite que la investigación que los estudiantes deben imitar consiste sobre todo en un diligente proceso de construcción social de teorías y modelos, sostenido no sólo en ciertos recursos metodológicos sino también en el desarrollo de actitudes que se alejan bastante de las que en la vida diaria manifiestan los estudiantes, así que la meta de la investigación dirigida debe ser originar en los estudiantes cambios no solamente en sus sistemas de conceptos sino también en sus procedimientos y actitudes (Gil, 1994; Gil y Carrascosa; 1985). Se acepta por consiguiente la hipótesis de la incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico, no sólo en sus sistemas de conceptos, sino también en sus métodos y en sus valores. En otras palabras, para que los estudiantes aprendan las teorías y modelos científicos, es conveniente que cambie drásticamente su forma de interpretar los hechos, ya que de lo contrario como habitualmente se observa, se producirán errores conceptuales, al no comprender lo que estudian, terminarán asimilándolo a sus teorías implícitas. Simultáneamente, a diferencia de las estrategias de enseñanza basadas en el descubrimiento, se asume una nítida posición constructivista al reconocer que los modelos y teorías creadas por la ciencia, igual sus métodos y sus valores, son producto de una construcción social, y por consiguiente, para lograrlos en el aula, es necesario ubicar al estudiante en contextos sociales de construcción del conocimiento muy similar

a los que afronta un científico. Siendo que la investigación científica se funda en la reproducción y resolución de problemas teóricos y prácticos, la enseñanza de la ciencia deberá organizarse del mismo modo en función a la resolución de problemas.

### **3.5.2. Criterios de selección y organización de contenidos**

La base sobre el que se articula el currículo de ciencias es la resolución de problemas concebidos desde el análisis del conocimiento disciplinar. Debido que la investigación científica se lleva a cabo siempre en el marco de las disciplinas específicas, que determinan el tipo de problemas relevantes, lo mismo debe ocurrir con la enseñanza de la ciencia, que debe establecerse en problemas concebidos desde el conocimiento disciplinar (Gil, 1994). Por consiguiente, la elección de contenidos, aunque contemple las características de los estudiantes y el contexto social del currículo, se asienta otra vez en los contenidos conceptuales de la ciencia. En algunas de las propuestas, empero, el currículo se organiza no tanto alrededor a los conceptos específicos de la ciencia sino a ciertas estructuras conceptuales que están supeditadas o dan sentido a dichos conceptos, como la “búsqueda de regularidades y la atención al cambio” como una hebra conductora del análisis de las relaciones que vertebrados dominios de la ciencia (el crecimiento de los seres vivos, las sustancias, las leyes de los movimientos de los astros, etc.). Esta hebra conductora, que actuaría como un eje del currículo (Del Carmen, 1996), se expresa en un encadenamiento de contenidos disciplinariamente organizados, y en cuya estructuración ejerce un papel muy importante la propia historia de la ciencia, ya que se presume que el aprendizaje de dichos contenidos por los estudiantes debe estar en una correspondencia isomórfica con el propio proceso de construcción científica de aquellos contenidos.

### **3.5.3. Procesos de enseñanza y evaluación**

La realización de esa secuencia de contenidos debe apoyarse en el planteamiento y resolución de problemas de manera colaborativa por parte del docente y de los estudiantes, favoreciendo el análisis grupal. Los problemas bajo este planteamiento deben caracterizarse por ser situaciones abiertas, que obliguen el hallazgo de diversas respuestas por parte de los estudiantes bajo la supervisión del docente, y se corresponderán, por consiguiente, en el momento de la resolución de problemas con la ejecución de pequeñas investigaciones que dentro de lo posible integren tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. Cuando se aborda un problema es una situación relativamente abierta, esta

debe entenderse que se sabe dónde se está y a dónde se quiere ir, pero no cómo se va exactamente, son situaciones para la cual no tenemos una respuesta inmediata. Balancear una ecuación química sin el conocimiento de una técnica para tal efecto; analizar los múltiples factores que expliquen el caso de los cristales blancos hallados en la botella de HCL en el armario de reactivos; un auto comienza a frenar al ver la luz amarilla, ¿qué velocidad llevará al llegar al semáforo? son ejemplos de problemas abiertos. La tarea del docente será no sólo orientar la investigación de los estudiantes, como lo realiza el investigador líder de cualquier proyecto de investigación, sino además consolidar, ajustar u objetar las conclusiones obtenidas por los estudiantes en base de las contribuciones hechas anteriormente por los científicos en la resolución de mismos problemas. La realización de esta propuesta didáctica se precisa en un programa-guía de actividades de enseñanza, de una manera aproximada, se establecería en los siguientes pasos (Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, 1994):

- 1) Provocar el interés de los estudiantes por el problema que va a resolverse, previamente elegido por el docente
- 2) Efectuar un estudio cualitativo de la situación, procurando definir de la manera más clara y precisa el problema, identificando las variables más relevantes que lo delimitan, etc.
- 3) Formular hipótesis sobre los factores que pueden estar produciendo el posible resultado del problema y sobre la forma en que estos factores condicionan el mismo.
- 4) Elaborar y explicitar posibles estrategias con el fin de encontrar una determinada solución del problema, es una actividad deliberada y controlada que da lugar de actuar por ensayo y error.
- 5) Aplicar la estrategia o estrategias seleccionadas, explicitando y justificando al máximo lo que se va haciendo.
- 6) Analizar y discutir los resultados obtenidos a la luz de las hipótesis previamente formuladas.
- 7) Examinar y reflexionar sobre las nuevas aplicaciones abiertas por la resolución realizada, replanteando o redefiniendo el problema en un nuevo nivel de análisis, en relación con otros contenidos teóricos o en nuevas situaciones prácticas. Pensar nuevas situaciones o problemas que merezcan ser investigados a partir del proceso realizado.
- 8) Elaborar una memoria final del propio proceso de resolución llevado a cabo.

Como se puede observar, esta secuencia de acciones pedagógicas no es muy diferente de la que se seguía en el enfoque de descubrimiento, ya que efectivamente se basa en los pasos usuales en los modelos de resolución de problemas o de pensamiento científico. Lo que cambia con relación al enfoque anterior es el sentido con el que se realizan dichos pasos, o si se quiere su sentido didáctico, ya que en esta concepción se resalta el carácter colaborativo del proceso de resolución de problemas, en la que se

fomenta la comunicación y el diálogo no sólo entre los estudiantes sino además entre éstos y el docente en base a los conocimientos conceptuales y procedimentales específicos de la disciplina y sus propias formas de actuar, lo que indudablemente ayudará a la explicitación de procedimientos, actitudes y conceptos tan relevante en este modelo.

Las actividades de enseñanza se consideran en sí mismas como actividades de evaluación, pues en este modelo se admite una concepción constructiva de la evaluación, donde esta debe ser un instrumento más de asistencia del aprendizaje y no necesariamente un criterio de selección. La evaluación se apoyará sobre todo en el trabajo diario de los estudiantes, en sus investigaciones, aunque pueda incluir otra clase de tareas más puntuales. Es fundamental que las actividades de evaluación realimenten al estudiante, le provean información no de su éxito o fracaso sino, en gran manera, de las causas o factores que condicionan aquel éxito o fracaso (Duchsl, 1998). Esto implica un agudo replanteamiento de la finalidad de la evaluación en la mentalidad de la mayoría de los docentes, un profundo cambio conceptual sobre su función didáctica, que muchas veces plantea complicaciones aún mayores que el propio cambio en las actividades de aprendizaje-enseñanza y que de hecho constituye una de los principales retos en la puesta en marcha de este modelo (Alonso, Gil y Martínez Torregrosa, 1995).

#### **3.5.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza**

Dentro de los problemas más apremiantes que presenta este planteamiento de la educación científica es de hecho el alto nivel de exigencia al conjunto de docentes, lo que hace difícil su generalidad. Enseñar la ciencia en la forma de un proceso de investigación dirigida precisa una específica concepción de la ciencia y de su enseñanza, que no suele estar muy generalizada entre los docentes. Se necesita un cambio drástico en la forma de idear el currículo de ciencias y sus metas, que afectará no sólo a la concepción de la ciencia, sino además a los métodos de enseñanza empleados y a las actitudes que ha de adoptar el docente en clase de ciencias. En concreto, obliga al docente un cambio conceptual, procedimental y actitudinal simultáneo al que intentará impulsar en los estudiantes. De hecho, ese cambio en las teorías implícitas de aprendizaje y enseñanza de los docentes está ligada a problemas similares a los que concibe el cambio conceptual en los propios estudiantes (Pozo y cols., 1998), con el riesgo de que los aspectos novedosos de este enfoque permanezcan disgregados o alterados si se pone en práctica desde un sentido discordante, que soporta un sentido didáctico muy distinto. No obstante éste no

es un obstáculo para la aceptación de este enfoque de la educación científica, al alejarse de los presupuestos en que se basa la tradición dominante en la educación científica, demanda un voluntad adicional de cambio por parte de los docentes que, aunque resulta necesario para enfrentar las nuevas demandas educativas que se originan en el marco de una cultura de aprendizaje que se desarrolla con el progreso de la propia sociedad, en el tiempo actual nos encontramos en la era o sociedad de la información donde la escuela es una fuente más de conocimientos. En esta última revolución tecnológica de la información, la cultura de aprendizaje se caracteriza por: la multiplicación informativa donde no se requiere tanta más información sino la capacidad de organizarla, darle sentido e interpretarle, el conocimiento múltiple y descentrado donde el estudiante construya sus propias teorías o punto de vista y finalmente, del aprendizaje continuo basado en la capacidad de aprender a aprender. Estas demandas no suelen verse apoyado por las propias estructuras organizativas de las instituciones y la práctica educativa en que éstos están sumidos.

Aparte de esta limitación que deben confrontar todos los enfoques que comprometan posiciones efectivamente constructivistas, y cuya solución requiere la puesta en marcha de modelos de formación continua de docentes congruentes con esta misma concepción educativa, existe otro problema propio al modelo de enseñanza mediante investigación dirigida. No obstante, de apartarse de los presupuestos inductivistas en que se fundamentaba la enseñanza por descubrimiento, la aceptación del isomorfismo pedagógico entre investigación y aprendizaje de la ciencia no deja de plantear inconvenientes conceptuales y prácticos. Si bien aquel isomorfismo se asume en un alcance débil, como una forma de paralelismo antes que, como una identidad estructural, no es cierto que los propios procesos constructivos en el aprendizaje de los contenidos científicos deban ser análogos a los que utilizan los científicos para construir esos mismos contenidos. Y esto no tanto por justificaciones psicológicas, que podría haberlas evidentemente (Pozo, 1997a), como mayormente por las diferencias entre los contextos sociales en que estudiantes y científicos elaboran sus conocimientos. Si admitimos, como se trata de hacer desde este enfoque, el presupuesto de que la elaboración de conocimiento se determina en el marco de las interacciones sociales, está ubicada en un contexto social (Kirshner y Wishton, 1997) que establece sus metas, parece bastante inseguro que los estudiantes logren poner en curso procesos de construcción de conocimiento que compartan las metas y los contextos sociales (de descubrimiento, pero

también de justificación) propios del trabajo científico. Para iniciar, los científicos apuntan a ser personas expertas en un dominio específico de conocimiento al que entregan, como lo hace un experto, una gran cantidad de horas de trabajo, cuya temática y orientación está en gran medida definido por la comunidad de práctica científica en la que actúan. Por el contrario, los estudiantes se ven exigidos a distribuir su ingenio y su tesón por el incremento cada vez más de asignaturas que tiene que estudiar, sin estar en condiciones de hacer suya ni de interiorizar las reglas y las metas que establecen cada una de estas comunidades de práctica (de los físicos, los lingüistas, los matemáticos, los geógrafos, los artistas, etc.). No todo lo que realiza un científico tiene razón para los estudiantes, y recíprocamente, ya que los ámbitos o mundos en los que viven -y que proactivamente ayudan a construir- son del todo distintas e inclusive están regidos por metas diferentes; incluso la formulación de un problema puede no ser igual para unos y otros. Los problemas de los científicos generalmente no son auténticos problemas para los estudiantes. Efectivamente fuera de los problemas científicos y de los problemas cotidianos que unos y otros enfrentan se juzga necesario definir un espacio determinado, intermedio, para examinar los problemas educativos, un lugar propio de la tarea didáctica que no se puede reducir ni al conocimiento científico ni al cotidiano (Rodrigo, 1997; García, 1995).

Los estudiantes, por lo menos hasta que lleguen a la secundaria, dificultosamente podrán desenvolverse como pequeños científicos, matemáticos, biólogos, etc. En la práctica sus propios docentes delimitan su definición profesional a su esfera de destreza y en los restantes dominios se conducen como auténticos novatos (Pozo, 1987). No obstante, un adentramiento próximo a la investigación científica debe ser de hecho un objetivo de la educación secundaria, considerar todo el aprendizaje de la ciencia en su potencial de investigar hace en parte dejar de lado la propia distinción de los espacios educativos. La enseñanza no puede estar centrada sólo en actividades de investigación pues está debe lograr resultados más rápidos y diversificados de los que produce la propia investigación científica - usada en escenarios más fecundos y por la elite experta de los científicos. El peligro de cambiar la enseñanza en investigación concentrada es enredar de nuevo los procesos de investigación con los métodos de enseñanza y el aprendizaje de procedimientos (Wellington, 1989).

Asimismo, la labor de director de investigaciones *es* más fingida, y por consiguiente ambigua, que real. El director de un proyecto de investigación desconoce

con frecuencia a donde apunta su proyecto, en qué tipo de enfoque va a ubicar el fenómeno de estudio. Se puede decir, usando la terminología vygotskiana, que una investigación en sí vale para abrir nuevos campos de investigación, mostrar nuevas posibilidades metodológicas; en cambio el manejo didáctico de la investigación incumbe abrir nuevas áreas, nuevos campos a los estudiantes, pero debe originarse en ámbito conocido para el docente, que debe estar al tanto a dónde llevará la investigación, impidiendo que se desalinee de sus metas. En ese entendimiento, aquellas presuntas investigaciones tienen que representar problemas abiertos para los estudiantes, pero mucho más cerrados para los docentes. Únicamente cuando el docente comprende en profundidad el territorio que pisa puede apoyar a los estudiantes a marchar conquistar y ampliar sus dominios de conocimiento. Realmente, una enseñanza de esta condición es muy estricta para los docentes no solamente desde el enfoque pedagógico, ya que, de la misma manera que acontecía con la enseñanza por descubrimiento, les obliga asumir un rol mucho más ambiguo, sino de igual forma como anteriormente hemos señalado, desde una perspectiva de los conocimientos disciplinares. Si el docente está seguro en el caudal de sus conocimientos disciplinares, se atreverá a investigar con esa base. El docente no debe ser un miembro más del “equipo de investigación”, tampoco el investigador principal, pues si quiere apoyar a los estudiantes a lograr la solución deseada, debe conocer, desde el inicio del proyecto, a donde debe llegar. Tiene que saber qué modelos y diseños deben aplicar los estudiantes, qué preguntas son más productivas y cuáles más improproductivas, pero además qué modelos, preguntas y reformulaciones dificultosamente concebirán los estudiantes y no obstante es esencial que sepan para mejorar, o rediseñar, sus investigaciones. Esa es el planteamiento del último enfoque que deseamos analizar, que en cierta manera es suplementario de la enseñanza a través de investigación, apoyado en la contrastación de modelos.

### **3.6. La enseñanza por explicación y contrastación de modelos**

En oposición a la aceptación de que el aprendizaje de la ciencia debe observarse los mismos pasos que la investigación científica y que el estudiante debe imitar la actividad de los científicos para aproximarse a sus resultados, a partir este enfoque se admite que la educación científica conforma un espacio de adquisición del conocimiento totalmente distinta a la investigación y por consiguiente se encamina a metas diferentes y necesita actividades de enseñanza y evaluación distintas. El estudiante no puede encarar a los mismos problemas que en su momento trataron solucionar los científicos, ya que los

afrontará en un entorno distinto, entre otros aspectos, contará como medio de deliberación y de diseño de los modelos y teorías hechos por esos mismos científicos. Nunca el docente puede compararse a un director de investigaciones, su función social es muy distinta a la del científico, ya que no tiene que elaborar conocimientos ni enfrentar problemas nuevos sino apoyar a los estudiantes a reconstruir el conocimiento científico.

Si Isaac Newton decía “si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes” en referencia a que sus logros en la ciencia se debían a los aportes de sus colegas que le precedieron. En general, si podemos ver más, y mucho más lejos que ellos, no es por la agudeza de nuestra vista ni por la altura de nuestro cuerpo, sino porque somos levantados por sus orientaciones en la construcción del conocimiento científico, entonces de manera similar se podría decir que la función social del docente es asistir a sus estudiantes a subirse a los hombros de aquellos gigantes, captando y reproduciendo, a nivel social e individual, el patrimonio de la cultura científica. En efecto, el docente debe plantear a sus estudiantes varios modelos alternativos que deben someter a prueba con el fin de comprobar y advertir las diferencias conceptuales que existe entre ellos y, de este modo, estén en la capacidad de relacionarlos e integrarlos metacognitivamente. El estudiante no tiene por qué seguir necesariamente los pasos que utilizaron los científicos, ni obtener el conocimiento por el mismo camino que en el momento se usó, en lo posible debe abordar nuevas formas de solución o potenciar lo construido, considerando los valores, los métodos y los marcos conceptuales producidos por la ciencia con la asesoría pedagógica del docente que, mediante sus explicaciones, hace claros y contrastables aquellos conocimientos.

### **3.6.1. Premisas y metas de la educación científica**

Al igual que el caso anterior, este enfoque admite una posición claramente constructivista con relación al aprendizaje de la ciencia, aunque, como terminamos de observar, no se acepta necesariamente el isomorfismo entre la construcción del conocimiento científico y su aprendizaje por parte de los estudiantes. La construcción del conocimiento científico y escolar conlleva escenarios sociales notoriamente distinguidos por sus metas y la estructuración de sus actividades (Rodrigo y Arnay, 1997).

Por otro lado, la creencia de que el aprendizaje de la ciencia lleva consigo una constante contrastación entre modelos, más que mostrar la superioridad empírica de un modelo por otro, se relaciona más a la hipótesis de la independencia entre esos diversos

modelos permitiendo que el estudiante los utilice para enfrentarse a distintas tareas o a su integración jerárquica donde se considera sus interpretaciones dentro de diferentes niveles de análisis que al supuesto de la sustitución de unos por otros. En tanto que algunos defensores de este enfoque asumen los supuestos de la cognición situada (Kirshner y Whiston, 1997), -que como tendencia está representada por el enfoque socio-cultural, y se vincula a conceptos de aprendizaje situado, aprendizaje socio-cognitivo, cognición distribuida, etc. El conocimiento se adquiere, se entiende y se relaciona con las situaciones donde fue producido, esto es, cada persona resignifica los conceptos como resultado de las situaciones en que cada concepto se utiliza. Es por todo esto que el aprendizaje y la cognición son situados. Se trata de una aproximación antropológica, que con la situacionalidad del significado en las comunidades y una cultura, el aprender está en función de la comunidad donde el sujeto forma parte. Relacionado con ello, se entiende que el aprendizaje es "distribuido", porque existen muchas fuentes que alimentan el contexto donde por interacción y convergencia se desarrolla- y con ellos la hipótesis de la independencia contextual entre distintas concepciones de conocimiento, otros aceptan la viabilidad de recomponer jerárquicamente unas formas de conocimiento en otras.

Cualquiera que sea el caso, desde este punto de vista se admite que la meta de la educación científica debe ser que el estudiante sepa de que existen diferentes esquemas teóricos alternativos en la análisis y entendimiento de la naturaleza y que la introducción y contrastación de esos modelos le favorecerá no sólo a un entendimiento superior de los fenómenos estudiados sino principalmente las características propias del conocimiento científico obtenido para analizarlos. La educación o cultura científica debe ayudar al estudiante a elaborar sus propios modelos, pero además a verificarlos y reformularlos desde los construidos por otros, sean sus propios compañeros de clase o científicos prominentes. La educación científica debe fomentar las ocasiones de abstraerse y retornar el pensamiento y la reflexión, de aprovecharse de la aventura de la indagación, del deseo de aprender y de seguir aprendiendo. Su rol principal es encaminar el agrado de los estudiantes hacia vocaciones científicas.

### **3.6.2. Criterios de selección y organización de contenidos**

El núcleo organizador de este enfoque didáctico son los modelos, es decir la forma en que se representa el conocimiento existente en un dominio dado. En este alcance, en contraste del enfoque anterior existe una atención especial por los contenidos

conceptuales, éstos se establecerían, pero no tanto a base de los contenidos conceptuales específicos (mezcla, disolución química, molécula, electrón, protón, neutrón, orbital, fuerzas intermoleculares, etc.) como de las estructuras conceptuales o modelos que dan sentido a esos conceptos (por ejemplo, modelo corpuscular de la materia, modelo de cambio químico, etc.). Consiste en profundizar y enriquecer los modelos construidos por los estudiantes, que sucesivamente deben ir integrando no sólo cada vez más información sino asimismo otros modelos y perspectivas. Igualmente se requiere que el estudiante consiga interpretar las diferencias y similitudes entre diversos modelos. Asimismo, por ejemplo, las estructuras conceptuales descritas en tres grandes diferencias estructurales entre teorías implícitas y científicas en función de términos opuestos nos permite apreciar las restricciones de las primeras frente a las segundas teorías: 1) de causalidad lineal progresiva de simple a múltiple frente a un sistema de relaciones de interacción, 2) cambio y transformación frente a conservación y equilibrio, pues la tendencia del pensamiento causal cotidiano de los estudiantes se centra en el cambio más que en los estados, y 3) relaciones cualitativas frente a esquemas de cuantificación, la tendencia es establecer relaciones cualitativas entre los hechos y que escasamente somos capaces de cuantificar. Estos tres principios conceptuales pueden actuar como criterio estructurador del currículo, dirigiendo el proceso de construcción de los modelos elaborados por los estudiantes, que deben ir integrando esos rasgos estructurales (cualitativas: interacción, equilibrio, conservación, y cuantitativas: proporción, probabilidad y correlación). No obstante, si ésta es la finalidad y la estructura implícita del currículo, seguramente no debe formar su estructura o planteamiento explícito. En esta percepción, es fundamental distinguir la meta del currículo de su método (Pozo, 1999a). La forma de entrar a esas estructuras profundas, o implícitas, a la base conceptual de los estudiantes es a través de los contenidos conceptuales más habituales o aceptados, por ejemplo la materia es tal como se la ve: continua y estática, el reposo es su estado natural y no existe el vacío; atribución de propiedades macroscópicas a átomos y moléculas, no obstante esas teorías implícitas no deberían admitirse como un fin en sí mismos sino como un medio para acceder a construir esas estructuras conceptuales que son las que dan sentido a esos conceptos, que constituirían los objetivos a corto plazo, las metas intermedias, para acceder a otras metas más profundas y generales.

### **3.6.3. Procesos de enseñanza y evaluación**

Ante la uniformidad de algunos de los enfoques anteriores, las propuestas fundadas en la enseñanza mediante modelos son más bien variadas y van desde la práctica directa en los modelos y estructuras conceptuales hasta el mejoramiento de los modelos contruidos por los propios estudiantes a partir de los debates con sus colegas, las explicaciones del docente y las evaluaciones consideradas (Arcá y Guidoni, 1989), presentación y contrastación de los modelos en el contexto de la solución de problemas, o la explicación de esos modelos de parte del docente y del intercambio de opiniones con los estudiantes. En conformidad con esta postura, Glynn y Duit (1995a) elaboraron una propuesta lo suficientemente espaciosa a fin de integrar los más heterogéneos tipos de actividades de aprendizaje y enseñanza, que se manifiesta explícitamente legataria de todos los enfoques antes presentados (descubrimiento, exposición ausubeliana, conflicto cognitivo, etc.). Si bien esta amplitud metodológica no debe confundirse nunca con una postura ecléctica metodológica (una cierta impresión de que en el salón de clase “todo vale”) es coherente con la propia concepción integradora de la que se sostiene, no solamente desde el enfoque conceptual sino aún metodológico.

Escapando de los dos extremos opuestos (el del “método didáctico” único y preponderante que conduce todas las actividades de enseñanza; y el del “relativismo vacío” donde se admite que todo vale), hay que aceptar la dificultad y variedad de las situaciones didácticas que no permiten constituir secuencias de aprendizaje únicas “a todo el mundo” No obstante existe una evidente lógica interna a las actividades de enseñanza que direccionan este modelo, podría ser la siguiente: 1) activación y evaluación de conocimientos previos, 2) contrastación de modelos y puntos de vista, 3) introducción de nuevos modelos, y 4) integración de modelos. Como puede deducirse, es necesario a raíz de que los estudiantes encaren problemas que estimulen en ellos la urgencia de hallar respuestas, que han de ser modeladas, explicitadas, pero además enriquecidas a través de la proliferación de modelos alternativos. El docente tiene que desplegar en los distintos momentos del acto didáctico papeles variados, algunos de los cuales fueron surgiendo al analizar los enfoques anteriores: debe orientar las investigaciones del estudiante, de igual manera mostrar alternativas, inducir o suscitar contraargumentos, generar la explicitación de los conocimientos, su redescrición en lenguajes o códigos más elaborados, etc.

Entre estas responsabilidades que debe desempeñar el docente se rescata, como una de sus tareas más importantes y difíciles, la exigencia de explicar a los estudiantes

los distintos modelos alternativos (Ogborn y cols., 1996), aunque desde estos enfoques la explicación no quedaría reducida a un monólogo, a un discurso unívoco por parte del docente, sino sería abierto a un diálogo, un diálogo más o menos disimulado, donde el docente construye diversos contextos explicativos para promover el diálogo sobre los diferentes modelos y entendimientos posibles de los fenómenos examinados, contrastándolos entre sí y recomponiendo unos en otros, esto es consiguiendo que se expliquen recíprocamente con el propósito de integrar unas explicaciones en otras. Estos diálogos o explicaciones recíprocas entre modelos pueden tomar, según Ogborn y cols. (1996), diferentes formatos:

- a) “Vamos a pensarlo juntos”: el docente recompone las ideas creadas por los propios estudiantes, procurando explicitarlas y conectarlas con los modelos científicos.
- b) “El narrador de cuentos”: el docente transforma la explicación en una narración, un relato, en el que integra los diferentes razonamientos explicativos.
- c) “Dilo a mi manera”: los estudiantes deben recomponer sus propias ideas e interpretaciones, reinterpretarlas, en las condiciones de otro modelo, idealmente provisto por el docente, empleando con precisión y claridad el lenguaje y los códigos explicativos de ese modelo
- d) “Míralo a mi manera”: los estudiantes deben partir de una teoría o modelo determinado para interpretar los problemas o hechos estudiados, deben intentar ponerse en el punto de vista de otro, preferiblemente un modelo científico, pero también la concepción alternativa de un compañero, para comprender las diferencias entre distintas perspectivas.

Esta proliferación e integración de modelos debe verse no sólo en las actividades de aprendizaje sino además en la evaluación, donde a cada momento los estudiantes tienden a percibir que esas múltiples voces acaban por simplificarse a una: la del docente y el saber fundado. Es primordial que el perspectivismo conceptual, necesario para el aprendizaje de la ciencia se refleje también en los criterios de evaluación. De hecho, no se trata tanto de obligar al estudiante que se acerque a un modelo “correcto” previamente establecido, sino de fomentar la reflexión, el metaconocimiento conceptual y el contraste de modelos. Habría que utilizar tareas y criterios de evaluación que promuevan en los estudiantes la capacidad de explicitar, recomponer y fundamentar sobre sus modelos y los de los demás. Según Kuhn (1991), comprenderían los siguientes criterios:

- a) Capacidad para discernir varias teorías alternativas para una determinada situación, utilizando con rigor el vocabulario especializado de cada una de ellas y percibiendo sus diferentes alcances.
- b) Capacidad para encontrar incongruencias o vacíos conceptuales contrarios a una teoría, incluso la propia.
- c) Capacidad para explicar con detalle una teoría diferente a la que uno cree, distinguiendo el significado de los términos conocimiento y creencia.

- d) Capacidad para elegir datos o evidencias adecuadas a favor a una teoría.
- e) Capacidad para integrar a través de un examen activo distintas explicaciones.

Además de aprender una teoría consistente, se trata de que el estudiante comprenda lo que de verosímil hay en diversos modelos o teorías. A modo de ilustración en el campo de la química, no es asunto de que aprenda un modelo de átomo como la teoría científicamente aceptada sino de ponerle frente a diferentes modelos de átomo con el objetivo de que comprenda sus diferencias, de la misma manera sus relaciones y el propio avance del conocimiento científico, que permite que esos diversos modelos puedan aplicarse en contextos diferentes. Una de las posibilidades de este aumento de representaciones es que los estudiantes terminen por entenderla más bien como una partición de opiniones, en la que todos los razonamientos son igualmente válidos. Aun cuando esa posibilidad es mayor si se adopta la hipótesis de la independencia entre representaciones que si se asume el supuesto de la integración jerárquica, de hecho, es uno de los problemas que más aflige a este modo de entender la enseñanza de la ciencia.

#### **3.6.4. Inconvenientes del aprendizaje y posibilidades presumibles de la enseñanza**

Algunos de los obstáculos que pueden ocurrir de la puesta en marcha de esta forma de enseñanza son análogos a las que señalábamos al examinar la enseñanza por investigación dirigida, pues proceden de los requerimientos que las concepciones constructivistas sugieren a los docentes. Empero la enseñanza a través de modelos origina igualmente problemas propios, como lo hemos precisado, uno de ellos sería inducir en los estudiantes un cierto relativismo o incredulidad con respecto a cualquier estructura de conocimiento, que anule el sentido la propia educación científica. Si todos los modelos o teorías sirven entonces ¿será necesario estudiar los modelos científicos? Desde el punto de vista de Pozo y Gómez (2013), en el aprendizaje de la ciencia se debe favorecer la hipótesis de la integración jerárquica en la cual se requiere construir modelos más complejos a partir de otras más simples y, posiblemente, establecer aplicaciones diferenciales para cada uno de los dominios de aplicación de esos modelos, de esta forma, para evadir este relativismo es necesario enseñar a los estudiantes a explicar o reformular unas teorías en otras, de este modo entenderán cómo los modelos más complejos pueden integrar a los más simples, pero no a la inversa. El eclecticismo teórico –posición que procura conciliar esas teorías- es un riesgo serio cuando la diferenciación entre las diferentes teorías se basa en su contexto situacional, esto es en una identificación o transformación de vía baja de los escenarios en que cada una debe aplicarse. Al contrario

esa diferenciación podría llevar a una integración jerárquica de los variados modelos si se establece en el contexto metacognitivo, que implica una comprensión de vía alta de las semejanzas y diferencias conceptuales entre los distintos modelos, que permita expresar unos en otros y distinguir aquellos que poseen: 1) una mayor capacidad de generalización, esto es que puede aplicarse y predecir hechos y fenómenos en dominios no vistos por otra teoría, 2) una estructura conceptual más compleja, que otorga mayor potencial explicativo, y 3) mayor poder explicativo, pues, al fundarse en un género discursivo más formalizado, permite redescubrir en términos de un modelo hechos predichos pero no explicados por otra teoría.

Otra dificultad que ocasiona este enfoque es la probable generalidad o transferencia relativa de los modelos asimilados a nuevos dominios o conceptos. Esta probable generalización de estructuras conceptuales a nuevos dominios es restrictiva y exigua si no va acompañada de conocimiento conceptual en dicho dominio. La enseñanza a través de modelos posiblemente precisará que aquellos modelos o estructuras conceptuales más generales se obtengan en los dominios específicos, con un contenido conceptual específico, de manera que después puedan ser transferidas o generalizadas a nuevos dominios. El asunto de que el currículo se organice siguiendo ciertas estructuras conceptuales subyacentes en los actores no debe forzar que éstas formen el contenido básico del currículo, sino que debe presentarse desde los contenidos específicos que se utilicen para contrastar diferentes modelos y estructuras conceptuales al examinar las relaciones entre esas estructuras conceptuales y los contenidos conceptuales específicos, en este caso, de la química.

Existe otra dificultad que presenta la enseñanza de la ciencia como explicación y contrastación de modelos, y es que nuevamente parece delimitar la instrucción científica al espacio del conocimiento conceptual, postergando a un segundo nivel los contenidos procedimentales y actitudinales. No obstante, el empleo y contrastación de variados modelos conceptuales involucra no sólo un manejo conceptual muy bueno de los mismos sino de igual manera de actitudes (relativismo, rigor, motivación, actitud crítica, respeto, etc.) y procedimientos específicos (de argumentación, contrastación empírica, organización, redescubrimiento, etc.), de hecho, este enfoque educativo va más focalizado en la construcción de modelos conceptuales. Por eso, desde este enfoque será puntual subrayar la importancia de los procedimientos necesarios para ejecutar esa construcción,

tanto los procedimientos específicos concernientes con hacer ciencia como aquellos de naturaleza más general, esenciales para aprender ciencia.

Con ese fin, como plantean Glynn y Duit (1995a), es necesario que en este enfoque se integren algunas contribuciones especificadas desde otras posiciones previas, que son afines con él. Efectivamente una buena forma de concluir este capítulo podría ser realizar una final integración jerárquica, la de los múltiples roles y métodos que debe desarrollar un docente para apoyar a los estudiantes a aprender ciencia, mediante el contraste entre los requerimientos de estos variados enfoques de educación científica que a lo largo del discurso se ha ido exponiendo.

### **3.7. La integración de estos diferentes enfoques o los múltiples roles del docente**

Todo lo expuesto en este capítulo tiene como propósito ayudar a una comprensión recíproca o integración de los diferentes enfoques. En efecto, si examinamos la tabla 5, que resume las características principales de dichos enfoques, se observa que a la par de una aceptación creciente de los supuestos y metas constructivistas, también se hay una orientación más indecisa en su avance, un continuo vaivén de propuestas de enseñanza expositiva y propuestas de enseñanza por investigación o descubrimiento.

Las suposiciones y metas del currículo han mudado desde la compatibilidad y un cierto realismo más o menos interpretativo, (donde aprender es adquirir un conocimiento correcto, ya sea por exposición o por descubrimiento), hacia perspectivas más próximas al constructivismo. Además, ha cambiado la manera de concebir los vínculos entre el conocimiento cotidiano y el científico, desde la compatibilidad inicial hacia la incompatibilidad, y últimamente hacia modelos más complejos, establecidos en la independencia contextual o la integración jerárquica entre uno y otro de las formas de conocimiento. En contraste, si examinamos en la Tabla 5, las actividades de enseñanza y aprendizaje, y también la labor de docentes y estudiantes, muestran un cambio no tan claro. Al contrario, se observa una fluctuación entre los enfoques expositivos, supuestamente orientados más en la tarea del docente (enseñanza tradicional, expositiva), y los enfoques orientados en la tarea de investigación y descubrimiento por el lado de los estudiantes (enseñanza por descubrimiento y por investigación dirigida). Lo seguro es que ambas formas de comprender la enseñanza no han de ser incompatibles. Realmente, lo anhelado sería integrar ambas aproximaciones didácticas en enfoques que se orienten tanto en el docente como en los estudiantes, de la misma manera que vienen a proponer

tanto la enseñanza a través de conflicto cognitivo como el enfoque de explicación y contrastación de modelos.

**Tabla 5**

Rasgos principales de cada uno de los enfoques de enseñanza de la ciencia analizados (tomado de Pozo y Gómez, 2013)

	Supuestos	Criterios de secuenciación	Actividades de enseñanza	Rol del profesor	Rol del estudiante
<b>Tradicional</b>	Compatibilidad Realismo interpretativo	La lógica de la disciplina como un conjunto de hechos	Transmisión verbal	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los reproduce
<b>Descubrimiento</b>	Compatibilidad Realismo interpretativo	La metodología científica como lógica de la disciplina	Investigación y descubrimiento	Dirige la investigación	Investiga y busca sus propias respuestas
<b>Expositiva</b>	Compatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como sistema conceptual	Enseñanza por exposición	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los asimila
<b>Conflicto cognitivo</b>	Incompatibilidad Constructivismo	Los conocimientos previos y la lógica de la disciplina	Activación y cambio de conocimientos previos	Plantea los conflictos y guía su solución	Activa sus conocimientos y construye otros nuevos
<b>Investigación</b>	Incompatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como solución de problemas	Enseñanza mediante resolución guiada de problemas	Plantea los problemas y dirige su solución	Construye su conocimiento mediante la investigación
<b>Modelos</b>	Independencia o integración jerárquica Constructivismo	Los contenidos disciplinares como medio para acceder a las estructuras conceptuales y modelos	Enseñanza mediante explicación y contrastación de modelos	Proporciona conocimientos, explica y guía la contrastación de modelos	Diferencia e integra los distintos tipos de conocimientos y modelos

No obstante, estas posturas integradoras demandan de los docentes asuman funciones bien distintas (suministrador de información, guía, entrenador, director de investigaciones, tutor, además de profesor educador en valores y otros roles aún por hallar). Por si esto fuera poco, muchos de estas labores hay que realizarlos a la vez, por lo que resultan difíciles de sistematizar en esta nueva forma de poliempleo simultáneo que agobia a la carrera docente. Sin embargo, este detalle es un signo de los tiempos de la tarea docente que, al ampliar el propio concepto de contenido, acrecentando sus diferentes características definitorias (actitudes, procedimientos y conceptos), y desuniformizar asimismo los contextos y metas educativos, se vuelve cada día más

compleja y diversa. En la actualidad los docentes deben ejercer, como los actores en los espectáculos que caracterizan diversos personajes, diferentes roles en el escenario educativo, en función de la clase de contenido que se está considerando y las metas que se establezcan para ese contenido y la clase de estudiantes que se tiene. Algunos de esos roles vienen reunidos en la tabla anterior. En tanto que los enfoques educativos más tradicionales requerían también un rol más uniforme, o invariable, como el de distribuidor o suministrador de conocimientos en la enseñanza tradicional, o el de director de investigaciones en la enseñanza por descubrimiento, los enfoques más modernos, teniendo en cuenta a dicha complejidad, precisan de los docentes con una dote casi transformista, de continuo cambio de actividades didácticas y por lo tanto de labores docentes (investigación o actividades académicas). Recalcando, para que esa multiplicación no se convierta en un enredo, se precisa de una integración jerárquica, que, mediante de la reflexión y la contrastación de modelos didácticos, habilite a los docentes asumir aquellos roles más coherentes con su propia concepción de la educación. Si bien estamos de acuerdo que algunas de esos modos de concebir la enseñanza de la ciencia están muy próximos de dar solución a esas nuevas necesidades educativas que diariamente se presentan en las aulas, definitivamente en un currículo de veras constructivista debe ser que cada docente, o mejor todavía cada equipo de docentes, que determine sus propias metas, que disponga sus criterios para elegir y organizar los contenidos en el currículo y que elija las actividades de enseñanza y de evaluación con las que se llevará a efectuar. La probabilidad de éxito será mayor cuando las determinaciones adoptadas sobre cada uno de estos aspectos se sustenten recíprocamente y a su vez sean congruentes con las conjeturas de ese docente o grupo de docentes sobre el carácter del conocimiento científico y su aprendizaje, de cuya explicitación, reestructuración e integración jerárquica se espera que al menos haya contribuido este estudio, porque, al final aprender a enseñar ciencia demanda de los docentes un cambio conceptual, procedimental y actitudinal no menos complejo que el que obliga a los estudiantes el aprendizaje de la ciencia.

### **3.8. Otros enfoques de modelos para la enseñanza**

Debido a la gran cantidad de modelos que existen, la taxonomía de modelos didácticos para la enseñanza de la ciencia, presentada, no es la única. Sin embargo, se pueden realizar aproximaciones de diversas formas. A continuación, se presenta la taxonomía de modelos bajo el criterio de cómo hacer unidades didácticas innovadoras,

nominados: modelo transmisor, modelo tecnológico, modelo artesano humanista, modelo del descubrimiento, y modelo constructivista (Chrobak, 2006). Por su parte, F.F. García Pérez (1997) citado por Chrobak) diseña una clasificación basada en el análisis de cinco dimensiones: para qué enseñar, qué enseñar, ideas e intereses de los estudiantes, cómo enseñar y cómo evaluar, constituyendo así, cuatro modelos, designados por: tradicional, tecnológico, espontaneísta y alternativo.

### 3.8.1. Modelo didáctico transmisor

Es el modelo más adaptado en las instituciones educativas, con una clara impugnación desde planteamientos teóricos que se oponen a su desarrollo y aplicación en el escenario educativo actual. En este modelo el docente es el principal protagonista, y como tal, debe tener capacidad para explicar cualquier asunto de la materia de su dominio. Es el responsable de aplicar consciente o inconscientemente lo que plantean los expertos, siendo el centro de todo lo que acontece. El docente no es competente para tomar decisiones sobre la práctica educativa o sobre política educacional. Cree saber todo y suele estar cerrado a nuevos enfoques de la enseñanza diferentes a las suyas.

La enseñanza está dirigida hacia una preparación profesional y no como desarrollo integral, por lo que tiene una función selectiva. En este modelo los estudiantes no saben nada, son mentes vacías y receptoras. Su trabajo es individual y son los únicos responsables del fracaso escolar – junto con el sistema educativo- ya que únicamente son ellos a quienes se evalúa.

Scunk (1991) citado por Pozo y Gómez Crespo (2013) plantea una secuencia de actividades bajo el enfoque tradicional, ver la tabla adjunta.

**Tabla 6**

Planteamiento de una secuencia de actividades bajo el enfoque tradicional

Secuencia de actividades desde el enfoque tradicional (adaptación de Schunk, 1991)	
Fase	Actividad educativa
Atención	Anunciar a los estudiantes que comenzará la clase.
Expectativas	Informar a los estudiantes de los objetivos de la lección y del rendimiento
Recuperación	Solicitar a los estudiantes que recuerden los conceptos o reglas de la clase anterior.
Percepción selectiva	Presentar ejemplos del nuevo concepto o regla

Codificación semántica	Ofrecer a los estudiantes claves para recordar la información
Recuperación y respuesta	Solicitar a los estudiantes que apliquen el concepto o la regla a los nuevos ejemplos.
Refuerzo	Confirmar la exactitud de las respuestas de los estudiantes.
Clave para la recuperación	Practicar exámenes breves sobre el material nuevo.
Generalización	Ofrecer pasos especiales.

---

En este modelo, la ciencia se concibe como un conjunto de conocimientos acumulados acabados, objetivos, absolutos y verdaderos, desconociendo por completo su desarrollo histórico y epistemológico, elementos necesarios para la orientación de su enseñanza y la comprensión de la misma.

### **3.8.2. Modelo didáctico tecnológico**

Este modelo surge como un intento de superación del modelo didáctico tradicional, aquí la búsqueda de una formación más moderna para de los estudiantes – entendida en cualquier asunto, como formación cultural, no como desarrollo personal– comprende la incorporación a los contenidos escolares de contribuciones más recientes de ideologías científicas, o incluso de algunos conocimientos no estrictamente disciplinares, más relacionados a problemas sociales y ambientales de actualidad. Asimismo, se introducen –más que integrarse– en la manera de enseñar determinadas estrategias metodológicas procedentes de las disciplinas. Se tiende a depositar, a este respecto, una excesiva confianza en que la utilización de esos métodos va a producir en el estudiante el aprendizaje de aquellas conclusiones ya previamente producidas por los científicos. Para tal efecto se recurre a la combinación de exposición de ejercicios prácticos específicos, lo que suele estructurarse en una secuencia de actividades muy minuciosa y dirigida por el docente, que responde a procesos de elaboración del conocimiento previamente determinados, y que puede inclusive partir de las concepciones propias de los estudiantes con el propósito de sustituirlas por otras más acordes con el conocimiento científico que se busca. No obstante, junto con este directivismo encontramos, a veces, otra perspectiva en la que el método se centra en la actividad del estudiante, con tareas muy abiertas y poco programadas que el docente plasma como una cierta reproducción del proceso de investigación científica protagonizado directamente por el estudiante. En la evaluación también se procura medir

las adquisiciones disciplinares de los estudiantes, aunque también hay un interés por comprobar la adquisición de otros aprendizajes más relacionados con los procesos metodológicos empleados.

### **3.8.3. Modelo didáctico espontaneísta**

Se considera como una alternativa espontaneísta al modelo tradicional (Porlán y Martín Toscano, 1991). En este modelo se busca como finalidad educar a los estudiantes imbuyéndolo de la realidad que le rodea, desde el convencimiento de que el contenido verdaderamente importante para ser aprendido por el estudiante ha de ser expresión de sus intereses y experiencias que se dan en el entorno cotidiano. Esa realidad ha de ser descubierta por el estudiante mediante el contacto directo, realizando actividades de carácter muy abierto, poco programadas y muy flexibles, en las que el protagonismo lo tenga el propio estudiante, a quien el docente no le debe decir nada que él no pueda descubrir por sí mismo. Por consiguiente, se considera más importante que el estudiante aprenda a observar, a buscar información, a descubrir. Que el aprendizaje de los contenidos supuestamente presentes en la realidad, a ello se acompaña del acogimiento de determinadas actitudes, como curiosidad por el entorno, cooperación en el trabajo común, entre otros. En armonía con lo anterior, lo que se evalúa no es tanto ese contenido de fondo cuanto los contenidos relativos a procedimientos -destrezas de observación, recogida de datos, técnicas de trabajo de campo, etc.- y actitudes -de curiosidad, sentido crítico, colaboración en equipo-, adquiridos en el propio proceso de trabajo, no optante, a veces el desarrollo de la evaluación no resulta del todo coherente, dándose modalidades en que se combina un proceso de enseñanza absolutamente abierto y espontáneo con un momento de evaluación tradicional que pretende medir niveles de aprendizaje como si de una propuesta tradicional se tratara. En este modelo no se consideran las ideas de los estudiantes sobre las temáticas objetos de aprendizaje, sino que, más bien, se atiende a sus intereses, se contempla, así, en el desarrollo de la enseñanza, una motivación de carácter fundamentalmente extrínseco, no vinculada propiamente al proceso interno de construcción del conocimiento (García Pérez, 2000).

### **3.8.4. Modelo didáctico alternativo**

Este modelo didáctico de carácter alternativo se propone como finalidad educativa el enriquecimiento del conocimiento de los estudiantes en una dirección que lleve hacia una visión más compleja y crítica de la realidad, que valga de fundamento para una

participación responsable en la misma. Se adopta en él una visión relativa, progresiva e integradora del conocimiento, de forma que en la determinación del conocimiento escolar constituye un referente importante el conocimiento disciplinar, pero también son referentes importantes el conocimiento cotidiano, la problemática social y ambiental y el conocimiento metadisciplinar. El modelo de conocimiento escolar integrado puede ir asumiendo significados de su terminología cada vez más abstractos, que irían adoptando progresivamente los estudiantes, desde el paquete de significados cotidianos de una teoría implícita hasta el sistema de significados complejos de la teoría científica que se fija como meta esperada para ser logrado por medio de los procesos de enseñanza. Los condicionantes de aprendizaje de los estudiantes señalados anteriormente no sólo son referentes para la estructuración de los contenidos sino también para el diseño de las actividades curriculares (García Pérez, 2000).

En este enfoque, el método didáctico se entiende como el desarrollo planificado de una investigación escolar llevado a cabo por el estudiante y con la orientación del docente, siendo según esta perspectiva, la forma más conveniente para elaborar el conocimiento escolar. En efecto, a partir de la formulación de problemas reales y auténticos para el nivel escolar, se planifica una serie de actividades para hallar su solución, y paralelamente alcanzar la meta de la construcción del nuevo conocimiento vinculado con tales problemas. Se sigue un procedimiento recursivo en la elaboración del conocimiento, en el sentido, de poder replicarse el procedimiento a la temática tratada con diversos grados de complejidad, facilitando de hecho, en cada réplica, la inclusión de nuevos aspectos o detalles al tema de discusión. En este enfoque, la evaluación se considera como si fuera un dictamen de un proyecto de investigación, en donde se evalúa el nivel de desarrollo conceptual de los estudiantes, la gestión tutorial del docente y, el grado de eficacia del tratamiento didáctico (García Pérez, 2000).

**Tabla 7**

Rasgos básicos de los modelos didácticos según las dimensiones analizadas. Elaborado por F.F. García Pérez (2000).

<b>Dimensiones analizadas (transmisión)</b>	<b>Modelo didáctico tradicional</b>	<b>Modelo didáctico tecnológico</b>	<b>Modelo didáctico espontaneísta</b>	<b>Modelo didáctico alternativo (constructivista)</b>
Para qué enseñar	Proporcionar las informaciones fundamentales de la cultura vigente.	Proporcionar una formación moderna y eficaz.	Educar al estudiante imbuyéndolo de la realidad inmediata.	Enriquecimiento progresivo del conocimiento del estudiante hacia modelos más

	Obsesión por los contenidos	Obsesión por los objetivos. Se sigue una programación detallada	Importancia del factor ideológico	complejos de entender el mundo y de actuar con él.  Importancia de la opción educativa que se tome.
Qué enseñar	Síntesis del saber disciplinar.  Predominio de las informaciones de carácter conceptual.	Saberes disciplinares actualizados, con incorporación de algunos conocimientos disciplinares.  Contenidos preparados por expertos para ser utilizados por los docentes.  Importancia de lo conceptual, pero otorgando también cierta relevancia a las destrezas.	Contenidos presentes en la realidad inmediata.  Importancia de las destrezas y las actitudes.	Conocimiento escolar, que integra diversos referentes (disciplinares, cotidianos, problemática social y ambiental, conocimiento metadisciplinar)  La aproximación al conocimiento escolar deseable se realiza a través de una hipótesis general de progresión en la construcción del conocimiento.
Ideas e intereses de los estudiantes	No se tienen en cuenta ni los intereses ni las ideas de los estudiantes.	No se tienen en cuenta los intereses de los estudiantes.  A veces se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes, considerándolas como errores que hay que sustituir por los conocimientos adecuados.	Se tienen en cuenta los intereses inmediatos de los estudiantes.  No se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes.	Se tienen en cuenta los intereses y las ideas de los estudiantes, tanto en relación con el conocimiento propuesto como en relación con la construcción de ese conocimiento.
Cómo enseñar	Metodología basada en la transmisión del docente.  Actividades centradas en la exposición del docente, con apoyo	Metodología relacionada a los métodos de las disciplinas.  Actividades que combinan la exposición y las prácticas	Metodología basada en el descubrimiento espontáneo por parte del estudiante.  Realización por parte del estudiante	Metodología basada en la idea de investigación (escolar) del estudiante.  Trabajo en torno a problemas, con secuencia de actividades relativas al

	<p>en el libro de texto y ejercicios de repaso.</p> <p>El rol del docente consiste en explicar los temas y mantener el orden en la clase.</p>	<p>frecuentemente en forma de secuencia de descubrimiento dirigido (y en ocasiones de descubrimiento espontáneo).</p> <p>El rol del estudiante consiste en la realización sistemática de las actividades programadas.</p> <p>El rol del docente consiste en la exposición y en la dirección de las actividades de clase, además del mantenimiento del orden en la clase.</p>	<p>de múltiples actividades (frecuentemente en grupos) de carácter abierto y flexible.</p> <p>Rol central y protagonista del estudiante (que realiza gran diversidad de actividades).</p> <p>El rol del docente es no directivo, coordina la dinámica general de la clase como líder social y afectivo.</p>	<p>tratamiento de esos problemas.</p> <p>Rol activo del estudiante como constructor (y reconstructor) de su conocimiento.</p> <p>Rol activo del docente como coordinador de los procesos y como investigador en el aula.</p>
Evaluación	<p>Centrada en recordar los contenidos transmitidos.</p> <p>Atiende, sobre todo al producto.</p> <p>Realizada mediante exámenes.</p>	<p>Centrada en la medición detallada de los aprendizajes.</p> <p>Atiende al producto, pero se intenta medir algunos procesos (p.e. test inicial y final).</p> <p>Realizada mediante test y ejercicios específicos.</p>	<p>Centrada en las destrezas y, en parte, en las actitudes. Atiende al proceso, aunque no de forma sistemática.</p> <p>Realizada mediante la observación directa y el análisis de trabajos de estudiantes (sobre todo de grupos).</p>	<p>Centrada, a la vez, en el seguimiento de la evolución del conocimiento de los estudiantes, de la actuación del docente y del desarrollo del proyecto. Atiende de manera sistemática a los procesos.</p> <p>Reformulación a partir de las conclusiones que se van obteniendo.</p> <p>Realizada mediante diversidad de instrumentos de seguimiento (producciones de los estudiantes, diario del docente, observaciones diversas).</p>

## CAPÍTULO IV

### ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE PARA UNA ENSEÑANZA EFECTIVA DE LA QUÍMICA COTIDIANA

#### 4.1. Aspectos previos de la enseñanza

La enseñanza en el nivel secundario hay una serie de conceptos básicos de química que son centrales en el currículo escolar y, al mismo tiempo, son indispensables para la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente. La iniciación a la química en la educación secundaria no siempre resulta muy exitosa y en las últimas décadas, varios estudiosos han analizado las dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos (Solsona, Izquierdo, y de Jong, 2003). La esfera de aplicación del presente estudio parte del presupuesto de considerar el aprendizaje como una elaboración personal que se da a través de una interacción dinámica con los demás elementos didácticos del suceso educativo (Izquierdo, y Sanmartí, 2003).

La ciencia escolar que se imparte en el colegio es el producto de la transposición didáctica que efectúan los docentes, esto es, la modificación del saber científico al saber enseñado, apropiado al nivel de conocimientos almacenados en la memoria de los estudiantes. Solsana (2003) manifiesta “mi experiencia parte de la idea de no considerar el conocimiento científico como el más válido desde el punto del aprendizaje y tener en cuenta otras formas de conocimiento como el conocimiento cotidiano”. Así pues, uno de los objetivos de la investigación es tratar de explicar los conocimientos científicos relacionados a salud y nutrición, que adquieran significado para los educandos, sobre todo en la vida diaria.

El papel del docente no debería ajustarse a seguir rigurosamente la organización curricular macro preestablecida por el sector educativo correspondiente, ni de cuidar las formas e instancias de control técnico del proceso total enseñanza-aprendizaje, sino que a través de la investigación y reflexión pedagógica pueda vincular la investigación con la acción y adquirir un cierto nivel de autonomía en la tarea educativa, revalorando el verdadero papel del docente: de repensar la enseñanza de la química, diseñar y

experimentar nuevas estrategias de aprendizaje, innovar materiales didáctico y sobre todo educar y elevar el nivel vital y personal de los estudiantes.

A la par de ahondarse las dificultades de aprendizaje de la química en los últimos años, las facultades de química están quedándose desiertas y a punto de desaparecer. Efectivamente, la química ha pasado a engrosar la lista de otras disciplinas científicas, como la Física o la Matemática, que están enfrentando a un proceso paulatino de descenso de estudiantes interesados en su aprendizaje. Durante algún tiempo, este proceso no mereció la atención de los responsables académicos, que llegaron a considerarlo, en algunos casos, como una oportunidad para reducir de forma natural la masificación que soportaban estas titulaciones en la década de los ochenta y principios del noventa.

En el Perú, ocurría algo similar, en la década del 80 en las universidades peruanas bajo la nueva estructura académico administrativa de la universidad conformada por los Programas Académicos y los Departamentos Académicos, hubo un auge por el estudio de las ciencias básicas. Para graficar este hecho, a partir del ingreso del año 1969, en el Programa Académico de Matemática de la UNMSM, se establecieron dos secciones por año de estudios. En este escenario, la mayoría de los docentes de este departamento académico, conformado por destacados académicos en sus áreas, se desubicaron pedagógica e históricamente. Como docentes, en cada clase, antes de 1969, siempre tuvieron de 5 a 10 estudiantes. Ahora, en este nuevo contexto de masificación de estudiantes, se impresionaron y se desconcertaron, al no poder estar a la altura del tremendo desafío pedagógico, especialmente en términos de desplegar una metodología de enseñanza apropiada, capaz de motivar y convocar a un estudiantado predispuesto al estudio de la matemática. La autoridad académica se basaba en una enseñanza enciclopedista, en llenar la pizarra de demostraciones de propiedades y teoremas, sin interesarle el aprendizaje del estudiante. Surge el concepto errado de prestigio académico, que el que desaprueba más estudiantes es un mejor docente. Esta práctica justifica, porque el año 1975 en el quinto año de matemática había una docena de estudiantes de un total de 400 ingresantes. Históricamente se desubicaron, por no cumplir el rol de “articulación” entre la formación del perfil ansiado del nuevo profesional que responda a las exigencias laborales actuales y de la preparación académica que permita la producción de nuevos conocimientos. En las décadas del 80 y del 90, las universidades peruanas estaban completamente divorciadas de las políticas y proyectos de desarrollo del país, marchaban de espaldas a la cultura de la alfabetización científica de los ciudadanos. Su interés se

centraba en desapropiar el mayor número de estudiantes y trabar las graduaciones, argumentaban que una tesis debería ser un aporte original del investigador. Se priorizó el estudio de la matemática por la matemática misma, sin chance a ninguna intencionalidad práctica, desligada completamente del mundo externo. Siendo eso último un componente también importante para generar efectividad instrumental de la matemática en la construcción de modelos que simplifiquen el estudio de la realidad. Dar clases a grupos numerosos de estudiantes, en los grandes anfiteatros, resultó un intento fallido.

Sólo muy recientemente han sonado las alarmas al constatar cómo este proceso se ha acelerado en los últimos años, dando como resultado un número elevado de plazas vacantes en las especialidades de la ciencia como consecuencia de una demanda de vacantes muy por debajo de la oferta que efectúan las universidades.

La caída demográfica, la proliferación de universidades y el aumento de titulaciones, entre otros factores, van agravar la situación que ya padecen las Facultades de Química, hasta el punto que algunas de estas puedan cerrar por la ausencia del colectivo que un día determinó su creación: los estudiantes.

¿Qué hacer ante este hecho? Hay un convencimiento mayoritario dentro de la comunidad educativa, de que ni será fácil ni pronto, restituir esta tendencia de desinterés por estudiar las carreras de química, biología y física. Hay coincidencia en la forma de conseguir estudiantes desde las asignaturas escolares de Ciencia Tecnología y Ambiente (CTA) cuando los estudiantes logren un dominio de la ciencia escolar y se despierta en ellos el interés por su estudio, igualmente, habría que realizar ferias científicas y otros eventos académicos para despertar el interés por la ciencia.

#### **4.2. Proyectos integrales de educación química**

En concordancia con el presupuesto de aplicar el conocimiento de la química escolar para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, podemos compartir las siguientes experiencias:

Abraham, Azar y Segovia (2002) tuvieron la posibilidad de planificar y dirigir ferias de ciencia con el lema “Participar, no competir”. Para conseguir un alto impacto en las comunidades cercanas, los autores recomiendan que en estos eventos científicos se debe convocar y asegurar la participación de todos actores educativos (estudiantes, docentes, padres de familia y personal administrativo) y de aquellos que agencian su desarrollo como: profesionales vinculados a la ciencia, vecinos y autoridades de la

comunidad, tenderos, empresarios entre otros. En este contexto, la meta del docente de CTA es estimular y encauzar el interés de los escolares investigadores, desarrollando sus capacidades de conocer, de hacer, de comunicar y de servir.

En cuanto a proyectos de ecología y medio ambiente, en 1988 se inicia el “Proyecto Cuidemos Nuestro Mundo (CNM)”, con el lema “De la educación recibida, el hombre podrá ser causa de su destrucción o de su esperanza”. La última edición, XXV Jornadas Cuidemos al Mundo, agosto 2017, se llevó con el lema “Consideraciones de distintas alternativas para la educación científica y tecnológica vinculados al desarrollo sostenible”. Los proyectos CNM tienen como finalidad mejorar la calidad de vida de las comunidades y piden que los docentes de ciencia se transformen en líderes del mejoramiento salud- medioambiental. Definitivamente, la enseñanza de la química está relacionada con la biología, la física y la ecología y la transmisión de sus contenidos, con un lenguaje accesible, juegan un papel muy importante al brindar a los educandos un enfoque integral de cómo la forma de uso, adecuado o inadecuado de los productos químicos condiciona la vida del hombre (Abraham, 1988).

En una investigación realizada por Kelter y Castro (2001), hallaron entre otros, tres factores que afectan directamente a la enseñanza de la química en los países de Estados Unidos, México y Argentina: 1) trabajar con grupos numerosos de estudiantes, pues, sería muy pesado interactuar con todos ellos para conocer sus concepciones, motivaciones e intereses y sus estados emocionales, todos aspectos muy importantes para una evaluación apropiada. Independiente del sistema educativo, si al cabo de seis semanas de clase el docente no conoce a todos tus estudiantes, es un indicador de que fracasará en la tarea educativa, 2) el predominio de la investigación sobre la docencia. La reputación de una institución educativa se evalúa por la calidad de la formación de sus egresados. Pero, cómo es difícil medir el nivel de competencias de egreso de los estudiantes, se recurre, de manera equivocada, valorar la excelencia por el número de artículos y patentes que producen sus docentes investigadores y que se visualizan en revistas indexadas de alto impacto. Esto implica, por qué algunos docentes prefieren escribir artículos antes que “perder” tiempo enseñando en aulas numerosas, y 3) El valor del conocimiento práctico de la química, en este caso, el desarrollo de experimentos contextualizados donde los estudiantes observen el nexo entre la teoría y los hechos de la vida cotidiana.

Otro objetivo fundamental de los proyectos Ciencia-Tecnología- Sociedad (CTS) es que los estudiantes aprendan a tomar decisiones. Es importante que el estudiante sepa emplear la información suministrada sobre los contenidos de la materia escolar, coligada a sistemas instructivos de actividades, dadas en formato impreso o digital, y que los estudiantes tienen que ejecutar las actividades dispuestas. Hay que tener en cuenta “si la información no sabe utilizarse para tomar decisiones, sirve de muy poco. Informar no quiere decir educar” (Clavell, 2003)

### **4.3. Medios de enseñanza**

#### **4.3.1. El crucigrama**

Es un entretenimiento que reside en descubrir palabras a base de sus referencias o de cualquier otra ayuda como: definiciones cortas, dichos comunes, refranes, juegos de palabras entre otros. Todas las palabras se escriben al interior de un cuadrilátero constituido por casilleros blancos y negros. Las palabras se localizan en los casilleros blancos y se entrelazan horizontal y verticalmente, de modo que muchas de ellas se pueden inferir cuando una o más palabras entrelazadas ya han sido escritas, agilizando el llenado del crucigrama. Las referencias del crucigrama se expresan en dos bloques, uno para las palabras horizontales y otro para las palabras verticales.

En diciembre de 1913, en el periódico norteamericano New York World se publicó el primer crucigrama moderno, creado por Arthur Wyne, un periodista inglés radicado en Estados Unidos de Norteamérica. Hoy los crucigramas son utilizados como medios didácticos para el aprendizaje de la ciencia escolar.

Casalderrey (2003) plantea que el uso de los crucigramas deben trabajarse bajo los siguientes objetivos: 1) obtener datos reales al llenarlas, 2) acercar el mundo de la química a los estudiantes, a través de una vía poco convencional; 3) intentar que los estudiantes en el aprendizaje de la química, trabajen en equipo, se acostumbren a manejar datos y a organizarlos, sepan vaciar los resultados en tablas y representarlos en gráficas; y 4) aumentar la motivación y el interés de los estudiantes hacia la química.

Casalderrey (2003) a los autores de crucigramas les propone que sean más creativos a la hora de incluir definiciones de química. Para el tema “elementos de la tabla periódica”, para conocer las propiedades de algunos elementos, las referencias del crucigrama se basarían en propiedades o características distintivas del elemento. A manera de ejemplo:

- Símbolo del elemento más abundante en la corteza terrestre (Silicio, Si).
- Símbolo del elemento, cuyo nombre significa resplandor de la Luna (Selenio, Se).
- Símbolo del elemento químico más electronegativo (Flúor, F).
- Símbolo del elemento descubierto por Marie Curie (Polonio, Po)
- Símbolo del elemento con número atómico 6 (Carbono, C).

#### 4.3.2. Los museos y centros de divulgación científica

Bajo la denominación de este subtítulo se integran museos y centros interactivos de ciencia, además de museos del mundo natural como planetarios, acuarios, jardines botánicos y zoológicos. Todos ellos son medios importantes para la difusión de la química y complementos necesarios a la educación formal, pues los dispositivos construidos: modelos, instrumentos, montajes interactivos, maquetas, etc. permiten mostrar fenómenos, explicar conceptos, generar debates o, en general provocar conocimientos y sentimientos.

##### 4.3.2.1. El Parque de la imaginación de Lima

Es el primer museo interactivo de ciencia y tecnología del Perú, es una organización que promueve la divulgación y popularización de las ciencias. Es posible *descubrir* a través de la curiosidad, la fantasía y las expectativas del visitante cuando realiza divertidas actividades como puede ser: disfrutar de una ciudad a escala, viajar en el tiempo, conocer la evolución de la vida, entre otras actividades, despertando de esta manera el interés por la ciencia y su estudio. Con una colección de equipamiento didáctico especialmente diseñado, se muestran fenómenos relacionados con la mecánica, energía, espacio y ciencia en general. Se da importancia a la experimentación y experiencia de cada participante. Los asistentes ven, exploran, tocan mueven, cambian, observan lo que sucede y vuelven a experimentar. La mayor fuerza de la interactividad consiste en la relación de la persona con el material que le proporciona un entorno grato de aprendizaje lúdico (Sabogal, 2012).

Y por tratarse de un lugar donde se exponen vivencias poco tradicionales y frecuentes en otros lugares, es un feliz motivo para descubrir nuevas experiencias y refrescar los conocimientos. Así como sentirse parte de los nuevos paradigmas de aprendizaje mediante el descubrimiento, y vivir experiencias que solo se viven en grandes capitales del mundo.

**Objetivo general:** promover la popularización y alfabetización científica y tecnológica para todos, haciendo hincapié en la educación no formal, satisfaciendo tanto

a los sujetos en particular como a las comunidades en general, desde el niño, adulto y a la tercera edad.

**Objetivos específicos:** 1) crear un espacio de participación social para la comunicación, popularización y aprendizaje no formal de las ciencias y la tecnología, 2) contribuir al crecimiento y desarrollo intelectual, emocional e interpersonal de la comunidad, despertando la avidez por la búsqueda del conocimiento, 3) fomentar el interés y la curiosidad del visitante por las ciencias en un ambiente de descubrimiento participativo, interactivo y lúdico, 4) complementar la enseñanza de las ciencias fuera del colegio, y 5) mostrar los descubrimientos y realizaciones desarrolladas en las distintas ramas de la ciencia y la técnica.

**Público objetivo.** La exposición está dirigida principalmente a niños, jóvenes y docentes, pero está abierto al público en general. Se trabaja con escuelas, Ong's, entidades públicas y privadas, gobiernos locales y universidades.

**Salas.** Comprende diversas áreas temáticas: Mundo Acuático, Aventura Matemática, Cuerpo Humano, Vida y Evolución, Energía, Percepción, Animatronia, Ciudad Feliz, Ciencias Divertidas, y Astronomía y Fenómenos, con más de 80 módulos distribuidos en 8 000  $m^2$  (Sabogal, 2012).

A continuación, le mencionaremos solo algunos de los módulos (Diario de la República de Perú): 1) en la sala de Mecánica, en la que están los módulos de fuerza, encontrarán el novedoso módulo denominado “Levanta tu cuerpo”, en el que al sentarse en una silla quedará suspendido en el aire, tan solo jalando una cuerda. “Lo mejor de los módulos es que los padres participan con sus niños y aprenden, por ejemplo, de mecánica porque en cada juego hay una explicación colocada en un panel que le indica el porqué de cada caso”; 2) uno de los módulos que llama mucho la atención es La cama de clavos, que está en la Sala de Ilusión. En ella, aun cuando surge la duda, las personas quedan suspendidas sobre afilados clavos sin sentir el más mínimo dolor. ¿Cómo sucede? Debido a que los clavos están colocados de manera equidistante sobre una mesa de bomba hidráulica, y al subir soportan toda la masa corporal de manera uniforme; 3) el Simulador de Terremoto, en el cual las personas soportarán un fuerte movimiento similar al de un terremoto de 4 a 8 grados; 4) en la Sala de Biodiversidad, se encuentra una maqueta del maravilloso bosque amazónico y otra de un bosque deforestado, con las cuales aprenden las consecuencias depredadoras, entre otras originales representaciones; y 5) todos los órganos del cuerpo humano, esqueletos reales de animales, la silla eléctrica, un piano

gigante y muchos módulos más son los que se hallan en las diferentes salas del creativo Parque de la Imaginación.

#### **4.3.2.2. El planetario y observatorio astronómico de Chorrillos, Lima**

El tradicional Planetario del Morro Solar de Chorrillos, que por décadas utilizó un sistema desarrollado por sus fundadores, diseñado y construido por el Ing. José Castro Mendívil, ha incorporado un sistema Digital de proyección de cielo de última generación, que es a la vez un sistema de video en formato fulldome a 360° tipo 3D, lo cual lo coloca como el más avanzado del país y entre los más sofisticados de América Latina. Entre sus capacidades se encuentra la proyección de todos los fenómenos astronómicos y naturales, sistemas de coordenadas, objetos del Sistema Solar, de cielo profundo, así como hacer acercamientos nunca antes vistos, viajes al espacio desde los inicios a la actualidad en la exploración espacial y presentar conceptos de la astronomía clásica y de las culturas antiguas.

Se proyectan distintos tipos de películas para satisfacer el público de todas las edades: los más pequeños conocerán la ciencia a través de divertidas animaciones que los sorprenderán, mientras que los adultos disfrutarán de un inolvidable espectáculo visual. La filosofía del Planetario y Observatorio Astronómico es brindar contenidos educativos de una forma entretenida (Ramírez, 2016)

#### **4.3.2.3. Las Semanas Nacionales de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica “Perú con ciencia”**

Eventos que se realizan cada año a partir de 2014, en el que científicos, tecnólogos, educadores, estudiantes universitarios, escolares, empresarios y gestores gubernamentales muestran su producción a la sociedad mediante exposiciones de trabajos y prototipos, talleres y ciclos de conferencias.

Estas semanas nacionales son organizadas por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) –organismo público adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros-, con el propósito de popularizar la ciencia, tecnología e innovación (CTI) en el país y generar así empatía y cercanía por parte de la población con estos temas.

Asimismo, busca dar a conocer el impacto de la CTI en el desarrollo económico del país, la mejora de la competitividad de las empresas y su contribución con la inclusión social y en la reducción de la pobreza.

Las áreas que participan son Ciencias Básicas (aprendizaje de Biología, Química, Física, Matemática y Geología), Ciencias Ambientales (manejo sostenible de los ecosistemas, agua, suelos, aire, manejo adecuado de residuos y desechos, temas relacionados a la biodiversidad y prevención de la contaminación), Tecnología e Ingeniería (aplicación de principios científicos de las diversas áreas del conocimiento en la producción de bienes y servicios, a partir de los recursos naturales) y Ciencias Sociales y Ciudadanía (PCM, 2014)

#### **4.4. Estrategias que facilitan el aprendizaje significativo**

##### **4.4.1. Mapas conceptuales**

En la educación los mapas conceptuales son usados para ayudar a los estudiantes a aprender cómo aprender haciendo evidentes las estructuras cognitivas y el conocimiento auto-construido. Novak y Gowin (1998) desarrolló la técnica de los mapas conceptuales con la intención de usarlos como un lenguaje para describir y comunicar conceptos. La creación de conocimiento requiere un nivel alto de aprendizaje significativo, y los mapas conceptuales facilitan este proceso, debido a que se alcanza más fácilmente un aprendizaje significativo cuando los nuevos conceptos se engloban bajo otros conceptos más amplios.

Según Moreira (2010) la elaboración de los mapas conceptuales se consideran estrategias que facilitan el aprendizaje significativo, debe ser en forma colaborativa pues posibilita las diferentes apreciaciones e interacciones que les permiten negociar las palabras de enlace para conectar los conceptos y por lo tanto construyen significativamente conceptos para el desarrollo cognitivo del aprendiz.

Según Novak y Gowin (1998), los mapas de los estudiantes reflejan estructuras de pensamiento que están en proceso de evolución y por eso, como señala Moreira: “lo importante no es si ese mapa está correcto o no, sino si da evidencias de que el estudiante está aprendiendo significativamente”. Alvarado (2008) realizó una investigación utilizando estrategias de enseñanza como el taller, el mapa conceptual y la resolución de problemas centradas en procesos de pensamiento sobre el rendimiento estudiantil en Estequiometría. Los resultados obtenidos concluyeron que el uso de cualquiera de las tres estrategias, permite ayudar a los estudiantes a construir su propio conocimiento y a

desarrollar habilidades y destrezas cognitivas, permitiéndoles así obtener un mejor desenvolvimiento en sus estudios.

Aguirre (2013), presentó en su trabajo una forma de utilización de la herramienta informática Cmaptools, desarrollada como software, para la realización de mapas conceptuales. Esta herramienta fue aplicada en el proceso de enseñanza/aprendizaje del concepto de enlace químico en estudiantes de magisterio de la especialidad de Educación Primaria, también consideran que tiene aplicación en la enseñanza de la química en general, puesto que mejoran sus habilidades prácticas en el uso y desarrollo de procesos mentales inductivos y deductivos, permite a los estudiantes desarrollar una serie de destrezas para estructurar la información recibida, organizar jerárquicamente los conceptos estudiados, corregir errores conceptuales o relaciones mal establecidas y, en definitiva para construir un aprendizaje más significativo.

#### **4.4.2. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's)**

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación, se han convertido en estrategias didácticas e innovadoras que estimulan el aprendizaje de los estudiantes. Hoy en día el acceso a internet es una herramienta indispensable que el docente debe disponer en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

Pontes (2005) enuncia que algunas de las actividades basadas en el uso de las TICs que pueden llevarse a cabo en las clases de ciencias como herramienta de apoyo a las explicaciones, o para la elaboración de trabajos de los estudiantes, como también en la búsqueda de información en Internet o enciclopedias virtuales y finalmente para desarrollar tareas de aprendizaje a través del uso de software didáctico específico de cada materia con simulaciones, experiencias virtuales, cuestionarios de autoevaluación, etc.

Las instituciones generan equidad al reducir la brecha digital permitiendo que los estudiantes utilicen estos recursos, desarrollen nuevas competencias sin importar su estrato social o su disponibilidad al acceso de la tecnología en el hogar, puesto que hoy en día se están dotando cada vez más de recursos y herramientas, que deben ser aprovechados al máximo. Estas tecnologías promueven en el estudiante desarrollar todo su potencial, ser autónomos, emprendedores, trabajadores creativos, solidarios, socialmente activos y sobretodo ser protagonistas de su propio aprendizaje.

Novoa (2011) Afirma que la aplicación de las estrategias diseñadas, basadas en el uso de las TICs como herramienta para la enseñanza de Estequiometría, representa una excelente actividad complementaria de la enseñanza tradicional en el aula al momento de la actividad pedagógica, pues luego se evidencia que el solo uso de estas estrategias no cubre todas las expectativas del proceso enseñanza-aprendizaje, pues para la resolución de problemas de tipo analítico es necesario el empleo de las clases magistrales.

Fernández (2013), implementó el uso de las TICs en la enseñanza de la estequiometría en el colegio Nacional en la provincia la Plata Argentina, es decir intercambió clases áulicas tradicionales con clases virtuales, empleando por ejemplo la pizarra digital, videos explicativos, una plataforma virtual, utilizando una red social como Facebook para el intercambio virtual. Manifiesta que la utilización de las redes sociales resulta un avance para la implementación de las TICs en la educación en ciencias ya que acrecienta la interacción entre el docente y los estudiantes como así también entre estos, teniendo el profesor un rol importante como moderador. La opinión favorable de los estudiantes en foro de Facebook acerca de esta modalidad de trabajo estimula la continuidad y extensión del proyecto.

Gómez (2006) reporta una experiencia de aula, tendiente a evaluar los efectos de la incorporación armónica de tres estrategias: la resolución de problemas, el trabajo en ambiente de laboratorio, y la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación al aula de química. Se ha observado un mejor desempeño de los estudiantes frente al curso sobre todo en la incorporación de las TICs porque propicia el desarrollo de competencias para la resolución de problemas al facilitar la representación del problema y de su solución, además la capacidad para el análisis y síntesis, lo cual se evidencia al comparar los desempeños mostrados en pruebas de aptitud aplicadas de manera simultánea a estudiantes que aplicaron la estrategia, y a los que no lo hicieron.

#### **4.4.3. Aprendizaje basado en problemas (ABP)**

Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan importantes. En el ABP un grupo pequeño de estudiantes se reúne, con el apoyo de un tutor, para analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. Durante el proceso de interacción de los estudiantes para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio

de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje (PUJ, 2013).

Aguilar (2008) en su investigación de tipo descriptiva y no experimental, determinó el efecto que tiene en los estudiantes la utilización de manera integrada del ABP con el aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica en la enseñanza – aprendizaje de la química. Los resultados indican una tendencia favorable, entre la integración del ABP con el aprendizaje colaborativo puesto que influye en los estudiantes de manera positiva, permitiéndoles una participación más activa en el proceso de aprendizaje, mayor contextualización de los contenidos, mejor desarrollo de habilidades y destrezas para la resolución de los problemas y mayor motivación por la asignatura.

#### **4.4.4. Analogías**

La analogía es una comparación entre dominios de conocimiento que mantienen una cierta relación de semejanza entre sí. Esta relación de semejanza entre cosas diferentes ofrece una vía útil para que la adquisición de nuevos conocimientos se vaya desarrollando sobre la base de aquellos que ya se han aprendido (Linares, 2013). En términos generales, una analogía puede definirse como la comparación entre dos dominios, uno más familiar (denominado “fuente” o “análogo”) y otro menos conocido (denominado “concepto”, “blanco” o “target”), que comparten información de tipo relacional (Gallarreta y Merino, 2013).

Oliva y col, (2001) sustentan que las analogías, los símiles y las metáforas han sido, y siguen siendo, comúnmente utilizados por los docentes como herramientas facilitadoras del aprendizaje. Al igual que las analogías, los símiles son comparaciones explícitas entre hechos o estructuras de dos dominios. En el símil se mencionan los dos sistemas que se comparan, pero no se especifican los detalles de los elementos de cada uno que se están relacionando. Por ejemplo: “El átomo es como una especie de sistema solar en miniatura”. Pero, ¿por qué? Esto no está detallado. En cambio, en la analogía se extrapolan y explicitan las semejanzas entre los sistemas comparados. En este caso, la analogía explicaría que: “El átomo es como una especie de sistema solar en miniatura, en el que el núcleo sería como el sol y los electrones como los planetas que giran alrededor”. Por su parte, las metáforas son comparaciones implícitas. Son un instrumento del lenguaje

en el que se sustituye un elemento del objeto por otro del análogo, utilizando para ello una relación de identidad en un sentido figurado, pero no se dan más detalles ni a referencias acerca de las relaciones exactas que conforman la analogía implícita a la que se están refiriendo. Por ejemplo: “Los electrones son los planetas del átomo” (Oliva, Aragón, Mateo y Bonat, 2001).

#### **4.5. La química y la vida cotidiana**

Lo que estamos en la tarea educativa sabemos que a los estudiantes les fascina que los contenidos teóricos se relacionen con los aspectos de la vida cotidiana, se admiran al escuchar sobre los recientes conocimientos científicos de la química y saber que está imbricada con los aspectos más sencillos de la vida cotidiana. En base a esta curiosidad cognitiva, es recomendable presentar los principios químicos ligados al contexto de la vida diaria (Holman, 2001), por ejemplo, endulzar el café, cortar vidrios, emplear materiales reciclables de metal y plástico, cepillarse los dientes con crema dental, hervir el agua, derretir hielo, vaporizar el alcohol, derretir grasa, preparar gelatina, tostar un cereal, hornear empanadas, freír un huevo, moler sal común, encender un mechero, observar el proceso de maduración de una fruta, ver cuando se fermenta la leche, almidonar una camisa, observar el herrumbre de metales, preparar un aliño, etc. (Stavridou & Salomonidou, 1998). Lo más conveniente es encontrar un equilibrio entre las experiencias cotidianas y las diseñadas en el laboratorio de química, priorizando el entendimiento y la comprensión conceptual de las nociones teóricas desarrolladas.

La peculiaridad esencial de esta perspectiva pedagógica, para el nivel del bachillerato, es la integración de Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS) y su estructuración curricular a partir de informaciones científicas químicas relacionadas con las preocupaciones y necesidades del entorno social.

##### **4.5.1. Química presente en la naturaleza y sociedad**

A continuación, abordaremos con más detalle los aspectos de la química presentes en la naturaleza y en la sociedad que se deben considerar en la estructura temática del currículo de química orientado desde su utilidad para la calidad de vida.

En aras de la integración CTS, debe incluirse la unidad de aprendizaje “industria de los metales”. En esta unidad, se deben precisar el estado actual de las aplicaciones del bromo en la elaboración de sustancias ininflamables, la desinfección del agua, obtención

y purificación de colorantes, abonos y fertilizantes para la agricultura, y del bromuro de plata para las capas de revestimiento de la película fotográfica. Para el cobre se debe detallar las aplicaciones en el devenir histórico, desde las primigenias hasta las contemporáneas, desde usos caseros hasta los usos moderno, como: en la decoración y en el arte, producción de tubos para suministro de agua y cables eléctricos, terminando con las aplicaciones de algunas de sus aleaciones – bronce, latón, y cupro – níquel. Para el plomo se debe destacar su preponderancia en la industria de los metales, ciertamente presenta muchas aplicaciones tales como: baterías, extrusiones laminadas, pigmentos, revestimiento de cables, munición, aleaciones, construcción naval, industria de la luz, etcétera.

Otra unidad de aprendizaje esencial que debe incluirse en CTS es la atmósfera terrestre pues gracias a los gases ( $N_2$ ,  $O_2$ , Ar,  $CO_2$ ) que la componen es posible la vida sobre la Tierra, permiten el desarrollo de los procesos fisicoquímicos en las funciones vitales de los seres vivos. Un contenido obligatorio de esta unidad es el deterioro de la acción del hombre sobre la composición de la atmósfera, en esta sección se abordan dos aspectos: la destrucción de la capa de ozono y el impacto de las actividades humanas que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero provocando el calentamiento global. La secuencia temática de esta unidad se inicia con la composición del aire, capas de la atmósfera, importancia de la atmósfera, el deterioro de la capa de ozono, la acción del hombre sobre la atmósfera, y las fuentes de emisión y desaparición del dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

Otra unidad de aprendizaje que también incluirse es “los océanos” debido a sus implicancias en la regulación y distribución de energía que la tierra recibe del sol, debido a la evaporación del agua del mar, y la acción del mar en la absorción del dióxido de carbono de la atmósfera para regular su composición. Igualmente comprende el estudio del efecto de las diferencias de temperatura del agua en la formación de las corrientes marinas y de aire, y que a su vez afectan significativamente en el clima de la Tierra.

De igual modo, debe considerarse la unidad de aprendizaje del color, esta comprende las sustancias que proporcionan color: los colorantes y los pigmentos. Su elaboración, considerando las cualidades que deben tener: color, resistencia a la luz, adherencia al sustrato/medio, inocuidad para el sustrato, y adecuándose a las particularidades del uso. En esta unidad se debe programar actividades prácticas relacionadas a los siguientes contenidos: ¿qué es un colorante?, historia del uso de los

colorantes: desde las huellas humanas, pasando por sus usos en la cerámica, pintura y maquillaje, fabricación de alimentos hasta la invención de la tinta invisible relacionada a la seguridad de la información, clasificación de los colorantes, diferencia entre pigmentos y colorantes, aceites, resinas, disolventes, aditivos, tonalidades comerciales de los colorantes, y normas.

Los colorantes se utilizaron desde la antigüedad, la mayor parte eran sustancias vegetales, extraídas de las raíces, tallos, hojas, bayas, flores, corteza y madera, en menor proporción de fuentes orgánicas como los hongos y líquenes, y de los derivados de los animales como el color rojo de la cochinilla o la púrpura real del molusco murex. Las explotaciones comerciales de vastas zonas de plantas tintóreas promovieron el desarrollo económico de ciertos países hasta el hallazgo de los tintes sintéticos, siendo el primero la anilina morada, malveína, o en honor a su descubridor William Perkin, malva de Perkin en el año 1856.

El tema, clasificación de los colorantes, según su actuación con el aglutinante, nos lleva al tratamiento del comportamiento físico y químico de las sustancias coloreadas, pues nos permite familiarizarnos con conceptos como solubilidad, mezcla, enlaces intermoleculares, dipolos, tipos de compuestos, métodos para sintetizar sustancias naturales, etcétera. Por otro lado, el estudio de la luz como origen y principio de los colores es una ruta adecuada para entender los fenómenos de interacción de la luz con las partículas moleculares de las sustancias, y que la absorción de luz en un compuesto coloreado puede modificarse debido a la longitud de onda de la luz, longitud de celda que contiene la muestra y la concentración del compuesto.

El tema, identificación de sustancias coloreadas, nos lleva a la aplicación de técnicas modernas para hallar su composición cualitativa y cuantitativa fundamentadas en análisis espectroscópicos y cromatográficos. Es una gran oportunidad para presentar los presupuestos y aplicaciones de: 1) la espectrometría ultravioleta – visible (UV – Vis) y el infrarrojo (IR) en base a la cantidad de radiación electromagnética que puede absorber o transmitir una muestra en función de la cantidad de sustancia presente, 2) análisis microespectral con láser que utiliza una pulsación láser para calentar súbitamente la muestra, 3) espectrometría de fluorescencia de rayos X que se basa en el análisis de las emisiones de fluorescencia después de la excitación de una muestra a través de una fuente de rayos X, 4) la cromatografía en capa fina que utiliza una placa recubierta con fase estacionaria manteniendo un espesor constante a lo largo de la placa, y 5) la

cromatografía de gases que utiliza diversos gases en su operación en función del analizador y del tipo de detector concretos.

La transposición didáctica de los contenidos de esta unidad de aprendizaje puede efectuarse conforme al nivel de profundidad que requieren los estudiantes. De hecho, algunos conceptos de reactividad química o de técnicas analíticas se alejan o quedan fuera de la estructura curricular de la química de secundaria. Sin embargo, estos contenidos pueden adecuarse sin ningún problema en el nivel secundario, sin que se descuide el nivel de rigurosidad disciplinar o el interés de los estudiantes. Sería un desacierto dejar para el nivel universitario estos contenidos que están muy presentes en la vida diaria de las personas. Por consiguiente, es prioridad reforzar el conocimiento químico de los estudiantes desde lo cotidiano (Puigvert, Corominas, Llaveria y Caamaño, 2002).

#### **4.5.2. La química de las medicinas**

Es evidente el avance espectacular del desarrollo de la química de la medicina, ha dado lugar a cotas de esperanza y calidad de vida que nuestra sociedad no podían ni imaginarse hace tan sólo un siglo. Todo nuestro cuerpo obedece a un cúmulo de mecanismos químicos y bioquímicos, y su conocimiento es básico para desarrollar medicamentos que no nos perjudique la parte de nuestro cuerpo en la que va actuar, y para el diagnóstico de muchas enfermedades, por ejemplo, la determinación de la glucosa en la sangre es una reacción. De igual manera, hay procesos corporales de carácter químico, por ejemplo, cuando respiramos, efectuamos la digestión, crecemos, envejecemos, pensamos e incluso en el proceso de descomposición después de la muerte (De las Alas, 2003).

La esperanza de vida en adultos mayores en la actualidad se ha incrementado, gracias al descubrimiento de las vacunas, los antibióticos y aun incremento notable de las condiciones higiénico-dietéticas. Pero, en el futuro esta tendencia de crecimiento se va a decelerar y el objetivo para el siglo XXI se centrará a combatir las enfermedades crónicas y enfermedades mentales, como la diabetes, la artritis, la insuficiencia cardiaca, reumatismo, osteoporosis, artrosis, involución senil y alzheimer (De las Alas, 2003).

La unidad de aprendizaje química de la medicina, engloba dos componentes: ¿qué es un medicamento? y medicinas de diseño. Sus contenidos conceptuales son: estructura de la materia, elementos que conforman las biomoléculas, mecanismos de reacción

química, estructura y función de las moléculas orgánicas, biomoléculas, y las interacciones de las medicinas con las estructuras biológicas de nuestro organismo.

En el primer componente, ¿qué es un medicamento?, se aborda la problemática de la industria farmacéutica en el que destacan: el control de calidad de los productos farmacéuticos, el derecho de beneficio económico de la industria farmacéutica vs el derecho de salud del ciudadano, el sistema tributario, y el transparentamiento del sistema de compras públicas, salud y seguridad de los trabajadores en la industria farmacéutica, entre otros. Se aborda el tratamiento de los diversos tipos de espectrometría, fundamentales para la identificación de los compuestos farmacológicos. Comprende también las funciones orgánicas y las reacciones químicas necesarias en la construcción de compuestos activos primordiales para la salud.

El segundo componente, medicina de diseño, bajo la responsabilidad de las compañías farmacéuticas, contempla la cadena productiva: descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos para la salud. Su razón de ser es la investigación y desarrollo de medicamentos innovadores para prevenir o curar las diferentes enfermedades y anormalidades, dotados de mejor eficacia terapéutica y mínimos efectos secundarios. Para tal efecto, se necesita conocer los conductos por donde va interactuar con el objetivo problema, sea parte del mismo cuerpo o microorganismos invasores. Los principios activos que se emplean en las medicinas presentan una gran diversidad de actividades farmacológicas y propiedades toxicológicas.

Esta unidad de aprendizaje, igualmente permite lograr en los estudiantes una visión global sobre el ámbito de la química de la medicina, y adoptar, sobre todo, un estilo de vida acorde a los principios y prácticas determinadas por las ciencias de la salud.

#### **4.5.3. La química en la cocina**

La práctica culinaria demuestra que la cocina es el contexto excelente de aprendizaje de la química, pues al estudiar las sustancias y sus propiedades, mezclas, disoluciones y coloides, los cambios físicos y químicos, los estudiantes se involucran más en este escenario, donde la cocina se transforma en un laboratorio para el estudio de la química (Solsona, 2001).

Aprender a diferenciar la sal y el azúcar, preparar caramelo desde el azúcar, preparar requesón a partir de la leche y limón son buenos experimentos para iniciar una secuencia de aprendizaje. En la fase de exploración surgirán preguntas como: ¿por qué

no se unen el agua y el aceite?; ¿por qué no se emulsiona completamente el ajo con el aceite?, ¿por qué al preparar un huevo frito, la clara es transparente al principio y a la acción del fuego se vuelve blanca?; ¿por qué explotan los granos de maíz al calor del fuego?, ¿qué pasa cuando se hace una gelatina?, ¿cómo se meten el gas a las bebidas?, ¿por qué la sal retarda el hervor del agua?, etc. (Solsona, 2003). Al igual que en una práctica de laboratorio, en la cocina también se requiere de materiales, instructivos y herramientas. En efecto, en cualquier preparación culinaria se requiere de una fuente de energía, un medio de transferencia de energía a los alimentos, insumos e ingredientes y de una receta.

Podemos estudiar las propiedades de los sólidos, líquidos y gases que hay en la cocina como la masa, el volumen o la densidad y realizar experimentos como la incidencia de la temperatura en la variación de la capacidad de disolución del azúcar. Los sabores que caracterizan los alimentos son vías para conceptualizar las mezcla y disoluciones. El análisis del baño María, la preparación del caramelo y del requesón son vías didácticas para conceptualizar el cambio químico, pero la preparación de un bizcocho es el experimento prototipo de cambio químico.

En el contexto culinario, el papel de la experiencia metacognitiva del estudiante en el acto de aprendizaje es muy conveniente, pues en base a su caudal de información que aporta la práctica científica culinaria puede seleccionar las estrategias pedagógicas apropiadas para autorregular y profundizar el aprendizaje de la química. En resumen, los sentimientos, estimaciones o juicios relativos en el proceso de aprendizaje son más significativos en el escenario laboratorio – cocina.

#### **4.6. Química enfoque ecológico**

##### **4.6.1. Metales tóxicos pesados y sus implicancias en la salud**

Todos los organismos presentes en la biósfera están en una continua y compleja interacción con el medioambiente en que se desarrollan mediante las funciones de nutrición, de reproducción y de relación entre ellos a través del parasitismo, el comensalismo y el mutualismo –relaciones simbióticas-, formando un ecosistema planetario denominado ecósfera. Así la ecósfera sería la suma de la biósfera, litósfera, atmósfera e hidrósfera. Recíprocamente, los elementos del entorno inorgánico actúan sobre los organismos bien como elementos beneficiosos o tóxicos. Beneficiosos porque son indispensables para la vida o para la subsistencia, como el oxígeno; y tóxicos porque

impide el funcionamiento normal de las proteínas debido a dos razones: por su consumo excesivo o a su propia naturaleza tóxica como los elementos pesados: plomo, arsénico y mercurio. En términos de contaminación, las concentraciones absolutas de metal pueden ser menos importante que el exceso de concentración más allá de ciertos niveles de fondo (Dickson, 2000).

Hay elementos inorgánicos que están presentes en un organismo pero que no son ni útiles ni perjudiciales y hay elementos que si son esenciales. Generalmente, un elemento es esencial cuando se descubre una función biológica para algún compuesto del elemento. Para que un elemento químico se considere esencial, debe cumplir cuatro condiciones: 1) está presente en concentraciones o mediciones constantes en los tejidos saludables, 2) Su insuficiencia provoca deficiencias fisiológicas, 3) reversibles las deficiencias fisiológicas si el elemento vuelve a la concentración adecuada, y 4) las deficiencias funcionales producidas por la insuficiencia del elemento deben ir seguidas de cambios químicos propios que se revierte cuando desaparece la insuficiencia (Spallholz, Boylan y Driskell, 1999; Valenzuela, 1999). Todos los elementos que cumplen esas cuatro condiciones se listan en la tabla 1.

La dieta de una persona saludable debe estar constituida por un mínimo de 100 mg/día de elementos constituyentes mayoritarios. En el tercer grupo se ubican los nuevos elementos traza, que están relacionadas con alguna función biológica en los vegetales o en los animales de experimentación, pero se desconoce que intervengan en alguna función biológica en las personas (Spallholz, Boylan y Driskell, 1999; Baird, 2001). En el cuarto grupo se incluyen los elementos tóxicos, de los cuatro que se lista, la plata tiene el menor grado de toxicidad.

Tabla 1. Elementos inorgánicos esenciales.

- Constituyentes mayoritarios: *Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S.*
- Elementos traza: *Fe, F, Zn, Se, Mn, I, Cu, Mo, Cr.*
- Nuevos elementos traza: *Si, Ni, Co, Sn, As, V, B.*
- Elementos tóxicos: *Cd, Pb, Hg, Ag.*

Los elementos metálicos (cationes) como el sodio, potasio, magnesio y calcio (Barán, 1994) se encuentran en mayor cantidad en los tejidos y fluidos biológicos y por su copiosidad se ubican en el primer grupo de la tabla 1, denominados constituyentes mayoritarios. También incluye elementos no metálicos (aniones) como el fósforo, cloro y azufre, designados también como electrolitos

Los constituyentes mayoritarios se encuentran ligados a la composición de la estructura de soporte y protección del cuerpo, que como órganos vivos y en constante renovación necesitan apreciables cantidades de materiales inertes y sustancias orgánicas, por ejemplo, diversos compuestos de calcio y de fósforo se requieren tanto para la formación de tejidos duros: huesos, dientes, uñas y cáscaras, como estabilizante de las membranas celulares. De igual manera, todos los metales de este grupo intervienen, mediante los efectos de las fuerzas intermoleculares, en la estabilización de la configuración de diversos sistemas biológicos fundamentales. Empero, la baja predisposición a formar entidades de coordinación y compuestos de coordinación, puede ser utilizada por los sistemas biológicos, empleando la rápida propagación de partículas cargadas a lo largo de un entramado ordenado de canales diseñados para estos fines, como técnica para la transferencia de información.

Por lo general, la cantidad de átomos metálicos presentes en un sistema orgánico es en realidad enormemente pequeña. Es frecuente encontrar 1 o 2 átomos metálicos relacionados a 106 o 107 átomos componentes del resto orgánico de la enzima. Teniendo en cuenta los estudios realizados, se puede inferir que los seres vivos tienen la peculiaridad de manejar los elementos sin provocar dependencia de aquellos sistemas cuando su acceso es dificultoso. Esto es, si dos elementos tienen la posibilidad de llevar a cabo una cierta función, los organismos optarán en primera prioridad por el más profuso.

Por otro lado, debemos recalcar el incremento continuo de las diversas formas de contaminación y el desequilibrio del ecosistema planetario como producto del desarrollo vertiginoso de la industrialización, de forma que, diversos elementos pesados ya están alcanzando niveles altos de concentración y por lo tanto a disputar con los elementos esenciales. Aceptada la premisa de que, a través del proceso de adaptación de los organismos al medio ambiente, muchos metales antes de que influyan de manera regular en los procesos metabólicos debieron seguir la siguiente secuencia temporal (Barán, 1994):

Elemento tóxico → Impureza tolerable → Elemento útil → Elemento esencial

En base a esta premisa, no es absurdo sostener que otros elementos tóxicos lleguen a transformarse en elementos esenciales. Es muy factible que, en los casos de cromo, níquel, vanadio e incluso cadmio y estaño sean demostraciones de elementos que hayan completado la secuencia vía este proceso de adaptación. De igual manera, es bueno hacer

memoria que algunos elementos registrados como tóxicos están ubicados en el sistema periódico muy próximos de los esenciales, contigüidad que permite deducir la posibilidad de un cierto tipo de competencia con los elementos esenciales que tienen propiedades químicas muy similares a los tóxicos, así tenemos: Zn con Cd y Hg, Ca con Pb y Cd, K con Tl, Mg con Be y Al, P con As, y S con Se. En la figura 9 se visualiza las curvas (a) y (b) que relacionan la dosis de un elemento con el efecto fisiológico.

La totalidad de los constituyentes mayoritarios tienen un efecto tóxico mínimo para la salud del ser humano, pero todos los elementos trazas y ultratrazas pueden resultar tóxicos si se consumen en exceso.

En la siguiente sección de este capítulo se estudiarán los elementos tóxicos pesados que muestran mayor incidencia en el deterioro del medio ambiente

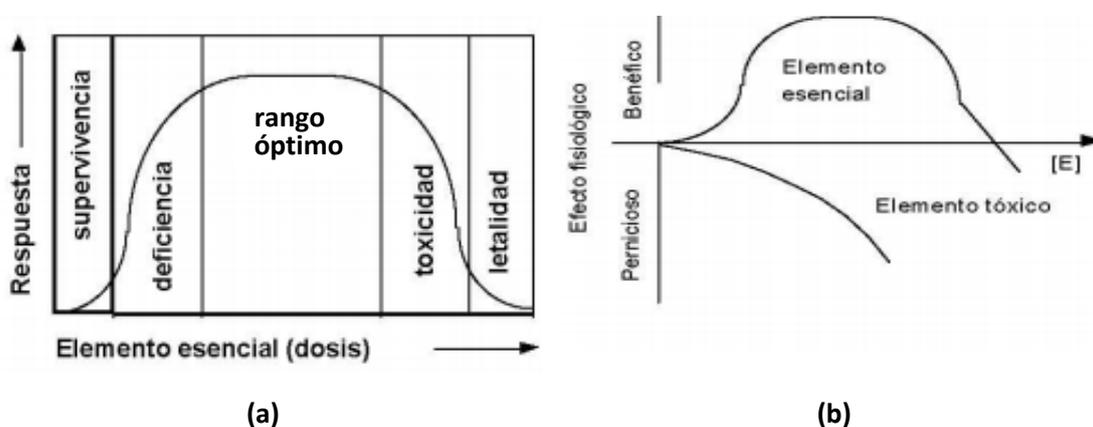
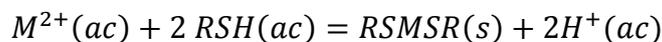
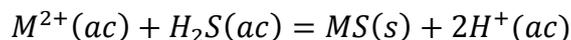


Figura 9. Efecto de la dosis de un elemento esencial sobre la respuesta fisiológica (a) y comparación del efecto de la dosis de un elemento esencial y de un elemento tóxico sobre el efecto fisiológico (b).

#### 4.6.2. Metales pesados y su toxicidad

Si bien se relaciona los metales pesados con la contaminación del agua y los vegetales, estos en verdad son trasladados de un sitio a otro por medio del aire, como entes moleculares o especies químicas captadas en las partículas de las materias suspendidas. Los metales pesados *Cd*, *Hg* y *Pb*, como tales elementos, no son especialmente tóxicos salvo el vapor de mercurio, sin embargo sí lo son cuando se encuentran como cationes *Cd* (II), *Hg* (II), *Pb* (II), ya que se caracterizan por formar sulfuros insolubles y por analogía deben manifestar una fuerte afinidad por los grupos sulfhidrido, *-SH*, que están presentes en los enzimas que controlan reacciones metabólicas

críticas en el ser humano (Baird, 2001). Las reacciones que se producen con las unidades –SH son análogas a las que tienen lugar con el  $H_2S$ :



Otro mecanismo de toxicidad puede ser el desplazamiento de un elemento esencial de una biomolécula, como ocurre con el  $Zn$  (II) que puede ser desplazado por el  $Cd$  (II) y por el  $Pb$  (II). Además de saber los modos de absorción de los metales pesados por los seres humanos, es también necesario conocer las formas para aislarlas.

#### 4.6.2.1. Cadmio

El cadmio es un metal de transición que pertenece al grupo II B (12 B) de la tabla periódica. Las propiedades físicas químicas son muy análogas a las del zinc y al calcio, y en la naturaleza casi siempre coexisten el cadmio con el zinc, en el porcentaje de 0.1 a 0.3 % de cadmio por cada concentrado de zinc.

Así, estas similitudes entre el cadmio y los elementos esenciales  $Zn$  y  $Ca$  ayudan advertir su comportamiento tóxico. Las propiedades más importantes se recogen en la tabla 8.

**Tabla 8**

Datos sobre algunas propiedades de estos metales

Elemento	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Hg</i>	<i>Ca</i>
Punto de fusión (°C)	419.5	321	-38.4	838
Punto de ebullición (°C)	906	767	357	1440
Estado de oxidación	+ 2	+ 2	+ 1; + 2	+ 2
Radio iónico (pm)	83	103	127(+1); 112(+2)	106
Radio covalente (pm)	125	141	144	-
Electronegatividad (Pauling)	1.65	1.69	2.00	1.00
Configuración electrón	$[Ar]3d^{10}4s^2$	$[Kr]4d^{10}5s^2$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$	$[Ar]4s^2$

La forma iónica del cadmio ( $Cd^{2+}$ ) se encuentra combinada con representaciones iónicas de oxígeno (óxido de cadmio  $CdO$ ), en sales como cloruros (cloruro de cadmio  $CdSO_4$ ) o sulfuros (sulfato de cadmio  $CdSO_4$ ). Los medios naturales de liberación de cadmio son minúsculos como causa de contaminación en comparación con las fuentes que provienen de las actividades humanas, principalmente industriales. En efecto, son las

aplicaciones de este elemento la que generan mayor toxicidad, veamos: en la electrodeposición del acero y del hierro, en la protección de la corrosión de los diversos accesorios de los aviones y vehículos de motor, en baterías eléctricas recargables utilizadas en teléfonos móviles, calculadoras y en artefactos análogos (Valenzuela, 1999), el estearato de cadmio como estabilizador térmico en los plásticos de PVC, el sulfuro de cadmio y el sulfoseleniuro de cadmio se usan como pigmentos amarillo y rojo, el cloruro de cadmio se usa como: fungicida, colorante, agregado en las soluciones de estaño y en la impresión de textiles, el óxido de cadmio como agente para galvanoplastia

Básicamente, la población está expuesta al cadmio a través de dos vías: la primera, la oral cuando se toma agua o se ingiere alimentos contaminados por cadmio; la segunda, por medio de inhalación de partículas de cadmio durante las actividades industriales en los grupos de personas laboralmente expuestas, y de inhalación de humo de cigarro en el grupo de fumadores - activos y pasivos. Los fumadores están expuestos a contraer cáncer pulmonar ya que los pulmones los absorben fácilmente.

La absorción del cadmio por la vía gastrointestinal se encuentra en un intervalo [2%, 6%] en circunstancias normales. Si las personas tienen poca reserva de hierro en su organismo – baja concentración de ferritina en el plasma-, la absorción del cadmio se potencia hasta un 20% de la dosis administrada. Tras la absorción, el cadmio se transporta al hígado donde se empieza a producir la metalotioneína, una proteína de bajo peso molecular que se une al cadmio y que impide que los iones de cadmio libres muestren su efecto tóxico. Para niveles bajos de absorción de cadmio los grupos sulfhidrilo de la metalotioneína atrapan estos iones y se eliminan por la orina, de manera muy lenta. En el caso, que la cantidad de cadmio supera a la capacidad de producción de metalotioneína en las células de los túbulos, se piensa que el exceso se acumula en los riñones y el hígado produciendo la insuficiencia renal. El hígado y los riñones registran las concentraciones de cadmio más altas, ya que contienen aproximadamente el 50% de la carga corporal del cadmio. Eligiendo como base la concentración en un determinado órgano a diferentes edades, se ha calculado que la vida media biológica del cadmio en el ser humano fluctúa entre 7 y 30 años.

Además de los órganos críticos, hígado y riñones, el cadmio afecta otros órganos y tejidos como: corazón causando arteroesclerosis aórtica y coronaria, aumento del colesterol y ácidos grasos; el pulmón produciendo bronquitis con daño gradual alveolar y fibrosis secundaria; en los huesos causando osteomalacias dolorosas, con múltiples

fracturas; testículos y el sistema nervioso tanto central como periférico (Navia, C. y Méndez, M., 2011).

#### **4.6.2.2. Mercurio**

El mercurio se encuentra en la naturaleza como sulfuros (cinabrio, rojo), mixto (metalcinabrio, negro) no tan abundante y poco frecuente como cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ). También se halla unido a minerales de zinc, cobre, oro y plomo. Además del estado natural, hay una apreciable contribución antropogénico procedente de varias fuentes: su metalurgia, sus utilidades en el campo industrial y agrícola, y de las aguas residuales que se vierten a las redes de alcantarillado de las grandes ciudades- en donde vive cerca del 70% de la población mundial. La fuente metalúrgica constituye el 50% y el restante proviene de las demás fuentes. Cabe indicar que anualmente se estima mil toneladas de mercurio liberados desde las redes alcantarillado a la corteza terrestre

Los usos industriales más destacados del mercurio son: fabricación de amalgamas dentales, producción y arreglo de instrumentos de medición o de laboratorio (barómetros, nanómetros, esfingomanómetros), producción de bombillas eléctricas incandescentes, tubos fluorescentes, termómetros clínicos e industriales, válvulas de radio, tubos de rayos X, interruptores, producción de ánodos para baterías eléctricas, rectificadores, etcétera; como catalizador para la obtención de cloro y álcalis y en la obtención de ácido acético y acetaldehído desde el acetileno; en la electrodeposición del oro, plata, bronce y el estaño; en el curtido y tratamiento flexibilizante de las pieles; en la producción de fieltros, en la taxidermia; en la fotografía y fotograbado; como pigmento para las pinturas marinas y para el vidriado ornamental de porcelanas; y en la fabricación de seda artificial. Los usos en la agricultura como fungicida, pesticida, herbicida y conservante de semillas, raíces, bulbos y plantas. Algunas de estas aplicaciones se han extinguido debido al alto riesgo de toxicidad que su exposición provoca en los que trabajan con el mercurio, como odontólogos, (Nordberg, 2012)

La absorción de mercurio por el cuerpo humano es a través de las vías respiratoria, oral y cutánea. Vía respiratoria cuando se inhala vapores de mercurio en el aire, de su estado elemental, inorgánico y de sus compuestos; vía oral cuando se ingiere alimentos contaminados, habitualmente pescados o mariscos, y al beber agua contaminada con mercurio; y vía cutánea por el contacto a través de aplicación tópica de compuestos a base de metilmercurio, sin embargo, no está totalmente demostrado que esta vía tenga un fuerte

impacto en la salud ocupacional, equiparada con las otras vías, es posible que al untarse el compuesto en la piel, la toxicidad sea por inhalación.

Las consecuencias tóxicas que ocasiona el mercurio son debidas a que en su estado iónico no puede establecer enlaces químicos. La acción del mercurio sobre los sistemas enzimáticos es tóxica, debido a que precipita las proteínas sintetizadas por la célula, especialmente por las neuronas, y debido a que inhibe los grupos sulfhidrilo de diversas enzimas esenciales. En su estado iónico, se ancla a los grupos celulares abundantes en radicales  $-SH$ , alterando diversos sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula e impide la síntesis de proteínas en la mitocondria, alterando su función energética. Así, los sistemas más sensibles al mercurio son: el sistema urinario, principalmente los riñones, a niveles altos de exposición se han detectado alteraciones de la función renal, establecidas por el marcador de lesión N-acetil-b-D-glucosaminidasa (NAG); en el sistema digestivo los trastornos más frecuentes son la gingivitis y la gastritis; en el sistema nervioso central, produce daño neuronal en la corteza sensorial, como la corteza visual, auditiva o las áreas pre y poscentrales, sus efectos son: la pérdida de memoria en su estado inicial, y la demencia en el estado final, sordera y afonía gradual, temblor en los movimientos voluntarios y parkinsonismo y, finalmente, convulsiones, parálisis y la muerte. El sistema nervioso es el órgano diana del mercurio en el sentido que este sistema siempre reacciona a su efecto tóxico.

#### **4.6.2.3. Plomo**

El plomo, Pb, es un elemento del grupo 14 (IV A) de la tabla periódica, con un peso atómico de 207,2, es un metal que se muestra de manera natural en la corteza terrestre. Se encuentra mayormente como sulfuro de plomo (galena), y en menor abundancia como cromato (corcoita), carbonato (cerusita), sulfato (anglesita), cloruro (mutlockita), entre otras presentaciones. El sulfuro de plomo también es la fuente principal de producción comercial. El plomo metálico debido a su excelente maleabilidad y su resistencia a la corrosión tiene un amplio uso, como planchas y tubos en la industria química y en la construcción. Como revestimiento de cables, componente de soldadura y empaste en la industria automovilística. Por ser un material extraordinario para proteger de las radiaciones ionizantes, se utiliza en la producción de acumuladores, y como revestimiento de termotratamiento en el revenido de hilos metálicos. Se emplea como como blindaje contra la radiación de la energía atómica, caso de la pantalla protectora

para las máquinas de rayos X. También se emplea como forro para cables de teléfono, internet y de televisión. Algunos compuestos importantes son: los óxidos de plomo PbO y Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> se utilizan en las placas de las baterías eléctricas y los acumuladores, el Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> en la fabricación de pinturas antioxidantes, el PbCrO<sub>4</sub> como pigmento para pinturas rojas, y la azida Pb(N<sub>3</sub>)<sub>2</sub> como material explosivo de percusión (Nordberg, 2012).

La principal vía de exposición para las personas en general es por la ingesta de alimentos contaminados e inhalación de partículas de plomo, mientras que la exposición ocupacional al plomo ocurre en los trabajadores de plantas industriales de esmaltado, de manufactura de baterías, de plásticos y pinturas, y en las actividades de refinería de este metal. Los niños son particularmente más sensibles a los efectos del plomo porque está probado que llegan a absorber una cantidad entre 4 y 5 veces más que los adultos. Su curiosidad de llevarse las cosas a la boca, los vuelven más propensos de masticar, chupar y tragar objetos de plomo.

El plomo que entra al organismo por cualquier vía –alimentos (65%), agua (2% y aire (15%- es transportado por medio del torrente sanguíneo a todos los órganos y tejidos y se acumula en los huesos, dientes, hígado, riñón, bazo, pulmón y cerebro, incluso es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica y la placenta. El plomo puede causar los siguientes efectos en la salud: trastornos de la síntesis de hemoglobina (anemia) y destrucción acelerada de eritrocitos; elevación de los niveles de presión arterial; daño en el funcionamiento de los riñones; aumenta el riesgo de aborto espontáneo; afecciones sobre el sistema nervioso; daño cerebral; alteraciones reproductivas con infertilidad del hombre disminuyendo el recuento espermático y reducción de la movilidad de la esperma; disminución de las habilidades cognitivas superiores de aprendizaje en los escolares; disrupciones perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad. El plomo puede cruzar fácilmente la barrera placentaria y poner en riesgo al feto, principalmente su sistema nervioso central.

#### **4.6.2.4. Destoxificación**

Tratamiento de la intoxicación por cadmio Se debe provocar el vómito o realizar un lavado gástrico a las personas que hayan ingerido sales de cadmio; las personas expuestas a una inhalación aguda deberán retirarse del lugar de la exposición y recibir oxígeno en caso necesario. No hay un tratamiento específico para la intoxicación crónica por cadmio, debiendo aplicarse un tratamiento sintomático. Como norma, la

administración de agentes quelantes como el BAL o el EDTA está contraindicada, pues al combinarse con el cadmio, se convierten en compuestos nefrotóxicos.

Tratamiento de la intoxicación por mercurio. El tratamiento se da de acuerdo a la vía de intoxicación. Lavado de la zona afectada con abundante agua por 15 minutos en el caso de contacto ocular, en el caso de contacto dérmico realizar el lavado de la zona afectada con abundante agua y jabón por 15 minutos, en el caso de inhalación de vapores de mercurio metálico se sugiere rehidratar con cuidado debido a que una administración excesiva de líquidos puede provocar un edema agudo de pulmón; en el caso de ingestión debe prevenirse la gastroenteritis y deshidratación administrando fluidos intravenosos para corregir el desbalance hidroelectrolítico. En caso de un alto nivel de contaminación se debe usar la terapia de quelación: 1) las personas que toleran la vía oral se usará el Succimero o DMSA, 2) las personas que no toleran la vía oral y sin disfunción renal se usará el Dimercaprol o BAL (British anti-Lewisite) vía intramuscular, siendo la dosis aplicada de 3-5 mg/kg cada 4 horas por dos días, luego bajar la dosis a 2.5–3 mg/kg cada 6 horas por día, y finalmente se continúa la dosis cada 12 horas de 1 a 3 días. Hay que estar atentos a los efectos adversos de estos agentes quelantes, algunos signos son: insuficiencia renal aguda, deshidratación, shock y falla respiratoria.

Tratamiento de la intoxicación por plomo. Lo primero que tiene que hacer, es remover la fuente de intoxicación. El tratamiento clínico para pacientes con niveles de plomo sanguíneos elevados se utilizan los siguientes compuestos quelantes: el edetato cálcico disódico (IV) e intramuscular (IM), el dimercaprol (IM), la penicilamina por vía oral (VO) y el succímero (VO). La opción para el tratamiento depende de cuan alto es el nivel de Pb en la sangre y del análisis físico de la persona afectada. Se recomienda que, antes de empezar cualquier terapia de quelación, se debe consultar a médicos expertos en la materia, pues se presentan efectos secundarios asociados a cada medicina y el conjunto de procedimientos y exámenes auxiliares a seguir de igual modo es diferente. No se recomienda usar estos quelantes para personas con exposición alta y niveles sanguíneos bajos, pues el riesgo es más severo que los beneficios del tratamiento. Para estos casos la alternativa es seguir una dieta rica en calcio, para evitar que su deficiencia movilice el plomo de los huesos.

#### **4.6.3. Relevancia de la atmósfera en el medio ambiente**

La atmósfera es el mayor compartimiento con mayor volumen del sistema terrestre y, en consecuencia, es el lugar donde en último término van a parar la mayoría

de los contaminantes químicos emitidos por el hombre. El comportamiento de estos contaminantes depende de sus características fisicoquímicas y de la zona de la atmósfera donde se encuentren

La atmósfera terrestre es la zona que rodea la Tierra, constituida mayoritariamente por una mezcla de gases que permanecen retenidos al planeta gracias a la fuerza gravitatoria que ejerce esta última. Además de compuestos gaseosos, en la atmósfera terrestre también están presentes partículas sólidas de suspensión, fruto de procesos erosivos en la corteza terrestre y partículas líquidas originadas de la condensación del vapor de agua atmosférico. Los componentes mayoritarios del aire son  $N_2$ ,  $O_2$  y Ar, los cuales constituyen el 99.98% del volumen de la mezcla gaseosa. El 0.02% restante lo forma una gran variedad de componentes químicos de distinto origen.

Un componente relativamente abundante en la atmósfera es el vapor de agua, que se encuentra en proporciones muy variables según se consideren muestras de aire continentales o con influencia marina o lacustre. Para este caso se prefiere utilizar la humedad como indicador de la presencia de vapor de agua en atmósferas particulares (humedad absoluta y humedad relativa).

#### ***4.6.3.1. La cascada del nitrógeno e impacto ambiental***

Con la fijación biológica de nitrógeno y el uso de fertilizantes sintéticos obtenidos por el proceso Haber-Bosch se ha logrado incrementar sustancialmente el rendimiento de los cultivos y, en consecuencia, alimentar una población cada vez mayor. No obstante, el proceso de introducir nitrógeno en la dieta conlleva cambios en el estado de oxidación del elemento y su dispersión por el medio ambiente, impactando negativamente en diversos ecosistemas.

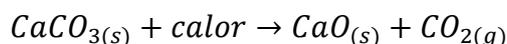
En concreto, se estima que de cada 100 átomos de nitrógeno introducidos en un sistema agrícola por fijación tanto biológica como industrial, 50 se incorporan a la planta, 10 revierten a nitrógeno molecular a través de procesos de nitrificación, 23 se pierden por lixiviación hacia las aguas superficiales y subterráneas en forma de ión nitrato, donde pueden alcanzar concentraciones tóxicas para el consumo humano, y el resto se transforma en sustancias volátiles,  $NH_3$ ,  $N_2O$  y  $NO_x$ , producidas en distintas reacciones químicas edáficas. El  $N_2O$  contribuye al efecto invernadero y participa en el ciclo de destrucción del ozono estratosférico. Los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) contribuyen a la acidez del agua de lluvia, así como también participan en los procesos químicos

atmosféricos que generan ozono troposférico. Finalmente, el  $NH_3$  genera aerosoles atmosféricos y en disolución ( $NH_4^+$ ) también contribuye a disminuir el pH del agua de lluvia. En consecuencia, la fijación de un átomo de nitrógeno origina su dispersión y una cascada de impactos en distintos compartimentos ambientales.

#### **4.6.3.2. El Dióxido de carbono**

Los niveles de  $CO_2$  han ido aumentando gradualmente desde la primera revolución industrial, cuando se empezó a obtener energía a gran escala a partir de combustibles fósiles. En el periodo preindustrial la concentración de  $CO_2$  en la atmósfera se mantuvo muy estable, alrededor de 280 ppm(v). A partir de la primera revolución industrial, los niveles de este gas han ido creciendo conforme al incremento del consumo de carburantes fósiles para obtener energía, hasta alcanzar el nivel actual, que es más de 100 ppm(v) superior al correspondiente al periodo preindustrial.

Una contribución significativa al aumento de la concentración de  $CO_2$  corresponde a la producción de cemento, básicamente por la descomposición térmica de materiales calcáreos para obtener óxido de calcio, uno de sus componentes principales:



Anualmente, se vierten directamente a la atmósfera entre 6.000 y 7.000 Tg C en forma de  $CO_2$ , de los cuales el 90% corresponde a la combustión de carburantes fósiles y el resto a la producción de cemento. De esta cantidad de  $CO_2$  vertida a la atmósfera, una parte importante (40-50%) es absorbida por el agua de los océanos, cuyo pH alcalino favorece la disolución del dióxido de carbono, que tiene carácter ácido.

Los cambios en el uso del suelo por parte del hombre a través de actividades como la urbanización, deforestación, el incremento de suelo agrícola. Etc., también ha contribuido a aumentar los niveles de  $CO_2$  en la atmósfera, con un balance neto de unos mil Tg C vertidos anualmente por estas actividades. Los océanos suponen un reservorio importante de carbono (36-37 millones de TG C).

El aumento de emisiones de  $CO_2$  a causa de la combustión de carburantes fósiles y de la producción de cemento origina el correspondiente incremento de la temperatura de la superficie terrestre por efecto invernadero.

#### **4.6.3.3. Otros gases de efecto invernadero**

Una pequeña parte del carbono que se moviliza por los distintos reservorios ambientales lo hace en forma de metano. Los flujos de metano son de tres órdenes de magnitud inferiores a los del dióxido de carbono y todavía no se conocen con mucha precisión. El metano se origina en ambientes anóxicos o con poco oxígeno.

Se estima que anualmente se emiten a la atmósfera unos 600Tg de metano, de los cuales un 55% son de origen antropogénico, en concreto son emisiones producidas a causa de los procesos digestivos de rumiantes, de las actividades extractivas de combustibles fósiles, de procesos anaerobios en vertederos, de procesos anaeróbicos en tratamientos de aguas residuales y descomposición de residuos de animales, en arrozales y en la quema de biomasa. El 45% restante de las emisiones de metano tiene su origen en procesos naturales (emisión de océanos, termitas, humedales, etc.).

El óxido nitroso es otro gas de efecto invernadero que se emite a la atmósfera en cantidades significativas, estimadas en unos 18 Tg N por año en promedio. De esta cantidad el 45% se debe a actividades antropogénicas. Desde la superficie terrestre se vierten anualmente una media de 15 Tg N, principalmente emitidos desde el suelo por medio de procesos de desnitrificación. Además, debe añadirse la emisión desde el océano, estimada en unos 3 Tg N anuales.

#### **4.6.3.4. Geoingeniería**

**Captura y almacenamiento de carbono.** Es un primer grupo de estrategias de bioingeniería, que pretende reducir los niveles de  $CO_2$  atmosférico por medio de su captura y almacenamiento posterior. Una forma directa de disminuir el aporte antropogénico de  $CO_2$  es su captura directa de las fuentes que lo generan, en particular de las fuentes fijas de emisión, como por ejemplo las centrales térmicas o las fábricas de producción de cemento. Existen diferentes estrategias para concentrar el flujo de  $CO_2$  en la mezcla gaseosa de salida, como por ejemplo utilizar absorbentes para separar el gas del resto de los componentes o bien utilizar una mezcla rica de oxígeno para realizar la combustión, eliminando la presencia de un exceso de  $N_2$  en los gases de salida.

A la captura de  $CO_2$  en la forma de un flujo gaseoso rico en este gas le sigue su almacenamiento a largo plazo en rocas porosas situadas en zonas profundas de la litosfera, como yacimientos de gas o petróleo, donde el gas queda confinado a elevada presión.

Otra posibilidad es la inyección del  $CO_2$  en formaciones profundas que contienen agua salada marina, con lo que el gas queda retenido por disolución. Una estrategia interesante es favorecer la absorción de  $CO_2$  atmosférico por la vegetación, utilizar la biomasa para obtener energía (bioenergía), capturar el  $CO_2$  a la salida de la central térmica y almacenarlo mediante alguno de los procesos descritos anteriormente. Con esta estrategia disminuirían los niveles de  $CO_2$  en la atmósfera, en lugar de reducir simplemente las emisiones que actualmente se producen de este gas. Otra forma de reducir los niveles de  $CO_2$  atmosférico es por fertilización marina. En este caso, se trata de incrementar la absorción fotosintética de  $CO_2$  por adición de nutrientes, como nitrógeno o fósforo. No obstante, la opción que parece más efectiva es la fertilización con hierro, con el que se estimula el crecimiento del fitoplancton y por lo tanto se incrementa la captura de carbono y su secuestro hacia aguas profundas.

**Reducción de la radiación solar incidente.** Las técnicas de este grupo se basan en aumentar el albedo terrestre. Consisten en incrementar las áreas reflectantes en la superficie terrestre, ya sea implementando en zonas urbanas las denominadas terrazas frías, superficies que reflejan la radiación solar incidente reduciendo la transferencia de calor hacia el edificio, o bien instalando grandes superficies reflectantes en zonas desérticas, o incluso haciendo orbitar paneles reflectantes en el espacio.

Otra alternativa para disminuir la incidencia de la radiación solar en la superficie terrestre es la inyección en la estratosfera de compuestos químicos que forman aerosoles capaces de dispersar la radiación procedente del Sol. Esto se puede conseguir, por ejemplo, por inyección en la estratosfera de gases sulfurados como  $SO_2$  o  $SH_2$ , los cuales se oxidan formando partículas sólidas de sulfato. Esta técnica está basada en el efecto observado de enfriamiento global que sigue a las grandes erupciones volcánicas, en las que se inyectan grandes cantidades de gases sulfurados directamente en la estratosfera.

También puede aumentarse el albedo por medio de la pulverización de la parte baja de la troposfera con pequeñas gotas de agua marina. De esta manera aumentan los núcleos de condensación y por tanto se incrementa el poder reflectante de las nubes. Relacionada con esta estrategia, la fertilización con hierro tiene un efecto indirecto positivo consistente en aumentar la emisión oceánica de sulfuro de dimetilo. Esta

sustancia se oxida en la troposfera generando aerosoles de sulfato, los cuales facilitan la condensación de vapor de agua al actuar de centros de nucleación.

La estrategia consistente en la captura de  $CO_2$  atmosférico y su almacenamiento a largo plazo es efectiva en la reducción de los niveles de este gas en la atmósfera y por consiguiente en la disminución del calentamiento global. No obstante, debido a la inercia del sistema climático, hay que esperar décadas para la disminución de los niveles de  $CO_2$  dé lugar a efectos observables. Por el contrario, las estrategias de reducción de la radiación solar incidente procuran efectos a más corto plazo, en menos de un año. No obstante, a diferencia de los métodos de captura y almacenamiento de carbón, las técnicas de reducción de la radiación solar presentan mayor riesgo de que se desencadenen impactos negativos como resultado de su aplicación. Por ejemplo, la inyección de aerosoles de sulfato en la estratosfera puede acelerar la destrucción del ozono estratosférico en las zonas polares, ya que se produce un aumento de la superficie de las partículas sólidas que actúan de catalizador en la eliminación del ozono.

La aplicación de los métodos de reducción de la incidencia de la radiación solar, debería ir acompañada de una reducción en las emisiones de  $CO_2$ , ya que de lo contrario la disminución de temperatura lograda se vería compensada por su aumento a causa del incremento de los vertidos de  $CO_2$ , al mismo tiempo que se reduciría globalmente el ritmo de las lluvias y se iría incrementando la acidificación de los mares por disolución del  $CO_2$ , afectando a los corales y al plancton marino, que forma la base de la cadena trófica.

#### **4.6.4. Relevancia del agua en el medio ambiente**

El agua es el compuesto químico más abundante de la biosfera, sí como es también una de las sustancias más importantes del medio natural, puesto que es imprescindible para el sustento de la vida en nuestro planeta. La abundancia del agua y su importancia se deben a sus particulares propiedades fisicoquímicas, las cuales favorecen el desarrollo de un gran número y variedad de procesos químicos y biológicos en su seno.

Una de las diferencias más significativas entre el agua ( $H_2O$ ) y los hidruros de los elementos de la misma familia de la tabla periódica, como  $H_2S$ ,  $H_2Se$  y  $H_2Te$ , se refiere a la elevada temperatura de ebullición del  $H_2O$  ( $100^\circ C$  a 1 atm de presión para el agua pura), con respecto a la de los hidruros, que en todos los casos es inferior a  $0^\circ C$  cuando la presión es de 1 atm. Ello hace que el agua sea líquida a temperatura ambiente, mientras que sus compuestos homólogos son gases.

La causa de este fenómeno se debe a las fuertes interacciones existentes entre las moléculas de agua en estado líquido. La elevada polaridad de la molécula (el ángulo de enlace H-O-H es de 105°), propicia que los dos átomos de hidrógeno de la molécula de agua puedan enlazarse a otras dos vecinas, por medio de enlaces de hidrógeno entre los átomos de este elemento y el átomo de oxígeno de otras dos moléculas de agua.

Así pues, se forman agregados de moléculas de agua que fluctúan por agitación térmica, a causa de lo cual se van rompiendo y formando nuevos agregados de forma continuada. La distancia media de separación entre dos moléculas de agua en la fase líquida es de 0,3 nm, que es superior a la longitud de un enlace covalente como es el H-O de la molécula de agua (0,1 nm), lo cual indica que la fuerza del enlace de hidrógeno es menor que el covalente. Por otro lado, a partir de medidas espectroscópicas se ha podido deducir que, por término medio, un 70% de las moléculas de agua están formando dichos agregados moleculares. Esta elevada estructuración del agua líquida le confiere de propiedades muy particulares, algunas de las cuales se recogen en la tabla 9.

**Tabla 9**

Propiedades fisicoquímicas del agua relevantes en fenómenos ambientales.

Propiedad	Valor
Densidad a 25°C	0,997 g L <sup>-1</sup>
Temperatura de máxima densidad	3,98°C
Constante dieléctrica	78,30
Entalpía de vaporización a 100°C y 1 atm	2,26 kJ Kg <sup>-1</sup>
Entalpía de fusión a 0°C y 1 atm	0,33 kJ Kg <sup>-1</sup>
Calor específico a 15°C y 1atm	4,18 kJ Kg <sup>-1</sup>
Tensión superficial a 20°C	0,0728 Jm <sup>-2</sup>
Viscosidad a 20°C	1,000 10 <sup>-3</sup> N s m <sup>-2</sup>
Conductividad térmica a 20°C	0, 588 J s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

El máximo de densidad a 3,98°C a la presión atmosférica hace que el hielo, al ser menos denso, flote en el agua líquida. Gracias a este fenómeno el agua en los reservorios naturales empieza a helarse en la superficie, formando una capa de hielo que aísla el agua subyacente del frío ambiental y protege a los organismos acuáticos.

Otra propiedad relevante del agua es su elevado calor específico, gracias al cual puede almacenar grandes cantidades de calor sin variar significativamente su temperatura. Ello favorece la estabilización de la temperatura de los organismos y, a una escala más global, mantiene relativamente constante la temperatura de amplias zonas geográficas. Además, el agua presenta altos calores latentes de vaporización y de fusión. Lo cual es un factor que determina el flujo de transferencia de calor entre la atmósfera y la hidrosfera, que a su vez influye decisivamente sobre el clima planetario. Por otra parte, la elevada conductividad térmica del agua, que es una de las más elevadas para líquidos no metálicos, permite intercambios caloríficos rápidos.

El agua presenta una baja viscosidad, que disminuye al aumentar la temperatura. Esto favorece el transporte de moléculas por difusión, permite el movimiento de partículas sólidas y organismos en su seno, así como determina los procesos de sedimentación de sólidos en suspensión. Por el contrario, el agua es una de las sustancias líquidas que presenta un mayor valor de tensión superficial. Hay muchos organismos que habitan la superficie del agua, aprovechando de su elevada tensión superficial. También, la formación de gotas tiene relación con el alto valor de la tensión superficial, gracias a la cual y por idéntica razón se favorece la retención de agua en el suelo.

Finalmente, una de las propiedades más significativas del agua es su elevado valor de la constante dieléctrica, que está relacionada con la polaridad de su molécula y con su estructura. Gracias a esta propiedad, el agua presenta una gran capacidad disolvente, principalmente de compuestos iónicos, puesta de manifiesto en los procesos de meteorización.

#### **4.6.4.1. Propiedades organolépticas del agua**

Si bien el agua pura es incolora e insípida, en el medio natural incorpora en su seno una gran variedad de compuestos que alteran significativamente estas propiedades. Algunas de estas propiedades afectan a los sentidos (vista, tacto, gusto), son las propiedades organolépticas y afectan al color, al olor, al sabor y a su aspecto. La caracterización de estas propiedades y su relación con la composición del agua es muy importante con relación al proceso de potabilización de aguas naturales.

Respecto al color, el agua puede llevar en su seno diversas sustancias que lo pueden alterar. Así, por ejemplo, un agua natural puede disueltos compuestos orgánicos como ácidos húmicos y fúlvicos que le imparten una coloración que va desde el amarillo

al negro. El color verde de algunos reservorios puede ser debido a la presencia de ciertos microorganismos, pero también puede originarse por la presencia de sales de calcio o de cobre disueltas, mientras que los compuestos de hierro confieren una coloración al agua que va desde el amarillo al rojo, según sea la naturaleza química del compuesto de hierro.

El color de una muestra se mide por comparación con disoluciones estándar coloreadas de cloroplatinato de potasio y cloruro de cobalto. Las medidas se realizan mediante espectrofotometría, y los resultados se expresan en mg de Pt por litro (unidades Hazen).

La turbidez también imparte una cierta coloración al agua. La turbidez es un fenómeno óptico producido por la absorción y la dispersión de la luz incidente en una muestra que contiene partículas en suspensión. En las aguas naturales estas partículas, tanto pueden ser de naturaleza inorgánica como arcillas, óxidos de hierro o manganeso, así como orgánicas, tal como material húmico, taninos, etc. El origen de estas partículas es diverso, pero principalmente corresponde a procesos de erosión edáfica, resuspensión de material de los sedimentos, descomposición de materia vegetal, etc., así como de vertidos de aguas residuales. Usualmente, la turbidez se mide por comparación con suspensiones de referencia preparadas añadiendo cantidades controladas de  $SiO_2$  en agua, entre 0 y 100 mg  $L^{-1}$ .

Habitualmente, el agua natural tiene un sabor refrescante gracias a la presencia de ciertas sales o gases como el  $CO_2$  a concentraciones moderadas. En el caso particular de la disolución de  $CO_2$ , si este gas está en exceso el agua adquiere un sabor ácido. También al sabor puede quedar alterado por la presencia de otras sustancias o elementos. Así, elevadas concentraciones de sales de hierro y de manganeso confieren un sabor metálico al agua, o bien altos niveles de sulfato de magnesio le dan al agua un sabor amargo. El pH también puede influir en el sabor del agua. Por ejemplo, un agua a pH bajo tiene un gusto ácido, mientras que si el pH es alto se obtiene un sabor jabonoso. El pH óptimo en cuanto al sabor está comprendido entre 6 y 7.

Los compuestos orgánicos suelen impartir sabores característicos al agua. Muchas veces el sabor desagradable aparece a concentraciones inferiores al límite de toxicidad. Los fenoles y los correspondientes compuestos clorados generados en procesos de depuración con cloro imprimen al agua gustos muy característicos. En concreto, los clorofenoles, que usualmente se encuentran en aguas depuradas a concentraciones muy

bajas, presentan umbrales de gusto a concentraciones inferiores a  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  ( $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$  para 2-clorofenol y  $0,3 \mu\text{g L}^{-1}$  para el 2,4-diclorofenol).

La temperatura es un parámetro que afecta al sabor del agua. La temperatura óptima para un agua de consumo está comprendida entre 10 y 14°C. A partir de 15°C, el agua va perdiendo su sabor refrescante.

En cuanto al olor, se origina por la presencia en el agua de compuestos volátiles disueltos. Una buena parte de estos compuestos son sustancias orgánicas de bajo peso molecular, que se forman a causa de la descomposición de la biomasa en ambientes anóxicos como son mercaptanos, que son compuestos orgánicos con el grupo funcional tiol (-SH), aminas, ácidos carboxílicos, aldehídos, pero también existen compuestos inorgánicos naturales volátiles ( $H_2S$ ,  $NH_3$ , etc.), que se generan gracias a procesos químicos de reducción. Estas sustancias presentan umbrales olfativos que dependen de la naturaleza química de cada compuesto, y cuyo valor puede ser inferior a  $0,0001 \text{ mg m}^{-3}$  normalizados de aire (a 0°C y 1 atm), como es el caso de  $H_2S$  o el etilmercaptano ( $CH_3 - CH_2SH$ ).

Compuestos con olores típicos son las aminas, que poseen umbrales de olor superiores a  $0,01 \text{ mg m}^{-3}$  N de aire, y que producen el característico olor a pescado. También los compuestos organosulfurados son muy olorosos, con un olor típico a huevos o coles podridas, los cuales poseen umbrales olfativos cien veces inferiores a las aminas. Los ácidos carboxílicos presentan efluvios característicos como el olor a vinagre del ácido acético, o bien los ácidos butanoico y pentanoico o valeriánico con olores a mantequilla rancia y a sudor, respectivamente.

#### **4.6.4.2. Usos del agua**

La mayor parte del agua se emplea en riegos agrícolas, como medio en ciertos procesos industriales y para transportar desechos domésticos e industriales. Aproximadamente el 40% del agua se emplea en el riego agrícola. Más del 50% se usa en la industria, incluyendo las plantas de generación de energía eléctrica por medio de vapor, que representan más o menos tres quintas partes del uso industrial. Más o menos el 10 % se emplea para los abastecimientos públicos municipales de agua.

Contrariamente a lo que sucede en la industria, el agua para la agricultura se usa una sola vez antes de que se evapore o vuelva a penetrar en la tierra y unirse a las aguas ambientales.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA INORGÁNICA DESDE SU UTILIDAD EN LA CALIDAD DE VIDA**

El desarrollo vertiginoso del conocimiento en el campo de la química y las limitadas posibilidades de tiempo para llevarlas a los estudiantes suscita la necesidad ineludible de la planificación de los contenidos teórico – práctico, ponderando la comprensión de los conceptos, el uso correcto de sus aplicaciones y la formación de hábitos nutricionales saludables. El proyecto “propuesta pedagógica para la enseñanza de la química inorgánica desde su utilidad en la calidad de vida” tratará de lograr tales propósitos.

Esta propuesta pedagógica se presenta como una alternativa para afrontar la enseñanza tradicional de la química marcada por la llamada ciencia positivista, la cual se caracteriza por interpretar los fenómenos y la forma cómo ocurren éstos por medio de teorías y leyes, en los que el contexto y el ser humano tiene un rol protagónico muy pobre; frente a esta postura debemos encontrar otra alternativa, que supere la enseñanza tradicional de las ciencias, que sean amplias, sistemáticas, flexibles y centrada en la vida cotidiana.

#### **5. Descripción de la propuesta**

##### **5.1. Nombre**

Guía pedagógica de aprendizaje de la química desde su utilidad para la calidad de vida

##### **5.2. Ubicación de la guía en el plan de estudios**

La guía pedagógica corresponde al componente curricular de química inorgánica se ubica en el área curricular de Ciencia, tecnología y Ambiente y, corresponde al VI Ciclo - tercer año de educación secundaria.

### **5.3. Descripción de la guía**

La química inorgánica es una parte de la química que comprende el estudio de las propiedades, estructura y reactividad de los compuestos inorgánicos, se enfatiza el proceso de su formación a través de la combinación de cationes y aniones unidos por enlaces iónicos. Se presta especial atención el aporte en el campo industrial como en la sustentación de la economía, desde el acero al ácido sulfúrico, pasando por el vidrio o el cemento. El propósito principal de este proyecto es lograr la motivación hacia el estudio de los conceptos químicos, identificar su gran aplicabilidad y analizar su influencia industrial, económica, ecológica y social, prestando especial atención al cuidado de la calidad de vida del ser humano.

### **5.4. Propósito general**

El propósito de la química cotidiana no se restringe a la motivación de los estudiantes, o introducir de una manera novedosa y atractiva para los estudiantes los conceptos y teorías de siempre, sino estudiar la química en torno a las explicaciones e interpretaciones de los procesos químicos que suceden a nuestro alrededor. Así, la búsqueda de explicaciones a los fenómenos cotidianos, no solo ameniza el currículo, sino que conlleva a observar, describir, comparar, clasificar, teorizar, discutir, argumentar, diseñar experimentos, utilizar procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y por tanto hablar ciencia, hacer ciencia, aprender ciencia y sobre la ciencia

### **5.5. Objetivos generales**

Establecer estrategias didácticas de aprendizaje para que el estudiante tenga la posibilidad de indagar y reconstruir colaborativamente conocimientos científicos de la química inorgánica, y puntualizar su relación con los procesos culturales y tecnológicos, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el medio ambiente y la salud humana.

- Adquieran una formación científica básica en los problemas actuales más relevantes en la rama de la química inorgánica.
- Manejen las herramientas metodológicas necesarias para poder operar a nivel académico-científico en el campo de la química inorgánica.

- Puedan reflexionar sobre la dimensión contextual y aplicada de la química, y su rol en una educación de protección del planeta.
- Consigan relacionar contenidos de química con materias transversales: educación ambiental, educación para la salud, educación del consumidor y usuario.
- Logren colaborar en iniciativas de divulgación científica
- Puedan elaborar materiales didácticos para profundizar el aprendizaje en el aula.
- Sepan difundir los materiales didácticos elaborados y evaluar su implementación.
- Tengan la capacidad de valorar la importancia de la química en el contexto industrial, salud, medioambiental y social.

## 5.6. Alineación de la guía pedagógica según competencias

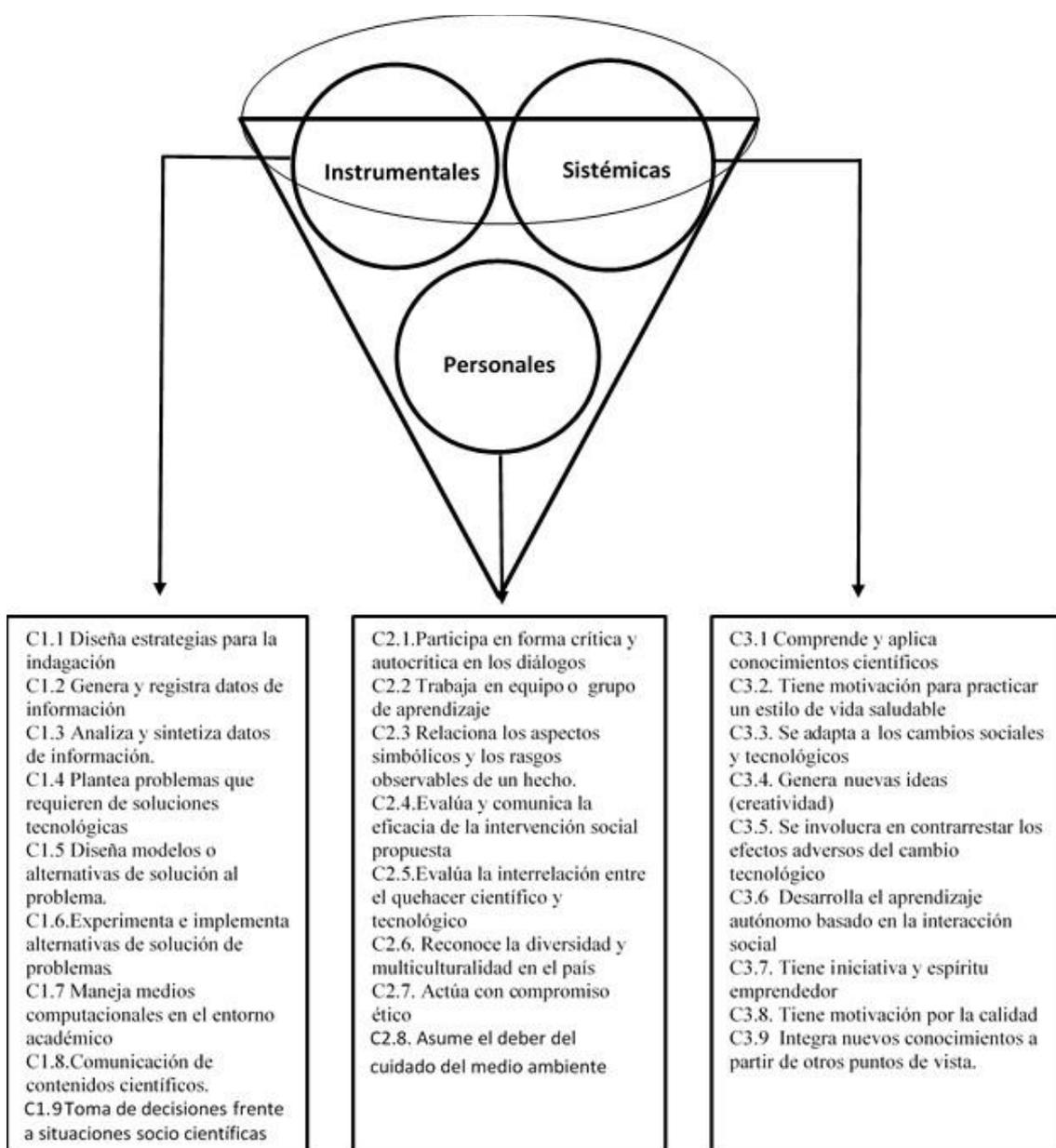


Figura 10. Alineamiento constructivo de la guía pedagógica

**Tabla 10**

Contenidos y propósitos

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES	COMPETENCIAS PERSONALES	COMPETENCIAS SISTÉMICAS	TEMAS	CONTENIDOS	PROPÓSITOS DEL TEMA
<p>C1.1 Diseña estrategias para la indagación</p> <p>C1.3 Analiza y sintetiza datos de información</p> <p>C1.4 Plantea problemas que requieren de soluciones tecnológicas</p> <p>C1.5 Diseña modelos o alternativas de solución al problema.</p> <p>C1.6 Experimenta e implementa alternativas de solución de problemas</p> <p>C1.9 Toma de decisiones frente a situaciones socio científicas</p>	<p>C2.1. Participa en forma crítica y autocrítica en los diálogos</p> <p>C2.3 Relaciona los aspectos simbólicos y los rasgos observables de un hecho</p> <p>C2.5. Evalúa la interrelación entre el quehacer científico y tecnológico</p> <p>C2.6. Reconoce la diversidad y multiculturalidad en el país</p> <p>C2.7. Actúa con compromiso ético</p> <p>C2.8. Asume el deber del cuidado del medio ambiente</p>	<p>C3.1 Comprende y aplica conocimientos científicos</p> <p>C3.5. Se involucra en contrarrestar los efectos adversos del cambio tecnológico</p> <p>C3.4. Genera nuevas ideas (creatividad)</p> <p>C3.3. Se adapta a los cambios sociales y tecnológicos</p> <p>C3.9 Integra nuevos conocimientos a partir de otros puntos de vista.</p> <p>C3.2. Tiene motivación para practicar un estilo de vida saludable</p> <p>C3.7. Tiene iniciativa y espíritu emprendedor</p>	<p>TEMA 1: La Materia.</p> <p>TEMA 2: Elemento químico, tabla periódica y átomo.</p>	<p>1. Sistemas materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas heterogéneos</li> <li>• Sistemas homogéneos</li> <li>• Fases de un sistema material.</li> <li>• Clasificación de los sistemas homogéneos.</li> <li>• Clasificación de las sustancias puras</li> </ul> <p>2. Clasificación de los elementos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo.</li> <li>• Grupo y familia</li> <li>• Clase.</li> <li>• Tipo de elemento</li> <li>• Metales y no metales.</li> <li>• Propiedades periódicas</li> </ul>	<p>Hace explícita la vinculación de la química inorgánica con la vida cotidiana como una alternativa didáctica para relacionar las representaciones químicas a situaciones comunes que viven los estudiantes puedan observar, p.e. si un líquido burbujea, desprende gas o cambia de color, etc., de manera que se pueda facilitar la comprensión científica y el aprendizaje en estos temas.</p>

	<p>C2.1. Participa en forma crítica y autocrítica en los diálogos  C2.2 Trabaja en equipo o grupo de aprendizaje  C2.5. Evalúa la interrelación entre el quehacer científico y tecnológico  C2.7. Actúa con compromiso ético  C2.8. Asume el deber del cuidado del medio ambiente</p>	<p>C3.1 Comprende y aplica conocimientos científicos  C3.3. Se adapta a los cambios sociales y tecnológicos  C3.4. Genera nuevas ideas  C3.6 Desarrolla el aprendizaje autónomo basado en la interacción social  C3.7. Tiene iniciativa y espíritu emprendedor  C3.9 Integra nuevos conocimientos a partir de otros puntos de vista</p>	<p>TEMA 3:  Configuración electrónica.</p> <p>TEMA 4: Enlace químico.</p>	<p>3. Nube electrónica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los protones y los neutrones.</li> <li>• Los electrones.</li> <li>• Niveles energéticos.</li> <li>• Número atómico.</li> </ul> <p>Ubicación de los electrones en los niveles energéticos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Números cuánticos.</li> <li>• Tipo de orbitales.</li> <li>• Representación de los electrones en subniveles y niveles de energía.</li> </ul> <p>4. Enlace químico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regla del octeto</li> <li>• Regla del dueto.</li> <li>• Estructura de Lewis.</li> <li>• Electronegatividad</li> <li>• Clases de enlaces.</li> </ul>	<p>Hace explícitos los conceptos básicos sobre la estructura electrónica en capas para los átomos y alguna subestructura en las capas para que puedan justificar las variaciones respecto al número de electrones por capa y por ende aplicarlos en lecturas científicas y en la construcción de moléculas.</p> <p>Hace explícito el proceso de interacción entre átomos que da origen al enlace químico con especial interés en sustancias inorgánicas a partir de algunos sucesos observables en la vida cotidiana o implicaciones en la sociedad con este enlace.</p>
	<p>C2.2 Trabaja en equipo o grupo de aprendizaje  C2.4. Evalúa y comunica la eficacia de la intervención social propuesta  C2.5. Evalúa la interrelación entre el quehacer científico y tecnológico  C2.6. Reconoce la diversidad y multiculturalidad en el país  C2.7. Actúa con compromiso ético</p>	<p>C3.1 Comprende y aplica conocimientos científicos  C3.2. Tiene motivación para practicar un estilo de vida saludable  C3.5. Se involucra en contrarrestar los efectos adversos del cambio tecnológico  C3.6 Desarrolla el aprendizaje autónomo basado en la interacción social  C3.7. Tiene iniciativa y espíritu emprendedor</p>	<p>TEMA 5:  Funciones inorgánicas.</p> <p>TEMA 6:  Reacciones y balance de ecuaciones químicas.</p>	<p>5. Compuestos inorgánicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Óxidos: ácidos y básicos.</li> <li>• Hidróxidos.</li> <li>• Ácidos: hidrácidos y oxácidos.</li> <li>• Sales.</li> <li>• Nomenclatura de hidruros.</li> </ul> <p>6. Reacciones químicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de las reacciones químicas.</li> <li>• Leyes ponderales.</li> <li>• Balanceo de ecuaciones</li> </ul>	<p>Favorecer el aprendizaje de la formación de los compuestos inorgánicos (óxidos, hidróxidos, ácidos y sales e hidruros), así como usos y aplicaciones en la vida diaria: alimentación, en la industria y en la medicina.</p> <p>Hace explícito las reacciones químicas que se producen mediante</p>

	C2.8. Asume el deber del cuidado del medio ambiente.	C3.9 Integra nuevos conocimientos a partir de otros puntos de vista.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método del ensayo y error.</li> <li>• Método de coeficientes indeterminados (método algebraico).</li> <li>• Método de óxido-reducción.</li> <li>• Método del cambio del número de estado de oxidación.</li> <li>• Método del ión electrón.</li> </ul>	sus métodos de balanceo para identificar sus aspectos cualitativo y cuantitativo, de preferencia aquellas reacciones que se emplean en la vida cotidiana: el hogar, la industria, la farmacéutica, la repostería y la alimentación.
	<p>C2.2 Trabaja en equipo o grupo de aprendizaje</p> <p>C2.3 Relaciona los aspectos simbólicos y los rasgos observables de un hecho.</p> <p>propuesta</p> <p>C2.5. Evalúa la interrelación entre el quehacer científico y tecnológico</p> <p>C2.7. Actúa con compromiso ético</p> <p>C2.8. Asume el deber del cuidado del medio ambiente</p>	<p>C3.2. Tiene motivación para practicar un estilo de vida saludable</p> <p>C3.3. Se adapta a los cambios sociales y tecnológicos</p> <p>C3.4. Genera nuevas ideas</p> <p>C3.5. Se involucra en contrarrestar los efectos adversos del cambio tecnológico</p> <p>C3.7. Tiene iniciativa y espíritu emprendedor.</p> <p>C3.9 Integra nuevos conocimientos a partir de otros puntos de vista</p>	<p>TEMA 7:</p> <p>Estequiometría.</p>	<p>Estequiometría.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación estequiométrica molar (REM).</li> <li>• Reactivo límite o limitante.</li> <li>• Pureza de los reactivos.</li> <li>• Rendimiento de una reacción.</li> <li>• Rendimiento teórico.</li> <li>• Cálculos de estequiometría que involucra soluciones y gases.</li> </ul>	<p>Reconoce y comprende los aspectos cuantitativos de la reacción química, así como la comprensión de los conceptos de fórmula química, reacción química, ecuación química, reactivos y productos, subíndices y coeficientes estequiométricos utilizando para su aprendizaje analogías de situaciones cotidianas de la vida (la pareja de baile, fruta-frutera, compra de un vaso de café, etc.).</p>

## 5.7. Competencias para los estudiantes según la propuesta pedagógica

### 5.7.1. Competencias específicas de la componente curricular

- Comprender la química inorgánica descriptiva de interés industrial y de estado sólido (estructural).
- Comprender los métodos de obtención y síntesis de productos de química inorgánica.

### 5.7.2. Competencias genéricas / capacidades

**Tabla 11**

Áreas, competencias genéricas y capacidades

Área	Competencias genéricas	Capacidades
<b>Ciencia, Tecnología y Ambiente</b>	<b>Instrumentales</b> Utiliza medios o herramientas con pertinencia para favorecer el trabajo científico en el logro de un determinado fin.	C1.1 Diseña estrategias para la indagación C1.2 Genera y registra datos de información C1.3 Analiza y sintetiza datos de información. C1.4 Plantea problemas que requieren de soluciones tecnológicas C1.5 Diseña modelos o alternativas de solución al problema. C1.6. Experimenta e implementa alternativas de solución de problemas. C1.7 Maneja medios computacionales en el entorno académico C1.8. Comunicación de contenidos científicos. C1.9 Toma de decisiones frente a situaciones socio científicas
	<b>Personales</b> Hace buen uso de las diferentes capacidades de interrelación social con los demás y construye una posición crítica sobre la ciencia y tecnología en el contexto social.	C2.1. Participa en forma crítica y autocrítica en los diálogos C2.2 Trabaja en equipo o grupo de aprendizaje C2.3 Relaciona los aspectos simbólicos y los rasgos observables de un hecho. C2.4. Evalúa y comunica la eficacia de la intervención social propuesta C2.5. Evalúa la interrelación entre el quehacer científico y tecnológico C2.6. Reconoce la diversidad y multiculturalidad en el país C2.7. Actúa con compromiso ético C2.8. Asume el deber del cuidado del medio ambiente
	<b>Sistémicas</b> Aplica las destrezas y habilidades relacionadas con la comprensión de la totalidad de los hechos del mundo físico con imaginación y sensibilidad.	C3.1 Comprende y aplica conocimientos científicos C3.2. Tiene motivación para practicar un estilo de vida saludable C3.3. Se adapta a los cambios sociales y tecnológicos C3.4. Genera nuevas ideas (creatividad) C3.5. Se involucra en contrarrestar los efectos adversos del cambio tecnológico C3.6 Desarrolla el aprendizaje autónomo basado en la interacción social C3.7. Tiene iniciativa y espíritu emprendedor C3.8. Tiene motivación por la calidad C3.9 Integra nuevos conocimientos a partir de otros puntos de vista.

## 5.8. Logros esperados del aprendizaje

Tabla 12

Logros esperados del aprendizaje

	Aspecto	Logros esperados del aprendizaje
Temas 1 y 2	<b>Sistémico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender que todo lo que existe está relacionado con la materia</li> <li>Clasificar los sistemas materiales como homogéneos y heterogéneos, y los sistemas homogéneos como sustancias puras y soluciones.</li> <li>Interpreta la tabla periódica para determinar la categoría de un elemento químico según sus propiedades.</li> <li>Familiarizar al estudiante con la simbología de los elementos químicos.</li> </ul>
	<b>Instrumental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar una actitud explicativa acerca de las características macroscópicas y microscópicas de los objetos naturales que rodean su entorno.</li> <li>Realizar consultas bibliográficas físicas o digitales adecuadas a los objetivos de la actividad de aprendizaje planeada</li> <li>Manejar y organizar adecuadamente la información obtenida de sus experiencias de investigación</li> </ul>
	<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplir oportunamente con las tareas, actividades y trabajos asignados</li> <li>Aprovechar adecuadamente el tiempo y los recursos asignados para trabajar en clase</li> </ul>
Temas 3 y 4	<b>Sistémico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender la configuración electrónica de un átomo.</li> <li>Analizar los modelos científicos propuestos para el átomo y conformación de núcleo y periferia atómica.</li> <li>Establecer la cantidad de protones, neutrones y electrones de un elemento químico.</li> <li>Ubicar los electrones en los niveles energéticos del átomo de un elemento.</li> <li>Entender el concepto enlace químico y relacionarlo con la interacción electrónica entre átomos.</li> </ul>
	<b>Instrumental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consultar en diversas fuentes de información acerca de simbología o términos científicos relacionados con la representación de sustancias químicas a través de fórmulas.</li> </ul>
	<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimular la creatividad en la realización de las actividades de aprendizaje propios de la química.</li> </ul>
Temas 5 y 6	<b>Sistémico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender la importancia de las fórmulas químicas como representación de sustancias</li> <li>Clasificar las sustancias químicas inorgánicas como óxidos, ácidos, bases y sales</li> <li>Comprender el significado de las fórmulas y ecuaciones químicas</li> <li>Balancear ecuaciones químicas usando cualquier método.</li> </ul>
	<b>Instrumental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de una competencia comunicativa que le permita expresar claramente sus explicaciones y usar apropiadamente el lenguaje específico de la química</li> <li>Aplica el pensamiento matemático como instrumento de trabajo</li> <li>Formular preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas relacionadas con el enlace químico.</li> </ul>
	<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualiza constantemente los apuntes de clase</li> <li>Organiza los conceptos científicos desarrollados durante la clase utilizando esquemas o mapas conceptuales donde se puede observar jerarquización o categorización conceptual.</li> </ul>
Tema 7	<b>Sistémico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcular las relaciones o proporciones cuantitativas entre reactantes y productos en una reacción química.</li> </ul>
	<b>Instrumental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar el nivel de argumentación en la explicación de los fenómenos químicos.</li> <li>Relacionar las conclusiones con las presentadas por otros autores y formular nuevas preguntas para mejorar la comprensión de la ley de conservación de la materia y energía.</li> </ul>
	<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomentar la actitud de consulta y profundización sobre los temas de fórmulas, ecuaciones y reacciones químicas.</li> </ul>

## **5.9. Contenidos**

### **5.9.1. Contenidos (según el plan de estudios de tercero de secundaria)**

Tema 1. La Materia.

Tema 2. Elemento químico, tabla periódica y átomo

Tema 3. Metales alcalinotérreos

Tema 4. Configuración electrónica

Tema 5. Funciones inorgánicas

Tema 6. Reacciones y balance de ecuaciones químicas.

Tema 7. Estequiometría

### **5.9.2. Programa de prácticas**

Práctica nº 1: cambios de estado del agua

Práctica nº 2: métodos de separación de mezclas

Práctica nº 3: la tabla periódica

Práctica nº 4: preparación de hidróxido de magnesio

Práctica nº 5: ¿cuál es el mejor antiácido del mercado?

## **5.10. Metodología docente**

### **5.10.1. Actividades formativas**

**Tabla 13**

## Actividades formativas

Actividad	Descripción de la actividad	Trabajo del estudiante
Clases teóricas en el aula	Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte del docente, puede tener formatos diferentes, teoría, problemas o ejemplos generales, directrices generales de la materia. Las clases seguirán los contenidos de la propuesta pedagógica.	Presencial
Clases de problemas en el aula	Resolución de problemas tipo de análisis de casos prácticos por el docente	Presencial
Sesiones prácticas de laboratorio	Actividades relacionadas con la materia, desarrolladas en el laboratorio bajo la supervisión del docente. Consolida los conocimientos adquiridos en las clases de teoría. Para estas prácticas, el estudiante dispone de una guía de práctica, que incluirá consideraciones generales sobre el trabajo, una breve presentación de los fundamentos, la metodología a seguir y la indicación de los cálculos a realizar y resultados a presentar.	Presencial
Trabajo/Estudio individual	Estudio individual de los contenidos	No presencial
Preparación de trabajos/informes	Actividades de preparación previa de los temas/actividades sumativas y formativas al final de los temas	No presencial
Preparación de trabajos/informes en grupo	Actividades de preparación previa de los temas/actividades sumativa y formativas al final de los temas	No presencial
Actividades de trabajo cooperativo	Realización de trabajos en grupo. Lectura comprensiva de artículos (los sugeridos en la guía de la propuesta pedagógica que se entrega oportunamente a los estudiantes con la suficiente antelación).	Presencial
Asistencia a las horas de tutoría	Sesiones de tutoría para aclarar conceptos y resolver dudas sobre teoría o las prácticas, problemas, ejercicios, lecturas u otras tareas propuestas; así como la presentación, exposición, debate o comentario de trabajos individuales o realizados en pequeños grupos.	Presencial
Realización de actividades de evaluación formativa y sumativa.	Se suministran cuestionarios de preguntas de respuesta breve y cuestionarios teórico-prácticas que sirven como técnica de autoevaluación del estudiante	Presencial
Realización de exámenes oficiales	Examen oficial de la asignatura	Presencial
Exposición de trabajos/informes (en equipo)	Exposición de los trabajos preparados al resto de la clase	Presencial

**5.10.2. Preguntas de reflexión para los docentes**

Los minerales metálicos inciden negativamente en el medio ambiente. La práctica de la minería a cielo abierto ocasiona la pérdida de áreas verdes, de la flora, fauna y contaminación de suelos y agua. Muchos residuos de la extracción de los metales son

vertidos irresponsablemente en los ríos, contaminando los cultivos y poniendo en riesgo la salud humana. ¿Alguna vez como docente se ha preocupado por el impacto ambiental que pueden causar los compuestos tóxicos de algunos metales en la agricultura y en la salud?

¿Cómo impacta en el aprendizaje guiado de los estudiantes la aplicación de los conceptos químicos en torno de las sustancias inorgánicas en las situaciones de la vida cotidiana?

El enfoque de esta propuesta pedagógica demanda una metodología basada en las experiencias personales, así como una interacción dinámica y renovada con el medio ambiente ¿la transmisión de conocimientos científicos en química es más importante que la formación de actitudes y valores de protección del medio ambiente? ¿Se debe ignorar la función social de la escuela y de los docentes en la educación ambiental a nivel de la comunidad?

### **5.10.3. Ideas previas comunes de los estudiantes frente a la química inorgánica**

El conocimiento “espontáneo” o “ingenuo” de los estudiantes de secundaria, relacionado con los conceptos que suele conocerse como ideas previas o preconcepciones, se asocia claramente con las representaciones sociales. En detalle, las ideas previas se constituyen a partir de la propia experiencia para permitirnos interpretar los fenómenos del mundo cotidiano. Pero no debemos olvidar que también se conforman a partir de las informaciones, conocimientos y modelos de pensamiento que recibimos y transmitimos a través de la tradición, la educación y la comunicación social.

Hay que tener en cuenta que los estudiantes tienen dificultades en la construcción y entendimiento de los conceptos en química. Estas dificultades surgen en gran medida por los niveles de representación que marcan las características particulares de la química: nivel macroscópico, nivel microscópico y nivel simbólico.

Es necesario que los estudiantes deben comprender el concepto a nivel macroscópico, para lo cual es preciso familiarizarlos con él apelando a distintos ejemplos de sustancias cotidianas y, por otro lado, entender su significado a nivel microscópico, como proceso de reordenamiento de átomos en el que se rompen determinadas uniones entre ellos y, por último, sean capaces de entender las relaciones entre el nivel microscópico y el macroscópico a través del uso de representaciones simbólicas, fórmulas y ecuaciones químicas.

El tratamiento de un conjunto de problemas y situaciones requiere del dominio de un campo conceptual – conceptos clave que se aspiran sean construidos por los estudiantes -, que incluye procedimientos y representaciones de tipos diferentes, pero fuertemente relacionados. Por otro lado, se requiere que el estudiante tenga un concepto estructurante de cada término del campo conceptual, en el sentido que su construcción pueda transformar el sistema cognitivo, permitir adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores.

Entre las ideas estereotipadas o modelos mentales errados podemos enumerar:

- En una reacción química hay desaparición de sustancias

- En un proceso químico hay desplazamientos de materia
- Un proceso químico es simplemente una modificación de propiedades
- Realizan explicaciones basadas en sus percepciones. Suponen que el óxido de un metal será más liviano que el metal original.
- Muestran la influencia de las representaciones sociales para caracterizar una reacción química. Esperan que una reacción sea explosiva y tenga otras características muy evidentes de su ocurrencia.
- Confunden lo que observan con el modelo que se utiliza para explicar el hecho. Representan solo aspectos macroscópicos, o bien mixtos de la reacción vista.

#### **5.10.4. Ideas fuerzas**

Desde el punto de vista "estático" y dinámico, a saber:

- Las propiedades físicas y químicas de las sustancias inorgánicas dependen de su estructura.
- Las aplicaciones de las sustancias inorgánicas dependen de sus propiedades físicas y químicas y, por ende, de su estructura.
- El establecimiento de la relación entre los tres niveles de representación: nivel macroscópico, nivel submicroscópico y nivel simbólico, constituye la base teórica y metodológica para el estudio de las sustancias simples y compuestas, desde el punto de vista "estático" y dinámico.

Desde el punto de vista didáctico:

- Se rompe con el enciclopedismo y la enseñanza memorística del estudio de las sustancias y sus propiedades.
- Se contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y dialéctico, con vistas a formar una concepción científica del mundo a partir de la relación causa-efecto.
- Se propicia la vinculación directa de la Química a la vida, fundamentalmente en la explicación, argumentación, predicción y utilización de las sustancias en diferentes esferas.
- Permite la sistematización e integración de conocimientos que aparecen aislados o fraccionados en los programas vigentes.

#### **5.10.5. Tipos de recursos didácticos**

- Redes conceptuales
- Lluvia de ideas
- Consenso de ideas
- Plenarias
- Contenidos relacionados con la vida cotidiana
- Enfocar la química como una "ciencia para todos"
- Material de apoyo en el Aula Virtual (Google doc.)

### 5.10.6. Actividades de motivación

- Lecturas
- Trabajos manuales
- Presentaciones

### 5.11. Evaluación

**Tabla 14**

Técnicas de evaluación

Instrumentos	Realización/criterios	Ponderación	Competencias genéricas/capacidades	Logros esperados del aprendizaje
Pruebas escritas oficiales	Se evaluará especialmente el aprendizaje individual por parte del estudiante de los contenidos específicos disciplinares abordados	El peso de esta parte en la evaluación será un 65%	C1.3 C1,9,C3.6	Logros: T1-T7
Actividades de evaluación formativas y sumativas, para la evaluación del desempeño de competencias de laboratorio.	Cuestionario para evaluar ejecuciones en el laboratorio. Valoración de desempeño y dedicación durante las sesiones	El peso de esta parte en la evaluación será de un 15%	C1.1 - C1.3, C1.8, C1.9, C2.1- C2.5, C2.8, C3.1 - C3.4, C3.6, C3.7	Logros: T1-T7
Actividades de evaluación formativas y sumativas, para la evaluación del desempeño de competencias teóricas.	Evaluación por el profesor mediante problemas propuestos	El peso de esta parte en la evaluación será de un 20%	C1.1 - C1.3, C1.9, C2.1 - C2.3, C3.1, C3.6- C3.8	Logros: T1-T7

### Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

1. Cuestiones planteadas en clase y actividades sumativas y formativas.
2. Supervisión durante las sesiones de trabajo en equipo presenciales.
3. Elaboración de cuestionarios durante las sesiones de prácticas de laboratorio.

# GUÍA DIDÁCTICA

EL docente sabe	<b>Tema N° 1</b> <b>LA MATERIA</b> ¿Todo cuanto existe a nuestro alrededor tiene que ver con la materia?	
<p>El mundo que nos rodea está comprendido por un lado por el reino de los seres vivos, teniendo como parte común la realización de un ciclo de vida, que está signado por las acciones de alimentación (nutrientes y energía), relación con el medio como con otros individuos de su especie y reproducción. Pero para que estos seres puedan desenvolverse es necesario contar con un sustento de objetos inertes, que ocupan un lugar en el espacio y tienen diferentes propiedades físicas y químicas.</p> <p>En ambos casos se conoce a las sustancias y componentes de los mismos como la <b>materia</b>, siendo esta denominación un concepto que está relacionado más que nada a la composición de un objeto de estudio determinado, puede ser: a través de nuestra percepción sensorial (características extrínsecas o macroscópicas) o instrumental óptico y luminosos adecuados, cuando el análisis es más minucioso (características microscópicas). Así en el caso a simple vista tenemos, lo inherente al tacto (superficie, viscosidad), la vista (color y forma que presenta), al gusto (su sabor, toxicidad).</p> <p>El análisis cuantitativo permite arribar a la obtención de una <i>masa</i> como la cantidad de materia existente en el cuerpo, el <i>peso</i> que consiste en la fuerza de gravedad que actúa sobre esta masa, la <i>energía</i> que posee este cuerpo y que es capaz de entregar o absorber hacia el entorno, como también el <i>volumen</i> como una medida de capacidad o bien el espacio que ocupa este cuerpo.</p> <p>aquello que ocupa un sitio en el espacio</p>	Nivel de formulación	Contribución
	Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)	Identifica los diferentes tipos de mezclas que se encuentran en su entorno, las clasifica de acuerdo con el tamaño de partículas disueltas en disoluciones coloides y suspensiones. Identifica y resuelve problemas de composición a partir de métodos establecidos.  <b>Naturaleza de la química</b> <p>Así como la química constituye uno de los sectores de la ciencia física, así también existen sectores o ramas dentro del campo de la química misma. Por esta razón el estudio de los principios teóricos de la química se llama Química física. El sector limitado a la química de los metales y de los no metales se llama Química inorgánica y el sector dedicado al estudio del carbono se llama Química orgánica. El estudio de los métodos para determinar la constitución química de la materia toma el nombre de Química analítica. El estudio de la química de los procesos vitales se denomina Bioquímica. La aplicación tecnológica de los principios de la química se llama Tecnología química. Debido a la inmensa extensión del campo de la química, el químico actual estima necesario dedicarse intensivamente a uno solo de los sectores. No optante,</p>



Fig. La materia es todo aquello que ocupa un sitio en el espacio

		<p>todos ellos están tan correlacionados que se pierde la necesaria perspectiva al desatender alguna de aquellas ramas.</p>
<b><u>Al finalizar esta sesión</u></b>		
El estudiante estará en condiciones de:		
<b><u>Para recordar</u></b>	<p>-Conoce los conceptos fundamentales de la Química que orientan a comprender la organización de la materia, importante para el entendimiento de los sistemas biológicos.</p> <p>-Clasifica los sistemas de materiales de nuestro entorno en sistemas materiales homogéneos o heterogéneos, y dentro de los homogéneos, en disoluciones o sustancias puras.</p> <p>-Aplica las distintas técnicas de separación de mezclas, identificando la más adecuada para cada operación concreta y reconociendo el material empleado en cada caso.</p> <p>-Valora el descubrimiento de los nuevos materiales como un factor determinante para mejorar la calidad de vida de las personas.</p>	
<p>Se sabe que la materia es todo aquello que se puede ver a simple vista, como un lápiz, y lo que no se puede ver a simple vista, como el aire y las bacterias; también es materia lo que constituye los planetas, el sol, las demás estrellas, las galaxias y, a escala microscópica, las células, los virus, el ADN, etc.</p> <p>Algunos son naturales como los metales, el agua y el aire y los podemos encontrar en todas partes. Otros son artificiales creados mediante procedimientos diseñados por la humanidad como los plásticos, las aleaciones y los vidrios. La química está íntimamente vinculada con los materiales</p>		
<b><u>Actividades</u></b>		
<b>Inicio</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se les solicita disposición con el fin de llevar a cabo una actividad individual</li> <li>• Cada estudiante nombra 10 objetos que utilizan a diario que pueden ser materiales e inmateriales</li> <li>• Se reitera la importancia de los objetos materiales como aquellos que ocupan un lugar en el espacio, por lo tanto, algunos se pueden ver y tocar, y otros solamente tocar.</li> </ul>		
<b>Desarrollo</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el fin de socializar las ideas, se selecciona en forma aleatoria a un grupo de aprendizaje para que presenten a la clase sus conclusiones de la actividad desarrollada.</li> <li>• El docente con la participación activa de los estudiantes identifica cuáles de los objetos presentados en la figura corresponden a objetos materiales.</li> </ul>		



Sistemas materiales

Los materiales que constituyen a los cuerpos que cotidianamente nos rodean en muchos casos tienen una composición poco sencilla porque están formados por varios componentes. Entonces,



¿Cómo hacemos para poder estudiar la composición de un material o de un objeto?

Bueno.... esta pregunta tiene su respuesta.....

Para poder estudiar la composición de un material o de un objeto debo aislarlo y así poder analizar sus propiedades y sus características. Cuando aislamos entonces un material o un conjunto de materiales o cuerpos, en realidad hemos elaborado un sistema material.

Es importante saber que cuando estudiamos un sistema material no debemos tener en cuenta el recipiente en el que se encuentra dicho sistema.

Veamos algunos ejemplos de sistemas materiales:



Jugo con hielo



Un té



Agua con colorante



Clavo de hierro



Pie de manzana

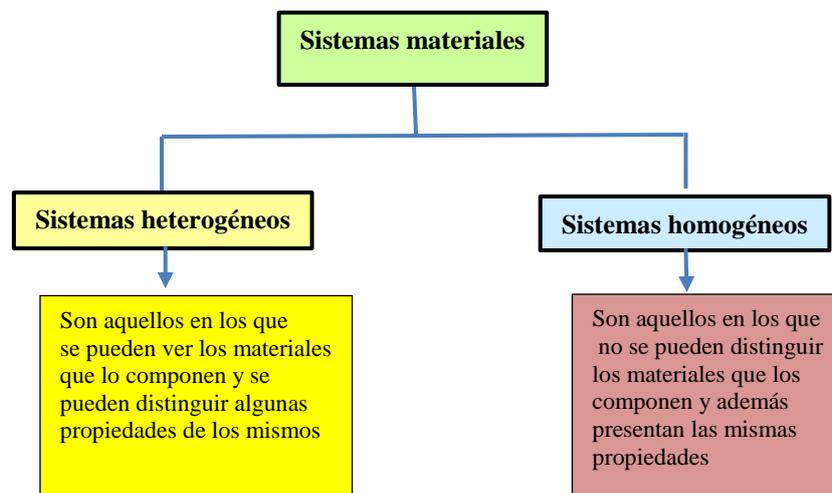


Hamburguesa completa

Como se observa, hay sistemas materiales formados por un solo material y otros por varios materiales. Esto significa que existen distintas clases de sistemas materiales y por lo tanto los sistemas materiales se pueden clasificar.

Obviamente, hay diferentes criterios para la clasificación de los mismos, uno de esos criterios es el que se utiliza mucho en biología y que se utiliza cuando se desarrolla el tema de ecosistemas.

Pero vamos a considerar otro de los criterios de clasificación, que es el que se utiliza en la fisicoquímica y que se basa en la composición de dichos sistemas. Esta manera de clasificar a los sistemas materiales, distingue dos grandes grupos:



Teniendo en cuenta este criterio, podemos decir que de los sistemas materiales que aparecen en las figuras de más arriba, el jugo con hielo, pie de manzana y la hamburguesa completa son sistemas heterogéneos y los demás son sistemas homogéneos.

Hay sistemas materiales que a simple vista parecen homogéneos. Pero, en realidad no lo son.

Se considera que un sistema material es homogéneo cuando aún visto bajo un microscopio sus componentes no se pueden distinguir.

Otra forma de diferenciar a un sistema heterogéneo de un sistema homogéneo es porque los primeros están formados por dos o más fases y los otros por una sola fase.

### ¿Qué son las fases?

Se denominan fases a cada uno de las porciones homogéneas que forman un sistema, es decir a cada una de las “capas” o “superficies” que se pueden distinguir dentro de un sistema material. Si analizamos el sistema formado por la hamburguesa completa diremos que es un sistema heterogéneo porque podemos distinguir sus componentes o también porque posee varias fases: pan, lechuga, tomate, queso, carne, queso, lechuga y nuevamente pan. Es decir que posee 8 fases, pero sus componentes son solo 5: pan, lechuga, tomate, queso y carne.

En cuanto al sistema formado por el agua con colorante rojo, diremos que es un sistema homogéneo ya que solo podemos distinguir una sola fase (una sola “capa”) pero posee dos componentes: agua y colorante. Entonces, podemos concluir que fases y componentes no son lo mismo, a veces coinciden en cuanto su número, pero no siempre ocurre eso. Por lo tanto, debemos diferenciar ambos conceptos.



**FASES**  
 Son cada una de las porciones homogéneas que forman un sistema. Son las diferentes "capas" que se pueden percibir en un sistema. Una fase puede estar constituida por uno o varios componentes.



**COMPONENTES**  
 Son las diferentes sustancias que forman una fase o un sistema material. Responden a la pregunta "¿de qué está hecho el sistema?"

Vamos ahora a indagar un poco sobre los sistemas homogéneos. Se sabe que estos sistemas están formados por una sola fase, pero pueden tener uno o varios componentes. Confirmemos esto con algunos ejemplos



tornillo de hierro



emoliente



agua pura



vino



comino



sal

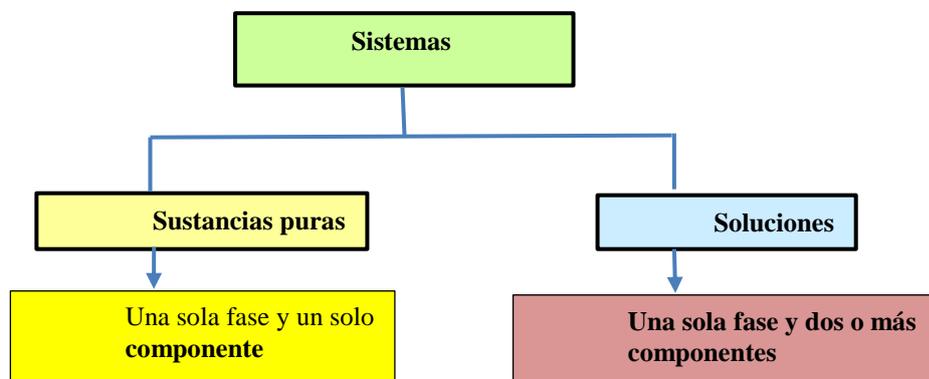
Todos estos sistemas están formados por una sola fase, es decir en cada uno de los mismos solo podemos percibir una sola "capa", en consecuencia, son todos sistemas homogéneos.

Pero si analizamos los componentes de cada uno veremos que:

- En el tornillo hay un solo componente: hierro
- En el emoliente hay nueve componentes: agua, azúcar, cebada, cola de caballo, linaza, llantén, boldo, extracto de alfalfa, y jugo de limón
- En el agua pura hay un solo componente: agua
- En el vino hay varios componentes: alcohol, agua, jugo de uva, fibra dietética etc.
- En el comino hay un solo componente: comino
- En la sal hay un solo componente: sal

Entonces podemos decir que dentro de los sistemas homogéneos hay distintos tipos, o sea que podemos hacer una clasificación de los mismos.

¿Cómo es esa clasificación?



Los componentes de una solución reciben una denominación especial, a uno de ellos se lo llama soluto y al otro se lo denomina solvente o disolvente.

¿Cuál es el soluto? Es aquel componente que se encuentra en menor proporción dentro de la solución.

¿Cuál es el solvente? Es el componente que se encuentra en mayor proporción en la solución.

En otras palabras, el soluto es el componente que se disuelve en el solvente; y solvente o disolvente es el componente que disuelve al soluto.

Por lo tanto: **SOLUTO + SOLVENTE = SOLUCIÓN**



SAL



AGUA



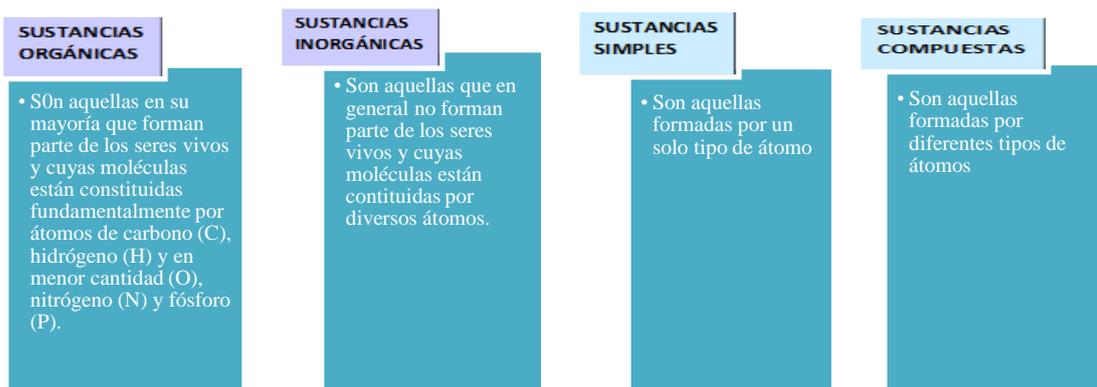
AGUA SALADA

Queda ahora, analizar y profundizar un poco sobre las sustancias puras, sólo se sabe que son sistemas homogéneos, es decir que poseen una sola fase y un solo componente. Las sustancias puras son muy numerosas y variadas, por lo tanto, debido a esa gran cantidad y variedad requieren de una clasificación.

¿CÓMO SE CLASIFICAN LAS SUSTANCIAS PURAS? Ver la siguiente gráfica



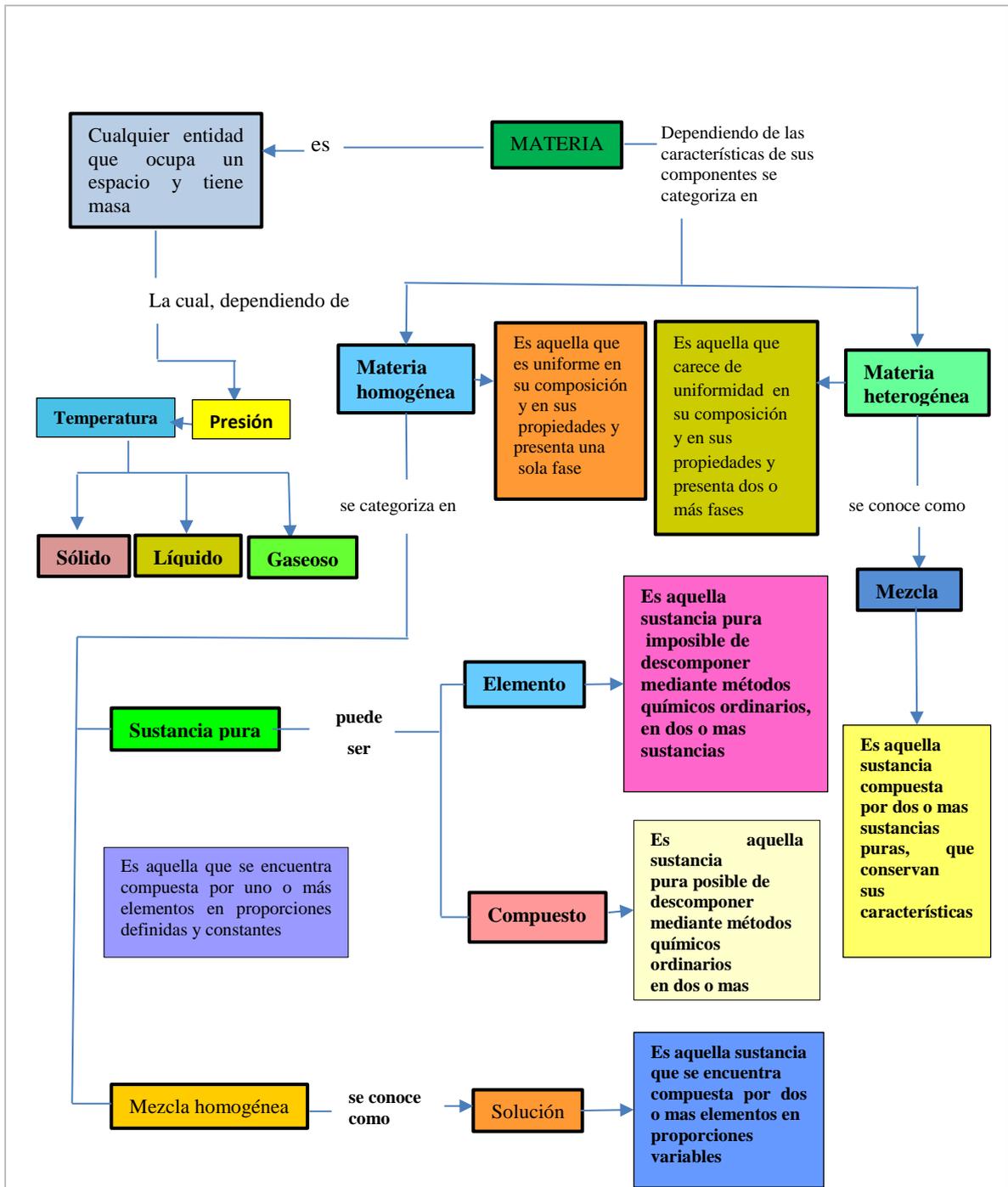
¿Qué significa cada una de éstas clases de sustancias puras? ¿Cómo se puede identificar cada tipo?



Ejemplos de cada una de éstas clases de sustancias puras:

- La hemoglobina (proteína que forma parte de la sangre) es una sustancia orgánica.
- El carbonato de calcio (sustancia que forma las tizas) es una sustancia inorgánica.
- El agua (H<sub>2</sub>O), cuyas moléculas están formadas por átomos de hidrógeno (H) y de oxígeno (O), es una sustancia compuesta.
- El ozono (O<sub>3</sub>), cuyas moléculas están constituidas por tres átomos de oxígeno (O), es una sustancia simple.

A continuación, en el siguiente mapa conceptual presentamos un resumen de las ideas principales del primer tema.



**Cada día construyo mi mapa conceptual (Espacio de socialización de avances o dudas)**

Una vez que hayas comprobado que existen formas o maneras para poder separar las fases de un sistema material heterogéneo, estos métodos o procedimientos se conocen con el nombre de métodos de separación de fases.

Construye un mapa mental o conceptual sobre la base de la lectura de libros de físico-química o en páginas autorizadas en internet para representar los métodos o procedimientos de separación de un sistema material heterogéneo.

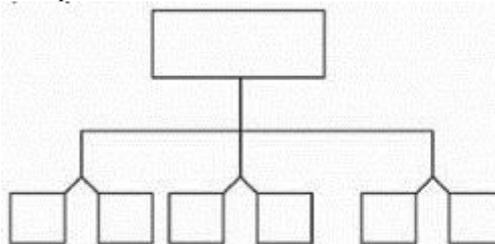
**Pregunta y construye (Orientación para el trabajo)**

Debes tener presente, que un mapa conceptual es una técnica usada para la representación gráfica del conocimiento científico. Un mapa conceptual es una red integrada de conceptos. En la red, los nodos representan los conceptos, y los enlaces representan las relaciones entre los

Concretamente, investiga sobre los siguientes métodos de separación de fases y explica en un elemento del mapa conceptual a cada uno de ellos:

- Filtración.
- Decantación.
- Tamización.
- Disolución.
- Tría.
- Flotación.
- Imantación o separación magnética.

conceptos.



### Viviendo el contexto (Recomendaciones orientadoras para el trabajo extra áulico)

#### **ACTIVIDAD: INICIÁNDOSE EN LA COCINA**

Tu hermano más pequeño se puso a jugar en la cocina cuando nadie lo veía y en una cacerola mezcló un poco de harina, un puñado de arroz, medio litro de agua, unas pizzas de sal refinada, una cucharada de aceite y tres huevos.

- a. ¿Qué tipo de sistema material logró formar tu hermanito?
- b. ¿Cuántas fases tiene el sistema?
- c. ¿Cuáles son sus componentes?
- d. ¿Qué métodos o procedimientos utilizarías para separar cada una de las fases de dicho sistema? Explica cómo harías cada separación y qué elementos usarías en cada caso.

Investiga en algún libro de ciencias naturales o de físico-química los métodos para separar los componentes de una solución y redacta un pequeño informe explicando:

- a. La cristalización
- b. La destilación

Además, copia los dibujos de los dispositivos y materiales que se usan en cada procedimiento. Coloca el nombre a cada parte de los aparatos dibujados.

#### **ACTIVIDAD: EJEMPLIFICACIÓN DE MEZCLAS Y DILUCIONES CON SOLUCIONES DE USO COTIDIANO**

<b>Objetivo:</b>	detectar y cuantificar el grado de eficiencia de la sustancia activa de un producto comercial en función de su concentración.
<b>Tiempo de realización</b>	7 días
<b>Forma de presentación</b>	Experiencia de cátedra e informe técnico.
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 10 minutos por equipo.
<b>Propósito de la discusión</b>	Superar la barrera imaginaria de la aplicación de los principios teóricos a situaciones cotidianas.
<b>Resultados</b>	Permite a los estudiantes, ampliar su visión sobre las sustancias químicas ( en particular de las mezclas y diluciones con las sustancias de su elección (líquidos para limpieza, blanqueadores, refrescos, etc.) y la cuantificación de las variantes de la concentración en cada caso, les permite identificar los límites de utilización eficiente de dichas soluciones y, lo más importante, vencer la barrera auto impuesta para la aplicación de los conocimientos, técnicas y algoritmos de cálculo adquiridos en el aula, a situaciones de la vida diaria.
<b>Referencias bibliográficas</b>	Reza, J. C., Domínguez, A. E. y Ortiz, L. R. (1999). Habilidades del ingeniero. Acciones en la ESIQIE. Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).  Vilchis, A. (2000). Seminario “Relaciones C. T. S. y la Educación Científica” impartido en la Facultad de Química, UNAM.

#### **ACTIVIDAD: COMPONENTES MÁS IMPORTANTES DEL CAFÉ, TÉ Y CHOCOLATE Y SUS EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO**

<b>Objetivo:</b> Identificar la composición de estas sustancias y sus efectos en nuestro organismo.	
<b>Tiempo de realización</b>	4 días
<b>Forma de presentación</b>	Sesión de carteles con duración de una sesión de clase.
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 15 minutos por equipo.
<b>Propósito de la discusión</b>	Utilizando estos productos como centro de interés es posible abordar en las clases muchos conocimientos de la química y, a su vez, aspectos relacionados con la salud, la tecnología y el consumo.
<b>Resultados</b>	<p>A pesar de tener apariencias muy distintas, tanto en aspecto como en sabor, el café, el té y chocolate comparten algo en común y es que su consumo produce, a partir de cierta dosis, efectos excitantes. Ideas que los estudiantes deben asimilar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El café, el té y el chocolate contienen sustancias excitantes denominadas cafeína, teofilina y teobromina, respectivamente.</li> <li>• La cafeína, teofilina y teobromina pertenecen a una misma familia de compuestos, lo que explica que tengan ciertas características y propiedades comunes.</li> <li>• La cafeína produce efectos euforizantes, al igual que la teobromina. La teofilina, además, favorece a la eliminación de la orina.</li> <li>• La intensidad de estos efectos depende de factores personales y de las cantidades que se consuman.</li> <li>• Considerar drogas a aquellas sustancias que producen alteración en el organismo y crean dependencia.</li> </ul>
<b>Referencias bibliográficas</b>	Uruga, C., Guijarro, M., Pozas, R. y Blanco, A. (2002). Spin cero. Cuadernos de ciencias, n°6, 16-19.

### Actividades

1. Dados los siguientes sistemas materiales, clasificalos en homogéneo o heterogéneo según corresponda e indica cuáles son sus componentes:
  - a. agua salada con trozos de hielo
  - b. agua, aceite y trozos de corcho
  - c. ensalada de tomate, lechuga y zanahoria rallada
  - d. un trozo de hierro
  - e. agua con mucho azúcar (una parte del azúcar quedó depositada en el fondo)
  - f. aire filtrado y seco
  - g. té con azúcar totalmente disuelta
  - h. alcohol con agua
  - i. una barra de chocolate
  - j. un trozo de bronce (aleación de cobre y estaño)
2. Indica para los sistemas mencionados en el ejercicio número 1 cuántas fases posee cada uno de dichos sistemas materiales.
3. Encuentra sistemas materiales que cumplan con las siguientes condiciones:
  - a. sistema heterogéneo de tres fases y dos componentes
  - b. sistema heterogéneo de dos fases y tres componentes
  - c. sistema homogéneo de tres componentes
  - d. sistema homogéneo de un solo componente
4. ¿Qué métodos de separación de fases aplicarías a cada uno de los siguientes sistemas materiales?
  - a. arena con limaduras de hierro.
  - b. agua con nafta son dos líquidos que no se mezclan.
  - c. arena y sal gruesa.

- d. agua y piedras.  
 e. agua y trocitos de tecnopor.  
 f. agua y arena.  
 g. arena y canto rodado.
5. ¿Cuáles de los sistemas homogéneos analizados anteriormente son soluciones y cuáles son sustancias puras?
6. Marca con una cruz (x) aquellos sistemas que sean soluciones:
- a. agua de mar filtrada (sin ningún tipo de sólidos en suspensión ( ) )  
 b. soda ( )  
 c. agua con gotas de vinagre ( )  
 d. aceite ( )  
 e. hierro ( )  
 f. madera ( )  
 g. bronce ( )  
 h. jugo de naranja diluido en agua ( )  
 i. cerámica ( )  
 j. agua mineral ( )
7. 1- ¿Cuáles de las siguientes sustancias son orgánicas y cuáles son inorgánicas? señálalas con una “O” o con una “I” según corresponda:
- |         |           |           |             |
|---------|-----------|-----------|-------------|
| agua    | aceite    | sal       | hemoglobina |
| azúcar  | clorofila | yeso      | cal         |
| oxígeno | petróleo  | proteínas | hierro      |
| nafta   | cobre     | alcohol   | hidrógeno   |
8. Dadas las fórmulas de las siguientes sustancias, indica cuáles corresponden a sustancias simples y cuáles a sustancias compuestas, señalándolas con una “S” o con una “C” respectivamente
- a. ácido nítrico  $HNO_3$   
 b. sal de mesa  $NaCl$   
 c. dióxido de carbono  $CO_2$   
 d. nitrógeno  $N_2$   
 e. hidrógeno  $H_2$   
 f. hierro  $Fe$   
 g. bicarbonato de sodio  $NaHCO_3$   
 h. aluminio  $Al$   
 i. cobre  $Cu$   
 j. carbono  $C$   
 k. hidróxido de sodio (soda cáustica)  $NaOH$   
 l. amoníaco  $NH_3$   
 m. plomo  $Pb$
- OBSERVACIÓN:** los distintos tipos de átomos se representan por medio de símbolos. Cada símbolo es una letra mayúscula o bien una letra mayúscula seguida de una letra minúscula.
9. Investiga y responde:
- a. ¿Qué ventajas tiene la destilación sobre la cristalización?  
 b. ¿Por qué al petróleo se lo somete a un proceso de destilación? ¿Qué se obtiene de dicho proceso?  
 ¿Dónde se realiza?  
 c. ¿Qué es el agua destilada?

### Evaluación

1. Un sistema material está formado por: un puñado de arroz, agua con gotas de vinagre, aceite y trocitos de pan
- a. Realiza un dibujo del sistema material.

- b. Indica que tipo de sistema material es.
- c. Indica cuántos y cuáles son sus fases
- d. Indica cuántos y cuáles son sus componentes
- e. En dicho sistema está presente una solución ¿cuál es esa solución?
- f. ¿Cuál es el soluto y cuál el solvente de tal solución?
- g. ¿Qué procedimientos utilizarías para separar cada una de las fases del sistema dado?
- h. El vinagre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ¿es una sustancia orgánica o inorgánica? ¿es una sustancia simple o compuesta? Justifica tu respuesta.
- i. ¿Qué método usarías para separar los componentes de la solución que contiene éste sistema material?

2. Dados los siguientes sistemas materiales:

**SISTEMA "A":** arena, agua coloreada con tinta roja, nafta (no se mezcla con el agua) y trocitos de madera flotando.

**SISTEMA "B":** un trozo de aluminio.

**SISTEMA "C":** agua con gotas de alcohol y una cucharada de sal disuelta.

**Responde:**

- a. ¿Cuál(es) son sistemas materiales heterogéneos?
- b. ¿Cuál(es) son sistemas materiales homogéneos?
- c. ¿Cuántas y cuáles son las fases del sistema "A"? d- ¿Cuáles son los componentes del sistema "A"?
- d. ¿Cuál de los sistemas es una solución? ¿Cuál es el soluto y cuál el solvente de la misma?
- e. ¿Cuál de los sistemas es una sustancia pura?
- f.

Sabiendo que la fórmula de la nafta es  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , la del agua es  $\text{H}_2\text{O}$ , la del alcohol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , la de la sal  $\text{NaCl}$  y la del aluminio es  $\text{Al}$  ¿Cuáles son sustancias simples y cuáles son sustancias compuestas?

## Química en y para la vida

### LA QUÍMICA EN EL CUERPO HUMANO

Nuestro cuerpo es un gran laboratorio donde se producen a cada instante muchos fenómenos químicos. Cada parte del organismo está formada básicamente por cuatro sustancias químicas: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Además, contiene calcio, fosfato, potasio y sodio. El equilibrio entre todas estas sustancias hace que nos mantengamos con vida.

En la figura se presenta algunas partes del cuerpo humano y su composición química (IGER, 2011):

- **Pelo:** compuesto de una proteína que se llama queratina. Está formada de minerales como cinc, hierro, aluminio, calcio, cobre y plomo. Además, el pelo tiene agua, grasa y pigmentos que le dan color.
- **Saliva:** compuesta por minerales como potasio, cloro, sodio y bicarbonato. Estos químicos ayudan en el proceso de la digestión.
- **Piel:** formada por agua, proteínas, minerales y grasas. La piel es la primera barrera que nos protege del virus, bacterias y sustancias del ambiente.
- 
- **Uñas:** al igual que el pelo, las uñas están formadas por queratina.
- **Huesos:** los huesos contienen calcio, flúor y cloro. La composición de los huesos los hace resistente.
- 

**Cuerpo:** el 80% del cuerpo está formado por agua.



EL docente sabe			
<p style="text-align: center;"><b>DEFINICIÓN DE ÁTOMO</b></p> <p>La idea principal de una de las teorías más antiguas de la historia de las ciencias, establece que toda sustancia se puede dividir solo hasta que se obtengan las partículas más pequeñas posibles. Esta idea fue propuesta por el filósofo griego Demócrito (460 AC – 370 AC), quien llamó a las partículas átomos (del griego <i>ατομον</i>), es decir sin división. Los postulados de Demócrito no recibieron reconocimiento, sino hasta el siglo XVIII, cuando los químicos comenzaron a explicar los resultados experimentales de sus trabajos utilizando el concepto de átomo.</p> <p>El inglés John Dalton (1766 – 1844) formuló en el año 1808 la teoría atómica, planteamiento que avivó el interés en el estudio de las partículas subatómicas, que permitió que diversos científicos propusieran modelos atómicos que pretendían explicar el comportamiento de la materia. Todos estos descubrimientos llevaron a la caducidad la teoría atómica de Dalton.</p> <div data-bbox="245 1267 769 1617" style="text-align: center;"> </div>	<p>Tema N° 2 <b>ELEMENTO QUÍMICO, TABLA PERIÓDICA Y ÁTOMO</b></p> <p>Es evidente que la materia está hecha de unidades discretas. Si es así, ¿cuál es la unidad más pequeña y representativa de un elemento químico?</p>	<p><b>Nivel de formulación</b></p>	<p><b>Contribución</b></p>
	<p>Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)</p>	<p>Analizar lecturas de elementos químicos para introducirse a la clasificación de ellos en la tabla periódica, realiza el estudio comparativo de las propiedades de los elementos de acuerdo a su ubicación en la tabla periódica, comprende cómo varían las propiedades periódicas de los elementos según químicas de algunas de sus propiedades y al mismo tiempo reconoce aplicaciones de los mismos en la vida diaria</p> <p>Curiosidades de la tabla periódica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre los elementos que la componen, hay tres descubiertos por españoles: el platino (Pt), el wolframio (W) y el vanadio (V). Antonio de Ulloa, Fausto Delhuyar y Andrés Manuel del Río son los responsables, respectivamente, de que estos elementos formen parte de la Tabla de Mendeléiev.</li> <li>- La primera versión de la Tabla Periódica se presentó en 1869 con sólo 63 elementos, el número que hasta entonces era conocido. A día de hoy, es posible encontrar un total de 118 elementos.</li> <li>- Hay elementos con nombres que hacen referencia a países: galio (Ga), escandio (Sc), germanio (Ge), polonio (Po), niponio (Np), y francio (Fr).</li> <li>- También los hay relativos al nombre de continentes: europio (Eu) y americio (Am).</li> <li>- En la Tabla Periódica también hay hueco para los cuerpos celestes: uranio (U), neptunio (Np) y Plutonio (Pu).</li> </ul>	

- Dos de los científicos más importantes de la historia también han sido homenajeados en la Tabla Periódica: Einstein, con el einstenio (Es); y Copérnico, con el copernicio (Cn).

### Al finalizar esta sesión

El estudiante estará en condiciones de:

1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
5. Hace representaciones adecuadas de los diferentes elementos, identifica e interpreta la tabla periódica y la aplica en usos tecnológicos y cotidianos.
6. Realiza las prácticas de laboratorio a través de un trabajo en equipo

### Para recordar

#### Aportaciones a la tabla periódica

Johann Dobereiner (13 de diciembre de 1780) relaciona las propiedades químicas de dichos elementos (y de sus compuestos) con los pesos atómicos, observando una gran analogía entre ellos, y una variación gradual del primero al último. Los agrupó en tres grupos, que denominó triadas.

John Newlands (30 de setiembre de 1864) ordena a los elementos de acuerdo al número creciente de sus masas atómicas, tras ordenarlos observó que ciertas propiedades se repetían cada ocho elementos.

El octavo elemento, tenía propiedades muy similares al primero. El nombre de octavas se basa en su intención de relacionar estas propiedades con la que existe en la escala de las notas musicales, por lo que dio a su descubrimiento el nombre de ley de las octavas.

Julius Lothar Meyer (30 de setiembre de 1870) basa su clasificación periódica en la periodicidad de los volúmenes atómicos en función de la masa atómica de los elementos. Por ésta fecha ya eran conocidos 63 elementos de los 90 que existen en la naturaleza. La agrupación se realizó de acuerdo con los criterios siguientes: por orden creciente de sus masas atómicas; en filas o periodos de distinta longitud; con propiedades similares, valencia.

Dmitri Mendeleiev, el 30 de setiembre de 1869 publica en Alemania una Tabla Periódica de los elementos, considerando los siguientes criterios: 1) masa atómica el orden creciente, y, 2) propiedades similares en columnas. El gran mérito de Mendeleiev consistió en pronosticar la existencia de elementos. Dejó casillas vacías para situar en ellas los elementos cuyo descubrimiento se realizaría años después.

Werner propuso la tabla periódica larga, es el creador de la tabla periódica moderna; y Moseley es el creador de la Ley Periódica: las propiedades de los elementos y de sus compuestos son funciones periódicas del número atómico de los elementos.



Fig. La tabla periódica es un instrumento básico en el estudio de la química

## Actividades

### Inicio

- Se les solicita disposición con el fin de llevar a cabo una actividad individual
- Cada estudiante escribe 10 sustancias que utilizan a diario que pueden ser simples o compuestas
- Se reitera la importancia de los elementos químicos básicos como el Carbono (C), el Hidrógeno (H), el Oxígeno (O), el Nitrógeno (N) y en pocas cantidades el Calcio (Ca), Fósforo (P), Azufre, (S), Potasio (K), Sodio (Na), y Magnesio (Mg), en la composición del ser humano.

### Desarrollo

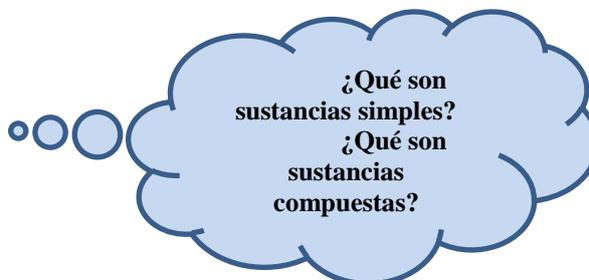
- Con el fin de socializar las ideas, se selecciona en forma aleatoria a un grupo de aprendizaje para que presenten a la clase.
- Los estudiantes bajo la tutoría del docente identifican cuáles de los objetos presentados en la figura corresponden a objetos materiales.
- Cierra los ojos por un momento y piensa en tu ubicación en relación a la inmensidad de nuestro sistema solar y de éste con respecto a las diferentes galaxias existentes. Imagina por un instante las dimensiones de estos sistemas macroscópicos, las distancias que hay entre los diferentes astros, la distribución que existe entre éstos, la posición que ocupan, etc. Así, podemos parecer seres “microscópicos” frente a la inmensidad del universo. Mira ahora a tu alrededor. Probablemente encontrarás sillas, la mesa del profesor, el pizarrón, alguna ventana abierta y tus útiles de estudio, entre otros objetos. Vuelve a cerrar tus ojos. Imagina que te haces muy pequeño con relación a los objetos de la sala, tan pequeño como tú mismo con respecto al universo.
- Actividad de indagación

Sustancia	Fórmula	Tipo	Actividad
Agua			Para cada sustancia dada en la primera columna, ¿qué tipo de sustancia es (simple o compuesta, pura o no pura)? Reúnete con tu grupo de aprendizaje y compartan los hallazgos encontrados en internet.  ¿Qué similitudes y diferencias hay en las estructuras de las fórmulas que encontraron?  ¿Define con tus propias palabras qué es: una sustancia simple, sustancia compuesta y una sustancia pura?
Oxígeno			
Hidrógeno			
Vinagre			
Agua de mar			
Azúcar			
Agua líquida con agua gaseosa			
Sal de mesa			
Lejía			

Para poder abordar éstos temas se nos hace necesario repasar algunos conceptos que ya hemos estudiado en el tema anterior: sistemas materiales.

¿Cuáles son esos conceptos? Son los referidos a sustancias simples y sustancias compuestas.

Entonces repasemos.....



Sustancias simples: son todas aquellas sustancias cuyas moléculas están formadas por un solo tipo de átomo.

Por ejemplo:

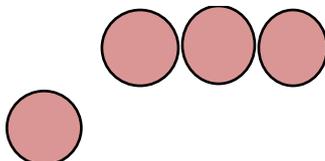
$O_2$  (oxígeno)



$N_2$  (nitrógeno)

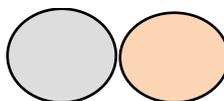


$P_4$  (fósforo)

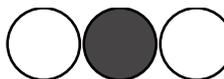


Sustancias compuestas: son todas aquellas sustancias cuyas moléculas están constituidas por dos o más tipos de átomos. Por ejemplo:

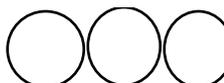
$NaCl$  (cloruro de sodio)



$CO_2$  (dióxido de carbono)



$H_2O$  (agua)



Vamos, entonces a darle el nombre que corresponde a “cada cosa”, a partir de ahora a los diferentes tipos de átomos los denominaremos elementos químicos.

Por lo tanto.....

## elementos químicos

son los diferentes tipos de átomos que constituyen tanto a las sustancias simples como a las sustancias compuestas.

Cada elemento químico tiene un nombre y además un símbolo que lo representa.

Los símbolos que representan a cada elemento químico, como vimos en alguna oportunidad anterior, son una letra mayúscula o bien una letra mayúscula acompañada de una letra minúscula.

Para poder averiguar el nombre o el símbolo de un elemento químico debemos recurrir a una tabla periódica (más adelante ampliaremos éste tema)



¿Qué es la tabla periódica?

La tabla periódica de los elementos químicos es un ordenamiento de los diferentes elementos químicos, según sus propiedades y características.

Es una de las herramientas más importantes para el trabajo de los químicos, ya que de allí se pueden extraer muchos datos acerca de los distintos elementos químicos.

Los elementos químicos están ordenados de izquierda a derecha según su número atómico creciente, formando columnas verticales y filas horizontales.

El número atómico es un número que identifica a cada elemento químico (más adelante veremos que representa éste número).

Los ordenamientos verticales o columnas se denominan grupos y en ellos están ubicados elementos que tienen propiedades semejantes, porque todos los elementos del grupo tienen el mismo número de electrones en su último nivel. Numerados de izquierda a derecha utilizando números arábigos, según la última recomendación de la IUPAC de 1988 y entre paréntesis según el sistema estadounidense, los grupos de la tabla periódica son:

Grupo 1 (I A): los metales alcalinos	Grupo 7 (VII B): familia del Manganeso	Grupo 13 (III A): los térreos
Grupo 2 (II A): los metales alcalinotérreos	Grupo 8 (VIII B): familia del Hierro	Grupo 14 (IV A): los carbonoideos
Grupo 3 (III B): familia del Escandio	Grupo 9 (VIII B): familia del Cobalto	Grupo 15 (V A): los nitrogenoideos
Grupo 4 (IV B): familia del Titanio	Grupo 10 (VIII B): familia del Níquel	Grupo 16 (VI A): los calcógenos o anfígenos
Grupo 5 (V B): familia del Vanadio	Grupo 11 (I B): familia del Cobre	Grupo 17 (VII A): los halógenos
Grupo 6 (VI B): familia del Cromo	Grupo 12 (II B): familia del Zinc	Grupo 18 (VIII A): los gases nobles

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
----	-----	------	-----	----	-----	-------	-------	----	-----	------	-----	----	-----	------	-------

1																	18	
	H																He	
1	1	2											13	14	15	16	17	18
2	3	4											5	6	7	8	9	10
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

6	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
7	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

Los ordenamientos horizontales o filas se denominan periodos. El primer periodo tiene sólo dos elementos, el segundo y tercer periodo tienen ocho elementos, el cuarto y quinto periodos tienen dieciocho, el sexto periodo tiene treinta y dos elementos, y el séptimo no tiene los treinta y dos elementos porque está incompleto. Estos dos últimos periodos tienen catorce elementos separados, para no alargar demasiado la tabla y facilitar su trabajo con ella.

El periodo que ocupa un elemento coincide con su última capa electrónica. Es decir, un elemento con cinco capas electrónicas, estará en el quinto periodo. El hierro, por ejemplo, pertenece al cuarto periodo, ya que tiene cuatro capas electrónicas.



¿Cómo se clasifican los elementos químicos?

Los elementos químicos se clasifican en cuatro grandes categorías o tipos:

- Metales
- No metales
- Metaloides
- Gases inertes o gases nobles

Para poder saber a qué categoría pertenece un determinado elemento químico, lo más conveniente es usar la Tabla Periódica, y según la ubicación que tenga el elemento en la misma se sabrá a qué tipo corresponde

<b>1</b>																		<b>18</b>																	
<b>1</b> H																		<b>2</b> He																	
<b>3</b> Li																		<b>10</b> Ne																	
<b>4</b> Be																		<b>18</b> Ar																	
<b>11</b> Na																		<b>18</b> Ar																	
<b>12</b> Mg																		<b>18</b> Ar																	
<b>19</b> K																		<b>36</b> Kr																	
<b>20</b> Ca																		<b>36</b> Kr																	
<b>21</b> Sc																		<b>36</b> Kr																	
<b>22</b> Ti																		<b>36</b> Kr																	
<b>23</b> V																		<b>36</b> Kr																	
<b>24</b> Cr																		<b>36</b> Kr																	
<b>25</b> Mn																		<b>36</b> Kr																	
<b>26</b> Fe																		<b>36</b> Kr																	
<b>27</b> Co																		<b>36</b> Kr																	
<b>28</b> Ni																		<b>36</b> Kr																	
<b>29</b> Cu																		<b>36</b> Kr																	
<b>30</b> Zn																		<b>36</b> Kr																	
<b>31</b> Ga																		<b>36</b> Kr																	
<b>32</b> Ge																		<b>36</b> Kr																	
<b>33</b> As																		<b>36</b> Kr																	
<b>34</b> Se																		<b>36</b> Kr																	
<b>35</b> Br																		<b>36</b> Kr																	
<b>36</b> Kr																		<b>36</b> Kr																	
<b>37</b> Rb																		<b>54</b> Xe																	
<b>38</b> Sr																		<b>54</b> Xe																	
<b>39</b> Y																		<b>54</b> Xe																	
<b>40</b> Zr																		<b>54</b> Xe																	
<b>41</b> Nb																		<b>54</b> Xe																	
<b>42</b> Mo																		<b>54</b> Xe																	
<b>43</b> Tc																		<b>54</b> Xe																	
<b>44</b> Ru																		<b>54</b> Xe																	
<b>45</b> Rh																		<b>54</b> Xe																	
<b>46</b> Pd																		<b>54</b> Xe																	
<b>47</b> Ag																		<b>54</b> Xe																	
<b>48</b> Cd																		<b>54</b> Xe																	
<b>49</b> In																		<b>54</b> Xe																	
<b>50</b> Sn																		<b>54</b> Xe																	
<b>51</b> Sb																		<b>54</b> Xe																	
<b>52</b> Te																		<b>54</b> Xe																	
<b>53</b> I																		<b>54</b> Xe																	
<b>54</b> Xe																		<b>54</b> Xe																	
<b>55</b> Cs																		<b>86</b> Rn																	
<b>56</b> Ba																		<b>86</b> Rn																	
<b>57</b> La																		<b>86</b> Rn																	
<b>72</b> Hf																		<b>86</b> Rn																	
<b>73</b> Ta																		<b>86</b> Rn																	
<b>74</b> W																		<b>86</b> Rn																	
<b>75</b> Re																		<b>86</b> Rn																	
<b>76</b> Os																		<b>86</b> Rn																	
<b>77</b> Ir																		<b>86</b> Rn																	
<b>78</b> Pt																		<b>86</b> Rn																	
<b>79</b> Au																		<b>86</b> Rn																	
<b>80</b> Hg																		<b>86</b> Rn																	
<b>81</b> Tl																		<b>86</b> Rn																	
<b>82</b> Pb																		<b>86</b> Rn																	
<b>83</b> Bi																		<b>86</b> Rn																	
<b>84</b> Po																		<b>86</b> Rn																	
<b>85</b> At																		<b>86</b> Rn																	
<b>86</b> Rn																		<b>86</b> Rn																	
<b>87</b> Fr																		<b>118</b> Uuo																	
<b>88</b> Ra																		<b>118</b> Uuo																	
<b>89</b> Ac																		<b>118</b> Uuo																	
<b>104</b> Rf																		<b>118</b> Uuo																	
<b>105</b> Db																		<b>118</b> Uuo																	
<b>106</b> Sg																		<b>118</b> Uuo																	
<b>107</b> Bh																		<b>118</b> Uuo																	
<b>108</b> Hs																		<b>118</b> Uuo																	
<b>109</b> Mt																		<b>118</b> Uuo																	
<b>110</b> Ds																		<b>118</b> Uuo																	
<b>111</b> Rg																		<b>118</b> Uuo																	
<b>112</b> Cn																		<b>118</b> Uuo																	
<b>113</b> Uut																		<b>118</b> Uuo																	
<b>114</b> Uuq																		<b>118</b> Uuo																	
<b>115</b> Uup																		<b>118</b> Uuo																	
<b>116</b> Uuh																		<b>118</b> Uuo																	
<b>117</b> Uus																		<b>118</b> Uuo																	
<b>118</b> Uuo																		<b>118</b> Uuo																	
Lanthanides																																			
Actinides																																			

Metals

No Metals

Metalloids

Noble gases

### Cada día construyo mi mini proyecto (Espacio de socialización de avances o dudas)

Investiga junto a tu grupo de aprendizaje y elabora una tabla con los datos de los elementos químicos que se encuentran en tu hogar, e indica sus grupos y familias correspondientes. Además, indaga acerca de sus propiedades.

Elemento químico	Fuente en el hogar	Grupo	Familia	Propiedades
Na	Sal de mesa	1 (I A)	Alcalino	

1. ¿Son similares las propiedades de los elementos químicos cuando no están combinados formando compuestos a cuando sí lo hacen? ¿Cómo explicarías esto?
2. Evalúa la actividad: ¿Qué elementos esperabas encontrar mayoritariamente en tu casa?
3. ¿Cuál fue el grupo y familia que más se repitió? ¿Cómo explicarías esto?
4. ¿Qué aprendiste con esta actividad? ¿Crees que aprendiste bien el tema estudiado?

### Pregunta y construye (Orientación para el trabajo)

Los elementos químicos están presentes en nuestra vida cotidiana. Junto a tu equipo de trabajo, completa el siguiente cuadro:

- a) Identifica en objetos cotidianos, los elementos químicos con los que están compuestos.
- b) Identifica cuáles de ellos presentan peligro para la salud. Con la ayuda de tu profesor, indica el porqué de este riesgo.

## Actividad didáctica extracurricular de aprendizaje de la química en entornos cotidianos

### Actividad: búsqueda en ambientes virtuales de las biografías breves de los científicos más ligados al desarrollo de la teoría atómica actual

<b>Objetivo:</b> identificar el contexto histórico-social del trabajo de los contribuyentes a la construcción de la teoría atómica actual.	
<b>Tiempo de realización</b>	15 días
<b>Forma de presentación</b>	Sesión de carteles con duración de una sesión de clase.
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 10 minutos por equipo.
<b>Propósito de la discusión</b>	El papel de los avances tecnológicos en el desarrollo de un descubrimiento o en el planteamiento y validación de la teoría.
<b>Resultados</b>	<p>Cuando este tema se presenta en la forma tradicional se usual mencionar alrededor de ocho científicos; sin embargo, con esta modalidad, los estudiantes identifican a más de 50, cuyas aportaciones han sido minimizadas. Esta identificación favorece:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La valoración del trabajo científico.</li> <li>• La relación de este trabajo con las demandas de la sociedad.</li> <li>• El rol que juega la tecnología como detonante de nuevas investigaciones.</li> </ul> <p>Esta actividad permite al estudiante considerar a la ciencia como un cuerpo de conocimientos no acabado, sino en continuo desarrollo y resalta la interdisciplinaridad. Por otro lado, es una excelente oportunidad para mostrar la faceta humana del científico, los errores que comete y las aproximaciones que realiza cada planteamiento.</p>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Reza, J. C., Domínguez, A. E. y Ortiz, L. R. (1999). Habilidades del ingeniero. Acciones en la ESIQIE. Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).</p> <p>Vilchis, A. (2000). Seminario "Relaciones C. T. S. y la Educación Científica" impartido en la Facultad de Química, UNAM.</p>

### Actividad: búsqueda en diferentes fuentes de información de las propiedades físicas y químicas de los elementos y de sus compuestos más usuales

<b>Objetivo:</b> identificar las fuentes de información más completas para realizar un estudio descriptivo de un grupo de elementos de la tabla periódica.	
<b>Tiempo de realización</b>	15 días
<b>Forma de presentación</b>	Vídeo VHS de un noticiario, revista, catálogo o periódico elaborados con la información obtenida.
<b>Tiempo de presentación</b>	De 15 a 20 minutos.
<b>Propósito de la discusión</b>	Usos cotidianos y aplicaciones tecnológicas de los elementos de la tabla periódica y sus compuestos más comunes
<b>Resultados</b>	La forma de presentación del material permite al estudiante hacer un esfuerzo para sintetizar la información recabada. En el caso de los videos, los estudiantes ponen en juego sus dotes histriónicas, descubren la imagen que proyectan y la manera en que se comunican, de tal suerte que son capaces de corregir algunos vicios de lenguaje y dicción; además ayudan a disminuir el temor a hablar en público. Por si esto

	fuera poco, las discusiones posteriores a las presentaciones, permiten destacar la importancia del desarrollo de nuevos materiales, bajo el enfoque de la conservación del medio ambiente y el uso racional de la energía
<b>Referencias bibliográficas</b>	Reza, J. C., Domínguez, A. E. y Ortiz, L. R. (1999). Habilidades del ingeniero. Acciones en la ESIQIE. Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).  Vilchis, A. (2000). Seminario “Relaciones C. T. S. y la Educación Científica” impartido en la Facultad de Química, UNAM.

### Actividades

1. Utilizando la tabla periódica, indica el símbolo que representa a cada uno de los siguientes elementos químicos:

Sodio .....

Litio .....

.

.

Calcio .....

Potasio .....

.

.

Boro .....

Bromo.....

.

.

Cloro .....

Carbono .....

.

.

Aluminio .....

Nitrógeno .....

.

.

2. ¿Cuál es el nombre de cada uno de los siguientes elementos químicos?

Mg .....

Li .....

.

.

Sr .....

As .....

.

.

Rb .....

Ge.....

.

.

Cs .....

Sb .....

.

.

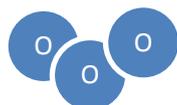
Si .....

Pb .....

.

.

3. Vamos a construir representaciones de moléculas. Para hacer ésta actividad deberás conseguir varias esferitas de tecnopor y mondadientes. Cada esfera de tecnopor representará un tipo de átomo, es decir a un elemento químico, para lo cual deberás escribir sobre ella con un marcador el símbolo del elemento en cuestión. Luego con la ayuda de los mondadientes unirás las diferentes esferas formando las moléculas que aparecen aquí abajo.



4. A continuación, aparecen las fórmulas de algunas sustancias con sus respectivos nombres, arma con las esferas dichas moléculas y luego nombra los elementos químicos y el número de átomos que forman cada una de las siguientes moléculas:

$LiOH$  (Hidróxido de litio)

$H_2O_2$  (Peróxido de hidrógeno)

$CaSO_4$  (Sulfato de calcio)

$Bi_2O_3$  (Óxido de Bismuto)

$HNO_2$  (Ácido nitroso)

5. Investiga en algún libro de química:

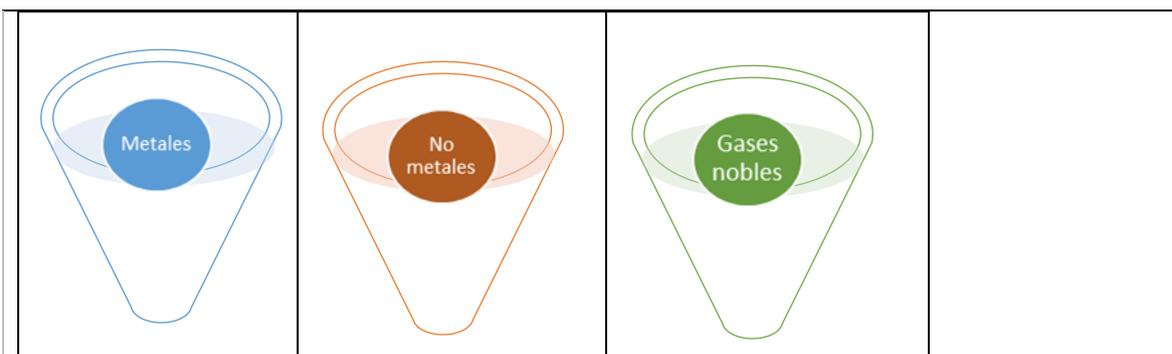
- ¿De dónde provienen los nombres de los elementos químicos?
- ¿De dónde provienen los símbolos que representan a cada elemento químico?
- ¿Cuántos elementos químicos se conocen actualmente?

6. Observando la tabla periódica completa el siguiente cuadro:

Nombre	Símbolo	Grupo	Período	N° atómico
Potasio				
	Mn			
		13	2	
				80
Flúor				
		10	6	
				6
	Si			
Azufre				

7. Ubica los siguientes elementos en el cono que corresponda:

Calcio	Yodo
Boro	Neón
Azufre	Plata
Argón	Magnesio
Helio	Fósforo
Carbono	Nitrógeno
Cobre	Plomo
Hidrógeno	Silicio
Sodio	Bromo.



8. Indica el nombre y el símbolo de los elementos que se detallan a continuación:

- a. metal alcalino del período 3.....
- b. halógeno del periodo 2.....
- c. no metal del grupo 13.....
- d. no metal del grupo 15 periodo 4.....
- e. metal del grupo 2 periodo 5.....
- f. gas inerte del periodo 1.....
- g. metal alcalino térreo del periodo 3.....
- h. metal de número atómico 13.....
- i. no metal de número atómico 53.....
- j. lantánido de número atómico 68.....
- k. actínido de número atómico 92.....

### Evaluación

1. Marca con una cruz (X) las afirmaciones que consideres incorrectas:

- a. Todos los átomos están formados por moléculas. ( )
- b. Los átomos se representan por medio de símbolos químicos. ( )
- c. Los elementos químicos se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. ( )
- d. Los grupos de la Tabla Periódica son los ordenamientos horizontales de elementos químicos. ( )
- e. Toda fórmula química representa la constitución de un átomo. ( )
- f. Los elementos químicos son los diferentes tipos de átomos que existen en la naturaleza. ( )
- g. Los elementos metálicos se caracterizan por ser malos conductores de la corriente eléctrica. ( )
- h. En la Tabla Periódica, los elementos están ordenados de acuerdo a sus números atómicos crecientes de izquierda a derecha. ( )
- i. En la Tabla Periódica hay siete grupos. ( )
- j. Los elementos del grupo 17 se denominan halógenos ( )
- k. Los gases inertes son sustancias químicamente muy reactivas ( )
- l. Los no metales se encuentran todos en estado gaseoso ( )
- m. Los metales poseen brillo y son dúctiles y maleables. ( )

2. Completa las siguientes afirmaciones:

- a. El potasio se simboliza con ..... y se clasifica como .....
- b. El yodo está ubicado en el grupo..... y periodo.....
- c. El símbolo del..... es Au.
- d. Los símbolos de los gases inertes son.....
- e. El hidrógeno se clasifica como.....
- f. El único no metal del grupo 13 se denomina.....
- g. El gas inerte del periodo 4 se denomina .....y se simboliza.....
- h. El nitrógeno se clasifica como.....
- i. El halógeno del periodo 3 se simboliza ..... y se llama .....
- j. El elemento de número atómico 16 está ubicado en.....

## EL docente sabe

### DEL ÁTOMO AL DESCUBRIMIENTO DEL ELECTRON

A lo largo del siglo XIX el concepto de átomo fue evolucionando, el descubrimiento del electrón en 1897 y su caracterización como partícula con carga y masa, hacían evidente que éste formaba parte de la materia. Y si la materia está formada por átomos, éstos debían tener electrones.

J.J. Thomson pensó entonces, que, si los cuerpos son eléctricamente neutros, los átomos también debían serlo. Por tanto, si tienen carga negativa, deben tener además carga positiva suficiente para neutralizarla. Esto llevó a Joseph John Thomson a plantear un nuevo modelo de átomo.

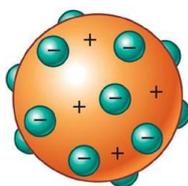


Fig. Modelo atómico "del budín de pasas" de Joseph Thomson

## Para recordar

Electrón, partícula subatómica que tiene una masa muy pequeña,  $9,09 \times 10^{-28}$  g, y lleva una carga eléctrica unitaria negativa.

De acuerdo con lo planteado por J. J. Thomson y R. Millikan, se consolidaba la idea de que el átomo presentaba carga eléctrica, contrario a lo postulado por J. Dalton, para quien este era una esfera maciza sin carga eléctrica. Se aceptó entonces la existencia del electrón como partícula subatómica con carga y masa establecida experimentalmente.

[Ruta de aprendizaje](#)



## Tema N° 3

### CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA

Es la manera en la cual los electrones se estructuran en un átomo de acuerdo con el modelo de capas electrónicas

## Nivel de formulación

Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)

## Contribución

Reconocer la posibilidad de entender al átomo a través de sus diferentes modelos, aprendizaje fundamental para entender las propiedades macroscópicas de la materia

Todos los aspectos cuantitativos de la química descansan en conocer las masas de los compuestos estudiados.

## Al finalizar esta sesión

El estudiante estará en condiciones de:

1. Explicar cómo está constituido el núcleo atómico y cómo se distribuyen los electrones en los distintos niveles electrónicos.
2. Describir modelos atómicos precursores del modelo actual, apreciando el contexto histórico en que estos modelos han surgido y la importancia para el desarrollo de la Ciencia.
3. Comprender los aspectos esenciales del modelo atómico de la materia, caracterizando sus constituyentes y apreciando el valor explicativo e integrador de los modelos en ciencias.
4. Identificar e interpretar la configuración electrónica del átomo para explicar el comportamiento químico.
5. Interpretar la información que entrega la tabla periódica, relacionando la configuración electrónica de los átomos con su ordenamiento en ella.
6. Distinguir las propiedades de radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad reconocerlas como propiedades periódicas.
7. Conocer los nombres y símbolos de algunos elementos del sistema periódico.
8. Comprender el concepto de enlace químico e identificar el tipo de enlace químico de una sustancia a partir de datos.
9. Predecir, comprobar y elaborar resultados a partir de datos obtenidos.
10. Valorar la importancia social de la Ciencia y la actividad científica.
11. Reflexionar en torno a la evolución de la Ciencia a través del tiempo y su importancia en el desarrollo de la química.

## Actividades

### Inicio

- Se les solicita esfuerzo con el propósito que puedan interpreten con sus propias palabras el mapa conceptual presentado en el apartado anterior.
- Cada estudiante busca y selecciona información proveniente de diferentes soportes, la evalúa y valida, el procesamiento, la jerarquización, la crítica y la interpretación del modelo mecánico cuántico del átomo
- Se reitera la importancia de la configuración electrónica de un elemento en el sentido que permite la descripción y entendimiento de sus propiedades.

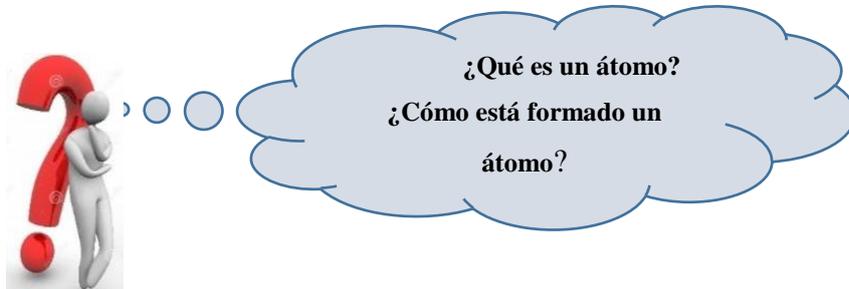
### Desarrollo

- Para deducir la configuración electrónica de un átomo, se utiliza el principio de construcción de mínima energía (denominado con el nombre de Aufbau). Este principio, indica que los electrones deben ocupar los orbitales en orden creciente de energía, ya que indica que los electrones deben ocupar los orbitales en orden creciente de energía, ya que, el estado de mínima energía es el más estable, y los niveles de mayor energía solo deben ser ocupados cuando la cantidad máxima de orbitales de mayor energía ha sido completada. Para cumplir con este principio se debe utilizar la regla de las diagonales, las cuales indican el orden creciente de los subniveles de energía.
- Los estudiantes en grupos de aprendizaje con la tutoría del docente predicen propiedades químicas sobre la base de la configuración electrónica

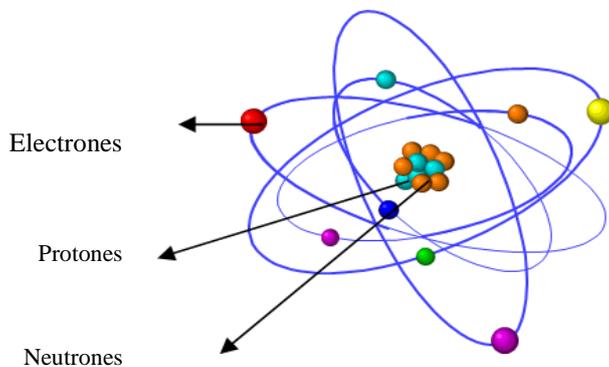
- **Actividad de indagación**

Tipo de átomo	Dibujo	Se encuentra	Actividad
Oxígeno		 Agua oxigenada	Dibuja en tu cuaderno cómo te imaginas un átomo de oxígeno (presente en el agua oxigenada), un átomo de cobre (constituyente de una aleación de bronce), un átomo de cloro (presente en el desinfectante habitual de tu casa).
Cobre		 Bronce, aleación de bronce	Reúnete con tus compañeros de grupo y comparen sus dibujos.
Cloro		 Cloro	¿Qué similitudes y diferencias hay en los dibujos?  ¿Cómo explicarían lo anterior?· ¿Define con tus palabras qué es un átomo?

Vamos entonces a profundizar un poco más sobre esa partícula que está formando parte de todas las moléculas, por lo tanto, de todos los cuerpos y por consiguiente que constituye a la materia: el átomo.



Cómo leíste más arriba un átomo es una partícula muy pequeña que forma a todas las moléculas y por lo tanto a todos los cuerpos.

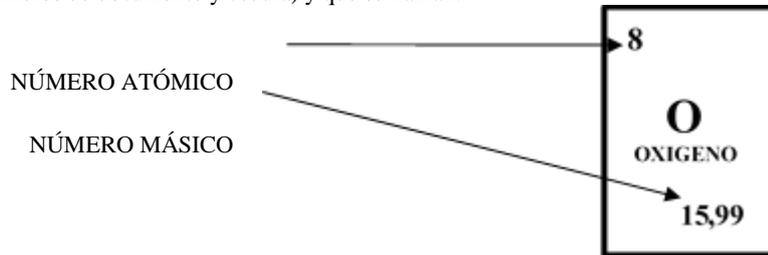


- Nube electrónica o nube atómica o corteza atómica se refiere a la parte externa de un átomo, región que rodea al núcleo atómico, y en la cual orbitan los electrones.
- Los protones y los neutrones se encuentran en la parte central del átomo denominado núcleo atómico.
- los electrones se encuentran girando a grandes velocidades alrededor del núcleo atómico específicamente en las regiones de máxima probabilidad denominados reempes u orbitales. Como máximo un orbital puede contener dos electrones y éstos deben rotar sobre su propio eje en sentido contrario.
- Los protones son partículas nucleares con carga eléctrica positiva y que poseen una determinada masa.
- los neutrones son partículas nucleares que no tienen carga eléctrica (son neutros) y posee una masa igual a que la de los protones.
- Los electrones son partículas que se ubican fuera del núcleo atómico (en los niveles energéticos), que poseen carga eléctrica negativa y cuya masa es casi 2000 veces menor a la de los protones, por lo tanto, se la considera despreciable.
- los niveles energéticos son zonas alrededor del núcleo atómico en donde se encuentran girando los electrones. un átomo puede llegar a tener 7 niveles energéticos como máximo y los mismos se enumeran del 1 al 7 comenzando por el nivel más cercano al núcleo.

## ¿Cómo se determina la cantidad de protones, neutrones y electrones que tienen los distintos átomos?

Para poder saber la cantidad de partículas subatómicas que forman a un determinado átomo, es necesario conocer dos datos muy importantes sobre ese átomo.

Esos dos datos, que se extraen de la tabla periódica, son dos números que identifican a cada átomo (algo así como sus números de documento y cédula) y que se llaman:



¿Que representa cada uno de éstos números?

- El número atómico (**Z**) representa la cantidad de protones que tiene un átomo en su núcleo.
- El número másico (**A**) representa la cantidad de partículas totales que hay en el núcleo atómico, es decir es la suma de los protones y los neutrones.
- En todo átomo la cantidad de protones y de electrones es igual, debido a que el átomo es neutro, por lo tanto, la cantidad de carga eléctrica positiva debe ser igual a la cantidad de carga eléctrica negativa.

Entonces podemos decir que:

NÚMERO ATÓMICO = CANTIDAD DE PROTONES = CANTIDAD DE ELECTRONES

NÚMERO MÁSCICO = CANTIDAD DE PROTONES + CANTIDAD DE NEUTRONES

CANTIDAD DE NEUTRONES = NÚMERO MÁSCICO - NÚMERO ATÓMICO

El número másico siempre se utiliza como número entero, por lo tanto siempre deberás redondearlo

Analicemos un ejemplo: el aluminio es un elemento químico o átomo que se simboliza con Al, cuyo número atómico (**Z**) es 13 y número másico (**A**) es 27.

Sí **Z= 13** y **A= 27**, entonces el Al posee 13 protones, 13 electrones y 14 neutrones

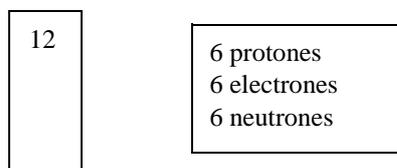
$$A-Z= 27 -13 = 14$$

### Isótopos

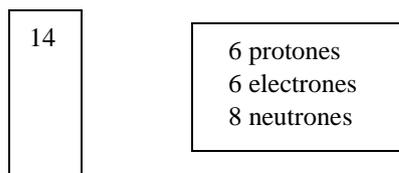
Ya hemos comprobado que todo átomo tiene un número atómico y un número másico que lo identifica, pero en la naturaleza existen átomos de un mismo elemento que tienen el mismo número atómico, pero diferente su número másico. Tales átomos se denominan isótopos.

Veamos un ejemplo.....

El Carbono es un elemento que se simboliza con **C** y si nos fijamos en la tabla periódica tiene número atómico 6 y número másico 12.



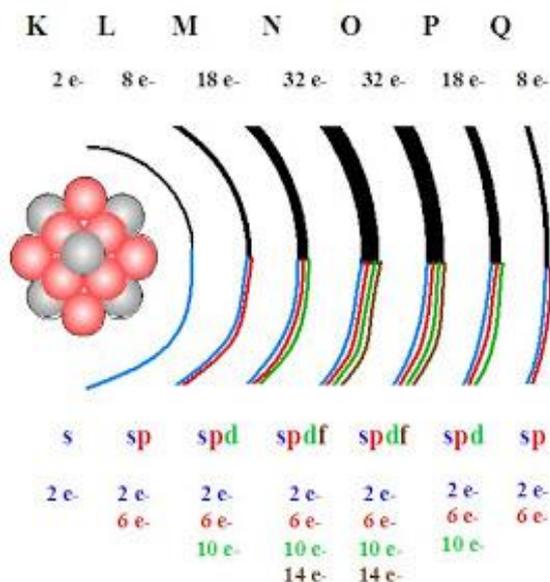
Pero también existen en la Naturaleza átomos de carbono que tienen número atómico 6 y número másico 14



Por tanto, podemos concluir que dichos átomos son isótopos del carbono, ya que corresponden al mismo elemento, tienen el mismo número atómico, pero difieren en el número másico. En otras palabras, tienen la misma cantidad de protones, la misma cantidad de electrones, pero diferente cantidad de neutrones en su núcleo.

### Ubicación de los electrones en los niveles energéticos

Los electrones, ya sabemos están en la zona extra nuclear del átomo, ubicados en distintos niveles energéticos. Existen dos formas de representar los niveles: 1) con las letras mayúsculas K, L, M, N, O, P, Q, etc., 2) con los enteros positivos (n): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc.



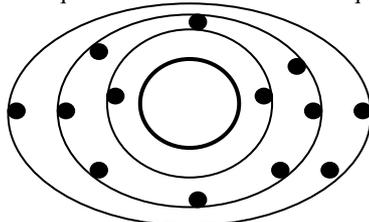
- El número de electrones en el nivel n está dado por la fórmula  $2n^2$ ,  $n \geq 1$ ; y el número de orbitales en el nivel n está dado por la fórmula  $n^2$ . Es importante saber que cualquiera sea el último nivel energético que posea un átomo, en dicho nivel nunca habrá ubicados más de 8 electrones.

Retomemos el ejemplo que analizamos anteriormente sobre el átomo de aluminio y veamos cómo distribuimos los electrones en los distintos niveles energéticos

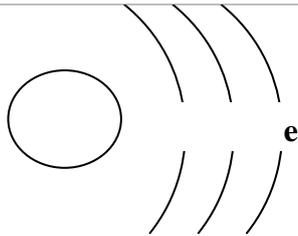
Ya sabemos que el átomo de aluminio tiene 13 protones y 14 neutrones, los cuales estarán ubicados en el núcleo atómico y también sabemos que posee 13 electrones. Esos 13 electrones van a estar distribuidos de la siguiente manera:

**En el nivel energético 1: 2 electrones**  
**En el nivel energético 2: 8 electrones**  
**En el nivel energético 3: 3 electrones**  
**Total 13 electrones**

Si esquematizamos éste átomo nos quedaría más o menos así

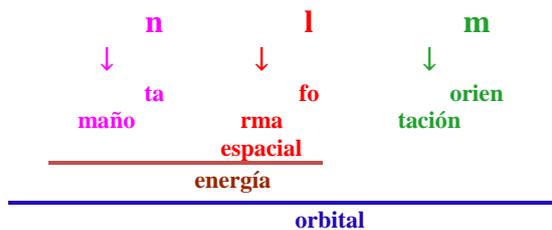


O de una manera más sencilla y que usaremos de ahora en adelante



## Números cuánticos y niveles de energía

Los números cuánticos son valores numéricos que indican las características de un electrón que gira en torno a un núcleo. Se conocen 4 números cuánticos donde cada uno tiene designado una letra en minúscula, siendo estas  $n$ ,  $l$ ,  $m$  y  $s$ .



Donde:

- $n$ : Número cuántico principal, indica el nivel de energía en donde se ubica el electrón.
- $l$ : Número cuántico secundario, este número se encarga de designar el orbital donde se ubica el electrón, y puede tomar 4 valores diferentes  $s$ ,  $p$ ,  $d$  y  $f$ .

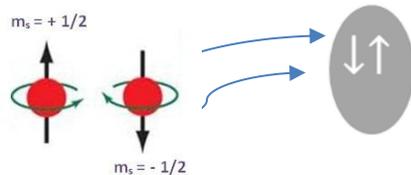
Por ejemplo, si  $n=4$ , los valores de  $l$  pueden ser:  $l=0, 1, 2, 3$ . Siguiendo la antigua terminología de los espectroscopistas, se designa a los orbitales atómicos en función del valor del número cuántico secundario,  $l$ , como:

- $l=0$  orbital  $s$  (*sharp*)
- $l=1$  orbital  $p$  (*principal*)
- $l=2$  orbital  $d$  (*diffuse*)
- $l=3$  orbital  $f$  (*fundamental*)

- A.  $m$ : Número cuántico magnético, este número describe la orientación que puede tener un orbital, por lo tanto, puede tener valores desde  $-l$  hasta  $l$ . Lo cual representa la ubicación de los electrones dentro de la nube electrónica.

Combinaciones permitidas de los números cuánticos																														
$n$	1		2			3					4																			
$l$	0	0	1		0	1	2			0	1	2		3																
$m$	0	0	1	0	-1	0	1	0	-1	2	1	0	-1	-2	0	1	0	-1	2	1	0	-1	-2	3	2	1	0	-1	-2	-3
letras	$1s$	$2s$	$2p$		$3s$	$3p$		$3d$			$4s$	$4p$		$4d$			$4f$													

- $s$  ( $m_s$ ): Número cuántico de Spin, indica la rotación del electrón en su propio eje, como cuando se habla de la rotación de los planetas, este fenómeno tiene la misma representación, por lo tanto podrá tener una rotación en el sentido antihorario o en el sentido horario, lo cual daría valores de  $+1/2$  o  $-1/2$ .



Una forma de representar los spines es mediante flechas, tal como se muestra en la figura. Dos electrones pueden existir en un mismo orbital solamente si tienen spin opuesto, también se denominan electrones apareados, y si solamente se halla un electrón, se denomina electrón desapareado.

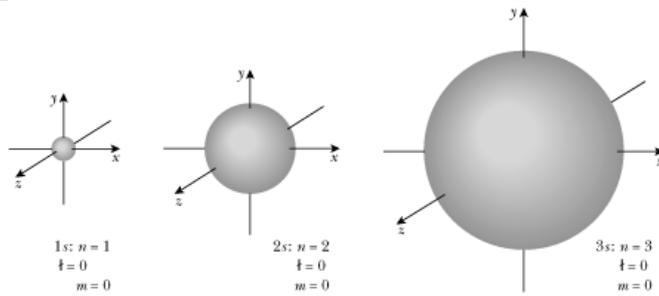
- El número de electrones en cada subnivel de energía se determina por la fórmula  $2(2l + 1)$ , donde  $l$  es la representación cuántica del subnivel.
- El número de orbitales en cada subnivel está dado por la fórmula  $2l+1$  donde  $l$  es la representación cuántica del subnivel.

Subnivel	Nro. máximo de orbitales ( $2l+1$ )	Nro. Máximo de electrones $2(2l+1)$
$0 = s$	$2(0) + 1 = 1$ orbital	2 electrones
$1 = p$	$2(1) + 1 = 3$ orbitales	6 electrones
$2 = d$	$2(2) + 1 = 5$ orbitales	10 electrones
$3 = f$	$2(3) + 1 = 7$ orbitales	14 electrones

### TIPO DE ORBITALES

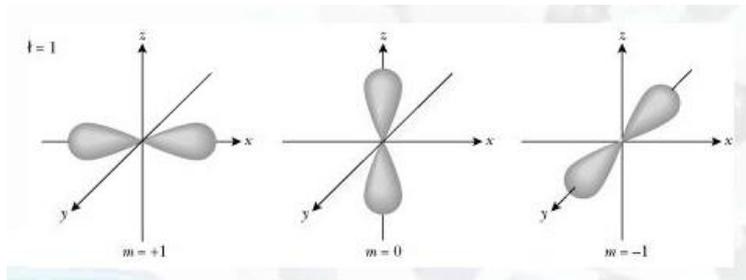
#### Orbitales

Por cada valor de  $n$ , hay un orbital donde  $l$  y  $m$  son iguales a cero. Estos orbitales son esferas. Mientras más alto sea el valor de  $n$ , más grande será la esfera; es decir, que es más probable que el electrón se encuentre más lejos del núcleo. Este tipo de orbitales se denominan orbitales  $s$ . Debido a las reglas de la mecánica cuántica, los electrones de menos energía, con  $n=1$ , deben tener  $l$  y  $m$  igual a cero, por lo que el único orbital que existe para  $n=1$  es el orbital  $s$ . El orbital  $s$  también existe para cada otro valor de  $n$ .



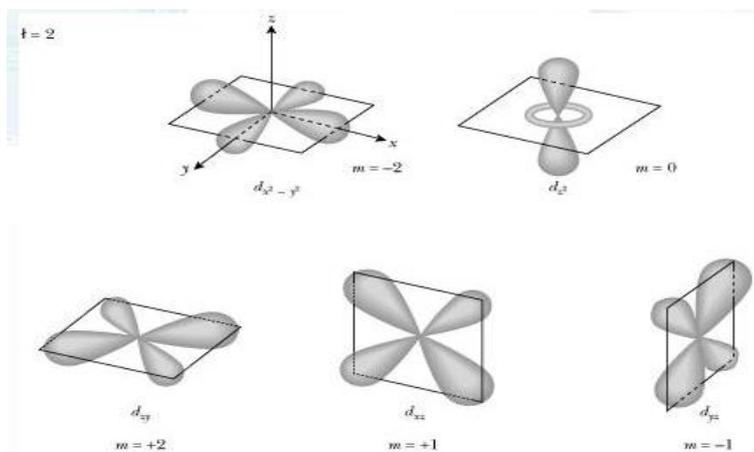
### Orbitales p

Cuando  $n$  es mayor a uno, se abren más posibilidades. El número cuántico de orbital,  $l$ , puede tener cualquier valor hasta  $n-1$ . Cuando  $l$  equivale a uno, el orbital se llama orbital p. Los orbitales p se ven como dos lóbulos idénticos que se proyectan a lo largo de un eje coordenado. La zona de unión de ambos lóbulos coincide con el núcleo atómico. Así, para  $n=2, l=1$ ,  $m$  puede equivaler a 1, 0 o -1. Esto significa que hay tres versiones del orbital p, que difieren sólo en su orientación a lo largo de los ejes x, y o z. Los orbitales p existen para todos los números cuánticos principales mayores a uno.



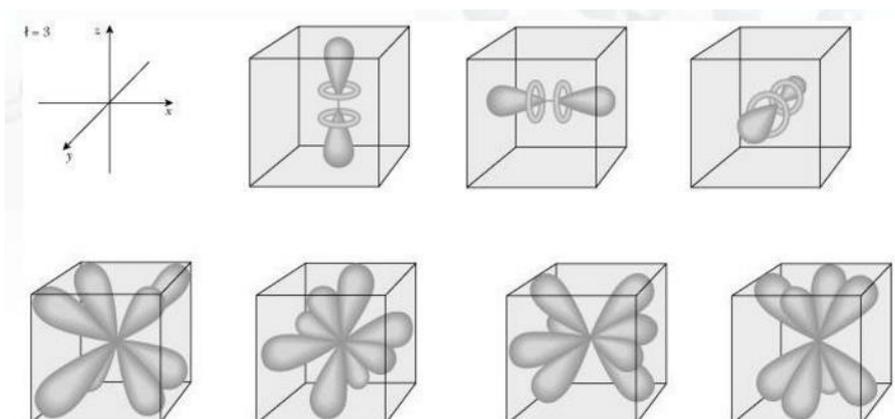
### Orbitales d

Cuando  $n=3$ ,  $l$  puede equivaler a 2, y cuando  $l=2$ ,  $m$  puede equivaler a 2, 1, 0, -1 y -2. Los orbitales  $l=2$  se llaman orbitales d, y hay cinco tipos distintos correspondiendo a los diferentes valores de  $m$ . El orbital  $n=3, l=2, m=0$  también se ve como un par de lóbulos opuestos, pero con una dona alrededor del medio. Los otros cuatro orbitales d se ven como cuatro lóbulos apilados por un extremo en un patrón de cuadrado. Las distintas versiones simplemente tienen lóbulos que apuntan en distintas direcciones.



### Orbitales f

Los orbitales  $n=4, l=3$  se llaman orbitales f y son difíciles de describir. Tienen muchas características complejas. Por ejemplo, los orbitales  $n=4, l=3, m=0, m=1$  y  $m=-1$  tienen también forma de dos lóbulos opuestos, pero ahora presentan dos donas. Los otros valores de  $m$  se ven como un grupo de ocho lóbulos, todos unidos al núcleo.



### Representación de los electrones en subniveles y niveles de energía

$nl\#e$  → Número de electrones  
 $nl$  → Subnivel de energía (representación espectroscópica)  
 $n$  → Nivel de energía (representación cuántica)

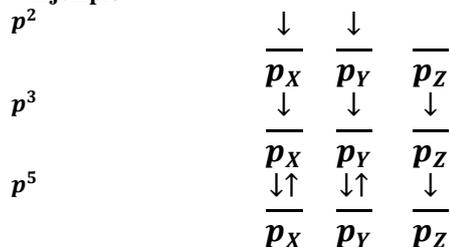
Representación de los electrones en orbitales			
Subnivel (l)	Nro. máximo de orbitales (2l+1)	Electrones en los orbitales	Nro. máximo de electrones 2(2l+1)
	1	$\downarrow\uparrow$ <u>s</u>	$s^2$
	3	$\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ <u>p<sub>x</sub></u> <u>p<sub>y</sub></u> <u>p<sub>z</sub></u>	$p^6$
	5	$\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ <u>d<sub>xy</sub></u> <u>d<sub>xz</sub></u> <u>d<sub>yz</sub></u> <u>d<sub>x<sup>2</sup>-y<sup>2</sup></sub></u> <u>d<sub>z<sup>2</sup></sub></u>	$d^{10}$
	7	$\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ $\downarrow\uparrow$ <u>f<sub>1</sub></u> <u>f<sub>2</sub></u> <u>f<sub>3</sub></u> <u>f<sub>4</sub></u> <u>f<sub>5</sub></u> <u>f<sub>6</sub></u> <u>f<sub>7</sub></u>	$f^{14}$

## Reglas para la distribución electrónica

**Regla 1.** La distribución se hace llenando primero subniveles de menor energía, en el siguiente orden: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p.

**Regla 2 (regla de Hund).** Al llenar orbitales de igual energía (los tres orbitales p, los cinco d, o los siete f) los electrones se distribuyen, siempre que sea posible, con sus espines paralelos, llenando los orbitales con la multiplicidad mayor. La configuración atómica es más estable (es decir, tiene menos energía) cuanto más electrón desapareado (espines paralelos) posee.

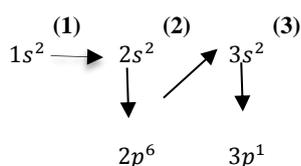
**Ejemplo**



Los orbitales que constituyen un subnivel (p. ej.  $3p_x$ ,  $3p_y$ ,  $3p_z$ ) reciben el nombre de orbitales degenerados.

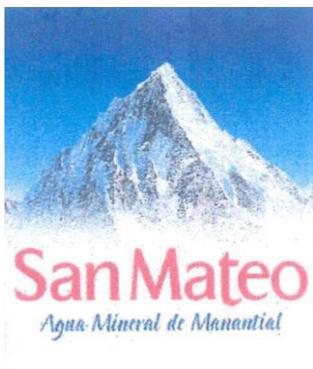
Esquema general para la distribución electrónica								
Nivel	K	L	M	N	O	P	Q	R
	1	2	3	4	5	6	7	8
SUBNIVELES	$1s^2$	$2s^2$	$3s^2$	$4s^2$	$5s^2$	$6s^2$	$7s^2$	$8s^2$
		$2p^6$	$3p^6$	$4p^6$	$5p^6$	$6p^6$	$7p^6$	
			$3d^{10}$	$4d^{10}$	$5d^{10}$	$6d^{10}$		
				$4f^{14}$	$5f^{14}$			
# subniveles	1	2	3	4	4	3	2	1
# de orbitales	1	4	9	16	16	9	4	1
# electrones	2	8	18	32	32	18	8	2

Nuevamente para el aluminio, desde que  $z = 13$ , tenemos  $\# p = 13$  y  $\# e = 13$ . Luego la distribución electrónica es.



## Iones

Si observamos una etiqueta de una botella de agua mineral de cualquier marca, veremos que en la misma aparece la composición química de esa agua. Imaginemos por un momento que la siguiente es la etiqueta de un agua mineral que compramos en el supermercado y que hemos recortado solo la parte que contiene su composición:



Una botella de contenido neto de 600ml tendrá contenidos aproximados de "Agua clasificada como de mineralización media" y tendrá la siguiente composición en mg/l:

Calcio  $Ca^{+2}$ : 90

Magnesio  $Mg^{+2}$ : 11

Sodio  $Na^{+1}$  : 32

Potasio  $K^{+1}$  : 6

Nitrato  $NO_3^{-1}$ : no contiene

Nitrito  $NO_2^{-1}$ : no contiene

En la composición química del agua presentada verás que aparecen varios elementos químicos, es decir varios tipos de átomos, representados por sus símbolos respectivos.

Pero también habrás observado que junto a dichos símbolos aparecen cargas eléctricas positivas o negativas, según el caso. Entonces podemos hacernos varias preguntas al respecto:

- ¿Esos símbolos corresponden a los que conocemos como átomos?
- ¿Son átomos esas partículas con carga eléctrica?
- ¿Cómo se llaman esas partículas?
- ¿Por qué tienen carga eléctrica? etc.

Vayamos entonces a dar respuestas a todas estas incógnitas.

Esas partículas que aparecen en el ejemplo presentado son átomos que han adquirido carga eléctrica porque han ganado o perdido electrones y se denominan iones.



¿Qué son los iones?

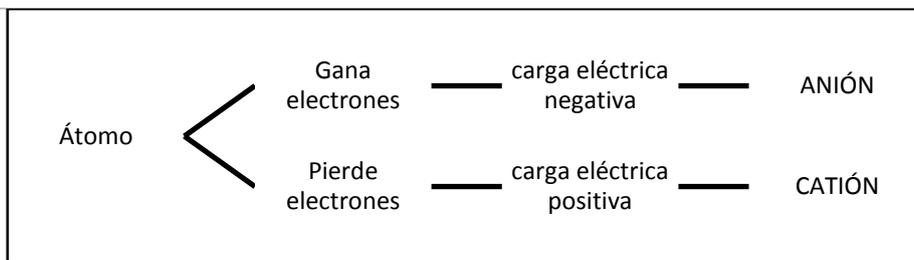
Todos los átomos son neutros, es decir que tienen la misma cantidad de protones (carga eléctrica positiva) y de electrones (carga eléctrica negativa). Pero puede ocurrir que un átomo gane o pierda electrones, y de esa manera adquiera carga eléctrica. En dicho caso se transforma en un ion.

Los iones pueden tener carga eléctrica positiva y en ese caso se denominan cationes o poseer carga eléctrica negativa y se llaman **ANIONES**.

Los **CATIONES** son átomos que han perdido electrones, por lo tanto, quedan con carga eléctrica positiva.

Los **ANIONES** son átomos que han ganado electrones, por lo tanto, quedan con carga eléctrica negativa.

Resumiendo



Es importante tener en cuenta que los átomos de los metales son lo que tienen tendencia a perder electrones y transformarse en cationes, mientras que los átomos de los no metales tienen tendencia a ganar electrones y por lo tanto a formar aniones.

Todo átomo al transformarse en un ion adquiere la misma distribución de electrones que el gas noble o inerte más cercano en la Tabla Periódica a dicho átomo.

### Cada día construyo mi mini proyecto (Espacio de socialización de avances o dudas)

#### REPRESENTACIÓN DE LA NUBE ELECTRÓNICA



**Descripción.** El material de enseñanza denominado “La residencia de los electrones”, es importante porque su uso permite a los estudiantes, que se inician en el estudio de la química, alcanzar no sólo un buen nivel de conocimiento de la ubicación exacta de los electrones en sus respectivos espacios dentro de la nube electrónica tales como: nivel y subnivel de energía, orbitales, spin de los electrones y números cuánticos, sino que al operarlo, descubre las reglas y principios del comportamiento de los electrones.

#### Objetivos

- Presentar la estructura de la nube electrónica a través del instrumento “La residencia de los electrones” estableciendo una asociación fuertemente deductiva entre los elementos de los objetos de la residencia y el comportamiento de los electrones.
- Desarrollar la capacidad de abstracción y de generalización vía el juego didáctico de deducción que genera la residencia de los electrones.
- Describir el orden y las reglas que rigen a los electrones cuando construyen y pegan la

#### Pregunta y construye (orientación para el trabajo)

#### DESARROLLO DEL PROYECTO

##### Diseño

Cada residencia debe tener:

Siete pisos, el primero con una habitación, el segundo con dos habitaciones, el tercero con tres, el cuarto con cuatro, el quinto con cuatro, el sexto con tres y el séptimo con dos habitaciones.

En total, 19 habitaciones de diferente dimensión según el número de camas que contiene.

59 camas.

Cada habitación tiene una puerta de doble hoja.

Por cada cama van dos muñecos.

##### Lectura del diseño

Se presenta el edificio con un letrero en la parte superior que diga “residencia de electrones”. Así: el muñeco representa a un electrón, la cama representa a un orbital, la habitación representa a un subnivel y un piso representa al nivel de energía de la nube electrónica de un átomo. En cada cama hay un par de muñecos que están ubicados en sentido contrario, que indican las direcciones de los electrones (Spin). Ver la leyenda adjunta:



muñeco = electrón



cama = orbital



cuarto = subnivel



piso = nivel

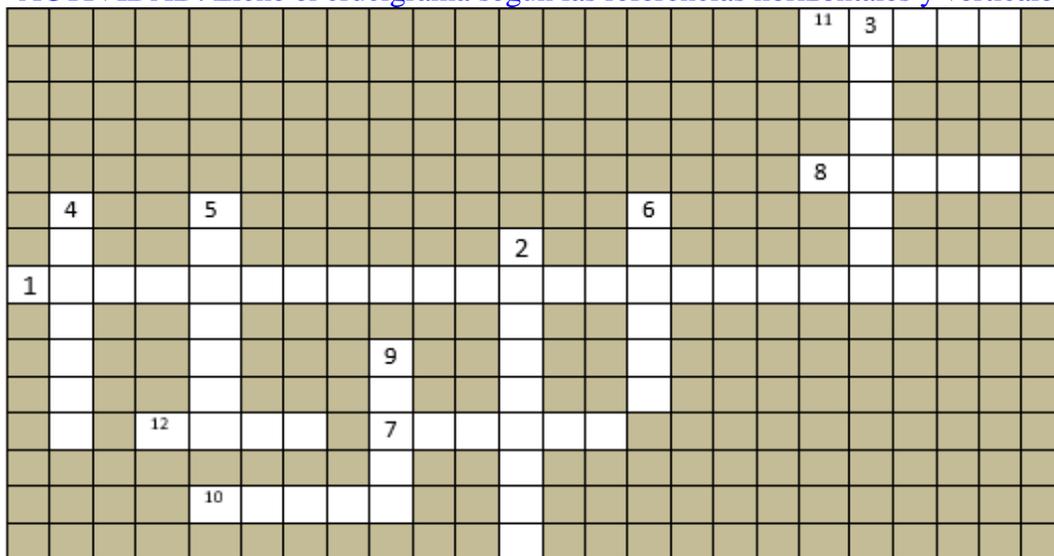
##### Actividades pedagógicas

Una vez que ha construido la residencia, a los estudiantes se les plantea las siguientes preguntas:

<p>residencia de papel en el cuaderno de práctica, según el diseño a imitar.</p> <p><b>Presupuestos teóricos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El uso del instrumento ayuda a entender los aspectos físicos químicos del átomo, en particular de las leyes y principios que la rigen.</li> <li>2. El uso del instrumento no está sujeto a un determinado momento, sino que se utiliza durante toda sesión de clase.</li> <li>3. La utilización del instrumento motiva el conflicto cognitivo en la comprensión de los conceptos.</li> <li>4. El uso de la residencia de los electrones está enmarcado en el tercer estadio de la actitud de los niños: estadio de cooperación, donde el niño está en el umbral del juego cooperativo. Sucede a partir de los diez y once años, progresivamente, esto es cuando el estudiante se encuentra en el primer, segundo y tercer año de secundaria.</li> </ol>	<p>¿Cuántos niveles hay? ¿Cuántos subniveles hay? ¿Cuántos orbitales hay? ¿Cuántos electrones hay por cada orbital?</p> <p>Para el segundo plano de preguntas: ¿A qué se denominan niveles de energía? ¿Qué son subniveles de energía? ¿Qué son orbitales?, ¿A qué se denomina spin de los electrones?, etc.</p> <p>A continuación, con elementos químicos concretos, visualizan su configuración electrónica con este material pedagógico en el cuaderno, usando papel y goma.</p> <p>Finalmente, el uso de este material facilita a los estudiantes la representación electrónica aplicando las reglas de Rydberg y la regla del Serrucho.</p> <p><b>Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una plancha de triplay</li> <li>• Dos listones de madera por dos metros.</li> <li>• Setenta y seis armellas pequeñas</li> <li>• Pegamento (silicona)</li> <li>• Cuatro garruchas</li> <li>• ½ kilo de clavos de ½ pulgada</li> <li>• Pintura</li> <li>• 118 muñecos pequeños de plástico</li> </ul>
--	--

**Actividad didáctica extracurricular de aprendizaje de la química en entornos cotidianos**

**ACTIVIDAD. Llene el crucigrama según las referencias horizontales y verticales dadas**



**HORIZONTALES**

1. Es la distribución de electrones a través de los orbitales de un átomo.
7. "Cuando se forma un enlace químico los átomos reciben, ceden o comparten electrones de tal forma que la capa más externa de cada átomo contenga ocho electrones" dicta la Regla del...
8. Las estructuras de... son representaciones graficas de los electrones de valencia de los átomos.
10.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  es la configuración electrónica del...
11.  $1s^2 2s^2 2p^6$  es la configuración electrónica del...

12. Describió su modelo atómico como un pequeño sistema solar, con un núcleo y los electrones girando alrededor en órbitas específicas.

### VERTICALES

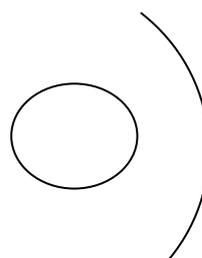
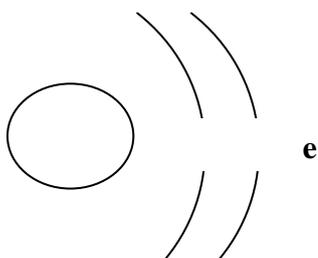
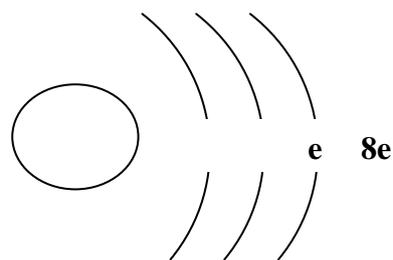
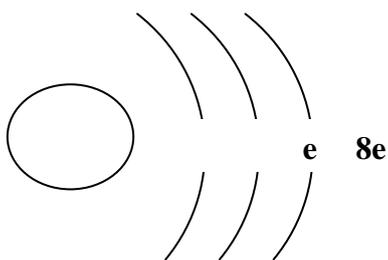
2. Es una sustancia fija que está formada por átomos distintos combinados en proporciones fijas.
3. Se encuentra formado por átomos del mismo tipo.
4. Científico que descubrió la partícula negativa llamada electrón.
5.  $1s^2 2s^2 2p^4$  es la configuración electrónica del...
6.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  es la configuración electrónica del...
9. Parte más pequeña de la materia según Demócrito.

### Actividades

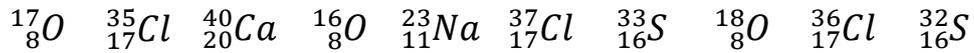
1. Determina para los átomos de sodio, cloro, oxígeno y hierro la cantidad de protones, neutrones y electrones que poseen los mismos.
2. Completa el siguiente cuadro:

Nombre	Símbolo	Z	A	Protones	Electrones	Neutrones
plata						
	P					
		12				
				18		

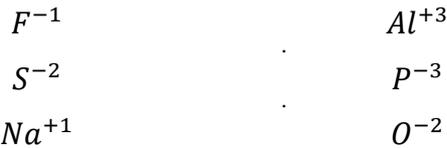
3. Dados los siguientes esquemas de átomos, **indica** para cada uno de los mismos:



- Nombre y símbolo del átomo
  - Número atómico (Z) y peso atómico (A).
  - Clasifica y ubícalos en la Tabla Periódica
- Teniendo en cuenta la información dada en la guía didáctica, **elabora** una definición de **isotopo**.
  - ¿Cuáles de las siguientes especies químicas son isotopos? ¿Por qué?



- Extrae de la etiqueta de agua mineral presentada más arriba todos los iones que aparecen en la misma y clasifícalos en cationes y aniones.
- Dados los siguientes iones:



- Indica cuáles son cationes y cuáles son aniones
  - Cuántos electrones ganó o perdió cada uno de ellos
  - Esquematiza cada uno.
- Un átomo ha perdido 2 electrones, quedando con 10 electrones. Se desea saber:
    - Qué tipo de ión se originó y cuál es su carga
    - Cuántos protones y cuántos neutrones tienen
    - A qué elemento químico corresponde
  - Un átomo que tiene 17 protones ha ganado un electrón. Se desea saber:
    - Qué tipo de ión se formó y cuál es su carga
    - Cuántos electrones y cuántos neutrones poseen
    - A qué elemento químico corresponde
  - Un átomo ubicado en el grupo 13 y en el periodo 3 ha perdido 3 electrones, indica:
    - ¿en qué se transformó éste átomo: en un catión o en un anión?
    - ¿cuál es el símbolo de éste ión?
    - ¿cuántos protones y cuántos neutrones tienen dicho átomo?
    - ¿es un metal o un no metal?

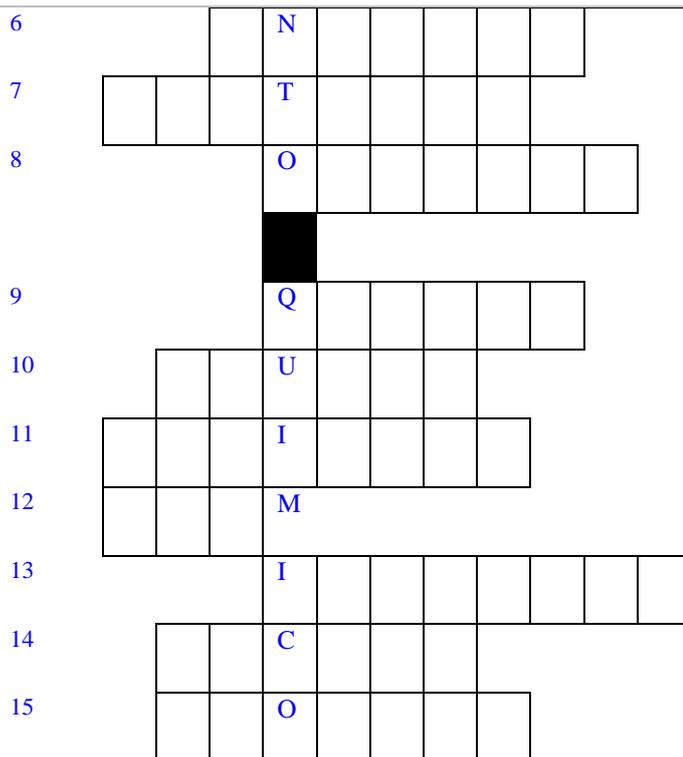
- Un átomo ha ganado 2 electrones y tiene 16 protones, indica:

- ¿En qué se ha transformado éste átomo: en un catión o en un anión?
- ¿Cuál es el símbolo de éste ión?
- ¿Cuántos neutrones tiene el átomo?
- ¿Es un metal o un no metal?

### Evaluación

- Completa el siguiente CRUCIGRAMA

1		E												
2			L											
3			E											
4			M											
5			E											

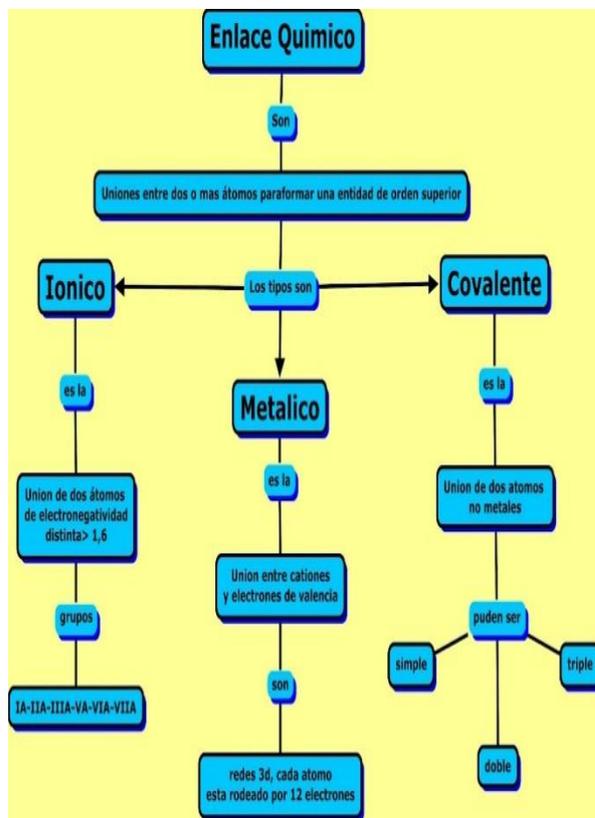


### REFERENCIAS

1. Partículas con carga negativa que forman parte del átomo.
2. Instrumento que usan los químicos donde están ordenados todos los elementos químicos.
3. Ordenamientos horizontales de elementos químicos.
4. Tipo de número que indica la cantidad total de partículas que hay en el núcleo atómico.
5. Partículas sin carga eléctrica que forman parte del átomo.
6. Átomos que han ganado electrones y por lo tanto tienen carga eléctrica negativa.
7. Partículas del núcleo atómico que tienen carga eléctrica positiva.
8. Lugares alrededor del núcleo atómico en donde se encuentran los electrones.
9. Partículas que forman a los neutrones y a los protones.
10. Ordenamientos verticales de elementos químicos.
11. Iones con carga eléctrica positiva.
12. Partícula que forma las moléculas.
13. Átomos que tienen igual Z pero distinto número de neutrones.
14. Parte del átomo que contiene a los protones y a los neutrones.
15. Tipo de número que identifica a un átomo e indica la cantidad de protones.

<b>EL docente sabe</b>	<b>Tema N° 4</b> <b>ENLACE QUÍMICO</b> Los átomos se unen entre ellos, mediante enlaces químicos, formando moléculas de un menor estado de energía y por consiguiente de mayor estabilidad	
<b>IDEAS NICIALES</b>	<b>Nivel de formulación</b>	<b>Contribución</b>
<p>Al parecer fue el alemán Richard Abegg (1869-1910) el primer investigador que llamó la atención sobre el hecho de que la valencia química debía estar relacionada con lo que actualmente se denomina configuración electrónica. Según Abegg, un elemento puede variar únicamente en ocho unidades su valencia, pero Abegg murió en un accidente de globo y no vivió para ver cómo fueron desarrolladas sus ideas por una serie de químicos como Kossel y Lewis. Las ideas de Abegg son de 1904; en 1916 su compatriota Albrecht Kossel (1853-1921) introdujo el concepto de la electrovalencia por transferencia de electrones de un átomo a otro para formar iones con estructura de gas noble. En este mismo año, 1916, el norteamericano Gilbert Newton Lewis (1875-1946) estableció la teoría del enlace químico por compartición de pares de electrones. Lewis no ideó el concepto de enlace covalente, que fue descrito por el también norteamericano Irving Lagmuir (1881-1957) al introducir dicho término para describir el enlace o unión por los electrones apareados o compartidos, que según Lewis era lo esencial del enlace para obtener la estructura de gas noble, por tanto se puede afirmar que la teoría del enlace covalente se debe a Lewis y Langmuir; pronto se aplicó en la química orgánica, reemplazando las líneas de las fórmulas de Kekulé por un par de electrones compartidos. Posteriormente el inglés Nevil Vincent Sidgwick (1873-1952) amplió el concepto de covalencia a los compuestos inorgánicos, introduciendo la noción de enlace covalente coordinado, la cual jugó un importante papel en la química de los compuestos complejos o de coordinación.</p>	<p>Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)</p>	<p>Reconocer la posibilidad de entender al átomo a través de sus diferentes modelos, aprendizaje fundamental para entender las propiedades macroscópicas de la materia</p> <p>Todos los aspectos cuantitativos de la química descansan en conocer las masas de los compuestos estudiados.</p> <p><b>Educación en valores</b></p> <p>A través de este tema el estudiante entra en contacto con muchas sustancias que se encuentran en su entorno y otras que le va a resultar accesibles. Por primera vez, se acerca al conocimiento de sus propiedades, teniendo la capacidad de predecir características que aún no ha observado. Todo ello le reportará un caudal de conocimientos que puede tener consecuencias en el establecimiento de su formación en valores y que podemos individualizar: educación para la salud, educación medioambiental y educación para el consumidor.</p>
<b>Para recordar</b>	<b>Al finalizar esta sesión</b>	
<p>En 1916, Walter Kossel y Gilbert Lewis concluyeron que la tendencia que poseen los átomos de lograr estructuras similares a las del gas noble más cercano explica la formación de los enlaces químicos. Esta conclusión se conoce como la Regla del Octeto.</p>	<p>El estudiante estará en condiciones de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender el concepto de enlace químico e identificar el tipo de enlace químico de una sustancia a partir de datos.</li> <li>2. Predecir, comprobar y elaborar resultados a partir de datos obtenidos.</li> <li>3. Valorar la importancia social de la Ciencia y la actividad científica.</li> </ol>	

## Ruta de aprendizaje



4. Reflexionar en torno a la evolución de la Ciencia a través del tiempo y su importancia en el desarrollo de la química.

### Figura. Esquema estratégico de enseñanza para el tema de enlace químico



1. Explicitar las ideas de los estudiantes. Algunas preguntas sugerentes: 1) ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?, 2) ¿A qué se deben las fuerzas que mantienen unidas a las partículas que componen las sustancias?, 3) ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado sólido y otras no?, 4) ¿A qué se debe que algunas sustancias se disuelvan en agua y otras no?, 5) ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?
2. Trabajo experimental: indaga sobre las propiedades de las sustancias. Se provee a cada grupo de aprendizaje de un diodo emisor de luz con una pila de 9 voltios. Luego contestan la serie de preguntas que fueron formuladas en la primera parte de la secuencia.
3. Confrontación de las ideas de los estudiantes. Después de la sesión experimental, las ideas estudiantiles se plasman en acetatos y se discuten grupalmente.

4. Consolidación del proyecto realizado. El conocimiento que ha sido construido debe ser aplicado en contextos diferentes y pueda ayudar a resolver nuevos problemas.

## Actividades

### Inicio

- Con el fin de socializar las ideas de enlace químico a los estudiantes se les plantea la correlación que podría haber entre el amor con el enlace químico y usar esta analogía para responder ¿Por qué se unen los átomos? ¿Atracción, necesidad, estabilidad? Tal vez será porque juntos están mejor.
- Los estudiantes reunidos en sus grupos de aprendizaje y bajo la tutoría del docente identifican la forma de cómo algunos átomos, al igual que nosotros, pueden llegar a ser nobles –adquirir la estructura externa de los elementos del grupo 18, el de los gases nobles.
- Además, motivarlos a describir las características del enlace covalente ¿Qué tipo de átomos se unen compartiendo electrones? ¿Qué propiedades tendrían las sustancias con enlace covalente? Sugerirles que piensen en el estado de agregación, conductividad térmica y eléctrica y solubilidad en agua.
- Indagan sobre el siguiente caso, ¿Qué pasa cuando uno de los átomos pone todos los electrones y el otro sólo recibe? Investigan y presentan algunos ejemplos típicos de este caso.

### Desarrollo

- Resumen las características de los diferentes tipos de enlace y dan ejemplos
- Comprueban que las propiedades de las sustancias dependen, en gran medida, del tipo de enlace que hay entre los átomos.
- Repasan los contenidos del tema desarrollado recurriendo a otras fuentes o medios de información.

### ¿QUÉ ES EL ENLACE QUÍMICO?

Se establece un enlace químico entre dos átomos o grupos de átomos cuando las fuerzas que actúan entre ellos son de índole tal que conducen a la formación de un agregado con suficiente estabilidad, que es conveniente para el químico considerarlo como una especie molecular independiente.

Ya conoces algunos aspectos acerca de la estructura de los átomos, pero en la naturaleza es muy raro encontrar los átomos aislados, solamente los gases nobles y metales en estado de vapor se presentan como átomos aislados, el resto de las sustancias se presentan formando agrupaciones de átomos.

### ¿POR QUÉ SE UNEN LOS ÁTOMOS?

Para entender esta cuestión se debe tener presente un principio general en el comportamiento de la materia: “todo tiende a evolucionar hasta llegar a una forma de máxima estabilidad”. Los átomos cuando se aproximan unos a otros y “chocan” su última capa entre sí (de ahí la importancia de conocer cuántos electrones tiene un átomo en su última capa), en estos choques ceden, cogen o comparten electrones (esto constituye una reacción química), se dará la opción más favorable, de tal forma que en su última capa se queden con la estructura de máxima estabilidad, que es la que corresponde a los gases inertes  $s^2p^6$  (8e- excepto el He,  $s^2$ ), por eso estos átomos no reaccionan.

**Actividad:** Se debe discutir en equipos una respuesta para el siguiente planteamiento: ¿Por qué existe tanta sal en el mundo, si los iones sodio y cloro libres no son abundantes en la naturaleza?

**Aprendizaje esperado:** Con este tipo de actividades los estudiantes se empiezan a familiarizar con la idea del enlace químico.

¿A qué se denomina entonces enlace químico?

Se denomina enlace químico a las uniones entre átomos que surgen al ceder, coger o compartir electrones entre sí con el fin de lograr la estructura más estable en la última capa.

### Regla del octeto

La tendencia de los elementos de presentar completo el último nivel o capa de valencia se le conoce como Regla de Octeto.

Esta regla es válida para todos los elementos excepto para el Hidrógeno que se completa con dos electrones y adquiere la configuración estable del Helio.

El número de electrones de valencia determina: su valencia y el grupo en la Tabla Periódica.

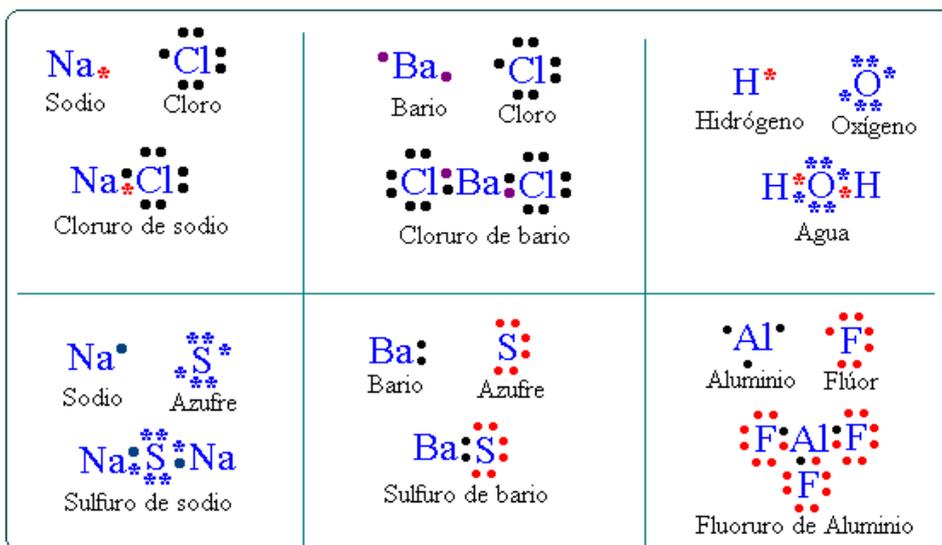
### Regla del dueto

En el caso de los átomos de los elementos H, Li y Be, cuando establecen enlaces, tienden a completar su último nivel de energía con 2 electrones y alcanzar la configuración electrónica del gas noble helio (He).

### Estructura de lewis

Escribir todos los electrones de una configuración es laborioso y para explicar un enlace bastan los electrones de valencia y la mejor representación es la de Lewis.

Los electrones de valencia de un átomo se pueden representar mediante puntos o asteriscos.



Par ello se debe seguir los siguientes pasos (Ariza Danilo L., 2010, pp. 36-37)

1. Sumar los electrones de valencia de todos los átomos (puede ayudarse con la tabla periódica). En el caso de un anión, sume un electrón por cada carga negativa. En el caso de un catión, reste un electrón por cada carga positiva.
2. Escriba los símbolos de los átomos para indicar cuáles átomos están unidos entre sí, y conectemos con un enlace sencillo (cada guion representa dos electrones).
3. Sitúe como átomo central el más electronegativo (nunca el H). En las fórmulas químicas suele escribirse en el orden en que los átomos se conectan en las moléculas o ion, ejemplo  $HCN$ , si un átomo tiene un grupo de átomos unido a él, el átomo central suele escribirse primero, ejemplo en  $(CO_3)^{2-}$  y en  $SF_4$ .
4. Completar los octetos de los átomos unidos al átomo central (recuerde que el H solo puede tener 2 electrones).
5. Coloque los electrones que sobran en el átomo central.
6. Si no hay suficientes electrones para que el átomo central tenga un octeto, pruebe con enlaces múltiples.



atómico), en ella se define que la electronegatividad crece en la familia de abajo hacia arriba, debido a la disminución del radio atómico y del aumento de intercesiones del núcleo con la electrosfera.

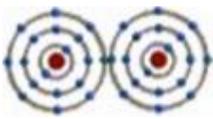
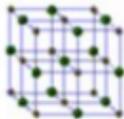
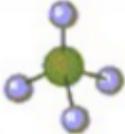
**Cuadro: valores de electronegatividad para los elementos representativos**

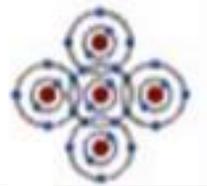
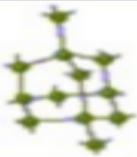
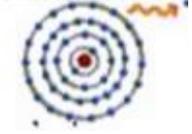
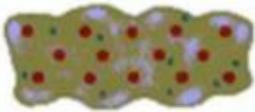
Periodo	I A	GRUPO						
1°	H 2.1	II A		III A	IV A	V A	VI A	VII A
2°	Li 1.0	Be 1.5		B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
3°	Na 0.9	Mg 1.2		Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
4°	K 0.8	Ca 1.0		Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
5°	Rb 0.8	Sr 1.0		In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
6°	Cs 0.7	Ba 0.9		Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2

### Clases de enlaces

Hay dos clases de enlace: 1) enlace interatómico: iónico, covalente y metálico, y 2) enlace intermolecular: fuerzas ion – dipolo, fuerzas dipolo – dipolo, puente de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals.

**Cuadro. Tipos de enlace interatómico**

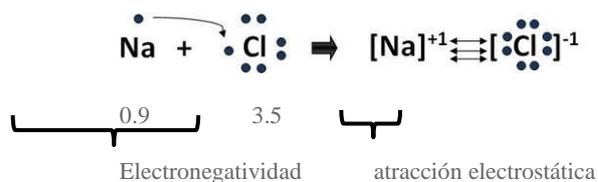
Tipo de enlace	Tipo de estructura	Ejemplo de estructura	Propiedades/ características
<b>Enlace iónico</b>  <b>KCl</b>	<b>Red iónica</b>	 <b>Cloruro de potasio, KCl</b>	<b>Sólidos cristalinos</b> <b>Puntos de fusión elevados</b> <b>Puntos de ebullición elevados</b> <b>Solubles en el agua</b> <b>Conducen la electricidad fundidos o en disolución</b> <b>No conducen la electricidad en estado sólido</b>
<b>Enlace covalente</b>  	<b>Moléculas simples</b>	 <b>Metano, CH<sub>4</sub></b>	<b>Fundamentalmente líquidos y gases</b> <b>Puntos de fusión bajos</b> <b>Puntos de ebullición bajos</b> <b>Insolubles en agua</b> <b>No conducen la electricidad</b>

<p><b>CH<sub>4</sub></b></p> 	<p><b>Moléculas gigantes</b></p>	 <p><b>Diamante, C</b></p>	<p><b>Sólidos</b></p> <p><b>Puntos de fusión elevados</b></p> <p><b>Puntos de ebullición elevados</b></p> <p><b>La solubilidad y conductividad varían de una sustancia a otra</b></p>
<p><b>Enlace metálico</b></p> 	<p><b>Red metálica</b></p>	 <p><b>Plata, AG</b></p>	<p><b>Sólidos cristalinos</b></p> <p><b>Dúctiles y maleables</b></p> <p><b>Puntos de fusión elevados</b></p> <p><b>Puntos de ebullición elevados</b></p> <p><b>Insolubles en agua</b></p>

### Enlace iónico

Este tipo de enlace se caracteriza por la transferencia de uno o más electrones desde el nivel de valencia de un átomo a otro. El átomo que pierde electrones se convierte en un ion positivo (catión), en tanto que el átomo que adquiere electrones queda cargado negativamente (anión). El enlace iónico resulta de la atracción de una carga contraria (Brady, 1985, pág. 144). Se presenta cuando se une un metal del lado izquierdo de la tabla periódica, con baja electronegatividad, con un no-metal del lado derecho, y con electronegatividad alta (García, A., Garritz A. y Chamizo J.A, 2009, p. 118).

Ejemplo:



Diferencia de electronegatividad  $\Delta = 3.5 - 0.9 = 2.1$

El enlace iónico se produce generalmente cuando la diferencia de electronegatividad  $\Delta$  es aproximadamente mayor que 1.7 o que el porcentaje de carácter iónico es mayor que 50%. En el ejemplo,  $2.1 > 1.7$ , el par de electrones se encuentra sobre el átomo más electronegativo el Cl, que queda cargado negativamente y el sodio queda cargado positivamente. En realidad, ha habido una transferencia de un electrón desde un átomo a otro.

De esta manera ambos átomos adquieren la configuración de gas noble y entre los dos iones formados se produce una atracción electrostática.

## Propiedades de los compuestos iónicos

Los compuestos iónicos pueden explicarse por el acomodo de los iones en la red cristalina. La estructura cristalina le confiere estabilidad al sistema. Algunas de estas propiedades son:

- Los compuestos iónicos tienen altos puntos de fusión, siendo ésta una consecuencia de la fuerza que mantiene unidos a los iones en la red cristalina.
- Los cristales iónicos son duros, porque el enlace es fuerte y se resisten bastante a ser rayados. Sin embargo, son frágiles a los golpes, estos producen un desplazamiento de los planos de los iones y, al dejar enfrentados iones de igual signo, daría lugar a una fractura en el cristal por fuerzas repulsivas electrostáticas.
- No conducen la corriente eléctrica en estado sólido porque los iones están inmobilizados en la red; pero, al disolverse o fundirse estos iones adquieren movilidad y pueden conducir la corriente eléctrica.
- Los compuestos iónicos son solubles en disolventes polares como el agua.

## Enlace covalente

Un enlace covalente se da cuando los átomos que participan tienen electronegatividades similares o iguales, comparten los electrones de valencia con el objeto de formar una molécula estable. En este sentido, el electrón actúa como un tipo de adhesivo que pega o une los átomos.

### Ejemplo

El hidrógeno es el primer elemento que presenta este modelo de enlace. Por ejemplo, cuando dos átomos comparten sus electrones, ambos adquieren la configuración del gas noble más cercano, el helio y se forma una molécula dinuclear en la que ambos núcleos son de hidrógeno ( $H_2$ ) (García, Garriz y Chamizo, 2009, p. 121) Su representación es:

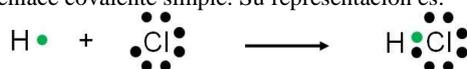


## Covalente normal

El par de electrones del enlace es aportado por ambos átomos.

### Ejemplo

Tal es el caso del hidrógeno, con un electrón en su único nivel y del cloro, con siete en su último nivel. Para alcanzar la configuración estable (dueto y octeto) en la molécula de  $HCl$  se comparte un par de electrones, formando enlace covalente simple. Su representación es:



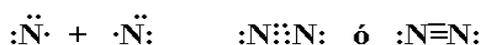
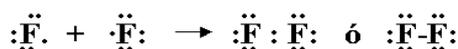
## Clases de enlace covalente normal

### ➤ Enlace covalente apolar o no polar

Un enlace covalente no polar es aquel donde los electrones se comparten de manera equitativa entre dos átomos (Theodore L. Brown, 2009, p. 307). Este tipo de enlace se origina entre átomos de igual electronegatividad.

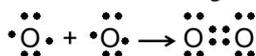
### Ejemplos:

Las moléculas formadas por átomos del mismo elemento (moléculas homonucleares) conforman una clase de enlace no polar:  $I_2$ ,  $Br_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ .

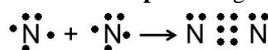


Por la cantidad de valencia de los átomos y su tendencia para completar 8 electrones estos pueden compartir 1, 2 o 3 pares de electrones generando los llamados enlaces simples, dobles y triples

**Ejemplo de enlace doble:** oxígeno ( $O_2$ )



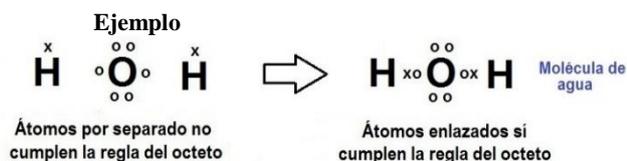
**Ejemplo de enlace triple:** nitrógeno ( $N_2$ )



### ➤ Enlace covalente polar

En un enlace covalente, los átomos que se unen tienen diferentes electronegatividades, y como resultado, un átomo tiene mayor fuerza de atracción por el par de electrones compartido que el otro átomo. Cuando la diferencia de electronegatividad entre los átomos de enlace está entre 0.5 y 2.0, la desigualdad con que se comparten los electrones no es tan grande como para que se produzca una transferencia completa de electrones; el átomo menos electronegativo aún tiene cierta atracción por los electrones compartidos.

El término polar significa que hay separación de cargas, originándose un dipolo. El polo negativo está centrado sobre el átomo más electronegativo del enlace y el polo positivo está centrado sobre el átomo menos electronegativo del enlace.



Una molécula es polar si cumple con cualquiera de las condiciones siguientes:

- Si uno o más átomos terminales son diferentes de los otros
- Si los átomos terminales no están dispuestos simétricamente
- Si posee pares de electrones libres

### Covalente coordinado o dativo

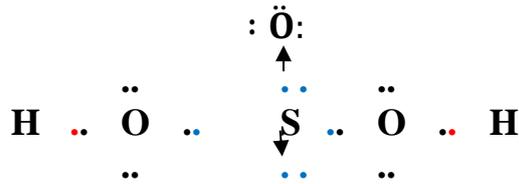
En este tipo de enlace el átomo menos electronegativo aporta los dos electrones que forma el enlace. Se representa con una flecha.

**Ejemplo:**

Consideremos el ácido sulfúrico  $H_2SO_4$ , compuesto formado por tres no metales y por tanto un compuesto covalente.



En un enlace covalente no se pierden ni se ganan electrones, solo se comparten y se acomodan de la forma más conveniente, por lo tanto, la estructura es:



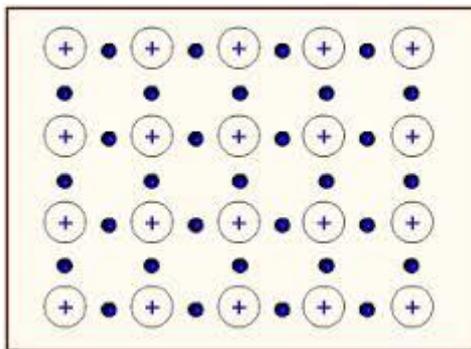
La estructura muestra dos enlaces covalentes coordinados y cuatro enlaces que no lo son porque cada átomo aportó un electrón al enlace.

### Enlace metálico

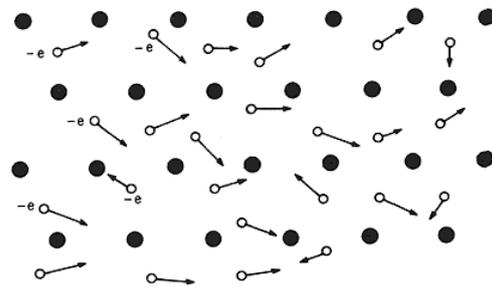
Los átomos de un metal tienen la tendencia de ceder electrones y formar iones positivos, por eso es que en estos elementos no encontramos propiamente átomos sino iones positivos.

Los iones no se repelen porque son neutralizados por una nube electrónica móvil llamados electrones libres, éstos al desplazarse generan la corriente eléctrica. Justamente, el enlace metálico explica este movimiento de electrones, que está formado por la unión de un conjunto de iones positivos con una nube de electrones libres.

Las fuerzas de atracción, entre los átomos de este enlace químico, provienen del efecto enlazante de la nube electrónica móvil y su atracción con los iones positivos metálicos



Átomos que han perdido electrones



Electrones en movimiento o fluido electrónico

### Propiedades de los metales en función del enlace metálico

Los enlaces metálicos dan lugar a las propiedades características de los metales:

- **Conductividad eléctrica.** - Para explicar la conductividad eléctrica, se utiliza un modelo propuesto por Drude conocido como el modelo del gas de electrones. En este modelo se considera que los electrones más alejados del núcleo están deslocalizados, es decir, que se mueven libremente, por lo que pueden hacerlo con rapidez, lo que permite el paso de la corriente eléctrica.
- **Maleabilidad y ductilidad.** - Estas propiedades se deben a que las distancias que existen entre los átomos son grandes; al golpear un metal, las capas de átomos se deslizan fácilmente permitiendo la deformación del metal, por lo que pueden laminarse o estirarse como hilos.

<b>Cada día construyo mi mini proyecto (Espacio de socialización de avances o dudas)</b>	
¿Qué aprendiste sobre enlace químico? ¿Crees que aprendiste bien el tema estudiado?	<b>Pregunta y construye (Orientación para el trabajo)</b> El estudiante debe identificar un conjunto de nuevos productos, logrados por la síntesis química, que hacen más llevadera la cotidianidad en el hogar y una multitud de satisfactores para elevar la calidad de vida, analizando las restricciones y límites de su uso.

**Actividad didáctica extracurricular de aprendizaje de la química en entornos cotidianos**

**Actividad: modelo de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia, VSEPR (en español RPECV)**

<b>Objetivo:</b> Estructurar mejorar la visión espacial de los estudiantes y su comprensión de la geometría molecular en función del número de dominio de electrones.																																																																													
<b>Tiempo de realización</b>	7 días																																																																												
<b>Forma de presentación</b>	Presentación y manipulación de los modelos tridimensionales construidos y con vídeos																																																																												
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 15 minutos por equipo.																																																																												
<b>Propósito de la discusión</b>	El modelo se utiliza fundamentalmente para predecir la estructura de moléculas poliatómicas de tipo $AB_n$ en las que el átomo central A se une a n átomos B (periféricos) mediante enlaces por pares de electrones (covalentes). La suposición básica de este modelo es que la disposición geométrica de los enlaces en torno al átomo central (estructura) depende del número total de pares de electrones (de enlace o de no-enlace) de la capa de valencia de dicho átomo y resulta de hacer mínimas las repulsiones entre dichos pares de electrones.																																																																												
<b>Resultados</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dibuja una estructura de Lewis para la molécula <math>AB_n</math></li> <li>Clasifica la molécula de acuerdo con la formulación <math>AB_nE_m</math> (A = átomo central, B = átomo periférico, E = par de no enlace). Para ello, cuenta los pares de electrones que hay alrededor del átomo central A, teniendo en cuenta que los tipos de pares de electrones pueden ser: <ol style="list-style-type: none"> <li>Pares de enlace (PE).</li> <li>Pares de no enlace o solitarios o no compartidos (PN).</li> <li>Pares de enlace múltiple (PM) (se cuentan como un par único).</li> </ol> </li> <li>Determina la geometría básica en función del número de pares de electrones del átomo central A.</li> </ol> <p>Detalles</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DE</th> <th>enls.</th> <th>PS</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>ÁNGULOS</th> <th>EJEMPLO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>Lineal</td> <td>180°</td> <td><math>BeH_2</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>Trigonal plana</td> <td>120°</td> <td><math>BF_3</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>Angular</td> <td>&lt; 120°</td> <td><math>SnCl_2</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>Tetraédrica</td> <td>109.5°</td> <td><math>CH_4</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>Pirámide trigonal</td> <td>&lt;109.5°</td> <td><math>NH_3</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>Angular</td> <td>&lt;109.5°</td> <td><math>H_2O</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>Bipirámide trigonal</td> <td>90°,120° y 180°</td> <td><math>PF_5</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>Biesfenoide</td> <td>&lt;90°, &lt;120° y &lt;180°</td> <td><math>SF_4</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>Estructura en T deformada</td> <td>&lt;90°, y &lt;180°</td> <td><math>ClF_3</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>Lineal</td> <td>180°</td> <td><math>XeF_2</math></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>Octaédrica</td> <td>90° y 180°</td> <td><math>SF_6</math></td> </tr> </tbody> </table>					DE	enls.	PS	ESTRUCTURA	ÁNGULOS	EJEMPLO	2	2	0	Lineal	180°	$BeH_2$	3	3	0	Trigonal plana	120°	$BF_3$	3	2	1	Angular	< 120°	$SnCl_2$	4	4	0	Tetraédrica	109.5°	$CH_4$	4	3	1	Pirámide trigonal	<109.5°	$NH_3$	4	2	2	Angular	<109.5°	$H_2O$	5	5	0	Bipirámide trigonal	90°,120° y 180°	$PF_5$	5	4	1	Biesfenoide	<90°, <120° y <180°	$SF_4$	5	3	2	Estructura en T deformada	<90°, y <180°	$ClF_3$	5	2	3	Lineal	180°	$XeF_2$	6	6	0	Octaédrica	90° y 180°	$SF_6$
DE	enls.	PS	ESTRUCTURA	ÁNGULOS	EJEMPLO																																																																								
2	2	0	Lineal	180°	$BeH_2$																																																																								
3	3	0	Trigonal plana	120°	$BF_3$																																																																								
3	2	1	Angular	< 120°	$SnCl_2$																																																																								
4	4	0	Tetraédrica	109.5°	$CH_4$																																																																								
4	3	1	Pirámide trigonal	<109.5°	$NH_3$																																																																								
4	2	2	Angular	<109.5°	$H_2O$																																																																								
5	5	0	Bipirámide trigonal	90°,120° y 180°	$PF_5$																																																																								
5	4	1	Biesfenoide	<90°, <120° y <180°	$SF_4$																																																																								
5	3	2	Estructura en T deformada	<90°, y <180°	$ClF_3$																																																																								
5	2	3	Lineal	180°	$XeF_2$																																																																								
6	6	0	Octaédrica	90° y 180°	$SF_6$																																																																								

	6	5	1	Pirámide de base cuadrada	<90°, y <180	$BrF_5$												
	6	4	2	Planocuadrada	90° y 180°	$XeF_4$												
DE= Dominios de electrones, enls=enlaces y PS=Pares solitarios																		
<b>Referencias bibliográficas</b>	Tudela, D. (2003). Introducción a la geometría molecular utilizando plastilina y palillos. Departamento de Química Inorgánica, Universidad Autónoma de Madrid 28049-Madrid.																	
<b>Actividad: experimento para determinar cualitativamente los iones <math>Ca^{2+}</math> Y <math>Mg^{2+}</math> en cítricos ingeridos cotidianamente</b>																		
<b>Objetivo:</b> Es que el estudiante, al identificar elementos inorgánicos en un producto de su alimentación diaria, se motive a descubrir el papel que desempeñan esos elementos en la constitución de los organismos vivos.																		
<b>Tiempo de realización</b>	2 horas para la demostración experimental. <b>Material y equipo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrífuga</li> <li>• 3 tubos de centrífuga</li> <li>• Balanza</li> <li>• Parrilla de calentamiento</li> <li>• 3 vasos de precipitación de 150 ml</li> <li>• Espátula</li> <li>• 10 tubos de ensayo</li> <li>• Gradilla para tubos de ensayo</li> <li>• 2 embudos de filtración rápida de cuello largo,</li> <li>• Agitador</li> <li>• Papel de filtro de poro fino</li> <li>• Colador mediano de plástico</li> </ul> <b>Reactivos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución 0.1 M de <math>CaCl_2</math></li> <li>• Solución 0.1 M de <math>MgCl_2</math></li> <li>• Solución 0.1 M de <math>KCl</math></li> <li>• <math>NaOH</math> 1 M</li> <li>• <math>HCl</math> concentrado</li> <li>• Solución al 20% de <math>K_2C_2O_4</math></li> <li>• Solución de negro de eriocromo T</li> </ul>																	
<b>Procedimiento experimental</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Exprimir una naranja para obtener el jugo y colarlo.</li> <li>2) Exprimir una toronja para obtener el jugo y colarlo.</li> <li>3) Exprimir una mandarina para obtener el jugo y colarlo.</li> <li>4) Centrifugar los jugos durante 10 minutos a 5000 r.p.m.</li> <li>5) En 3 tubos de ensayo colocar un ml de las soluciones siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>e.1) <math>KCl</math></li> <li>e.2) <math>CaCl_2</math></li> <li>e.3) <math>MgCl_2</math></li> </ol> </li> <li>6) Hacer ensayos a la llama con cada una de las soluciones del paso anterior, para determinar los colores que se dan sus cationes.</li> <li>7) Reacción para el catión <math>Ca^{2+}</math>: al tubo e.2 agregue una gotas de solución de <math>K_2C_2O_4</math>.</li> <li>8) Reacción para el catión <math>Mg^{2+}</math>: al tubo e.3 agregue unas gotas de <math>NaOH</math>; el hidróxido se escurre gota a gota por las paredes del tubo sin agitar. Se le agregan unas gotas de Eriocromo negro T para que sea más visible con coloración violeta.</li> <li>9) Proceda a hacer todos los ensayos anteriores 6), 7) y 8) con el jugo de jugo de los tres cítricos ya centrifugados y decantados.</li> </ol>																	
<b>Forma de presentación</b>	Informe técnico para la siguiente clase																	
<b>Resultados</b>	<b>Tabla. Resultados obtenidos</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ión</th> <th>Jugo de Naranja</th> <th>Jugo de Toronja</th> <th>Jugo de Mandarina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>Ca^{2+}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>Mg^{2+}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Ión	Jugo de Naranja	Jugo de Toronja	Jugo de Mandarina	$Ca^{2+}$				$Mg^{2+}$			
Ión	Jugo de Naranja	Jugo de Toronja	Jugo de Mandarina															
$Ca^{2+}$																		
$Mg^{2+}$																		
<b>Discusión</b>	Favorecer la motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje de la química, se efectúa un experimento en el que los estudiantes determinen cualitativamente los iones $Ca^{2+}$ y $Mg^{2+}$ en cítricos y así relacionan que a través de la ingesta diaria de alimentos el organismo humano adquiere a los elementos inorgánicos esenciales. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué otros iones metálicos pueden estar presentes en el jugo de cítricos?</li> <li>2. ¿Qué coloración imparte a la llama los iones <math>Ca^{2+}</math> y los iones <math>Mg^{2+}</math>?</li> <li>3. ¿Además de las reacciones 7) y 8) de identificación para <math>Ca^{2+}</math> y <math>Mg^{2+}</math>, ¿qué otras sugiere usted?</li> </ol>																	

<b>Referencias bibliográficas</b>	Barán, E.J. (1994). Química Bioinorgánica. Editorial Mc – Mc – Graw – Hill. Madrid. Burriel, M.F. (1991). Química analítica cualitativa. Editorial Paraninfo. Madrid.
-----------------------------------	--

### Bitácora en tu vida química en un día cualesquiera

<b>Objetivo:</b> examinar los compuestos químicos y la química que utilizamos a lo largo del día, desde que nos levantamos de la cama hasta volver a ella. Se plantean las siguientes preguntas: ¿Cuántos compuestos químicos distintos utilizamos a lo largo del día?, y ¿cómo dividir y describir sus características químico-físicas de una forma fácil?	
<b>Momento o actividad</b>	<b>Recuento de materiales químicos</b>
Cuando estamos en la cama, y al vestarnos	
Al asearnos	
Al desayunar	
Al preparar los alimentos en la cocina	
Cuando acudimos a la escuela	
En el uso de herramientas y artefactos en el hogar y la escuela	
Al hacer deportes	
Al caer agotados en la cama	
<b>Referencias bibliográficas revisadas:</b>	

### Adicional: para los profesores. sobre el análisis científico y didáctico del tema

Para este tema, proponemos algunas recomendaciones para su desarrollo, tomando en cuenta los principales resultados de la investigación educativa a este respecto (Peterson, Treagust y Garnett, 1989; Taber, 1994,1997; De Posada, 1997; Nahum, Krajcik, Mamlock y Hofstein, 2006, Taber y Coll, 2002):

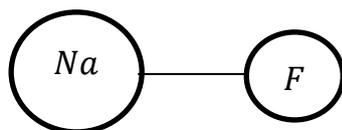
- Hacer énfasis en la naturaleza electrostática del enlace químico.
- Evitar la dicotomía enlace iónico – enlace covalente.
- En el caso del enlace iónico debe hacerse más énfasis en la estructura de la red cristalina que en la formación de los iones (transferencia de electrones).
- Considerar el enlace covalente polar, metálico y las fuerzas intermoleculares como consecuencia del mismo fenómeno del enlace químico, pero que tienen particularidades.
- Evitar que los estudiantes desarrollen la noción de que todas las sustancias están compuestas por moléculas.
- Desarrollar la idea de que los enlaces químicos ocurren en un continuo “covalente – iónico–metálico”, más que considerar estos modelos como las únicas posibilidades.
- En el caso del enlace iónico, no hacer énfasis en la transferencia de electrones que permite formar iones, sino más bien en las interacciones electrostáticas entre iones que dan origen al enlace.
- Evitar hacer énfasis en la regla del octeto como principio explicativo.
- Evitar utilizar a los átomos desde el inicio de la reacción, dado que esto casi nunca ocurre, sino que más bien los iones, moléculas, etc. (que ya tienen configuraciones electrónicas estables), son los reactivos.
- Tener especial cuidado en no manejar indiscriminadamente un lenguaje antropomórfico (los átomos comparten, necesitan, están más contentos, etc.) de manera que quede claro que el enlace no es un fenómeno social o humano.

- Explicar las propiedades de las sustancias utilizando el modelo que mejor se ajuste y proveer oportunidades para que los estudiantes encuentren que hay muchas sustancias con propiedades intermedias que no pueden explicarse con un único modelo de enlace.

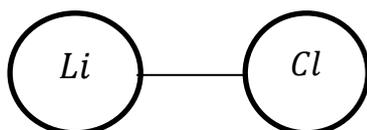
## Actividades

### Lectura: “Una fiesta muy elemental”

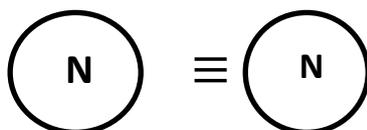
Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano, el hidrogeno, hasta uno de los más pesados, el Uranio; elementos célebres como el único metal líquido el Mercurio, con sus compañeros del mismo estado como el cesio, francio, galio y bromo el elemento “probeta” o primer sintético el Tecnecio; algunos gases imperceptibles como el hidrógeno, el nitrógeno y el oxígeno, y otros olorosos como el flúor y el cloro; el más denso el osmio. Todos lucían muy elegantes, ya que era una buena ocasión para impresionar y así conseguir amistades o parejas.



Los “señores” como el flúor y el cloro, eran de los más activos porque al contar con 7 electrones en su última capa energética gozaban de mejores atributos físicos y químicos para llamar la atención y entrar a reaccionar; claro que también hay otros como el cesio, el francio, el rubidio, el potasio y el sodio que son muy activos y se dejan conquistar con el primer acercamiento. Sin embargo, como ocurre en todas las reuniones, se forman grupos aislados, muy apáticos que no saludan, no le hablan a nadie, no prestan dinero, no dan ni la hora, estos son los apodados gases nobles o inertes (grupo VIII A de la tabla), que no se interesan por nadie, puesto que se ufanan de ser autosuficientes por tener todo lo necesario; es decir se sienten estables energéticamente al tener 8 electrones en su última capa. Son los únicos que desde su nacimiento cumplen con la regla del octeto. Pero a veces, al transcurrir la fiesta se empiezan a notar elementos entusiasmados a reaccionar con otros para unirse o enlazarse y así formar una familia que sería una molécula o agregado atómico. Las uniones se originan como resultado de las interacciones que pueden ser atracciones y repulsiones mutuas entre los electrones. El objetivo del “matrimonio” químico es similar al social; supuestamente se realiza para acompañarse y alcanzar una estructura más estable, o sea un estado de menor energía. En la búsqueda de la pareja, juega un papel importante la apariencia física, entendida ésta como la parte que el átomo deja ver, es decir la parte externa...el vestido, pues en muchos casos hay atracción y amor a primera vista, el vestido de los átomos son los electrones de valencia.

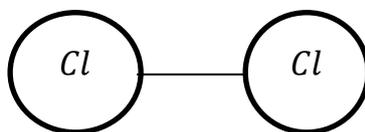


Además de la apariencia física, también cuenta la “personalidad” del elemento, en este caso la electronegatividad o capacidad que posee un átomo para atraer electrones del enlace. Mediante esta propiedad definimos un elemento como buena, regular o mala “gente” Porque si el valor de la electronegatividad es bajo, entonces decimos que el elemento es como una persona positiva que dona sus bienes o transfiere los electrones en un enlace, como por ejemplo, los de los grupos IA y IIA de la tabla (alcalinos y alcalinotérreos) Si la electronegatividad es alta, se tiene un elemento negativo que roba o quita electrones del enlace, como los no metálicos. De esta forma tenemos que el elemento más negativo es el flúor, con una electronegatividad de 4.



Al aumentar el calor de la fiesta o su energía, ya se comienza a ver parejas de átomos, los cuales son detectados por el grupito de gases nobles o inertes. Como éstos no tienen interés en integrarse a la reunión, asumen el papel de mirones, criticones y chismosos. La primera unión que se ve es la formación

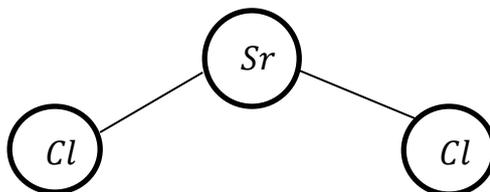
de la sal común, donde el cloro, individuo muy hábil, charlatán y negativo, con un bonito traje de 7 electrones, "conquista" al sodio, elemento que queda positivo al entrar en contacto con él ya que le cede el único electrón de su capa externa para estabilizarse al completar con 8 electrones en el último nivel. Dicha unión se clasifica como enlace iónico o electrovalente. De un modo similar se concretan otras uniones del mismo tipo como ser:  $CsF$ ,  $NaF$ ,  $KCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $SrCl_2$  y  $BaCl_2$ , etc. Como norma general se tiene que el matrimonio iónico ocurre cuando los dos átomos "prometidos" tienen una diferencia de electronegatividad mayor a 2.1 ó incluso a 1.7.



Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que en algunos metales sus átomos se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa formando así iones positivos (+); dichos electrones actúan también como una nube electrónica que se desplaza por todo el metal para estabilizar el agregado. La nube electrónica permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales. A este tipo de unión se denomina enlace metálico.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos o con otros, por ejemplo  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2O$ . Estos enlaces son parecidos a los matrimonios donde se requiere igualdad de condiciones para los esposos; es por eso que los átomos unidos poseen una electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones del enlace son compartidos mutuamente. Este tipo de unión es la covalente, que se puede asociar con una cooperativa donde todos los participantes son favorecidos

En un matrimonio ideal hay comprensión y ayuda, ninguna se recarga o se aventaja; en esta situación habría un enlace covalente no polar. Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja son semejantes, por ejemplo, en dos elementos iguales como oxígeno con oxígeno. No obstante, en muchos noviazgos y matrimonios, una persona tiende a dominar a la otra, aunque no totalmente; en este caso tendríamos una polarización del mando, por lo que el enlace se llamaría covalente polar. En este tipo de enlace un átomo es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, como por ejemplo el agua, los hidrácidos ( $HCl$ ,  $HF$ ,  $Hbr$ ), etc.



Un grupo de elementos se dedicó a tomar zumo de uva, acabando con todas las exigencias, por lo que decidieron unirse para conseguir dinero y comprar más zumo de fruta. En el grupo del  $H_2SO_4$  todos dieron su cuota, excepto dos átomos de oxígeno que se hicieron los desentendidos y no colaboraron. Solo eran oportunistas que vieron la forma de aprovecharse de los demás. Este es el caso del enlace covalente coordinado o dativo, donde uno o más átomos comparte sus electrones, pero hay otros que no aportan, sólo están de cuerpo presente para beneficiarse, y también para dar estabilidad a la molécula.



La fiesta termina y unos salen felices con sus conquistas y enlaces, mientras que otros esperarán ansiosamente otra oportunidad con mejor suerte para poder interactuar o reaccionar y así dejar la soledad.

### Actividad complementaria

1. Elabora una lista de los elementos mencionados en la lectura y consígnalos en una tabla con la siguiente información: Nombre – Símbolo – Z – Número de electrones de valencia – Valencia (Número de enlaces que formaría al combinarse) – Número de electrones ganados o de electrones perdidos al combinarse.
2. De las estructuras dibujadas en la lectura, selecciona las que corresponden a compuestos covalentes o moleculares y representa para cada uno los tipos de fórmulas químicas: electrónica – estructural – molecular y empírica o mínima.
3. De la siguiente lista: *CsF*, *NaF*, *KCl*, *MgCl<sub>2</sub>*, *CaCl<sub>2</sub>*, *SrCl<sub>2</sub>* y *BaCl<sub>2</sub>* selecciona los compuestos iónicos y representa la formación de el o los enlaces iónicos existentes en cada compuesto.

### Evaluación

- 1- Representa como sería la estructura de un trozo de alambre de cobre.
- 2- Une con flechas las siguientes propiedades con el tipo de compuesto al que corresponde:
  - Son solubles en agua
  - Tienen brillo **IÓNICOS**
  - Están formados solo por metales
  - Son malos conductores de la corriente eléctrica
  - Son sólidos **COVALENTES**
  - Son poco solubles en agua
  - Son buenos conductores del calor
  - Disueltos en agua conducen la corriente eléctrica
  - Tienen bajos puntos de ebullición **METÁLICOS**
  - Están formados solo por no metales
  - Tienen elevados puntos de fusión
  - Forman moléculas
- 3- Responde:
  - a. ¿Cómo será el punto de ebullición de un compuesto formado por calcio y cloro: alto o bajo? ¿Por qué?
  - b. ¿Se podrá formar una solución acuosa usando como soluto un compuesto formado por carbono e hidrógeno? ¿Por qué?
  - c. ¿Por qué para fabricar los cables se utilizan metales tales como el cobre o el aluminio?
- 4- A continuación, se presenta información sobre cuatro compuestos diferentes:

compuesto “**A**”: tiene un punto de fusión de  $-112^{\circ}\text{C}$ , es insoluble en agua y no conduce la electricidad

Compuesto “**B**”: es buen conductor de la electricidad tanto sólido como fundido y tiene un punto de fusión de  $1495^{\circ}\text{C}$

Compuesto “**C**”: es soluble en agua, solo conduce la electricidad en estado líquido y funde a  $610^{\circ}\text{C}$

Compuesto “**D**”: no conduce la electricidad y es insoluble en agua

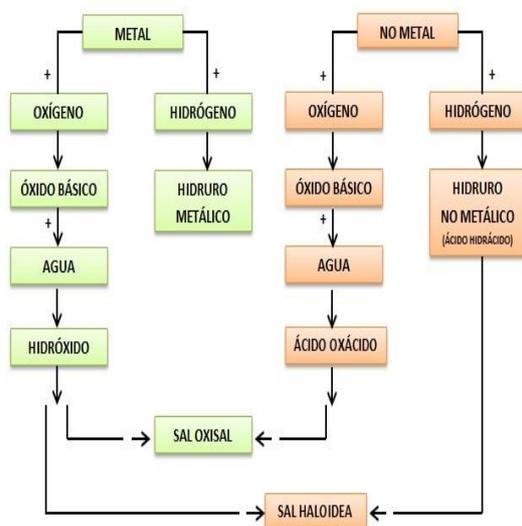
  - a. ¿Cuál de los cuatro compuestos es metal? Justifica tu respuesta
  - b. ¿Cuál de los compuestos es iónico? Justifica tu respuesta
  - c. ¿Qué compuestos tienen propiedades de sustancias covalentes? Justifica tu respuesta.

## EL docente sabe

En 1913 el Consejo de Asociación de Sociedades Químicas fundó una comisión para la creación de una nomenclatura inorgánica y orgánica, pero la Primera guerra mundial interrumpió sus actividades. El trabajo se retomó en 1921 por la IUPAC, y en su segunda conferencia se nombró una comisión para crear una nomenclatura inorgánica, orgánica y biológica, apareciendo el primer informe en 1940. Entre las sugerencias aparecía la recomendación del uso de la nomenclatura Stock para indicar los estados de oxidación, el rechazo a términos como bicarbonato en los nombres de sales ácidas, el establecimiento de un orden a la hora de citar los constituyentes de los compuestos binarios en las fórmulas y en los nombres, el desarrollo de prácticas uniformes para nombrar compuestos de adición. Esta nomenclatura Stock se la debemos al químico alemán Alfred Stock, un pionero en la investigación de los hidruros de boro y silicio y en la química de coordinación y mercurio, y fue quien sugirió el "sistema Stock" por primera vez en 1919, sistema que incluye los estados de oxidación de los elementos entre paréntesis con números romanos. En su honor se entrega el premio **Memorial Alfred Stock** por parte de la Sociedad de Químicos Alemanes. Así que en 1959 apareció un pequeño libro, revisado en 1971 y acompañado de un suplemento, llamado *Como nombrar una sustancia inorgánica*, en 1977. En 1990 las recomendaciones de la IUPAC fueron revisadas de nuevo para incorporar los nuevos cambios que se había producido durante los 20 años anteriores.

## Para recordar

### FUNCIONES QUÍMICAS INORGÁNICAS



## Tema N° 5

### FUNCIONES INORGÁNICAS

Se trata de conocer los principios de los compuestos inorgánicos, su estructura, su función en servicio del hombre y en especial conocer su clasificación.

Nivel de formulación	Contribución
Molar (Composición y estructura de las masas)	Reconocer la posibilidad de entender al átomo a través de sus diferentes modelos, aprendizaje

### Al finalizar esta sesión

El estudiante estará en condiciones de:

- Identificar y nombrar los óxidos, dependiendo de los átomos que lo forman y establece las reacciones químicas para su obtención.
- Identificar los hidróxidos de otros compuestos y utiliza las normas de la nomenclatura IUPAC para nombrarlos.
- Identificar los ácidos de otros compuestos y utiliza las normas de la nomenclatura IUPAC para nombrarlos.
- Utilizar las reglas de la IUPAC para nombrar las sales inorgánicas.
- Completar las reacciones para la formación de sales.

## Actividades

### Inicio:

#### El párrafo



Un párrafo es una unidad de discurso en texto escrito que expresa una idea o un argumento, o reproduce las palabras de un orador. Está integrado por un conjunto de oraciones que tienen cierta unidad temática o que, sin tenerla, se enuncian juntas. Es un componente del texto que en su aspecto externo inicia con una mayúscula y termina en un punto y aparte. Comprende varias oraciones relacionadas sobre el mismo subtema; una de ellas expresa la idea principal.

El párrafo está formado por una o varias oraciones:

1. Oración principal: puede aparecer en el texto de forma implícita o explícita
2. Oraciones secundarias o modificadoras: Pueden ser de dos tipos: de coordinación y subordinación. Son coordinadas aquellas que están unidas mediante conjunciones y posee en sí mismo un sentido completo. Son subordinadas aquellas que solo adquieren sentido en función de otra.
3. Unidad y coherencia: consiste en la referencia común de cada una de sus partes, es decir, que la oración principal como las secundarias se refieren a un solo hecho. La coherencia es la organización apropiada de las oraciones de tal forma que el contenido del párrafo sea lógico y claro

**Lectura:** con base en la lectura entregada por el docente realiza un párrafo donde muestres las principales ideas asociadas al texto (De Ávila, 2011, pp. 8,9).

## Compuestos inorgánicos

Los compuestos químicos inorgánicos se agrupan en funciones o conjuntos de sustancias con propiedades físicas y químicas similares. Las funciones inorgánicas comprenden los óxidos, hidróxidos, anhídridos, ácidos oxácidos, peróxidos, hidruros, ácidos hidrácidos, oxácidos, sulfuros y haluros, cada uno de los cuales es fácilmente identificable y tiene propiedades características. La fórmula general del compuesto que corresponde a una función química determinada se puede deducir a partir de las sustancias que conducen a su formación. En este proceso es muy importante conocer el número de oxidación de cada elemento que constituye el compuesto, el cual se define con base en la estructura.

Así encontramos diferentes sustancias químicas formando parte de nuestra vida diaria, ejemplo: El ácido clorhídrico HCl que es el ácido muriático utilizado para desmanchar algunos pisos y como desinfectante. El hidróxido de magnesio  $Mg(OH)_2$  o leche de magnesia que utilizamos como antiácido para el estómago o como laxante.

El ácido cítrico que contiene las frutas y que les da una característica especial y deliciosa a muchos alimentos. El ácido acético  $CH_3 - CH_2 - COOH$  que es uno de los componentes del vinagre que utilizas, por ejemplo, en alimentos. La sosa cáustica NaOH o hidróxido de calcio que utilizas para limpiar tubos y cañerías que estén un poco saturada de cosas.

El ácido fólico presente en muchos alimentos (también como en los otros casos), éste si tiene una fórmula más compleja, pero se encuentra por ejemplo en las legumbres, la espinaca, algunos cereales y muchos pescados. El hidróxido de aluminio  $Al(OH)_3$  que también es un antiácido desde un punto de vista farmacológico. El ácido acetil-salicílico que es el que te tomas en una aspirina, para tu dolor de cabeza, por ejemplo. El ácido butírico por ejemplo cuando se te daña una mantequilla por que la dejas al aire libre y destapada, ésta se fermenta y produce ácido butírico de sabor rancio.

### Desarrollo

De acuerdo a la lectura anterior resuelve las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuáles son las funciones químicas que plantea el texto?
2. ¿Cómo identificarías los grupos funcionales de óxidos, hidróxidos y ácidos?

**Actividad.** Consulta las aplicaciones de los hidróxidos, ácidos y sales en la cotidianidad y elabora un artículo sobre las ventajas y desventajas del uso de estas funciones químicas.



Las funciones químicas importantes en química inorgánica son: óxidos ( $O^{-2}$ ), ácidos ( $H^{+}$ ), bases o hidróxidos ( $OH^{-}$ ) y sales. El contenido teórico de la siguiente sección está basado en (Cardona, 2012).

## 1. Óxidos:

Los óxidos son compuestos formados por la combinación del oxígeno con cualquier elemento químico, excepto el helio, el neón y el argón. Los óxidos se agrupan en tres clases: ácidos, básicos y anfóteros.

**Óxidos ácidos:** son combinaciones del oxígeno con un elemento no-metal y que al reaccionar con agua producen ácidos.

Los óxidos ácidos también se pueden formar por la deshidratación de ácidos. A estos óxidos también se les conoce como “anhídridos ácidos” que significa ácido sin agua.

$CO$  Monóxido de carbono  
 $CO_2$  Dióxido de carbono  
 $SO_2$  Trióxido de azufre

**Óxidos básicos:** son combinaciones del oxígeno con elementos metálicos y que al reaccionar con agua producen bases o hidróxidos.

Algunos óxidos metálicos no reaccionan con el agua. Estos óxidos se incluyen dentro de este grupo porque al reaccionar con un ácido originan una sal. Ejemplo:

$MgO$  Óxido de magnesio  
 $Fe_2O_3$  Óxido férrico

**Óxidos anfóteros:** son los óxidos que presentan propiedades ácidas y básicas. El elemento que acompaña al oxígeno tiene propiedades químicas conjuntas de metal y no-metal. Ejemplo:

$Sb_2O_3$  Óxido antimonioso.

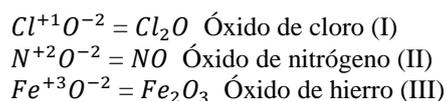
## Nomenclatura

Según la IUPAC, el nombre de las sustancias debe tener las siguientes características:

- a. Definirse de modo que cada una quede bien diferenciada de las demás.
- b. Indicar, por lo menos su fórmula empírica.
- c. Pronunciarse fácilmente
- d. Anotarse con el mínimo número de signos.

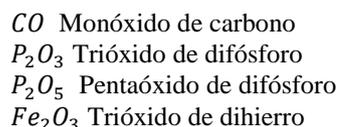
Teniendo en cuenta los anteriores parámetros, vamos a ver los tres tipos de nomenclatura utilizada en química.

- **Nomenclatura stock:** se antepone la palabra óxido, seguida del nombre del elemento y entre paréntesis el estado de oxidación de éste. Ejemplo:



- **Nomenclatura sistemática**

Según este sistema se nombra con la palabra genérica óxido anteponiéndole prefijos cuantitativos de origen griego; mono, di, tri, tetra, según el número de átomos del último elemento presente en el compuesto. Luego se usa la preposición de seguida por el nombre del elemento que se encuentra al inicio. Ejemplo:

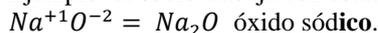


- **Nomenclatura común o tradicional**

Este sistema se recomienda para los óxidos que un mismo elemento puede formarse cuando se utilizan los prefijos hipo, per; y las terminaciones oso e ico en los siguientes casos:

- a) Si el elemento tiene un número de oxidación se utiliza el sufijo **ico**.

Ejemplo: el sodio trabaja con estado de oxidación +1

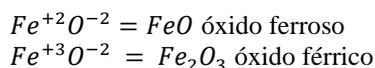


- b) Si el elemento tiene dos números de oxidación se utilizan los sufijos **oso** e **ico**, así:

OSO, para el menor número de oxidación

Ico, para el mayor número de oxidación

Ejemplo: el hierro puede formar dos óxidos, porque trabaja con dos números de oxidación +2 y +3



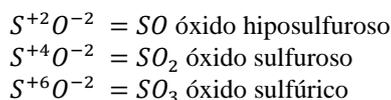
- c) si el elemento trabaja con tres números de oxidación se utiliza el prefijo **hipo** y los sufijos **oso** e **ico**, así:

**Hipo** \_\_\_\_\_ **oso**, para el primer número de oxidación

**Oso**, para el segundo número de oxidación

**Ico**, para el tercer número de oxidación.

Ejemplo: el azufre puede formar tres óxidos, porque trabaja con tres estados de oxidación +2, +4 y +6.



- d) Si el elemento trabaja con cuatro números de oxidación de utilizan los prefijos **hipo**, **per**; y los sufijos **oso** e **ico**; así:

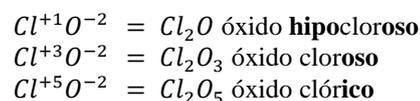
**hipo** \_\_\_\_\_ **oso**, para el menor de oxidación

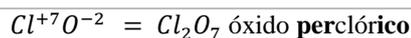
**oso**, para el segundo número de oxidación

**ico**, para el tercer número de oxidación

**per** \_\_\_\_\_ **ico**, para el mayor.

Ejemplo: el cloro puede formar cuatro óxidos, porque trabaja con cuatro números de oxidación +1, +3, +5 y +7.





Teniendo en cuenta que uno de los requisitos de la IUPAC para la nomenclatura es que el nombre del compuesto se pronuncie fácil y sea sonoro, algunos compuestos no cumplirían esta regla al aplicar la nomenclatura tradicional. Por ejemplo:



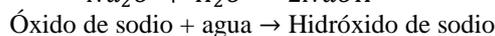
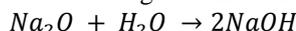
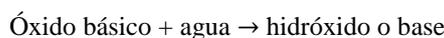
Para evitar lo anterior, se utiliza para algunos compuestos su raíz latina y la terminación oso e ico. En el óxido anterior la raíz latina del oro es "Aurum" y al aplicarla al óxido anterior retiramos la terminación um, y le agregamos oso. Por lo tanto, el nombre es óxido auroso.

Las principales raíces latinas con su cambio son:

Elemento	Raíz latina	terminaciones
Azufre	sufurum	Sulfuroso u sulfúrico
Nitrógeno	Nitrum	Nitroso y nítrico
Plomo	Plumbum	Plumboso y plúmbico
Cobre	Cuprum	Cuproso y cúprico
Oro	Aurum	Auroso y aúrico
Hierro	Ferrum	Ferroso y férrico

## 2. Hidróxidos

. Los hidróxidos o bases son compuestos químicos que contienen uno o más iones hidroxilo  $(OH)^-$ . Se forman por la unión de un óxido básico con agua



Estos compuestos tienen fórmula general  $M(OH)_x$ , donde M es un metal y "x" es el número de grupos OH que se unen al metal. Se caracterizan por:

1. Colorean azul el papel tornasol rojo
2. Enrojecen la fenolftaleína
3. Son cáusticos
4. Adquieren protones de otras sustancias

Para nombrarlos se pueden utilizar varios sistemas de nomenclatura.

- **Nomenclatura stock:** se antepone la palabra hidróxido, seguida del nombre del metal, y entre paréntesis el estado de oxidación de éste.

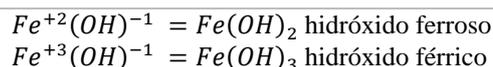
Ejemplo. CuOH: Hidróxido de Cobre (I).

- **Nomenclatura tradicional:** se utilizan los prefijos hipo, per; y las terminaciones oso e ico en los siguientes casos:

- a) Si el elemento tiene un número de oxidación se utiliza el sufijo ico. Ejemplo: el sodio trabaja con estado de oxidación +1



- b) Si el elemento tiene dos números de oxidación se utilizan los sufijos oso e ico, así: OSO, para el menor número de oxidación; Ico, para el mayor número de oxidación  
**Ejemplo:** el hierro puede formar dos hidróxidos, porque trabaja con dos números de oxidación +2 y +3



- c) Si el elemento trabaja con tres números de oxidación se utiliza el prefijo hipo y los sufijos oso e ico, así:  
 Hipo \_\_\_\_\_oso, para el primer número de oxidación  
 Oso, para el segundo número de oxidación  
 Ico, para el tercer número de oxidación
- d) Si el elemento trabaja con cuatro números de oxidación de utilizan los prefijos hipo, per; y los sufijos oso e ico; así:  
 hipo \_\_\_\_\_oso, para el menor de oxidación  
 oso, para el segundo número de oxidación  
 ico, para el tercer número de oxidación  
 per \_\_\_\_\_ico, para el mayor.

- **Nomenclatura sistemática:** se emplea el uso de prefijos mono, di, tri, tetra, según el número de átomos del último elemento presente en el compuesto. Luego se usa la preposición de seguida por el nombre del elemento que se encuentra al inicio.

Ejemplo:

$Ba(OH)_2$  Dihidróxido de Bario

$Au(OH)_3$  Trihidróxido de Oro

#### ACTIVIDAD INDIVIDUAL

1. Realice un mapa conceptual sobre el tema.
2. ¿Cómo se forman los hidróxidos?
3. ¿cómo se puede diferenciar en el laboratorio un hidróxido, empleando fenolftaleína y papel tornasol?

#### ACTIVIDAD GRUPAL

1. Nombre cada uno de los siguientes hidróxidos, por los tres tipos de nomenclatura

Compuesto	Nomenclatura stock	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura tradicional
$Al(OH)_3$			
$CuOH$			
$NaOH$			
$Al(OH)_3$			
$Al(OH)_3$			

2. Escribe el nombre de los siguientes hidróxidos y la reacción con la que se obtienen:

a)  $Mg(OH)_2$

b)  $RbOH$

c)  $Be(OH)_2$

d)  $Cu(OH)_2$

e)  $CuOH$

3. Utilizando el juego “formando compuestos químicos”, indique la fórmula molecular y establezca diferencias entre cada uno de los siguientes hidróxidos.

- a. Hidróxido de Zinc
- b. Hidróxido de Plomo (IV)
- c. Hidróxido de Mercurio (II)
- d. Hidróxido de Litio
- e. Hidróxido de Cobre (I)

### 3. Ácidos

Los ácidos son compuestos que tienen el ion hidrógeno  $H^+$  como grupo funcional. Los ácidos son muy conocidos en la vida diaria ya que los encontramos en alimentos, como el limón o el vinagre, en la industria, en la fabricación de cremas y lociones, o como corrosivos en el tratamiento de cueros y pieles. Además, al interior de nuestro organismo, algunos ácidos tienen funciones indispensables; en el caso de ácido clorhídrico que ayuda a la transformación de los alimentos y como agente corrosivo de sustancias extrañas que penetran en el sistema digestivo.

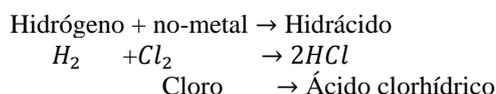
Los ácidos son sustancias que se caracterizan por:

- Ceder protones ( $H^+$ ) en medio acuoso.
- Enrojecer el papel tornasol azul
- La fenolftaleína en un medio neutro, permanece incolora en medio ácido.
- Presentan sabor agrio.

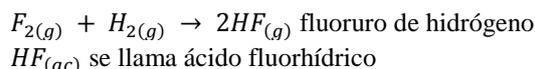
Las sustancias ácidas pueden agruparse en dos clases: hidrácidos y ácidos oxácidos.

#### Ácidos hidrácidos

Son compuestos binarios que contienen solamente hidrógeno y un no-metal.



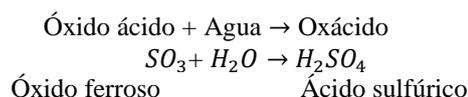
En estado gaseoso se nombran como haluros. En solución acuosa se comportan como ácidos y para nombrarlos se antepone la palabra ácido seguida de la raíz del elemento con la terminación hídrico. Ejemplo:



El hidrógeno trabaja con número de oxidación positivo +1, en estos ácidos el no-metal debe tener número de oxidación negativo. Ejemplo  $H^{+1}Cl^{-1}$ .

#### Ácidos oxácidos

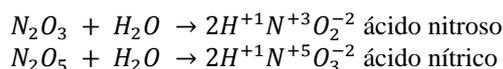
Son compuestos ternarios que contienen hidrógeno, oxígeno y un no-metal en su molécula. Se obtienen de la reacción entre un óxido ácido, es decir; formado por un no-metal y el agua. En la fórmula se coloca primero el hidrógeno, luego el no-metal y por último el oxígeno.



Se nombran con la palabra genérica ácido y se utilizan los prefijos hipo, per; y las terminaciones oso e ico en los siguientes casos:

- Si el elemento tiene dos números de oxidación se utilizan los sufijos oso e ico, así:  
Oso, para el menor número de oxidación  
Ico, para el mayor número de oxidación

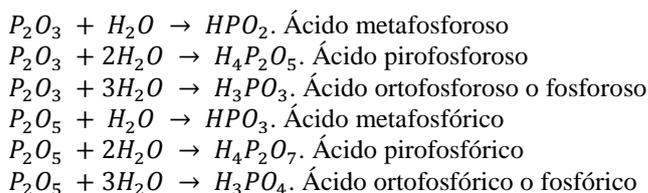
**Ejemplo:** los ácidos más importantes que forman los óxidos de nitrógeno son:



- Si el elemento trabaja con tres números de oxidación se utiliza el prefijo hipo y los sufijos oso e ico, así:  
Hipo \_\_\_\_\_oso, para el primer número de oxidación  
oso, para el segundo número de oxidación  
ico, para el tercer número de oxidación.

- b) Si el elemento trabaja con cuatro números de oxidación se utilizan los prefijos hipo, per; y los sufijos oso e ico; así:  
hipo \_\_\_\_\_oso, para el menor de oxidación  
oso, para el segundo número de oxidación  
ico, para el tercer número de oxidación  
per \_\_\_\_\_ico, para el mayor.

Cuando un elemento que tiene el mismo grado de oxidación forma distintos compuestos, se nombran colocando prefijos que nos indica su mayor o menor contenido de agua. El prefijo meta significa menor contenido de agua, mientras que el prefijo orto nos indica mayor contenido de agua. Ejemplo:



### Actividad grupal 1

1. Realice un mapa conceptual sobre el tema.
2. ¿Cómo se forman los ácidos?
3. Nombre cada uno de los siguientes ácidos

- a)  $H_2S$
- b)  $H_2CO_3$
- c)  $HBr$ .
- d)  $H_3PO_4$
- e)  $H_2SO_4$

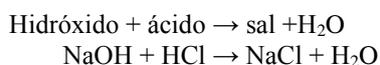
### Actividad grupal 2

1. Escribe el nombre de los siguientes ácidos y la reacción con la que se obtienen:  

a. $HClO$	c. $HClO_3$	e. $H_2Se$	g. $HI$
b. $HClO_2$	d. $HClO_4$	f. $H_2Te$	h. $HCl$
2. Utilizando el juego “formando compuestos químicos”, indique la fórmula molecular y establezca diferencias entre cada uno de los siguientes ácidos.  
  - a. Ácido carbónico
  - b. Ácido carbonoso
  - c. Ácido sulfhídrico
  - d. Ácido sulfuroso
  - e. Ácido sulfúrico

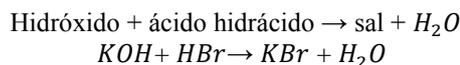
### SALES

Las sales resultan de la reacción entre los ácidos y las bases, con la formación de agua. El proceso se llama neutralización. En la formación de una sal, un metal sustituye total o parcialmente los hidrógenos de un ácido. La reacción es:



El  $OH^-$  de la base y el  $H^+$  del ácido se combinan para originar el  $H_2O$ . El metal y el no metal se unen para formar la sal, además cada uno de ellos conserva el estado de oxidación que traía del ácido o del hidróxido.

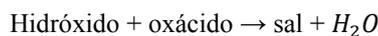
**Sales haloideas:** se forman por la unión de una base y un ácido hidrácido.



**Nomenclatura de sales haloideas:** para nombrar las sales haloideas se les adiciona la terminación URO al nombre del elemento no metálico, seguido del nombre del metal. Ejemplo:

*KBr*: Bromuro de potasio  
*CaCl<sub>2</sub>*: Cloruro de calcio  
*MgI<sub>2</sub>*: Yoduro de magnesio  
*LiF*: Fluoruro de litio.

**Oxisales:** son el producto de la unión de los hidróxidos o bases con los ácidos oxácidos.

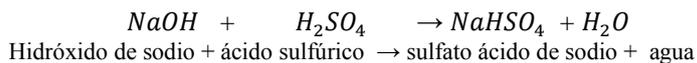


Las oxisales se clasifican en:

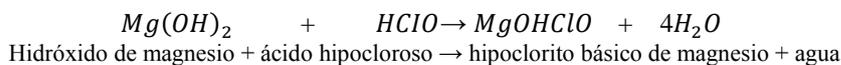
**Sales neutras:** en ellas todos los hidrógenos son sustituidos.



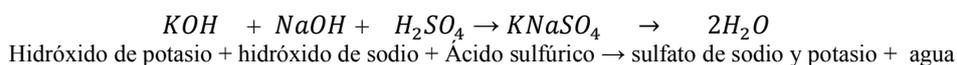
**Sales ácidas:** hay sustitución parcial de los hidrógenos.



**Sales básicas:** se presenta una sustitución parcial de los grupos (OH).



**Sales dobles:** presentan sustitución de un hidrógeno por más de un metal.



**Nomenclatura de oxisales:** la nomenclatura de las sales oxisales tienen las siguientes reglas:

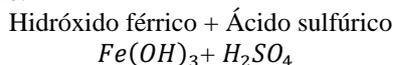
Nombre del ácido del que proviene	Nombre de la sal que se forma
Hipo _____ oso	Hipo _____ ito
_____ oso	_____ ito
_____ ico	_____ ato
Per _____ ico	Per _____ ato

**Ejemplos:**

Sulfato de sodio → proviene del ácido sulfúrico  
 Clorito de potasio → proviene del ácido cloroso  
 Peryodato de potasio → proviene del ácido peryódico  
 Hipobromito de litio → proviene del ácido hipobromoso.

Los ácidos oxácido forman sales terciarias. Para armar la fórmula de estas sales se procede de la siguiente manera:

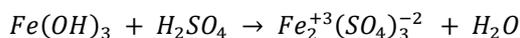
1. Conociendo el nombre de la sal, por ejemplo, sulfato férrico, se escriben los ingredientes de donde proviene:



2. Se eliminan mentalmente los  $\text{OH}^-$  del hidróxido y los  $\text{H}^+$  del ácido. Con esto se consigue dejar libre el metal y el radical del ácido, los cuales al unirse formaran la sal:



3. El sulfato férrico está formado por iones  $\text{Fe}^{+3}$  y iones  $\text{SO}_4^{-2}$ . Las cargas positivas totales de los iones férrico deben ser compensadas por las cargas negativas totales de los iones sulfato; para ello se intercambian las valencias como subíndices.

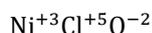


De acuerdo con la explicación anterior, complete las siguientes reacciones:

- a)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- b)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HClO}_2 \rightarrow$

También se puede proceder de la siguiente manera:  
Al solicitar la sal partiendo del nombre.

- a. Por ejemplo, el clorato níquelico, se sabe que tiene oxígeno por la terminación. Se colocan en orden los elementos que constituyen la sal: Metal + No metal + Oxígeno; entonces:  
 $\text{NiClO}$
- b. De acuerdo a la terminación, se escriben los números de oxidación de cada elemento así:



- c. El anión se encierra entre paréntesis y se busca un subíndice para el oxígeno empezando por los números más pequeños, de manera que la carga sea negativa.

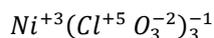
$\text{Ni}^{+3}(\text{Cl}^{+5}\text{O}_1^{-2})^{+3}$ . Si el subíndice es 1, la carga del anión será +3. Como el metal tiene carga positiva, el anión tiene que ser de carga negativa y así neutralizar los electrones ganados y los electrones perdidos.

Si el subíndice es 2 para el oxígeno, la carga quedaría:



Si el subíndice es 3 para el oxígeno, la carga quedaría:  $\text{Ni}^{+3}(\text{Cl}^{+5}\text{O}_3^{-2})^{-1}$ . La carga total del anión daría -1.

- d. Al tener la carga del anión negativa, se procede a intercambiar la carga del ion metálico como subíndice del anión y la carga del anión como subíndice del ion metálico.  
De esta forma le logra neutralizar la carga y queda:



#### **Nomenclatura de hidruros.**

Lo hidruros son compuestos binarios formados por el hidrógeno y cualquier elemento menos electronegativo que el hidrógeno. Los hidruros son una excepción, en la cual el hidrogeno actúa con número de oxidación -1.

Responden a la fórmula  $EH_x$ , donde  $E$  es el símbolo del elemento que se combina con el hidrógeno ( $H$ ) y  $x$  es el número de oxidación con que actúa dicho elemento. Algunos ejemplos de hidruros son:  $NaH$ ,  $CaH_2$ ,  $NH_3$ ,  $SiH_4$ .

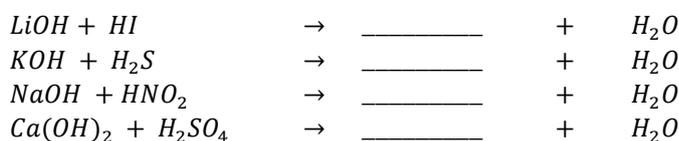
Los hidruros se nombran como hidruro de ..., indicando a continuación el nombre del elemento que acompaña al hidrógeno. De este modo,  $NaH$  es el hidruro de sodio,  $CaH_2$  es el hidruro de calcio. En algunos casos, especialmente cuando se trata de hidruros de elementos no metálicos, como  $N^{-3}H^{+1}$ , se acostumbra llamarlos con nombres comunes. Por ejemplo, el trihidruro de nitrógeno es más conocido como amoníaco, el  $PH_3$  es la fosfamina y el  $AsH_3$  es la arsina.

### Actividad grupal 1

1. Con sus propias palabras defina los siguientes términos-. sal – neutralización – anión - catión – hidruro.
2. Con relación al nombre de una sal, cual es el significado de URO – ITO – ATO.
3. ¿En qué consiste la sustitución parcial de iones hidrógeno?
4. ¿En qué consiste la sustitución parcial de iones hidroxilo?
5. ¿Cómo es el proceso de formación de una sal?
6. ¿qué tipo de sales existen y como se identifican?

### Actividad grupal 2

1. Utilizando el juego “formando compuestos químicos”, indique la fórmula molecular para las siguientes sales.
  - a. Fosfato de sodio
  - b. Nitrato de cobre (II)
  - c. Sulfito de calcio
  - d. Clorato de potasio
2. Escribe el nombre para los siguientes compuestos:
  - a.  $Na_2CO_3$
  - b.  $NaH_2PO_4$
  - c.  $KClO_3$
  - d.  $MgSO_4$
  - e.  $KH$
  - f.  $Fe_2(HPO_4)_3$
  - g.  $LiHCO_3$
  - h.  $CuHS$
  - i.  $KHSO_4$
  - j.  $LiH$
  - k.  $CuOHNO_3$
  - l.  $CaOHCl$
  - m.  $Na_2SO_4$
3. Completa las siguientes ecuaciones y escribe el tipo y el nombre de sal que se forma:



## Actividad didáctica extracurricular de aprendizaje de la química en entornos cotidianos

### Actividad: uso y manejo de los productos químicos en el hogar

**Objetivo:** lograr que el estudiante entienda la trascendencia que tiene el buen uso, manejo y almacenaje de los productos utilizados en el hogar.

<b>Tiempo de realización</b>	5 días
------------------------------	--------

<b>Forma de presentación</b>	Sesión de carteles con duración de una sesión de clase.																																							
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 15 minutos por grupo de aprendizaje.																																							
<b>Propósito de la discusión</b>	Partiendo del hecho de que los productos químicos utilizados en el hogar son de gran ayuda para las familias. No obstante, el mal uso e incorrecto almacenaje que se hace de ellos ha propiciado el que se produzcan accidentes y noticias de que su uso está contribuyendo al deterioro del ambiente que nos rodea. Para colaborar con la solución de estos problemas es necesario formar a los estudiantes en las bases teóricas de la química, y ver su importancia en la previsión de riesgos, mejorar la vida del ser humano mediante el desarrollo consciente de buenos hábitos, como del uso correcto de los productos químicos																																							
<b>Resultados</b>	<p>Citan algunos de los productos usados con mayor frecuencia en el hogar y los diferentes compuestos químicos que se utilizan en su fabricación.</p> <p>Como se podrá observar todos ellos son tóxicos y algunos de ellos además inflamables.</p> <p>Tabla. Composición química de productos usados en el hogar</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>Composición química</th> <th>Cantidad de uso por ocasión y almacenaje máximo del producto en el hogar que no represente peligro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ácidos</td> <td>Acético, clorhídrico, sulfúrico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aromatizantes</td> <td><math>\alpha</math>-pireno y soluciones en diferentes disolventes de ésteres orgánicos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bactericidas</td> <td>Yodo, cloro, hipocloritos alcalinos, paradiclorobenceno y sus derivados</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Blanqueadores</td> <td>Hipocloritos alcalinos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ceras</td> <td>Hidrocarburos derivados del petróleo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Compuestos alcalinos</td> <td>Hidróxido de sodio e hidróxido de calcio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Detergentes</td> <td>Alquilbencénsulfonatos de sodio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Disolventes</td> <td>Gasolina, aguarrás, thinner, acetona y alcohol</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fertilizantes</td> <td>Urea, sales de amonio (nitrato y sulfato), nitrato de sodio y sales de cobre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fósforos</td> <td>Fósforo rojo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Insecticidas</td> <td>DDT, cafeína, organofosfatos, carbamatos, piretrinas y feromonas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Jabones</td> <td>Sales de sodio, potasio o amonio de ésteres orgánicos de elevado peso molecular</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es la diferencia entre un producto orgánico e inorgánico?</li> <li>2. ¿Qué aspectos debe analizarse al comprar un producto? (costo en relación a la calidad, conocer si es biodegradable o no, si su envase es reciclable, si contienen o no propelentes que dañan la capa de ozono).</li> <li>3. ¿Cómo debe ser el uso correcto de cada producto?</li> <li>4. ¿Qué en cuanto a la clasificación e etiquetación de esos productos?</li> <li>5. ¿Cuál es la forma más adecuada de eliminarse un producto como desecho?</li> </ol>	Producto	Composición química	Cantidad de uso por ocasión y almacenaje máximo del producto en el hogar que no represente peligro	Ácidos	Acético, clorhídrico, sulfúrico		Aromatizantes	$\alpha$ -pireno y soluciones en diferentes disolventes de ésteres orgánicos		Bactericidas	Yodo, cloro, hipocloritos alcalinos, paradiclorobenceno y sus derivados		Blanqueadores	Hipocloritos alcalinos		Ceras	Hidrocarburos derivados del petróleo		Compuestos alcalinos	Hidróxido de sodio e hidróxido de calcio		Detergentes	Alquilbencénsulfonatos de sodio		Disolventes	Gasolina, aguarrás, thinner, acetona y alcohol		Fertilizantes	Urea, sales de amonio (nitrato y sulfato), nitrato de sodio y sales de cobre		Fósforos	Fósforo rojo		Insecticidas	DDT, cafeína, organofosfatos, carbamatos, piretrinas y feromonas		Jabones	Sales de sodio, potasio o amonio de ésteres orgánicos de elevado peso molecular	
Producto	Composición química	Cantidad de uso por ocasión y almacenaje máximo del producto en el hogar que no represente peligro																																						
Ácidos	Acético, clorhídrico, sulfúrico																																							
Aromatizantes	$\alpha$ -pireno y soluciones en diferentes disolventes de ésteres orgánicos																																							
Bactericidas	Yodo, cloro, hipocloritos alcalinos, paradiclorobenceno y sus derivados																																							
Blanqueadores	Hipocloritos alcalinos																																							
Ceras	Hidrocarburos derivados del petróleo																																							
Compuestos alcalinos	Hidróxido de sodio e hidróxido de calcio																																							
Detergentes	Alquilbencénsulfonatos de sodio																																							
Disolventes	Gasolina, aguarrás, thinner, acetona y alcohol																																							
Fertilizantes	Urea, sales de amonio (nitrato y sulfato), nitrato de sodio y sales de cobre																																							
Fósforos	Fósforo rojo																																							
Insecticidas	DDT, cafeína, organofosfatos, carbamatos, piretrinas y feromonas																																							
Jabones	Sales de sodio, potasio o amonio de ésteres orgánicos de elevado peso molecular																																							
<b>Referencias bibliográficas</b>	Garritz, A., Chamizo, J. A. y López – Tercero, J. A. (2001). Tú y la Química. Editorial Prentice- Hall, México. Jiménez – Liso, M. R., Sánchez, M. A. y de Manuel, E. (2002). Revista Educación Química, Vol. 13, (4), 259-266.																																							

## Química para la vida

Los compuestos químicos en nuestra vida revisten aspectos positivos y negativos. Empezaremos revisando la química de los compuestos más sencillos, los óxidos. Son evidentes los efectos de la intemperie sobre los objetos metálicos. El hierro, por ejemplo, se corroe y forma óxidos; la herrumbre acumulada promueve más corrosión y deterioro en la pieza metálica. La naturaleza reclama lo que el hombre tomó de los minerales y lo revierte a su estado original. Incluso así, la oxidación de algunos metales es aprovechable en el campo de la salud.

### Usos de algunos óxidos:



### Óxido de zinc:

Este mineral es un compuesto binario (óxido de zinc) que interviene en nuestra vida diaria beneficiando la piel y la salud, este polvo blanco-amarillento no tiene forma ni olor y su capacidad calórica es muy alta. En suma, es un compuesto mineral que nos otorga muchos beneficios y es una de las maravillas que no debe estar ausente en la casa.

Puede utilizarse en polvo o como pomada antiséptica y sus beneficios son:

1. Es un gran astringente (cierra los poros de la piel), protector en diferentes trastornos cutáneos menores, desodorante.
2. Sirve para elaborar productos farmacéuticos y cosméticos.
3. Es usado como pigmento inhibidor de la proliferación de hongos.
4. Es un gran antiséptico.
5. Pigmento protector de la radiación ultravioletas, es usado para proteger la piel.
6. Protege la piel de los bebés especialmente la que tiene contacto con los pañales. El uso de una crema que contenga óxido de zinc es la mejor, porque crea una placa protectora que disminuye la picazón o prurito y evitar el ardor de la piel del bebé.
7. Previene daños a la epidermis, alivia la incomodidad de pequeñas heridas, se adhiere a la dermis protegiéndola de los factores externos que pudieran dañarla o aumentar la lesión.
8. Contribuye con la higiene personal. Eliminando el mal olor en los pies generado por el sudor excesivo.

9. El óxido de zinc es utilizado en la fórmula de algunos desodorantes axilares, sobre todo en barra, y corporales, asimismo se encuentra en forma de talco. Al eliminar la excesiva humedad evita la proliferación de bacterias y la erradicación de malos olores.
10. Se usan para elaborar protectores cutáneos, así como regeneradores y reparadores.
11. Es usado en combinación con otros elementos para la elaboración de cementos útiles en la reparación de piezas dentales. (Cemento adhesivo que se coloca en la parte interna y externa de la encía y cubre perforaciones de endodoncias).
12. Se le usa en la fabricación de cremas y procesos para eliminar arrugas. Mediante este proceso, la piel es “pulida” con sales de óxido de zinc, y con ello se regenera y borra las líneas de expresión que estropean la apariencia del rostro; el proceso debe acompañarse de buena hidratación con la utilización de cremas con colágeno.

### Efectos sobre la salud

**Intoxicación de óxido de zinc:** si la persona ingirió mucho óxido de zinc, suminístrele agua o leche inmediatamente, a menos que esté vomitando o tenga una disminución en su lucidez mental. Si el químico entró en contacto con la piel o los ojos, enjuague con abundante agua durante al menos 15 minutos, si aspiró (inhaló), traslade a la persona a un sitio donde pueda tomar aire fresco. El óxido de zinc no es muy tóxico (venenoso) cuando se ingiere por error. La mayoría de los efectos dañinos derivan de la inhalación de la forma de gas de óxido de zinc, en sitios industriales en la industria química. Esto lleva a una afección conocida como “fiebre por vapores metálicos”. Los síntomas de la intoxicación del óxido de zinc son: escalofríos, piel amarilla, dolor de estómago, náuseas, vómitos, diarrea, tos, fiebre, irritación en boca y garganta.

**Intoxicación de óxido de mercurio:** es una sustancia tóxica que se puede absorber por inhalación en forma de aerosol, a través de la piel y por ingestión. La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio y puede tener efectos perjudiciales sobre los riñones, que provoque una insuficiencia renal. Los síntomas de la intoxicación con óxido de mercurio incluyen: dolor abdominal (fuerte), diarrea con sangre, disminución de la diuresis (puede cesar del todo), salivación, dificultad respiratoria (extrema), úlceras bucales, hinchazón de la garganta (se puede cerrar por la inflamación), shock, vómitos. En cualquier caso, busque asistencia médica inmediata.

<b>EL docente sabe</b>					
<p><b>Ley de la conservación de la materia</b></p> <p>Para balancear una ecuación química es necesario conocer la Ley de la conservación de la materia.</p> <p>En el año 1745, Mijaíl Lomonosov enunció la ley de conservación de la materia de la siguiente manera: En una reacción química ordinaria donde la masa permanece invariable, es decir, la masa presente en los reactivos es igual a la masa presente en los productos. En el mismo año, y de manera independiente, el químico Antoine Lavoisier propone que “la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma”. Es por esto que muchas veces la ley de conservación de la materia es conocida como ley de Lavoisier-Lomonosov.</p> <p>Estos científicos se referían a la materia másica. Más adelante se observó que en algunas reacciones nucleares existe una pequeña variación de masa. Sin embargo, esta variación se explica con la teoría de la relatividad de Einstein, que propone una equivalencia entre masa y energía. De esta manera, la</p>	<p><b>Tema N° 6</b>  <b>REACCIONES Y BALANCE DE ECUACIONES QUÍMICAS</b></p> <p>Una ecuación química es la representación simbólica de una reacción química y la reacción química es el proceso químico donde una o más sustancias sufren transformaciones químicas</p>				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"><b>Nivel de formulación</b></th> <th style="width: 50%;"><b>Contribución</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)</td> <td>Reconoce a las sustancias químicas, las reacciones químicas y la acidez de las sustancias como parte integral de los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Nivel de formulación</b>	<b>Contribución</b>	Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)	Reconoce a las sustancias químicas, las reacciones químicas y la acidez de las sustancias como parte integral de los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana.
<b>Nivel de formulación</b>	<b>Contribución</b>				
Molar (Composición y estructura de las masas de los compuestos estudiados)	Reconoce a las sustancias químicas, las reacciones químicas y la acidez de las sustancias como parte integral de los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana.				

variación de masa en algunas reacciones nucleares estaría complementada por una variación de energía, en el sentido contrario, de manera que, si se observa una disminución de la masa, es que ésta se transformó en energía y si la masa aumenta, es que la energía se transformó en masa.

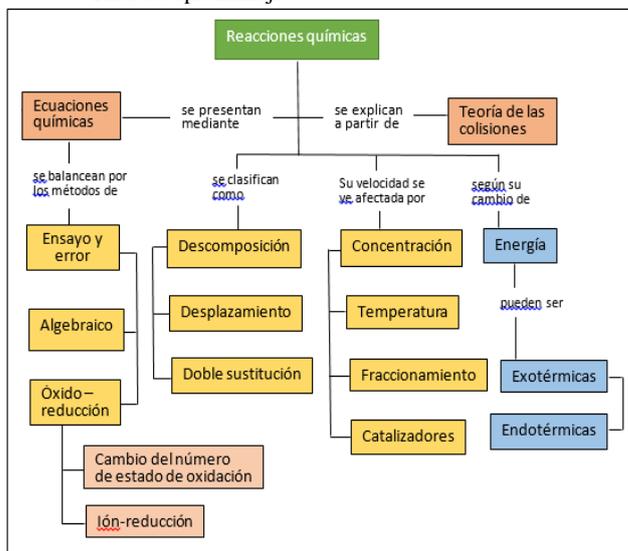
## Al finalizar esta sesión

El estudiante estará en condiciones de:

- Reconocer los cambios químicos y diferenciarlos de los cambios físicos.
- Conocer que es una reacción química y sus componentes.
- Conocer las características y leyes de las reacciones químicas: ley de conservación de la masa, energía y velocidad de reacción.
- Saber ajustar reacciones químicas y escribir correctamente la notación de las mismas.
- Interpretar el funcionamiento, a nivel microscópico, de las reacciones químicas.
- Reconocer reacciones químicas que se producen continuamente en la naturaleza.
- Saber interpretar el significado de las reacciones químicas.
- Valorar la importancia del estudio de las reacciones química.

## Para recordar

Ruta de aprendizaje



## Actividades

### Inicio

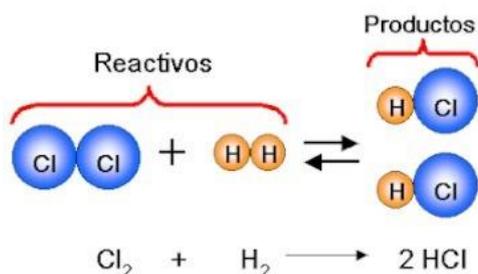
- Se les solicita disposición para discutir mediante el aprendizaje colaborativo lo relacionado con las reacciones químicas. En este sentido se debe proponer las siguientes preguntas: ¿Qué es una reacción química?, ¿qué una ecuación química?, ¿cuáles son los tipos de reacciones químicas?, ¿dónde las encontramos?, ¿cómo se balancean las reacciones químicas? y ¿por qué debemos balancear las reacciones químicas?
- Luego los estudiantes comentan entre ellos acerca de los cuestionamientos realizados, pudiendo emplear la técnica de lluvia de ideas, mapas conceptuales, etc. En seguida, buscan información en la biblioteca o internet aprovechando la tecnología e instalaciones Wi-Fi. Posteriormente escriben un reporte parcial con sus respuestas o definiciones propias. Finalmente, en un lapso de 20-30 minutos comparan sus respuestas entre grupos, brindándose comentarios entre ellos.

### Desarrollo

- El facilitador mediante el aprendizaje guiado inducirá la parte teórica de las reacciones químicas y de la revisión de la teoría de sistemas de ecuaciones lineales que brinden solución al balanceo de las ecuaciones químicas al implementar el método algebraico en el problema dado.
- Después, los estudiantes balancearán un grupo de ecuaciones químicas por los diferentes métodos de balanceo seleccionando los procedimientos que les parezca más correctos y finalmente compararán sus respuestas con los demás grupos, aportando comentarios entre ellos.

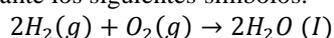
### Reacción química

Una reacción química es el proceso de transformación de la materia, por el cual unas sustancias (elementos o compuestos) se transforman en otras diferentes. Para que ocurra una transformación, las sustancias iniciales llamadas reactantes o reaccionantes, deben romper sus enlaces químicos y formar nuevos enlaces en un orden diferente, para obtener las sustancias finales llamadas productos. Las características químicas de los reactantes se diferencian de las que tienen los productos. Un ejemplo, es la formación de agua a partir del oxígeno y el hidrógeno.



### Ecuación química

Una ecuación química es la representación simbólica de una reacción química. El ejemplo citado anteriormente se puede expresar mediante los siguientes símbolos:



La ecuación química presenta las siguientes características:

1. Se utilizan los símbolos de los elementos químicos de la tabla periódica para representar tanto los elementos mismos, como los compuestos que intervienen en la reacción.
2. Indica el estado físico de los reactantes y productos (l) líquido, (s) sólido, (g) gaseoso y (ac) acuoso (en solución)
3. Muestra el desprendimiento de gases o la formación de un precipitado (sustancia insoluble) en el medio donde ocurre la reacción.
4. Se indica la absorción o el desprendimiento de energía
5. En la ecuación química se debe cumplir con la ley de la conservación de las masas, es decir el número de átomos de los reactantes es igual al número de átomos de los productos. Una ecuación química cumple con esta condición cuando esta balanceada.

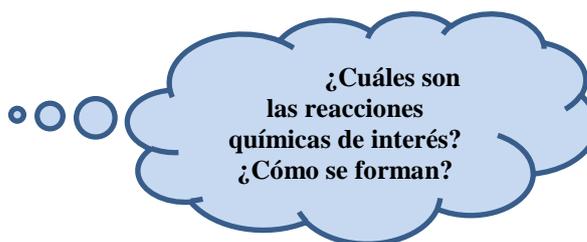
### Clasificación de las reacciones químicas

Las reacciones químicas se pueden clasificar en:

Nombre	Explicación	Ejemplo
<b>Reacción endotérmica</b>	Es aquella reacción que necesita el suministro de calor para que ocurra	$2\text{KClO}_3(s) \rightarrow 2\text{KCl}(s) + 3\text{O}_2(g)$
<b>Reacción exotérmica</b>	cuando ocurre esta reacción se produce calor	$\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$ <i>+ calor</i>
<b>Composición o síntesis</b>	En esta reacción dos o más sustancias se unen para formar un solo producto.	$\text{Na}_2\text{O}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{NaOH}(ac)$

<b>Descomposición o análisis</b>	A partir de un compuesto se obtienen dos o más productos	$2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$
<b>Desplazamiento</b>	Ocurre cuando un átomo sustituye a otro en una molécula	$Zn(s) + H_2SO_4(ac) \rightarrow ZnSO_4(ac) + H_2(g)$
<b>Doble desplazamiento</b>	Se realizan por el desplazamiento o intercambio de átomos entre las sustancias que participan en la reacción	$H_2S(ac) + ZnCl_2(ac) \rightarrow ZnS(s) + 2HCl(ac)$
<b>Neutralización (doble desplazamiento)</b>	Un ácido reacciona con una base para formar una sal y agua	$HCl(ac) + NaOH(ac) \rightarrow NaCl(ac) + H_2O(l)$
<b>Combustiones de materiales orgánicos en presencia de oxígeno</b>	Los compuestos orgánicos* con oxígeno producen dióxido de carbono y agua	$Compuesto\ orgánico + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
<b>Con transferencia de electrones (Oxido-reducción)</b>	Hay cambio en el número de oxidación de algunos átomos en los reactivos con respecto a los productos.	<i>Reacciones de síntesis, descomposición, desplazamiento</i>
<b>Sin transferencia de electrones (doble desplazamiento)</b>	Ocurre una redistribución de los elementos para formar otros compuestos. No hay pérdida ni ganancia de electrones	$K_2S(ac) + MgSO_4(ac) \rightarrow K_2SO_4(ac) + MgS(s)$

## Revisión



- Metales ( $Na, Mg, Fe, Zn, Al$ ) +  $O_2 \rightarrow$  Óxidos del metal ( $Na_2O, MgO, Fe_2O_3, FeO, ZnO, Al_2O_3$ )
- No metales ( $C, S, H$ ) +  $O_2 \rightarrow$  óxidos no metálicos ( $CO_2, CO, SO_2, H_2O$ )
- Óxidos del metal ( $Na_2O, MgO, Fe_2O_3, FeO, ZnO, Al_2O_3$ ) +  $H_2O \rightarrow$  Hidróxidos ( $NaOH, Mg(OH)_2, Fe(OH)_3, Zn(OH)_2, Al(OH)_3$ )

- **Óxidos no metálicos** ( $CO_2, CO, SO_2, P_2O_5$ ) +  $H_2O \rightarrow$  **Ácidos** ( $H_2CO_3, H_2SO_4, H_2SO_3, H_3PO_4$ )
- **Ácido** ( $H_2SO_4, HNO_3$ ) + **Metal** ( $Mg, Zn$ )  $\rightarrow$  **Sal del ácido** ( $MgCl_2, MgSO_4, Mg(NO_3)_2, ZnCl_2, ZnSO_4, Zn(NO_3)_2$ ) + **Hidrógeno** ( $H_2$ )

### Leyes ponderales

Son algunas de las leyes fundamentales de la Química que se relacionan con la estequiometría. Ellas son:

#### Ley de la conservación de la masa.

Fue propuesta por Lavoisier en 1774. En los procesos de transformación de la materia la masa siempre permanece constante. En una reacción química esta ley se aplica diciendo que *la masa de los reactantes es igual a la masa de los productos*.

Fue propuesta por Joseph Louis Proust en 1801. Cuando dos o más elementos se combinan para formar un compuesto determinado, siempre lo hacen en una relación de masas constantes. Ejemplo, el hidrógeno y el oxígeno se combinan para formar agua siempre en una relación de 2:1 átomos o en masa de 11.11% y 88.88 %.

**Ejemplo 1.** Determina la proporción en peso entre los elementos que forman  $SO_3, CH_4, H_2O_2$

$SO_3$  (trióxido de azufre)

Elemento	Átomos	Masa atómica	Total	Fraciones de proporción
<b>S</b> :	1 ×	32 =	32	$\frac{32}{80} = \frac{16}{40} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}$
<b>O</b> :	3 ×	16 =	48	$\frac{48}{80} = \frac{24}{40} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$
			80 uma	

Proporción: 2 a 3 (2 partes de azufre por cada 3 de oxígeno).

$CH_4$  (metano)

Elemento	Átomos	Masa atómica	Total	Fraciones de proporción
<b>C</b> :	1 ×	12 =	12	$\frac{12}{16} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$

<b>H</b> :	<b>4</b>	<b>×</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>4</b>	$\frac{4}{16} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$
					<b>16 uma</b>	

**Proporción: 3 a 1 (3 partes de carbono por cada 1 de hidrógeno).**

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(peróxido de hidrógeno o agua oxigenada)**

<b>Elemento</b>	<b>Átomos</b>	<b>Masa atómica</b>	<b>Total</b>	<b>Fraciones de proporción</b>		
<b>H</b> :	<b>2</b>	<b>×</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>2</b>	$\frac{2}{34} = \frac{1}{17}$
<b>O</b> :	<b>2</b>	<b>×</b>	<b>16</b>	<b>=</b>	<b>32</b>	$\frac{32}{34} = \frac{16}{17}$
					<b>34 uma</b>	

**Proporción: 1 a 16 (1 partes de hidrógeno por cada 16 de oxígeno).**

**Ley de las proporciones múltiples.**

Fue propuesta por Dalton (1766-1844). Cuando dos elementos se combinan para formar más de un compuesto, y la masa de uno de ellos permanece constante, las masas del otro elemento están en relación de números enteros pequeños. Ejemplo, el hierro y el oxígeno de Cuando dos elementos se combinan para formar más de un compuesto, y la masa de uno combinan y forman los óxidos  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ . Si tomamos en ambos óxidos 56 g de hierro, la relación de las masas de oxígeno es 2:3 (realice los cálculos).

<b>Compuestos</b>	<b>Relación de combinación en gramos</b> N                      O	<b>Cantidad de oxígeno que se combina con un gramo de nitrógeno</b>	<b>Relación en masa entre el oxígeno y el nitrógeno</b>
1. Monóxido de dinitrógeno $N_2O$	28    con    16	0.5714	$\frac{0.5714}{0.5714} = 1$
2. Monóxido de nitrógeno $NO$	14    con    16	1.1428	$\frac{1.1428}{0.5714} = 2$
3. Trióxido de dinitrógeno $N_2O_3$	28    con    48	1.7142	$\frac{1.7142}{0.5714} = 3$
4. Bióxido de nitrógeno $NO_2$	14    con    32	2.2857	$\frac{2.2857}{0.5714} = 4$
5. Pentaóxido de dinitrógeno $N_2O_5$	28    con    80	2.8571	$\frac{2.8571}{0.5714} = 5$

En el compuesto dos se requieren dos veces más oxígeno que en el compuesto 1, en el compuesto 3 se requieren 3 veces más oxígeno que en el compuesto 1, etc.

### **Ley de los pesos equivalentes.**

Esta ley fue propuesta por el químico alemán Jeremías Benjamín Richter en 1792. Los pesos de dos sustancias que se combinan con un peso conocido de otra tercera son químicamente equivalentes entre sí.

Es decir, si  $x$  gramos de la sustancia **A** reaccionan con  $y$  gramos de la sustancia **B** y también  $z$  gramos de otra sustancia **C** reaccionan con  $y$  gramos de **B**, entonces sí **A** y **C** reaccionaran entre sí, lo harían en la relación ponderal  $y/z$ .

Cuando el equivalente se expresa en gramos se llama equivalente gramo.

Esta ley significa que, si se combinan, por ejemplo, hidrógeno y oxígeno para formar agua, y calcio con oxígeno para formar óxido de calcio, lo hacen en las siguientes proporciones, de las masas moleculares de cada elemento.

$H_2O$ : 2g de H con 16g de O

$CaO$ : 40g de Ca con 16g de O

Las masas del hidrógeno y del calcio serán químicamente equivalentes, ya que al combinarse el hidrógeno y el calcio guardan la siguiente relación:

2 g de H con 40 g de Ca

### **Balanceo de ecuaciones**

Cuando ocurre una reacción química las cantidades de los productos que se forman deben ser iguales a las cantidades iniciales de reactantes. De esta manera se cumple la ley de la conservación de la masa. Sin embargo, en la realidad esto no se cumple porque las reacciones no transcurren en un 100 %, como consecuencia de pérdida de calor, de sustancias, la reversibilidad de las reacciones, entre otras causas.

En las ecuaciones químicas que representan simbólicamente las reacciones, cada reactante y producto debe estar acompañado de un número (coeficiente estequiométrico) que indica la invariabilidad de los átomos y la conservación de la masa. Encontrar esos coeficientes es balancear una ecuación química. Existen diversos métodos de balancear una ecuación química. Miraremos los siguientes

**1 Método del ensayo y error.** Este método consiste en probar diferentes coeficientes estequiométricos para cada reactante y producto de la reacción para igualar el número de átomos a cada lado de la ecuación.

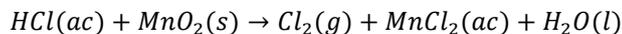
### **Pasos que son necesarios para escribir una reacción ajustada:**

- 1) Se determina cuáles son los reactivos y los productos.

- 2) Se escribe una ecuación no ajustada usando las fórmulas de los reactivos y de los productos.
- 3) Se ajusta la reacción determinando los coeficientes que nos dan números iguales de cada tipo de átomo en cada lado de la flecha de reacción, generalmente números enteros

### Ejemplo 2

Balancear la siguiente ecuación:



Los elementos se deben balancear, utilizando solo coeficientes, en el siguiente orden: 1) metales, 2) no metales, 3). Hidrógeno, y 4) oxígeno.

### Solución

Balancear metales: (en este caso Mn)

Reactivos		Productos
$HCl(ac) + MnO_2(s)$	$\rightarrow$	$Cl_2(g) + MnCl_2(ac) + H_2O$

átomos de Mn: 1	=	átomos de Mn: 1
átomos de Cl: 1	≠	átomos de Cl: 4
átomos de H: 1	≠	átomos de H: 2
átomos de O: 2	≠	átomos de O: 1

Existe un átomo de manganeso a cada lado de la ecuación, por lo tanto, ya está balanceado.

Balancear no metales: (en este caso Cl)

Hay 4 átomos de cloro en el lado de los productos, por eso se coloca un coeficiente igual a 4 al ácido clorhídrico que contiene el átomo de cloro.

Reactivos		Productos
$4HCl(ac)$ $MnO_2(s)$	$\rightarrow$	$Cl_2(g) + MnCl_2(ac) + H_2O$

átomos de Mn: 1	=	átomos de Mn: 1
átomos de Cl: 4	=	átomos de Cl: 4
átomos de H: 4	≠	átomos de H: 2
átomos de O: 2	≠	átomos de O: 1

Balancear hidrógeno y oxígeno:

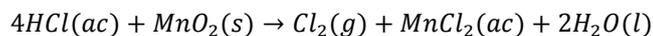
Existen 4 átomos de hidrógeno el lado de los reactantes, y dos del lado de los productos, por eso se coloca un coeficiente igual a 2 en la molécula de agua para igualarlos.

Reactivos		Productos
$4HCl(ac)$ $MnO_2(s)$	$\rightarrow$	$Cl_2(g) + MnCl_2(ac) + 2H_2O$

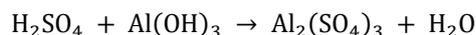
átomos de Mn: 1	=	átomos de Mn: 1
átomos de Cl: 4	=	átomos de Cl: 4

átomos de H: 4 = átomos de H: 4  
 átomos de O: 2 = átomos de O: 2

Como se observa los átomos de oxígeno quedan balanceados. En caso contrario se debe buscar el coeficiente respectivo. La ecuación balanceada es la siguiente:



**Ejemplo 3.** Ajuste la ecuación por ensayo y error:



**Solución**

Balancear metales: (en este caso Al)

Reactivos		Productos
$H_2SO_4 + Al(OH)_3$	$\rightarrow$	$Al_2(SO_4)_3 + H_2O$
átomos de Al: 1	$\neq$	átomos de Al: 2
átomos de S: 1	$\neq$	átomos de S: 3
átomos de H: 5	$\neq$	átomos de H: 2
átomos de O: 4	$\neq$	átomos de O: 13

Para ajustar los átomos de aluminio, hay que colocar un coeficiente igual a 2 al hidróxido de aluminio que contiene el átomo de aluminio.

Reactivos		Productos
$H_2SO_4 + 2Al(OH)_3$	$\rightarrow$	$Al_2(SO_4)_3 + H_2O$
átomos de Al: 2	$=$	átomos de Al: 2
átomos de S: 1	$\neq$	átomos de S: 3
átomos de H: 8	$\neq$	átomos de H: 2
átomos de O: 10	$\neq$	átomos de O: 13

Balancear no metales: (en este caso S)

Hay 3 átomos de azufre en el lado de los productos, por eso se coloca un coeficiente igual a 3 al ácido sulfúrico que contiene el átomo de azufre.

Reactivos		Productos
$3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$	$\rightarrow$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$

átomos de Al:	2	=	átomos de Al:	2
átomos de S:	3	=	átomos de S:	3
átomos de H:	12	$\neq$	átomos de H:	2
átomos de O:	18	$\neq$	átomos de O:	13

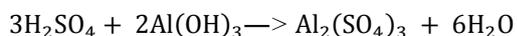
Balancear hidrógeno y oxígeno:

Existen 12 átomos de hidrógeno en el lado de los reactivos, y dos del lado de los productos, por eso se coloca un coeficiente igual a 6 en la molécula de agua para igualarlos.

Reactivos		Productos
$3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$	$\rightarrow$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

átomos de Al:	2	=	átomos de Al:	2
átomos de S:	3	=	átomos de S:	3
átomos de H:	12	=	átomos de H:	12
átomos de O:	18	=	átomos de O:	18

Luego la ecuación balanceada es la siguiente:

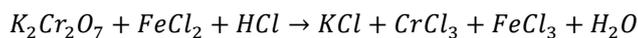


## 2. Método de coeficientes indeterminados (método algebraico)

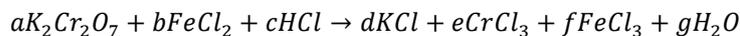
Método de los coeficientes indeterminados Los pasos para aplicar este método de ajuste de ecuaciones químicas son los siguientes:

1. Cada uno de los coeficientes se considera una incógnita que se representa con una letra.
2. Se construye una ecuación para cada elemento químico. Para ello se multiplica cada coeficiente por el subíndice del elemento que estemos considerando, se suman todos los términos de esta multiplicación de los reactivos y se igualan a los de los productos.
3. Se construye un sistema de ecuaciones que tendrán tantas ecuaciones como elementos químicos diferentes tenga la reacción química.
4. Se asigna un valor arbitrario (preferentemente 1) a cualquiera de los coeficientes. Normalmente se procura que sea uno sencillo (o el que más veces se repite).
5. Se resuelve el sistema de ecuaciones, y se coloca en la reacción química el valor de los coeficientes calculados. Si se desea se puede simplificar el resultado dividiendo todos los coeficientes por un mismo valor.

**Ejemplo 1:** ajuste la ecuación



**Solución**



Para cada elemento se establece una ecuación, que iguala los átomos de ese elemento en los reactivos y en los productos:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>K</i>	$2 \cdot a =$	$d$
Ecuación <i>Cr</i>	$2 \cdot a =$	$e$
Ecuación <i>O</i>	$7 \cdot a =$	$g$
Ecuación <i>Fe</i>	$b =$	$f$
Ecuación <i>Cl</i>	$2 \cdot b + c =$	$d + 3 \cdot e + 3 \cdot f$
Ecuación <i>H</i>	$c =$	$2 \cdot g$

Aparece un sistema de 6 ecuaciones con 7 incógnitas que hay que resolver. La incógnita que más se repite es *a*. Si  $a = 1$ , reemplazando el valor en el sistema, resulta:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>K</i>	$2 \cdot 1 =$	$d$
Ecuación <i>Cr</i>	$2 \cdot 1 =$	$e$
Ecuación <i>O</i>	$7 \cdot 1 =$	$g$
Ecuación <i>Fe</i>	$b =$	$f$
Ecuación <i>Cl</i>	$2 \cdot b + c =$	$d + 3 \cdot e + 3 \cdot f$
Ecuación <i>H</i>	$c =$	$2 \cdot 7$

Realizando las operaciones aritméticas, se obtiene:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>K</i>	$2 =$	$d$
Ecuación <i>Cr</i>	$2 =$	$e$
Ecuación <i>O</i>	$7 =$	$g$
Ecuación <i>Fe</i>	$b =$	$f$
Ecuación <i>Cl</i>	$2 \cdot b + c =$	$d + 3 \cdot e + 3 \cdot f$
Ecuación <i>H</i>	$c =$	$14$

Y por tanto,  $d = 2$ , de la primera ecuación,  $e = 2$  de la segunda,  $g = 7$  de la tercera ecuación, y de la última ecuación  $c = 14$ . Luego estos valores se remplazan en la quinta ecuación:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>K</i>	$2 =$	$d$
Ecuación <i>Cr</i>	$2 =$	$e$
Ecuación <i>O</i>	$7 =$	$g$
Ecuación <i>Fe</i>	$b =$	$f$
Ecuación <i>Cl</i>	$2 \cdot b + 14 =$	$2 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot f$
Ecuación <i>H</i>	$c =$	$14$

Realizando las operaciones aritméticas en la quinta ecuación resulta:

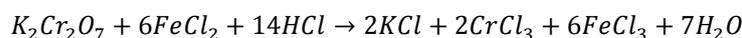
<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>K</i>	$2 =$	$d$
Ecuación <i>Cr</i>	$2 =$	$e$
Ecuación <i>O</i>	$7 =$	$g$
Ecuación <i>Fe</i>	$b =$	$f$
Ecuación <i>Cl</i>	$2b =$	$3f - 6$
Ecuación <i>H</i>	$c =$	$14$

La cuarta y quinta ecuación, forman un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:  $b$  y  $f$ .

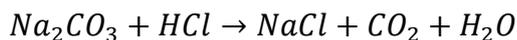
Para hallar la solución, sustituimos  $b = f$  en la quinta ecuación, resulta:

$$\begin{aligned} 2 \cdot b &= 3f - 6 \\ 2 \cdot f &= 3f - 6 \\ b &= f = 6 \end{aligned}$$

Así, si  $a = 1$ , entonces: La ecuación balanceada es:  $b = 6$ ,  $c = 14$ ,  $d = 2$ ,  $e = 2$ ,  $f = 6$ ,  $g = 7$ . Luego la ecuación balanceada es:



Ejemplo 2: balancear la siguiente ecuación



Para cada elemento se establece una ecuación, que iguala los átomos de ese elemento en los reactivos y en los productos:



<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>Na</i>	$2 \cdot a =$	$c$
Ecuación <i>C</i>	$a =$	$d$
Ecuación <i>O</i>	$3 \cdot a =$	$2 \cdot d + e$
Ecuación <i>H</i>	$b =$	$2e$
Ecuación <i>Cl</i>	$b =$	$c$

Aparece un sistema de 5 ecuaciones con 5 incógnitas que hay que resolver. La incógnita que más se repite es *a*. Si se hace  $a = 1$ , reemplazando el valor de *a* en el sistema, las ecuaciones quedan:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>Na</i>	$2 \cdot 1 =$	$c$
Ecuación <i>C</i>	$1 =$	$d$
Ecuación <i>O</i>	$3 \cdot 1 =$	$2 \cdot 1 + e$
Ecuación <i>H</i>	$b =$	$2e$
Ecuación <i>Cl</i>	$b =$	$c$

Efectuando las operaciones resulta:

<b>Elementos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Productos</b>
Ecuación <i>Na</i>	$2 =$	$c$
Ecuación <i>C</i>	$1 =$	$d$
Ecuación <i>O</i>	$3 =$	$2 + e$
Ecuación <i>H</i>	$b =$	$2e$
Ecuación <i>Cl</i>	$b =$	$c$

Si  $a = 1$ , resulta:  $c = 2$ , de la primera ecuación, y  $d = 1$  de la segunda,  $b = 2$  de la quinta ecuación, y  $e = 1$  de la tercera o de la cuarta ecuación. Ya conocemos todas las incógnitas y podemos escribir la ecuación ajustada:



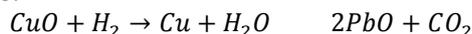
**3 Método de óxido-reducción.** Este método emplea diferentes conceptos que se tratarán a continuación, *oxidación – reducción*

**Reacciones de Oxido- Reducción o procesos redox** Son reacciones en las que se produce transferencia de electrones y como consecuencia variaciones de los números de oxidación de algunos elementos químicos, aumentando estos (oxidación) o disminuyendo (reducción).

Los términos oxidación o reducción provienen de la concepción antigua y actualmente restringida de estos procesos, según la cual la oxidación consistía en la reacción del oxígeno para obtener otras sustancias que lo contienen en su composición: Óxidos metálicos o no metálicos

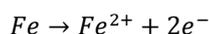


Contrariamente la reducción es una pérdida de oxígeno de una sustancia oxigenada por acción de otra sustancia que capta oxígeno:



Los procesos de oxidación-reducción tienen gran importancia industrial, como lo muestra la obtención del aluminio, la obtención de energía eléctrica en pilas y acumuladores, a los fenómenos de corrosión metálica, entre otros.

En la actualidad se considera que un proceso es de oxidación-reducción cuando transcurre con la transferencia de electrones de unas sustancias a otras. Cuando una sustancia se oxida, pierde electrones:



Oxidación, es el proceso por el que un átomo de un elemento o de un compuesto pierde electrones.

**Número de oxidación, o estado de oxidación** de un elemento es la carga que resultaría si los enlaces entre los átomos fueran iónicos. Los números de oxidación son la guía para balancear reacciones de oxidación reducción en las cuales hay transferencia de electrones.

### Reglas para asignar un número de oxidación

1. Todos los elementos en su estado libre (no combinados con otros) tienen un número de oxidación de cero (por ejemplo:  $Zn, Na, Mg, H_2, O_2, Cl_2, N_2$ ).
2. En los gases biatómicos  $H_2, O_2, Cl_2, N_2$  etc. el número de oxidación del compuesto es cero.
3. El número de oxidación del H es +1, excepto en los hidruros metálicos, en los que es -1 (por ejemplo:  $NaH, CaH_2$ ).
4. El número de oxidación del oxígeno es -2, excepto en los peróxidos, en los que es -1, y en  $OF_2$ , en el que es +2.
5. El número de oxidación de cualquier ión atómico (catión, anión) es igual a su carga; por ejemplo:  
Ión sodio  $Na^+$  número de oxidación +1  
Ión cloruro  $Cl^-$  Número de oxidación -1
6. En los compuestos covalentes, el número de oxidación negativo se asigna el átomo más electronegativo.
7. La suma de los números de oxidación de todos los elementos de un compuesto debe ser igual a cero y en un ión debe ser igual a la carga del mismo.
8. Los metales alcalinos (grupo IA) tienen número de oxidación +1 y los metales alcalinotérreos (grupo IIA) tienen número de oxidación +2.

### Pasos para encontrar el número de oxidación

Para encontrar el número de oxidación de un elemento dentro de un compuesto se pueden seguir los siguientes pasos:

- **Paso 1.** Se escribe el número de oxidación conocido de cada átomo en la fórmula (tener en cuenta las reglas anteriores).
- **Paso 2.** Se multiplica cada número de oxidación por el número de átomos de ese elemento en el compuesto o ión.
- **Paso 3.** Se escribe una expresión matemática que indique que la suma de todos los números de oxidación en el compuesto es igual a cero o la carga del ión.
- **Paso 4.** Se calcula el estado de oxidación desconocido.

### Ejemplo1

Determinar el número de oxidación del manganeso en  $MnO_2$ :

#### Solución:

Siguiendo los pasos anteriormente descritos, se tiene:



- Paso 1**                     $-2$  (estado de oxidación del oxígeno)  
**Paso 2**                     $(-2)2 = -4$  (hay dos átomos de oxígeno)  
**Paso 3**                     $Mn + (-4) = 0$   
**Paso 4**                     $Mn = 4$  (número de oxidación del manganeso)

**Ejemplo 2.** Determina el número de oxidación del azufre en el ácido sulfúrico:

#### Solución:

Según la regla de los cuatro pasos, se tiene:



- Paso 1**                     $+1 \quad -2$   
**Paso 2**                     $2(+1) = +2 \quad 4(-2) = -8$   
**Paso 3**                     $+2 + S + (-8) = 0$   
**Paso 4**                     $S = 6$  (número de oxidación del azufre)

**Ejemplo 3.** Determine el número de oxidación del nitrógeno en el ión Nitrato  $NO_3^-$

#### Solución

Según la regla de los cuatro pasos, se tiene:

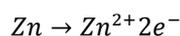


- Paso 1**                     $-2$  (estado de oxidación del oxígeno)  
**Paso 2**                     $3(-2) = -6$   
**Paso 3**                     $N + (-6) = -1$  (igual a la carga del ión)  
**Paso 4**                     $N = 5$  (número de oxidación del ión nitrógeno)

## Oxidación y Reducción

**1 Oxidación** es la pérdida de electrones. En un átomo neutro el número de cargas positivas (protones) es igual al número de cargas negativas (electrones), y es por esto que cuando ocurre la oxidación se incrementan las cargas positivas, aumentando el estado o número de oxidación. El elemento o el compuesto donde se encuentra el átomo que se oxida, es el agente reductor.

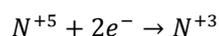
### Ejemplo 4



En el ejemplo anterior el zinc se oxida, es por consiguiente el agente reductor porque reducirá a otro u otros elementos o compuestos.

**2 Reducción** es la ganancia de electrones. Cuando ocurre la reducción se incrementan las cargas negativas, disminuyendo el estado o número de oxidación. El elemento o el compuesto donde se encuentra el átomo que se reduce, es el agente oxidante.

### Ejemplo 5



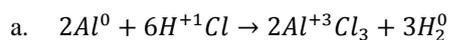
En el ejemplo anterior el nitrógeno se redujo, es por consiguiente el agente oxidante porque oxidará a otro u otros elementos o compuestos.

### 3 Actividad

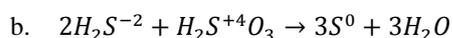
Indicar el reductor y el oxidante en las siguientes reacciones:

- $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$
- $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $8\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

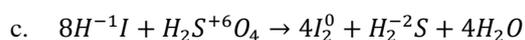
**Solución.** Cuando ocurre una reacción química de oxidación-reducción el agente reductor cede electrones aumentando su estado de oxidación, es decir se oxida. Por el contrario, el agente oxidante acepta electrones disminuyendo su estado de oxidación, es decir se reduce. Por esta razón, es necesario determinar qué átomos en las ecuaciones químicas dadas cambian su estado de oxidación:



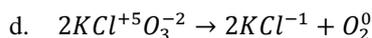
En esta reacción el aluminio, Al es el reductor y HCl (más exactamente, el ión  $\text{H}^{+1}$ ) es el oxidante.



Aquí  $\text{H}_2\text{S}^{-2}$  es el reductor y  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (el ión  $\text{SO}_3^{-2}$  o bien  $\text{S}^{+4}$ ) es el oxidante.



HI (el ión yoduro  $I^-$ ) es el reductor y  $H_2SO_4$  (el ión sulfato  $SO_4^{2-}$  o bien  $S^{+6}$ ), el oxidante.



Esta reacción es de oxidación-reducción intramolecular. Aquí, el reductor  $O^{-2}$  y el oxidante  $Cl^{+5}$  entran en la composición de una misma molécula.

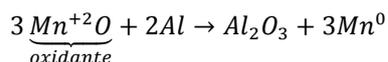
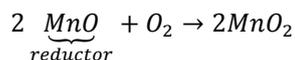
### Actividad

¿En cuáles de los compuestos el manganeso presenta propiedades oxidantes o reductoras:  $KMnO_4$ ,  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $Mn$ ,  $K_2MnO_4$ ,  $MnO$ ?

### Solución.

Determinamos los números o estados de oxidación del manganeso en los compuestos:  $KMn^{+7}O_4$ ,  $Mn^{+4}O_2$ ,  $Mn_2^{+7}O_7$ ,  $Mn^0$ ,  $K_2Mn^{+6}O_4$ ,  $Mn^{+2}O$ . El estado de oxidación máximo para el manganeso es +7 (perteneciente al grupo VII B). Este se observa en los compuestos  $KMnO_4$  y  $Mn_2O_7$ . Por consiguiente, el manganeso en estos compuestos puede participar solamente como oxidante, es decir, disminuir su estado de oxidación. El menor estado de oxidación del manganeso se observa en el elemento libre. Por lo tanto, el manganeso metálico sólo puede ser reductor, aumentando su estado de oxidación.

En los compuestos restantes,  $MnO_2$ ,  $K_2MnO_4$  y  $MnO$ , el manganeso, en dependencia de los reactivos que actúan sobre éste, puede manifestar tanto propiedades reductoras, como de oxidantes, por ejemplo:



### Actividad

¿Cuáles de las siguientes reacciones son las de oxidación-reducción?

- a)  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
- b)  $Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$
- c)  $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
- d)  $Na_2O + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O$

### Solución.

Se determina en cuáles de las ecuaciones existen átomos que cambian el estado oxidación:

- a)  $H_2^0 + Cl_2^0 \rightarrow 2H^{+1}Cl^{-1}$
- b)  $Cl_2^0 + H_2^{+1}O^{-2} \rightarrow H^{+1}Cl^{+1}O^{-2} + HCl^{-1}$
- c)  $2Na^0 + 2H_2^{+1}O^{-2} \rightarrow 2Na^{+1}O^{-2}H^{+1} + H_2^0$
- d)  $Na_2^{+1}O^{-2} + 2H^{+1}Cl^{-1} \rightarrow 2Na^{+1}Cl^{-1} + H_2^{+1}O^{-2}$

El cambio de estado de oxidación de los átomos se observa en las reacciones a), b) y c), por consiguiente, éstas son reacciones de oxidación-reducción.

### Balanceo por oxido reducción

Entre los métodos de óxido-reducción analizaremos:

- a) Método del cambio del número de estado de oxidación

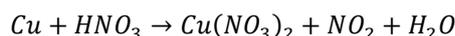
b) Método del ión electrón.

### Método del cambio del número de estado de oxidación.

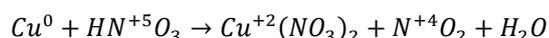
Este método sólo tiene en cuenta los átomos que cambian de estado de oxidación.

#### Ejemplo 6

Analizaremos la reacción entre el cobre y el ácido nítrico concentrado, siguiendo los siguientes pasos:

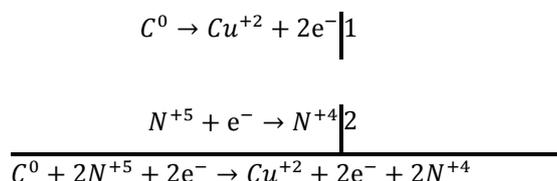


**Paso 1:** Se escribe la ecuación señalando los números o estados de oxidación de aquellos átomos que los cambian:

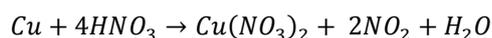


De la ecuación se observa que el cobre es el agente reductor y el ácido nítrico es el agente oxidante. Es necesario llamar la atención al hecho de que no todo el ácido nítrico que participa en la reacción es agente oxidante: una parte de dicho ácido se consume para formar el nitrato de cobre (II) sin que cambie el estado de oxidación del nitrógeno.

**Paso 2:** Se escriben las respectivas reacciones de oxidación y reducción. La cantidad de electrones cedidos debe ser igual a la cantidad de electrones ganados. Por esta razón multiplicamos la reacción de oxidación por el número de electrones ganados en la reducción; y multiplicamos la reacción de reducción por el número de electrones perdidos en la oxidación, y sumamos las dos ecuaciones.



**Paso 3:** Sustituimos los coeficientes obtenidos en el esquema anterior. Cuando se busca el coeficiente ante la fórmula del ácido nítrico es necesario tener en cuenta que 2 moles de  $HNO_3$  se reducen y otras 2 moles de  $HNO_3$  no se reduce y no se requieren para formar 1 mol de  $Cu(NO_3)_2$ . En consecuencia, el coeficiente del  $HNO_3$  será 4(2+2):



Y por último, colocamos el coeficiente delante de la fórmula del agua:



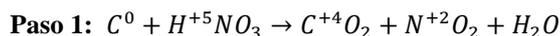
Siempre compruebe que la cantidad de átomos de los reactantes es igual a la cantidad de átomos de los productos.

#### Ejemplo 7

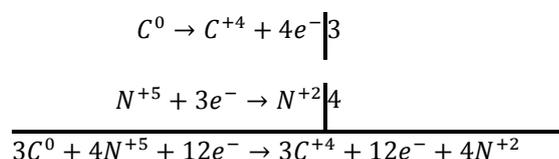
Balancear la siguiente reacción por el método del cambio del número de estado de oxidación.



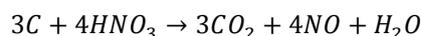
**Solución:**



**Paso 2:**



**Paso 3:** Sustituimos los coeficientes obtenidos en la reacción:



Ajustamos el coeficiente para el agua:

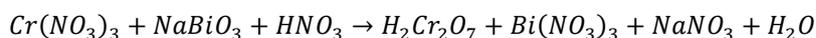


### Método del ión electrón

Para balancear una reacción química por este método, se tiene en cuenta los iones que contienen los átomos que cambian de estado de oxidación. Además, es indispensable tener presente el carácter del medio donde ocurre la reacción, ya sea ácido, básico o neutro.

#### Ejemplo 8, en medio ácido

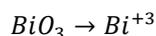
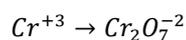
Balancear la siguiente reacción por el método del ión electrón.



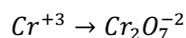
**Solución.**

Para proceder a balancear la reacción seguiremos una secuencia de pasos como se hizo en el método anterior.

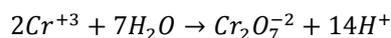
**Paso 1:** Determinamos los iones donde están los átomos que cambian de estados de oxidación.



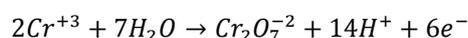
**Paso 2:** El ión cromo (III) se transforma en ión dicromato:



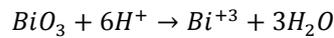
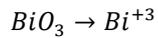
Para formar 1 mol de iones  $Cr_2O_7^{-2}$  se necesitan 2 moles de iones  $Cr^{+3}$  y 7 moles de oxígeno atómico que se completan de lado izquierdo agregando 7 moles de agua. Los hidrógenos que provienen del agua, en este caso 14 moles, se completan en la parte derecha con 14 iones ( $H^+$ ), porque el medio donde ocurre la reacción es ácido.



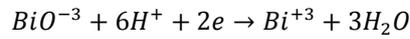
Si se observa la reacción están presentes 6 cargas positivas del lado izquierdo y 12 positivas (+14 - 2) de lado derecho. Es necesario igualar las cargas de ambos lados con los electrones que se transfieren. Los electrones se colocan del lado de la semirreacción en donde representen ganancia.



En esta reacción los iones  $Cr^{+3}$  sirven de reductor. El ión  $BiO_3^-$  se transforma en  $Bi^{+3}$ . En este caso se procede igual que para el ión  $Cr^{+3}$

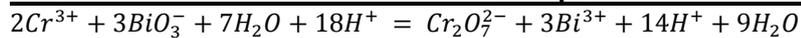
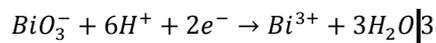
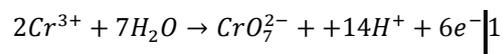


Igualamos el número de cargas y obtenemos

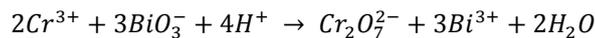


Los iones  $BiO_3^-$  sirven de oxidante.

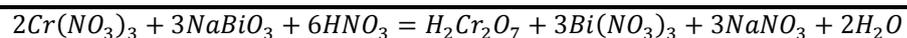
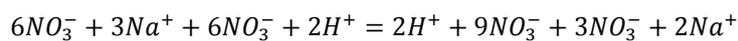
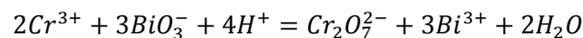
**Paso 3:** se suman las dos semi-reacciones de los procesos de oxidación y de reducción. En este caso, cada ecuación se multiplica por un coeficiente determinado de modo que la cantidad de sustancia de electrones cedidos por el reductor sea igual a la cantidad de sustancia de electrones aceptados por el oxidante:



bien



completando al primero y al segundo miembros de la ecuación con cantidades iguales de iones espectadores (iguales) pasamos la ecuación de la reacción a la forma molecular:



### ACTIVIDAD GRUPAL 1

1.- Balancea las siguientes ecuaciones químicas por el método de tanteo:

1.  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
2.  $\text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_3$
5.  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
6.  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
7.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
8.  $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2$
9.  $\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{NaCl}$
10.  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$
11.  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$
12.  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
13.  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
14.  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$
15.  $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
16.  $\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
17.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$
18.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}$
19.  $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$
20.  $\text{P} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_5$

2.- Balancea las siguientes ecuaciones por el método algebraico:

- 1.-  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- 2.-  $\text{BaO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$
- 3.-  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4.-  $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 5.-  $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{KNO}_3$
- 6.-  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
- 7.-  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$

3.- Balancear las siguientes reacciones por el método del número de oxidación:

- 1.-  $\text{KClO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{KCl} + \text{SO}_2$
- 2.-  $\text{KClO}_3 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

- 3.-  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- 4.-  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 5.-  $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 6.-  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 7.-  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 8.-  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 9.-  $\text{HNO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
- 10.-  $\text{NaCl} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 11.-  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 12.-  $\text{Ag}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag}$
- 13.-  $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 14.-  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 15.-  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- 16.-  $\text{KI} + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 17.-  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$
- 18.-  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 19.-  $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 20.-  $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

4.- Balancear las siguientes reacciones mediante el método del ión-electrón

1.  $\text{Br}^- + \text{Cr}_2\text{O}_7^{=} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Cr}^{+3} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{I}^- + \text{MnO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{Mn}^{+2} + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{S}^{=} + \text{MnO}_4^{=} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{S} + \text{Mn}^{+2} + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{Br}^- + \text{PbO}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Pb}^{+2} + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{Ag} + \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{S}^{=} + \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{=} + \text{S}^{=} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Cr}^{+3} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{=} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{+2} + \text{SO}_4^{=} + \text{H}_2\text{O}$
9.  $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Fe}^{+3} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{SO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{=} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{SO}_4^{=} + \text{Cr}^{+3} + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
12.  $\text{ClO}^- + \text{CrO}_2^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{CrO}_4^{=} + \text{H}_2\text{O}$
13.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{=} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Cr}^{+3} + \text{HSO}_4^-$  (Medio Ácido)
14.  $\text{CrO}_4^{=} + \text{SO}_3^{=} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_4^- + \text{SO}_4^{=}$  (Medio Básico)

**Cada día construyo mi mini proyecto (Espacio de socialización de avances o dudas)**

Indaga junto a tu grupo de aprendizaje y elabora un diseño de investigación para realizar los experimentos propuestos en las actividades extracurriculares.

Realiza una evaluación metacognitiva: ¿Qué aprendiste con estas actividades? ¿Crees que aprendiste bien el tema estudiado?

**Pregunta y construye (Orientación para el trabajo)**

Para una vida saludable, la limpieza es tan importante en el hogar como la decoración, y hay que limpiar cada espacio y cada objeto de la forma necesaria para que puedan lucir de la mejor forma posible. El **aluminio**, está presente en ventanas y marcos, en persianas exteriores e interiores y también en cafeteras, moldes y otros objetos que utilizamos en la cocina. El **acero** lo encontramos sobre todo en electrodomésticos y accesorios de cocina y baño. La **plata** es un clásico en marcos para fotos, bandejas, cuberterías y todo tipo de adornos.

**Actividad didáctica extracurricular de aprendizaje de la química en entornos cotidianos**

**Actividad: experimentación con sustancias de uso cotidiano cuya mezcla conlleva una reacción química**

<b>Objetivo:</b> identificación del tipo de reacción involucrada en el consumo de algunas sustancias comestibles de uso común en la vida diaria de los estudiantes.	
<b>Tiempo de realización</b>	5 días
<b>Forma de presentación</b>	Demostración experimental e informe técnico
<b>Tiempo de presentación</b>	Máximo 10 minutos por equipo.
<b>Propósito de la discusión</b>	Identificar el carácter ácido-base de las sustancias comestibles.
<b>Resultados</b>	La limpieza de objetos metálicos con salsa picante, manifiesta la presencia de reacciones entre la capa de impurezas del objeto y el principio ácido de la salsa comercial. La limpieza de una llave de bronce o de una moneda de cobre es más efectiva con la salsa que con jugo de limón o agua jabonosa. Los resultados obtenidos revelan el carácter fuertemente de la salsa, lo cual invita a reflexionar acerca de los hábitos alimenticios.
<b>Referencias bibliográficas</b>	Reza, J. C., Domínguez, A. E. y Ortiz, L. R. (1999). Habilidades del ingeniero. Acciones en la ESIQIE. Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).  Vilchis, A. (2000). Seminario “Relaciones C. T. S. y la Educación Científica” impartido en la Facultad de Química, UNAM.

**Actividades**

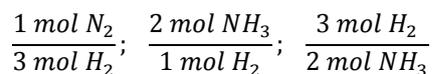
12. Determina para los átomos de SODIO, CLORO, OXIGENO y HIERRO la cantidad de protones, neutrones y electrones que poseen los mismos.

**Evaluación**

2. Elabora un crucigrama con los contenidos de este tema.

<b>EL docente sabe</b>	Tema N° 7 <b>ESTEOUIOMETRÍA</b> Mide las proporciones cuantitativas de masa de los elementos químicos	
<p><b>EL MOL</b></p> <p>Es la unidad utilizada para expresar la cantidad de una determinada sustancia en el sistema Internacional de unidades (SI), el resultado de expresar la masa atómica de un elemento o la masa molecular de un compuesto en gramos.</p> <p>Así, para estos últimos, primero se calcula la masa molecular sumando las masas atómicas de cada elemento participante multiplicada por el número de veces que aparece y el número resultante se expresa en gramos. El mol es la cantidad de sustancia que contiene tantas partículas (átomos, moléculas, iones, etc.) como existen en 12 g del isótopo de carbono 12. Una mol de cualquier compuesto contiene siempre una cantidad de moléculas igual al número de Avogadro (<math>6,02 \cdot 10^{23}</math>) y se utiliza mucho para efectuar los cálculos químicos.</p>	<b>Nivel de formulación</b>	<b>Contribución</b>
<p><b>Para recordar</b></p> <p>Electrón, partícula subatómica que tiene una masa muy pequeña, <math>9,09 \times 10^{-28}</math> g, y lleva una carga eléctrica unitaria negativa.</p> <p><a href="#">Ruta de aprendizaje</a></p>	<p style="text-align: center;"><u>Molar</u></p> <p>Composición y estructura de las masas</p>	<p>Diseñar una unidad didáctica teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes y los obstáculos para introducir, estructurar y articular en el proceso de enseñanza – aprendizaje los conceptos referentes al estudio de la estequiometría</p>
<b>Al finalizar esta sesión</b>		
<p>El estudiante estará en condiciones de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que el estudiante sea capaz de interpretar y aplicar la ley de la conservación de la masa en la realización de cálculos estequiométricos.</li> <li>2. Que el estudiante conozca la importancia de los cálculos estequiométricos.</li> <li>3. Que el estudiante compare las diferentes unidades estequiométricas del Sistema Internacional de Unidades.</li> <li>4. Que el estudiante sea capaz de estudiar la estequiometría de una reacción, es decir, indicar la proporción que intervienen de moléculas de reactivos y productos en una reacción química (REM), para resolver de manera correcta, problemas y ejercicios.</li> <li>5. Ser autónomo en la realización de cálculos estequiométricos y en la preparación de disoluciones.</li> <li>6. Elaborar informes de laboratorio considerando los resultados obtenidos en las prácticas y las pautas definidas según los lineamientos para la presentación de un artículo científico.</li> </ol>		
<b>Actividades</b>		
<p><b>Inicio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se les solicita disposición con el fin de presentar la estequiometría empleando tornillos, tuercas y mariposas como analogías para promover el uso de símbolos que representan a las piezas, asignar una fórmula a una combinación de las piezas, calcular la composición porcentual de cada pieza en cada combinación, y determinar el reactivo límite y el reactivo en exceso, a partir de una cantidad específica de piezas y de la fórmula de la combinación que se pretende formar.</li> <li>• Una vez familiarizados con la analogía se pasará a la comprensión y visualización de conceptos abstractos de la estequiometría, pues los estudiantes se encuentran motivados para el aprendizaje.</li> </ul> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Relación estequiométrica molar (REM)</b></p> <p>Una ecuación química balanceada nos proporciona información acerca de las cantidades de las partículas (átomos, moléculas y otros) expresadas en moles, masas, volúmenes, etc. Pero lo más importante de la ecuación balanceada es la posibilidad que nos brinda de calcular las cantidades de los reactantes y de los productos involucrados en una reacción química. Si se conoce la cantidad de sustancias (número de moles) de un compuesto, se puede hallar el número de moles de otro compuesto en la reacción.</p> <p><b>Ejemplo 1.</b></p> <p>Si tomamos como ejemplo la reacción:</p> $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$		

Se observa que una (1) mol de nitrógeno reaccionan con tres (3) moles de hidrógeno y forman 2 moles de amoníaco. Con esta interpretación podemos relacionar los números de moles de las sustancias como sigue:

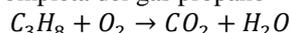


Existen otras relaciones ¿cuáles son?

Las relaciones anteriores se denominan relaciones estequiométricas molares (REM) y son útiles en los cálculos estequiométricos.

### Ejemplo 2.

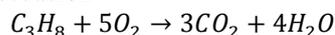
En la reacción de combustión completa del gas propano



¿Cuál es la relación estequiométrica molar entre el gas oxígeno y el gas propano?

### Solución:

El primer paso es balancear la ecuación



Como solicitan la relación Oxígeno / propano, debemos utilizar los coeficientes que aparecen delante de estos dos reactivos en la ecuación balanceada, quedando

$$REM = \frac{5 \text{ moles de } O_2}{1 \text{ mol de } C_3H_8}, \text{ se lee, 5 moles de } O_2 \text{ reaccionan con 1 mol de } C_3H_8$$

### Cálculos Estequiométricos utilizando la REM

Como ya sabemos, los cálculos estequiométricos permiten determinar las cantidades de los reactantes necesarios para producir cantidades deseadas de productos o cantidades de productos obtenidas a partir de cantidades existentes de reactantes.

En los cálculos estequiométricos se utiliza a menudo un esquema muy práctico que da la posibilidad de involucrar diversas magnitudes sin necesidad de recurrir a reglas matemáticas muy utilizadas en el estudio de la química. El esquema es el siguiente:

$$\text{Cantidad buscada} = \left( \frac{\text{Cantidad dada}}{\text{Factor de conversión}} \right) \times (REM^*) \times \left( \frac{\text{Factor de conversión}}{\text{Factor de conversión}} \right) = \text{Resultados}$$

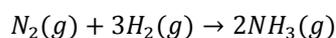
\*REM: Relación estequiométrica molar de la ecuación balanceada

### Pasos a seguir para realizar cálculos estequiométricos

- Balancear la ecuación química
- Calcular el peso molecular o fórmula de cada compuesto
- Convertir las masas a moles
- Usar la ecuación química para obtener los datos necesarios.
- Determinar la REM que va a utilizar
- Reconvertir las moles a masas si se requiere

### Ejemplo 3

¿Cuántas moles de amoníaco se produce a partir de 6 moles de hidrógeno, según la ecuación balanceada?



### Solución:

Primero, se debe leer con cuidado el enunciado y determinar cuáles son los compuestos que intervienen en el problema, ubicándolos en la ecuación, para este problema son amoníaco e hidrógeno

Segundo, determinar la REM (relación estequiométrica molar) que se va a emplear, teniendo en cuenta sus respectivos coeficientes y cuál es la sustancia dada y cual la que se debe obtener.

$$REN = \frac{\text{cantidad solicitada}}{\text{cantidad dada}}$$

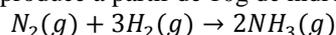
Para este ejemplo queda:  $REN = \frac{2 \text{ moles } NH_3}{3 \text{ moles } H_2}$

Tercero, se multiplica la cantidad dada por la REM

$$6 \text{ moles de } H_2 \times \frac{2 \text{ moles } NH_3}{3 \text{ moles } H_2} = 4 \text{ moles de } NH_3$$

### Ejemplo 4

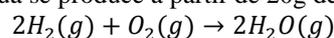
¿Qué masa de amoníaco se produce a partir de 10g de hidrógeno, según la ecuación balanceada?



**Solución:** A partir del esquema propuesto, tenemos:

$$\underbrace{m(NH_3)}_{\text{Cantidad buscada}} = \underbrace{10 \text{ g } H_2}_{\text{Cantidad dada}} \times \underbrace{\frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g de } H_2}}_{\text{Factor de conversión}} \times \underbrace{\frac{2 \text{ mol de } NH_3}{3 \text{ mol de } H_2}}_{REN} \times \underbrace{\frac{17 \text{ g de } NH_3}{1 \text{ mol de } NH_3}}_{\text{Factor de conversión}} = \underbrace{56.66 \text{ g de } NH_3}_{\text{Resultado}}$$

**Ejemplo 3** ¿Qué masa de agua se produce a partir de 20g de oxígeno?



**Solución:**

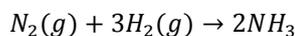
$$\underbrace{m(H_2O)}_{\text{Cantidad buscada}} = \underbrace{20 \text{ g } O_2}_{\text{Cantidad dada}} \times \underbrace{\frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g de } O_2}}_{\text{Factor de conversión}} \times \underbrace{\frac{2 \text{ mol de } H_2O}{1 \text{ mol de } O_2}}_{REN} \times \underbrace{\frac{18 \text{ g de } H_2O}{1 \text{ mol de } H_2O}}_{\text{Factor de conversión}} = \underbrace{22.5 \text{ g de } H_2O}_{\text{Resultado}}$$

En los ejemplos anteriores se puede notar que solamente está dada la cantidad de uno de los reactantes. Veamos cómo se realizan los cálculos estequiométricos cuando se conocen las cantidades de más de un reactante.

### Reactivo límite o limitante

En una reacción química las relaciones estequiométricas molares siempre son constantes, pero cuando ocurre una reacción química, los reactantes quizás no se encuentren en una relación estequiométrica exacta, sino que puede haber un exceso de uno o más de ellos. El reactante que no esté en exceso se consumirá en su totalidad y la reacción terminará en esos momentos. Es por eso que a este reactante se le conoce como reactivo límite o limitante. Los cálculos estequiométricos se realizarán a partir de este reactivo, como se observa en la gráfica.

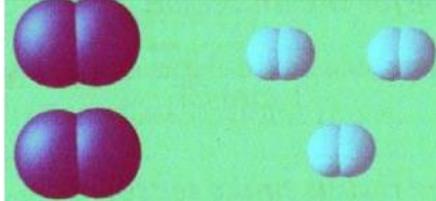
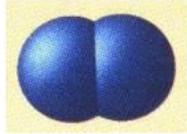
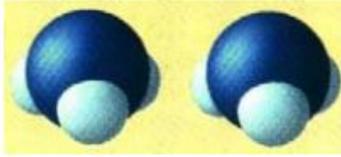
### Ecuaciones químicas



Receta microscópica: 1 molécula  $N_2$  + 3 moléculas  $H_2$  → 2 moléculas  $NH_3$

Receta macroscópica: 1 mol  $N_2$  + 3 mol  $H_2$  → 2 mol  $NH_3$

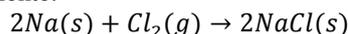
### Ejemplo 5

Condiciones experimentales		
	Reactantes	Productos
Antes de la reacción		0 moléculas de NH <sub>3</sub>
	2 moléculas N <sub>2</sub> 3 moléculas H <sub>2</sub>	
Después de la reacción		
	1 moléculas N <sub>2</sub> 0 moléculas H <sub>2</sub>	2 moléculas de NH <sub>3</sub>

El reactivo límite es el hidrógeno.

### Ejemplo 6

La sal de cocina (Cloruro de sodio) NaCl se puede preparar por la reacción del sodio metálico con cloro gaseoso. La ecuación es la siguiente:



Si hacemos reaccionar 7 moles de Na con 3.25 moles de Cl<sub>2</sub> ¿cuál es el reactivo límite?, ¿Cuántas moles de NaCl se producen?

**Solución:** Para resolver este problema la cantidad dada se multiplica por una relación estequiométrica molar (**REM**) que involucre al otro reactante (1 mol de Cl<sub>2</sub> reacciona con 2 moles de Na)

$$7 \text{ mol de Na} \times \frac{1 \text{ mol de Cl}_2}{2 \text{ mol Na}} = 3.5 \text{ mol de Cl}_2$$

Este cálculo indica que 3.5 mol de Cl<sub>2</sub> reaccionan con 7 mol de Na, pero solamente hay 3.25 mol de Cl<sub>2</sub>, lo que indica que el sodio se encuentra en exceso y el cloro es el reactivo que se acaba primero (o limitante). El problema anterior se puede resolver también partiendo de las moles de Cl<sub>2</sub>.

A partir de las moles del cloro se calculan las moles de NaCl producidas.  $3.25 \text{ mol de Cl}_2 \times 2 \text{ mol Na} = 6.50 \text{ mol de Na}$

Es decir 3.25 mol de Cl<sub>2</sub> reaccionan exactamente con 6.50 mol de Na. Es evidente que el sodio está en exceso en una cantidad de 0.5 mol (7 – 6.50 mol).

#### Pureza de los reactivos

A menudo las sustancias que participan en una reacción química no se encuentran en estado puro. En estos casos, los cálculos estequiométricos deben realizarse teniendo en cuenta, solamente la cantidad de la sustancia que se encuentra en estado puro.



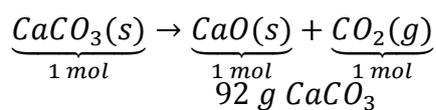
Cob

### Ejemplo 7

Por ejemplo, si tenemos 60 g de cobre al 80% de pureza, la cantidad utilizada de cobre puro es de 48 g, siendo el resto impurezas inertes.

$$m(\text{Cu}) = 60 \times \frac{80}{100} = 48 \text{ g de Cu}$$

Una piedra caliza tiene una pureza en  $\text{CaCO}_3$  del 92%. ¿Cuántos gramos de cal viva ( $\text{CaO}$ ) se obtendrán por descomposición térmica de 200 g de la misma?



$$m(\underbrace{\text{CaCO}_3}_{\text{puro}}) = 200 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{\text{puro}}{100 \text{ g CaCO}_3} = 184 \text{ g de CaCO}_3$$

Significa que en los 200 g de caliza hay exactamente 184 g de  $\text{CaCO}_3$  puro. Con este dato se realizan los cálculos estequiométricos.

$$n(\text{CaCO}_3) = 184 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} = 1.84 \text{ mol de CaCO}_3$$

$$n(\text{CaO}) = 1.84 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 1.84 \text{ mol de CaO}$$

$$m(\text{CaO}) = 1.84 \text{ mol CaO} \times \frac{56.0 \text{ g CaO}}{1 \text{ mol CaO}} = 103 \text{ g de CaO}$$

### Rendimiento de una reacción

En los ejemplos anteriores, las cantidades calculadas a partir de las ecuaciones químicas representan un rendimiento máximo del 100%. Esto quiere decir, que las masas calculadas son las que se obtendrían si los reactantes se convirtieran totalmente en los productos. Sin embargo, muchas reacciones no ocurren con un rendimiento del 100% del producto. Esto se debe a que, en las reacciones químicas, además de la principal, se desarrollan reacciones secundarias, hay pérdidas de calor, pérdida de vapores, a veces se pierde productos en la manipulación de las sustancias, o las reacciones son reversibles. Es por esto, que en los cálculos estequiométricos se utilizan los conceptos rendimiento teórico y rendimiento real.

**Rendimiento teórico** de una reacción química es la cantidad de producto calculada a partir de cantidades determinadas de los reactantes de acuerdo a la ecuación química balanceada. En otras palabras, el rendimiento teórico es la cantidad de producto que se obtiene si reacciona y se consume totalmente el reactivo límite.

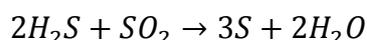
**Rendimiento real** es la cantidad de producto que se obtiene en la práctica.

El **Rendimiento porcentual** es la relación entre el rendimiento real y el teórico multiplicado por 100.

$$\text{Rendimiento porcentual} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100$$

### Ejemplo 8

El azufre se puede preparar en el proceso indicado en la siguiente reacción:



¿Cuál es el rendimiento de la reacción si se producen 8.2 g de azufre a partir de 6.8 g de  $H_2S$  con exceso de  $SO_2$ ?

#### Solución:

El rendimiento real es igual a 8.2 g.

Calculamos el rendimiento teórico:

$$m(s) = 6.8 \text{ g de } H_2S \times \frac{1 \text{ mol } H_2S}{34 \text{ g } H_2S} \times \frac{3 \text{ mol } S}{2 \text{ mol } H_2S} \times \frac{32 \text{ g } S}{1 \text{ mol } S} = 9.6 \text{ g}$$

Rendimiento porcentual es igual a:

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{8.2 \text{ g}}{9.6 \text{ g}} \times 100 = 85.4 \%$$

#### Cálculos de estequiometria que involucra soluciones y gases.

Muchas reacciones químicas, involucran entre sus reactivos y productos, tanto soluciones, como gases. Conociendo la concentración de las soluciones y el volumen de los gases, podemos calcular el número de moles, o, al contrario, conociendo el número de moles (cantidad de sustancia) podemos calcular concentraciones, o volúmenes, aplicando las respectivas formulas.

### Ejemplo 9

¿Qué volumen de hidrógeno medido a una temperatura de 30°C y presión 0.95 atm se obtienen cuando reaccionan 420g de Zinc con cinco litros de ácido sulfúrico 0.01M?

#### Solución:

$$T = 30^\circ\text{C} + 273 = 303\text{K}$$

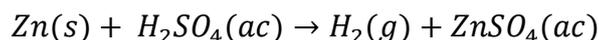
$$P = 0.95 \text{ atm}$$

$$m(\text{Zn}) = 420\text{g}$$

$$V(H_2SO_4) = 5\text{L}$$

$$CM(H_2SO_4) = 0.01\text{M}$$

La reacción es la siguiente:



Se halla el reactivo límite:

$$n(\text{Zn}) = 420 \text{ g de Zn} \times \frac{1 \text{ mol de Zn}}{65.4 \text{ g}} = 6.4 \text{ mol}$$

$$n(H_2SO_4) = 0.01\text{mol/L} \times 5\text{L} = 0.05\text{mol de } H_2SO_4$$

Las moles de Zinc que deben reaccionar con 0.05 mol de  $H_2SO_4$  según la estequiometría de la reacción, son:

$$n(\text{Zn}) = 0.05 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol de Zn}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = 0.05 \text{ mol de Zn}$$

Esto significa que el Zn se encuentra en exceso y el reactivo límite es el ácido sulfúrico. Entonces el volumen de hidrógeno, si se considera un gas ideal, se calcula a partir de las moles de hidrógeno producidas y la ecuación de estado de los gases ideales:  $PV = nRT$

$$m(\text{H}_2) = 0.05 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol de H}_2}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = 0.05 \text{ mol de H}_2$$

Volumen de hidrógeno

$$V(\text{H}_2) = \frac{nRT}{P} = \frac{0.05 \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \times L \times 303 \text{ K}}{0.95 \text{ atm mol} \times K} = 1.30 \text{ L}$$

Recuerde que los cálculos estequiométricos pueden incluir reactivo límite, pureza, rendimiento porcentual, soluciones, gases.

### Cada día construyo mi mini proyecto (Espacio de socialización de avances o dudas)

Elabora una propuesta de analogía para el aprendizaje de la estequiometría. Con esta analogía aborda los conceptos de reactivo limitante, en exceso y de rendimiento porcentual.

### Pregunta y construye (Orientación para el trabajo)

- Puedes revisar la pareja de juego formado por un chico y una chica (Last, 1983).
- Revisar la analogía fruta-frutera (Feltz, 1985).
- La analogía de la compra de un vaso de café con monedas de 25, 10 y 5 céntimos (McMinn, 1984).
- La analogía del ensamble de una bicicleta, formada por un cuadro y 2 ruedas (Silversmith, 1985).

La mayoría de estas analogías hacen frente a la dificultad de algunos estudiantes que no conservan la masa y los átomos en una reacción química, dado que permiten visualizar la conservación de los átomos y la no conservación de las moléculas en el cambio químico.

### Viviendo el contexto (Recomendaciones orientadoras para el trabajo extra clase dirigido a los estudiantes)

#### ACTIVIDAD: PREINTERROGANTES

**Objetivo:** Activar el conocimiento previo y tender puentes entre el último y nuevo conocimiento.  
**Actividad:** es muy importante tener un lenguaje común para poder entendernos, investiga en Google Chrome o en libros de química o fisicoquímica para responder las siguientes preguntas

Pregunta	Respuesta
¿Es lo mismo una disolución saturada que una disolución concentrada?	No. Una disolución saturada en unas condiciones no admite más cantidad de soluto con relación a una cantidad de disolvente. Una disolución concentrada tiene una elevada proporción de soluto con relación al disolvente. Una disolución saturada puede ser diluida, si el soluto es poco soluble

Explica por qué las gaseosas se sirven en vasos muy fríos.	Las gaseosas son disoluciones en la que uno de los solutos es un gas ( $CO_2$ ) y el disolvente es agua. La solubilidad de los gases en líquidos disminuye al aumentar la temperatura. La cerveza se sirve en vasos muy fríos para mantener la mayor cantidad de gas disuelto.
Al aumentar la temperatura aumenta la solubilidad de las sustancias.	Esto es cierto en la mayoría de los casos en los que el soluto es un sólido y el disolvente es un líquido, aunque hay excepciones, como la disolución de la sal en agua. Si el soluto es gas, su solubilidad disminuye al aumentar la temperatura
Una disolución sobresaturada es una mezcla heterogénea.	Una disolución sobresaturada es un estado inestable de la materia. Mientras se mantiene la disolución, es una mezcla homogénea. Cuando se produce algún cambio que hace que precipite el exceso de soluto, es una mezcla heterogénea.
La solubilidad del oxígeno en agua se incrementa al aumentar la presión.	Cierto. La solubilidad de los gases en agua aumenta al aumentar la presión
Una disolución saturada puede ser también una disolución diluida.	Cierto. Sucede cuando el soluto es poco soluble en el disolvente
Para eliminar el cloro del agua es bueno meterla en la nevera	Falso. La solubilidad de los gases en el agua aumenta al disminuir la temperatura. Para eliminar el cloro del agua conviene calentarla.
Cuando hace mucho frío, las carreteras se hielan, lo que supone un grave peligro para la circulación. Para evitarlo, se echa sal. ¿Qué se consigue con ello?	La disolución de sal en agua tiene un punto de fusión inferior que el del agua en estado puro. La sal logra que el agua se mantenga líquida por debajo de $0\text{ }^\circ\text{C}$ y evita la formación de hielo, que reduce el rozamiento y hace peligrosa la conducción.
Explica por qué se hinchan las uvas pasas cuando se dejan en el agua	En el interior de la uva es hipertónica con respecto al agua. Como la piel de la uva es una membrana semipermeable, el agua pasará a su través hasta que la presión dentro de la uva se iguale con la de fuera. El resultado es que la uva se hincha.
¿Por qué es peligroso inyectar directamente agua destilada a una persona?	Las células sanguíneas se encuentran en un medio externo que es isotónico con respecto al medio intracelular. Si inyectamos agua destilada, disminuye la concentración en el medio extracelular y, como las membranas celulares son semipermeables, pasará agua de fuera a dentro hasta que se igualen las presiones osmóticas a ambos lados. Si se inyecta mucha cantidad de agua destilada las células pueden llegar a romperse.
En días de mucho calor, las personas sensibles corren el riesgo de deshidratarse. ¿Por qué se recomienda que estas personas tomen bebidas isotónicas?	Para que se mantenga el equilibrio osmolar. (Leer la respuesta a la pregunta anterior).
Probablemente habrás oído que los naufragos se pueden morir de sed. ¿Cómo es posible, si el agua del mar tiene más de un 90% de agua?	La presión osmótica del agua del mar es mayor que la de los líquidos intracelulares. Si bebemos agua del mar, las células se encontrarán en un medio hipertónico y saldrá agua de su interior con la intención de que se igualen las presiones a ambos lados de la membrana celular. El resultado es que las células se deshidratan.
<b>Referencias bibliográficas revisadas:</b>	

**Objetivo:** Determinar el número de gramos de una sustancia que se pueden cristalizar en cierta cantidad de gramos de agua.

**Recordar:** Una disolución es una mezcla homogénea formada por un disolvente y por uno o varios solutos.

<b>Ejercicio:</b> Lee la gráfica de la solubilidad del sulfato de cobre en agua y calcula la máxima cantidad de sal que se podrá disolver en 50 mL de agua a 30 °C. ¿Y si estuviese a 70 °C?	<b>Masa de sulfato de cobre que se satura a 100 g de agua</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Gráfica</b> 
	40 g 60 g 80 g 100 g	30 40 60 80	

**Preguntas** **Pasos**

¿Cuáles son los datos en S(g/100 ml de agua)? ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita?	<table border="1"> <tr> <td>T (°C)</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>S (g/100 mL H<sub>2</sub>O)</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> </table> <p>40 g de sulfato de cobre es la máxima cantidad que se pueden disolver en 100 mL de agua a 30 °C, 60 g de sulfato de cobre es la máxima cantidad que se pueden disolver en 100 mL de agua a 40 °C, etc. Se confirma la teoría, a mayor temperatura aumenta la solubilidad. Para cualquier grado de temperatura, se puede hallar la cantidad máxima de gramos de sulfato de cobre que se puede disolver en 100 mL de agua.</p>	T (°C)	30	40	60	80	S (g/100 mL H <sub>2</sub> O)	40	60	80	100
T (°C)	30	40	60	80							
S (g/100 mL H <sub>2</sub> O)	40	60	80	100							

¿Cuál es el plan de solución? ¿Cuáles son los datos en S(g/50 mL de agua)?	<table border="1"> <tr> <td>T (°C)</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>S (g/50 mL H<sub>2</sub>O)</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>x</td> <td>181</td> </tr> </table> <p>Como 50 mL es la mitad de 100 mL de agua, se tiene que dividir los valores de la escala en el eje Y entre 2                  70 °C es el punto medio de 60 °C y 80 °C, es la semisuma de 60 y 80. En el eje Y, debe ocurrir lo mismo, debemos hallar la semisuma de 40 y 50.</p>	T (°C)	30	40	60	70	80	S (g/50 mL H <sub>2</sub> O)	20	30	40	x	181
T (°C)	30	40	60	70	80								
S (g/50 mL H <sub>2</sub> O)	20	30	40	x	181								

Ejecuta el plan	La semisuma de 40 y 50 es 45. Así, 45 g de sulfato de cobre es la cantidad máxima de gramos de sal que se puede disolver en 50 mL de agua a 70 °C. Y 20 g de sulfato de cobre es la cantidad máxima que se puede disolver en 50 mL de agua a 30 °C.
-----------------	---

¿Cuáles son las repuestas? Examina el proceso de solución. ¿Puedes emplear el proceso en alguna otra situación?	Las respuestas son: 20 g y 45 g. Conociendo la distribución de las temperaturas y las cantidades máximas de gramos de sustancia que se pueden diluir en 100 mL de agua, se puede hallar la nueva escala de gramos que se pueden diluir en cualquier cantidad de mL de agua, con la condición que sea una amplificación de la cantidad base 100 mL de agua
---	--

**Referencias bibliográficas revisadas:**  
 1 cm<sup>3</sup> de agua pura a 4 °C equivale a una masa de 1 g.

**ACTIVIDAD: CURVA DE DISOLUCIÓN DEL SULFATO DE COBRE**

**Actividades**

1. Hallar cuál de las sustancias presenta mayor peso molecular.
  - a. O<sub>2</sub>
  - b. H<sub>2</sub>O
  - c. CO
  - d. CO<sub>2</sub>
  - e. NH<sub>4</sub>
2. La masa de un clavo es de 14 g y contiene 80 % de hierro. Hallar la cantidad de átomos de hierro en el clavo.
3. ¿Cuántos gramos de hierro se pueden extraer de 60 g de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>?
4. El azufre es un no metal. Su presencia en el carbón produce el fenómeno de la lluvia ácida. ¿Cuántos átomos hay en 16,3 gramos de azufre?
5. El helio es un gas valioso utilizado en la industria, en investigaciones en las que se requiere bajas temperaturas, en los tanques para buceo profundo y para inflar globos. ¿Cuántos moles de helio hay en 6,46 g de He?
6. Calcula la masa molecular de cada uno de los siguientes compuestos:
  - a. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
  - b. Cafeína (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)
7. Halla el porcentaje de calcio que existe en: CaCO<sub>3</sub>.
8. Todos los metales alcalinos reaccionan con agua para formar hidrógeno y el hidróxido del metal alcalino correspondiente. Una reacción común es la que ocurre entre el litio y el agua.
 
$$2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$$

¿Cuántos moles de H<sub>2</sub> se formarán al completarse la reacción de 6,23 moles de litio con agua?

¿Cuántos gramos de H<sub>2</sub> se formarán al completarse la reacción de 80,57 gramos de litio con agua?
9. El CO<sub>2</sub> que los astronautas exhalan se extrae de la atmósfera de la nave espacial por reacción con KOH:
 
$$\text{CO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

¿Cuántos kilogramos de CO<sub>2</sub>, se pueden extraer con 1.00 kg de KOH?

### Evaluación

En el siguiente test de evaluación marcar la respuesta correcta

1. ¿Cuál es la fórmula molecular del compuesto siguiente? Fórmula empírica CH, masa molar 78g/mol
  - CH
  - C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>
  - C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>
  - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

2. Con base en la fórmula estructural siguiente, calcule el porcentaje de carbono presente.
- $$(\text{CH}_2\text{CO})_2\text{C}_6\text{H}_3(\text{COOH})$$
- 64.70%
  - 66.67%
  - 69.25%
  - 76.73%
3. Estimar el número de moléculas presentes en una cucharada sopera de azúcar de mesa,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- $6.02 \times 10^{23}$
  - $6.29 \times 10^{24}$
  - $1.85 \times 10^{22}$
  - $1.13 \times 10^{23}$
4. Una muestra de glucosa  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , contiene  $4.0 \times 10^{22}$  átomos de carbono. ¿Cuántos átomos de hidrógeno y cuántas moléculas de glucosa se encuentran en la muestra?
- $8.0 \times 10^{22}$  átomos de H,  $8.0 \times 10^{22}$  moléculas de glucosa
  - $8.0 \times 10^{22}$  átomos de H,  $4.0 \times 10^{22}$  moléculas de glucosa
  - $4.0 \times 10^{22}$  átomos de H,  $4.0 \times 10^{22}$  moléculas de glucosa
  - $8.0 \times 10^{22}$  átomos de H,  $6.7 \times 10^{22}$  moléculas de glucosa
5. Determine el peso formular aproximado del compuesto siguiente:  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$
- 99
  - 152
  - 94
  - 158
6. El elemento oxígeno se compone de tres isótopos cuyas masas son de 15.994915, 16.999133 y 17.99916. Las abundancias relativas de estos tres isótopos son de 99.7587, 0.0374 y 0.2049, respectivamente. A partir de estos datos calcule la masa atómica del oxígeno.
- 15.9563
  - 15.9994
  - 16.00
  - 15.9930
7. Indique la fórmula empírica del compuesto siguiente si una muestra contiene 40.0 por ciento de C, 6.7 por ciento de H y 3.3 por ciento de O en masa.
- $\text{C}_4\text{HO}_5$
  - $\text{CH}_2\text{O}$
  - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
  - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
8. El elemento zinc se compone de cinco isótopos cuyas masas son de 63.929, 65.926, 66.927, 67.925 y 69.925 uma. Las abundancias relativas de estos cinco isótopos son de 48.89, 27.81, 4.110, 18.57 y 0.62 por ciento, respectivamente. Con base en estos datos calcule la masa atómica media del zinc.
- 63.93 uma
  - 66.93 uma
  - 65.39 uma
  - 65.93 uma
9. Determine la fórmula empírica de un compuesto que contiene 52.9% de aluminio y 47.1% de oxígeno.

- AlO
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Al<sub>3</sub>O<sub>2</sub>
- Al<sub>4</sub>O<sub>6</sub>

10. ¿Cuál es la masa en gramos de 0.257 mol de sacarosa, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>

- 342 g
- 88.0 g
- 8.80 g
- 12.5 g

## **CAPÍTULO VI**

### **CONSISTENCIA PEDAGÓGICA Y VIABILIDAD DE LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA GUÍA DIDÁCTICA**

La descripción del escenario y sujetos que han participado en la evaluación de la consistencia pedagógica y viabilidad de la puesta en práctica de la guía didáctica suele ser, habitualmente, un apartado dentro del capítulo dedicado al método de la investigación cuando se trata de una investigación experimental. Sin embargo, en esta tesis documental, se dedica un capítulo completo –capítulo V- a describir cómo se ha accedido a los docentes evaluadores, y a detallar los pormenores de sus apreciaciones en la evaluación de la guía didáctica de la química cotidiana.

La descripción de la muestra, elaborada a partir de la información recopilada en la “escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química inorgánica que produciría la guía didáctica diseñada desde la utilidad para la calidad de vida, tanto exógena como endógena del ser humano”, sirve a dos propósitos:

- Completar la descripción del diseño de investigación como parte del trabajo de campo diseñada para la valoración de la propuesta de la nueva guía didáctica de enseñanza de la química inorgánica.
- Contribuir a la interpretación de la enseñanza de química inorgánica desde los planteamientos didácticos de la química cotidiana propuestos en la guía didáctica.

#### **6.1. Selección del escenario**

El trabajo de campo toma como escenario la Filial de Juliaca de Universidad Peruana Unión en ocasión del VI CONACIN – Sexto Congreso Nacional de Investigación, evento que se realizó del 24 al 26 de octubre de 2016 con la participación de los docentes investigadores de la Sede y Filiales de la Universidad Peruana Unión, docentes de los niveles inicial, primaria y secundaria tanto del Sistema Educativo Adventista de la Unión Peruana del Norte como de la Unión Peruana del Sur, investigadores invitados de otras universidades tanto del Perú como del extranjero.

La selección de los docentes, participantes del VI CONACIN, no responde a un muestreo probabilístico, sino que se trata de una selección deliberada, tal y como se indica en los apartados siguientes.

## 6.2. Selección de los docentes

Dado que la tesis se enmarca en el proyecto de la enseñanza de la ciencia, los docentes se han seleccionado en función de los siguientes criterios:

- Accesibilidad: docentes dispuestos a colaborar con la validación de la guía didáctica.
- Disponibilidad: espacios facilitados por la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca
- Variedad de docentes: universitarios y de nivel secundario.
- Búsqueda dirigida: aulas donde se programaron las ponencias de los expertos en el campo de las Ciencias de la Ingeniería y Tecnología y Ciencias de la Salud – Nutrición, Enfermería y Medicina (afinidad con la temática).

En todo el proceso de la selección se ha contado con la aprobación de la Dirección General de la Universidad Peruana Unión- Filial Juliaca y docentes para participar en el análisis de la propuesta de la nueva guía didáctica.

## 6.3. Muestreo por cuotas

Este tipo de muestreo es un método de muestreo no probabilístico. Se basa en seleccionar la muestra después de dividir la población de docentes participantes al VI CONACIN en estratos.

En la siguiente tabla presentamos la población de los docentes de la Universidad Peruana Unión.

**Tabla 15**

**Distribución de los docentes por Sede y Filiales según la facultad de adscripción, segundo semestre académico 2016**

Facultad	Lima		Juliaca		Tarapoto		Total	
	Adscritos	General	Adscritos	General	Adscritos	General	Adscritos	General
Ciencias de la Salud	77	122	36	66	16	28	129	216
Ingeniería y Arquitectura	107	163	82	119	36	51	225	333
<b>Total</b>	184	285	118	185	52	79	354	549

Estimamos que el porcentaje de docentes que asisten al CONACIN por Sede o Filial, extrapolando los porcentajes históricos de los Congresos anteriores es aproximadamente el 30% en el mejor de los casos. Para nuestro cálculo tomaremos solamente los docentes Adscritos y no los docentes en general desde que muchos docentes contratados realizan su labor en distintas facultades, esto significa que se les contabilice más de una vez.

**Tabla 16**

**Muestreo por cuotas proporcional de los docentes por Sede y Filiales según la Facultad de adscripción, segundo semestre académico 2016.**

Sede /Filial (Estratos)	Población de adscritos por Sede o Filial	Docentes inscritos. Estratos seleccionados al 30%	Docentes participantes con ponencia. (45%) Base 100
Lima	184	55	25
Juliaca	118	35	16
Tarapoto	52	16	7
Total	354	106	48

Así teóricamente tenemos una población de 106 docentes universitarios que asisten al VI Congreso Nacional de Investigación 2016. De esta población queremos elegir una muestra de  $n$  docentes. Tomaremos los docentes para la muestra mediante el siguiente proceso:

1. La población se divide en tres estratos: Lima, Juliaca y Tarapoto según la variable “participación” en el Congreso. En nuestro caso resulta:

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

$$106 = 55 + 35 + 16$$

2. Las cuotas se deciden según el criterio del investigador o mediante algún criterio estadístico, en nuestro caso optamos por el criterio estadístico “elección proporcional al tamaño del estrato”. En cada estrato se tomarán  $n_i$  docentes, calculados mediante la fórmula:

$$n_i = \% \text{ estimado} \cdot N_i$$

Siendo  $n_i$  el número de docentes encuestados por cada estrato y  $N_i$  el número de docentes inscritos en el estrato  $i$ .

3. Para el tamaño de la muestra de cada estrato considerado vamos a considerar el supuesto de que el 45% de docentes inscritos en el CONACIN participan con una ponencia oral o poster, resultando:

$$n = n_1 + n_2 + n_3$$

$$48 = 25 + 16 + 7$$

#### 6.4. Descripción de los sujetos

En el estudio que se presenta han participado 48 sujetos entre profesores e investigadores, que se describen en este capítulo. En primer lugar, se presentan algunos datos numéricos que indican las características de los docentes involucrados en la validación de la guía didáctica.

De los 48 docentes que han participado en la encuesta, 25 (52%) enseñan en de la Sede de Lima, 16 (33%) en la Filial de Juliaca y 7 (15%) son de la Filial de Tarapoto, todos docentes de la Universidad Peruana Unión, ver la tabla 17.

**Tabla 17**

**Distribución de frecuencias del lugar de enseñanza de los docentes encuestados**

Estratos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sede Lima	25	52,1	52,1
Filial Juliaca	16	33,3	85,4
Filial Tarapoto	7	14,6	100,0
Total	48	100,0	

En cuanto a la adscripción de los docentes encuestados, 40 (83.3%) pertenecen a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y 8 (16.7%) pertenecen a la Facultad de Ciencias de la Salud. La proporción de docentes entre ambas facultades en el orden dado es de 1 a 5. Este hecho se justifica debido a la mayor cantidad de ponentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, estos datos se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18****Distribución de frecuencias de la adscripción de los docentes encuestados a las facultades**

Facultades	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ingeniería y Arquitectura	40	83,3	83,3
Ciencias de la Salud	8	16,7	100,0
Total	48	100,0	

La carrera profesional de los docentes encuestados se distribuye, en orden decreciente, de la siguiente manera: el 25% son ingenieros ambientales, 16.7% son ingenieros químicos, tanto los docentes de biología – química como de ingeniería de industrias alimentarias representan el 14.6%, 10.4% son de la carrera de nutrición humana, 6.3% son de ingeniería industrial, y los docentes de las carreras de geología, medicina y química representan un 4.2% del total, ver tabla 19.

**Tabla 19****Distribución de frecuencias de la especialidad de los docentes encuestados**

Especialidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Biología y Química	7	14,6	14,6
Geología	2	4,2	18,8
Ingeniería Ambiental	12	25,0	43,8
Ingeniería Industrial	3	6,3	50,0
Ing. de Industrias Alimentarias	7	14,6	64,6
Ingeniería Química	8	16,7	81,3
Medicina	2	4,2	85,4
Nutrición Humana	5	10,4	95,8
Química	2	4,2	100,0
Total	48	100,0	

Respecto a la antigüedad en la enseñanza, 10 (20.85) docentes tienen entre 2 y 6 años, 19 (39.65) docentes entre 7 y 11 años, 14 (29.2%) docentes entre 12 y 16 años, 3 (6.3%) docentes entre 17 y 21 años, y 2 (4.2%) de docentes entre 27 y 31 años. En general la distribución de la antigüedad en la docencia de los profesores encuestados es muy favorable por los años acumulados en la enseñanza de la ciencia, en particular de la química, esto implica de alguna manera la idoneidad de la evaluación de la propuesta de la guía didáctica de química inorgánica cotidiana, ver la tabla 20.

**Tabla 20****Distribución de frecuencias de la antigüedad en la enseñanza de los docentes encuestados**

Clases	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
2 - 6	10	20,8	20,8
7 - 11	19	39,6	60,4
12 - 16	14	29,2	89,6
17 - 21	3	6,3	95,8
27 - 31	2	4,2	100,0
Total	48	100,0	

**6.5. Descripción de la percepción de la guía didáctica**

A continuación, a partir de la información recopilada en el cuestionario tipo Likert, se puede describir la evaluación de cada ítem de la guía didáctica.

Por ello se hizo necesario disponer de ciertos criterios para estructurar los reactivos o ítems, de forma que su evaluación pueda ser coherente con el propósito de la guía didáctica. El cuestionario recoge una propuesta de organización de las preguntas, basada en la funcionalidad que estos tendrían en las actividades de aprendizaje y de las aplicaciones de la química inorgánica. Según los criterios establecidos en la clasificación de los ítems, se puede diferenciar entre elementos motivadores que estimulan la participación de los estudiantes y despiertan la curiosidad e interés sobre los conceptos químicos; elementos innovadores para ayudar a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química, contribuir que el aprendizaje de química sea más contextualizado y pragmático y, estimular un aprendizaje desarrollador de la química; elementos actitudinales para contribuir en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente y cuidado de la vida, y el desarrollo de destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas; elementos didácticos como ayudar a los estudiantes en la elaboración de estrategias propias de aprendizaje y desarrollar destrezas cognitivas tales como: observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir; finalmente, pero no menos importante, son los elementos asociativos en el sentido de que nueva guía didáctica implicaría la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad. En la tabla adjunta indicaremos cuáles son los criterios más importantes para evaluar una propuesta pedagógica de la química desde su utilidad para la calidad de vida, tanto exógena como endógena del ser humano.

**Tabla 21****Clasificación de los criterios de evaluación de una propuesta pedagógica de la química desde el enfoque ecológico y de salud de la química. (Propuesta de Nelly Salinas Zapata)**

<b>Elementos motivadores</b>	a. Motivación para estimular la participación b. Ayuda a despertar la curiosidad por la química
<b>Elementos innovadores</b>	a. Ayuda a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje. b. Contribución en la contextualización y pragmatismo de la química c. Estimula un aprendizaje desarrollador (causas, consecuencias y aplicación)
<b>Elementos actitudinales</b>	a. Contribución en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente, y cuidado de la vida. b. Desarrollo de destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas.
<b>Elementos didácticos</b>	a. Elaboración de estrategias propias de aprendizaje. b. Desarrollo de destrezas cognitivas tales como: observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir.
<b>Elementos asociativos</b>	a. Favorecimiento de la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad.

En la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica se especificaron cuatro categorías disjuntos y exhaustivos que los docentes e investigadores deben evaluar: totalmente en desacuerdo, desacuerdo en parte, indeciso, de acuerdo en parte y totalmente de acuerdo, como se muestra en al principio en el instrumento de recogida de datos.

De hecho, como se muestra en la tabla 22, el 37.5% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica se convertirá en parte en elementos motivadores que estimulan la participación de los estudiantes tanto en las actividades áulicas como extra áulicas. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 62.5%, que opina que dicha propuesta se convertirá totalmente en elementos motivadores que estimulan la participación estudiantil en las actividades curriculares y extracurriculares. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden

decreciente son: “totalmente de acuerdo” (62.5%) y “de acuerdo en parte” (37.5%). No existe ninguna valoración de la percepción sobre este ítem de la propuesta pedagógica en las tres primeras categorías: totalmente en desacuerdo, desacuerdo en parte e indeciso. Podemos generalizar que el 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica logrará estimular la participación de los estudiantes, en armonía con los enfoques modernos para la enseñanza de la ciencia: la enseñanza mediante investigación dirigida y la enseñanza por explicación y contrastación de modelos, donde la participación del estudiante es fundamental.

**Tabla 22**

**El enfoque ecológico y de salud de la química, su propuesta pedagógica se convertirá en elementos motivadores que estimulan la participación de los estudiantes**

Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De acuerdo en parte	18	37,5	37,5
Totalmente de acuerdo	30	62,5	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 23, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a despertar curiosidad e interés sobre los conceptos químicos, el 25% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a despertar la curiosidad e interés en el aprendizaje de conceptos científicos sobre todo de la comprensión de los núcleos conceptuales básicos de la química. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 72.9%, que percibe que dicha propuesta ayudaría totalmente a despertar la curiosidad e interés en el aprendizaje de los contenidos verbales: los datos, los conceptos y los principios de la química inorgánica. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (72.9%), “de acuerdo en parte” (25%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 97.9% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica ayudará a despertar en los estudiantes la curiosidad e interés de los conceptos químicos, en armonía con el requerimiento de un cambio en las estructuras conceptuales, o

reestructuración de los conocimientos, integrando el conocimiento cotidiano con el conocimiento científico presentado en el aula.

**Tabla 23**

**El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a despertar la curiosidad e interés sobre los conceptos químicos**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	12	25,0	27,1
Totalmente de acuerdo	35	72,9	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 24, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química inorgánica, el 25% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a introducir innovaciones en el aprendizaje de la química, utilizando sobre todo los medios tecnológicos y de información que ofrecen un abanico enorme de posibilidades en el aula. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 72.9%, que percibe que dicha propuesta ayudaría totalmente a introducir innovaciones en el aprendizaje de la química para que los estudiantes aprendan a quererla. Por otra parte, el trabajo en grupo, no sólo a nivel de estudiantes, sino entre docentes y estudiantes, y entre los propios docentes, es de gran importancia para conseguir la ilusión por estas asignaturas, y sobre todo para que esta manera de trabajo se consolide como una forma de relacionarse con la química cotidiana relacionada con la ecología y la calidad de vida. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (72.9%), “de acuerdo en parte” (25%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 97.9% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica ayudará a introducir innovaciones en el aprendizaje de la química inorgánica perfeccionando las aplicaciones de la metodología a usar.

**Tabla 24****El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Desacuerdo en parte	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	12	25,0	27,1
Totalmente de acuerdo	35	72,9	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 25, el 4.2% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química inorgánica, el 27.1% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje, entendida como la posición integradora que conecta las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, las actividades contextualizadas al enfoque ecológico y de salud, y las nuevas metas de la educación científica. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 68.8%, que percibe que dicha propuesta ayudaría totalmente a despertar a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química inorgánica en vida diaria, bajo el planteamiento de situaciones problemáticas concretas que los estudiantes deben resolver en grupo basado en preguntas que interrelacionan e integren distintos temas. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (68.8%), “de acuerdo en parte” (27.1%) e “indeciso” (4.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 96% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica ayudará a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química inorgánica de acuerdo a los procesos de formación superior, que precisa el desarrollo de las destrezas cognitivas y sociales.

**Tabla 25****El enfoque ecológico y de salud de la química contribuiría a que el aprendizaje de la química sea más contextualizado y pragmático**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	2	4,2	4,2
De acuerdo en parte	13	27,1	31,3
Totalmente de acuerdo	33	68,8	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 26, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica estimularían un aprendizaje desarrollador que promueva la formación integral de la personalidad del educando, a partir de activar la apropiación de conocimientos, destrezas y capacidades intelectuales y la formación de sentimientos, motivaciones, cualidades, valores, convicciones e ideales, el 29.2% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica estimularían el aprendizaje desarrollado, de modo que se potencie su desarrollo en la actividad cognoscitiva de los estudiantes para explicar las causas, consecuencias y su aplicación a nuevas situaciones. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 68.8%, que percibe que dicha propuesta estimularía totalmente el aprendizaje desarrollador que potencie en el estudiante la capacidad de conocer, controlar y transformar creativamente su salud y su medio ecológico. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (68.8%), “de acuerdo en parte” (29.2%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 98% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica estimularía el aprendizaje desarrollador, esto es, la posibilidad de explicar las causas, consecuencias y su aplicación a nuevas situaciones, cuyo carácter desarrollador está determinado por el papel protagónico del estudiante en su actividad de aprendizaje. Este ítem está muy relacionado con los elementos didácticos.

**Tabla 26**

**El enfoque ecológico y la salud de la química estimularían un aprendizaje desarrollador, esto es, a explicar las causas, consecuencias y su aplicación a nuevas situaciones**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	14	29,2	31,3
Totalmente de acuerdo	33	68,8	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 27, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente y cuidado de la vida, focalizada en la educación ambiental del manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y agrícolas en las comunidades, el 22.9% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración para prevenir la explotación, polución, destrucción o abandono, y asegurar el futuro uso de ese recurso. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 75%, que percibe que dicha propuesta contribuiría totalmente en la formación de actitudes de conservación y restauración para la protección de la naturaleza y el sostenimiento productivo de materiales provenientes de los recursos de la tierra. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (75%), “de acuerdo en parte” (22.9%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 97.9% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente y cuidado de la vida, que fomenten aquellas actitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico.

**Tabla 27****El enfoque ecológico y de salud de química contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente, y cuidado de la vida**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	11	22,9	25,0
Totalmente de acuerdo	36	75,0	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 28, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica desarrollaría destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas, el 39.6% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica desarrollaría las destrezas sociales, concernientes a comprender que las vidas de las personas están íntimamente conectadas con el bienestar social, con el mundo ecológico y productivo que está alrededor de ellas. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 58.3%, que percibe que dicha propuesta desarrollaría totalmente las destrezas sociales, donde el involucramiento de los estudiantes en la solución de problemas sociales posibilitaría el desarrollo de la identidad personal y colectiva. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (58.3%), “de acuerdo en parte” (39.6%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 97.9% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica desarrollaría destrezas sociales al darles a los estudiantes la oportunidad de entrar y comprometerse con el mundo real en que viven, desarrollando la responsabilidad social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas para intervenir y revertir el desmejoramiento del medio ambiente y la salud.

**Tabla 28****El enfoque ecológico y de salud de química desarrollaría destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	19	39,6	41,7
Totalmente de acuerdo	28	58,3	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 29, el 4.2% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje encargadas de guiar las acciones que hay que seguir en el modo de aprender, el 25% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje mediante el cual eligen, observan, piensan y aplican los procedimientos a elegir para conseguir un fin, un 70.8%, que percibe que dicha propuesta ayudaría a los estudiantes muy favorablemente a elaborar estrategias propias de aprendizaje o escoger, de entre las de su repertorio, la estrategia de aprendizaje más adecuada en función a ciertos criterios: los contenidos de aprendizaje (tipo y cantidad), los conocimientos previos que tenga sobre el contenido de aprendizaje, las condiciones de aprendizaje (tiempo disponible, la motivación, las ganas de estudiar, etc.), y el tipo de evaluación al que va a ser sometido. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (70.8%), “de acuerdo en parte” (25%) e “indeciso” (4.2%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 95.8% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje, valorando sobretudo su propia expresión de aprendizaje unida a las nuevas técnicas y estrategias que irá aprendiendo de las que ya poseía.

**Tabla 29**

**El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	2	4,2	4,2
De acuerdo en parte	12	25,0	29,2
Totalmente de acuerdo	34	70,8	100,0
Total	48	100,0	

De hecho, como se muestra en la tabla 30, el 31.3% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica ayudaría en parte a desarrollar destrezas cognitivas, esto es la posibilidad de movilizar hacia la práctica los contenidos, los procedimientos y la dimensión valorativa-actitudinal. En

cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 68.8%, que dicha propuesta ayudaría totalmente a desarrollar destrezas cognitivas tales como: caracterizar, argumentar, secuenciar, analizar, sintetizar, representar, transmitir información gráfica y textual, y resolución de problemas. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (68.8%) y “de acuerdo en parte” (31.3%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las tres primeras categorías: totalmente en desacuerdo, desacuerdo en parte e indeciso. Podemos generalizar que el 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica ayudaría a desarrollar destrezas cognitivas, que no son más que expresiones del saber hacer que caracterizan el dominio de la acción.

**Tabla 30**

**El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a desarrollar destrezas cognitivas tales como: observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
De acuerdo en parte	15	31,3	31,3
Totalmente de acuerdo	33	68,8	100,0
Total	48	100,0	

Efectivamente, como se muestra en la tabla 31, el 2.1% del 100% de docentes encuestados perciben ni a favor ni en contra de que la nueva guía de enseñanza bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica favorecería la creación de patronatos escolares -dirigidos por docentes con experiencia en este ramo- que velen por el equilibrio o balance energético de la tierra, en particular de su localidad, básicamente realizar un conjunto de actividades sociales tales como: capacitación pedagógicas, consultorías e interventorías integrales y toda esa diversidad en general para evitar las alteraciones provocadas por el propio hombre –antropógeno, el 39.6% percibe que la propuesta pedagógica bajo el enfoque ecológico y de salud de la química inorgánica favorecería la creación de dichos patronatos escolares. En cambio, hay mayor nivel de percepción favorable, un 58.3%, que percibe que dicha propuesta favorecería totalmente la creación de patronatos escolares que custodien el balance energético de su entorno tratando de minimizar en lo posible el impacto medioambiental de las actividades humanas que las ponen en riesgo. El desafío de los patronatos escolares es contar al menos con las siguientes políticas básicas: cumplir con los requerimientos legales medioambientales del país, fomentar un lugar de trabajo con responsabilidad en la conservación de los recursos medioambientales, solicitar apoyo a organizaciones externas

para canalizar las iniciativas medioambientales asumidas por el patronato a través de donaciones y patrocinios, e informar sobre el desempeño de la comunidad con respecto al medio ambiente por lo menos una vez al año. Por tanto, las categorías que se establecen en este ítem en orden decreciente son: “totalmente de acuerdo” (58.3%), “de acuerdo en parte” (39.6%) e “indeciso” (2.1%). No existe ninguna valoración de la percepción de la propuesta pedagógica sobre este ítem en las dos primeras categorías: totalmente en desacuerdo y desacuerdo en parte. Podemos generalizar que el 97.9% del 100% percibe a lo menos “de acuerdo en parte” que la nueva propuesta pedagógica favorecería la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad, considerando los requerimientos de la Ley General del Ambiente del Perú –Ley N° 28611 concernientes al aprovechamiento sostenible de los recursos humanos, conservación de la diversidad biológica, calidad ambiental, y responsabilidad por el daño ambiental entre otros aspectos.

**Tabla 31**

**El enfoque ecológico y de salud de la química y, su propuesta pedagógica favorecería la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Indeciso	1	2,1	2,1
De acuerdo en parte	19	39,6	41,7
Totalmente de acuerdo	28	58,3	100,0
Total	48	100,0	

## 6.6. Análisis de correlación de Spearman

Siendo que las proposiciones de la escala de valoración son variables ordinales aplicaremos el coeficiente de correlación de Spearman para establecer el nivel de asociación entre dichas variables, cuyas distribuciones de datos no requieren pruebas de normalidad ya que no necesita o el requisito de que se comporten normalmente.

Se calcula en base a una serie de rangos asignados. Tal como en Pearson, los valores van de - 1 a 1, siendo 0 el valor que indica no correlación, y los signos indican correlación directa e inversa. Para calcular el coeficiente de Spearman de cada variable con las demás usaremos el paquete estadístico SPSS versión 24.

**Tabla 32**

**Correlaciones bivariadas entre los criterios de evaluación de la guía**

Elementos	Rho de Spearman	Elementos				
		Motivadores	Innovadores	Actitudinales	Didácticos	Asociativos
<b>Motivadores</b>	Coeficiente de correlación	1,000	0,412**	0,485**	0,474**	0,548**
	Sig. (unilateral)	.	0,002	0,000	0,000	0,000
	N	48	48	48	48	48
<b>Innovadores</b>	Coeficiente de correlación	0,412**	1,000	0,421**	0,360**	0,281*
	Sig. (unilateral)	0,002	.	0,001	,006	0,027
	N	48	48	48	48	48
<b>Actitudinales</b>	Coeficiente de correlación	0,485**	0,421**	1,000	0,286*	0,327*
	Sig. (unilateral)	0,000	0,001	.	,024	0,012
	N	48	48	48	48	48
<b>Didácticos</b>	Coeficiente de correlación	0,474**	0,360**	0,286*	1,000	0,471**
	Sig. (unilateral)	0,000	0,006	0,024	.	0,000
	N	48	48	48	48	48
<b>Asociativos</b>	Coeficiente de correlación	0,548**	0,281*	0,327*	0,471**	1,000
	Sig. (unilateral)	0,000	0,027	0,012	0,000	.
	N	48	48	48	48	48

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

Solo discutiremos las correlaciones bivariadas más significativas al nivel 0.01, a las que no les haremos ninguna prueba ya que no necesita cumplir supuestos:

El coeficiente de correlación de Spearman de:

Elementos motivadores con elementos innovadores = 0.412

Elementos motivadores con elementos actitudinales = 0.485

Elementos motivadores con elementos didácticos = 0.474

Elementos motivadores con elementos asociativos = 0.548

Elementos innovadores con elementos actitudinales= 0.421

Elementos innovadores con elementos didácticos= 0.360

Elementos innovadores con elementos asociativos= 0.281

Elementos actitudinales con elementos didácticos= 0.286

Elementos actitudinales con elementos asociativos= 0.327

Elementos didácticos con elementos asociativos= 0.471

Para saber si la correlación es o no significativa se utiliza la hipótesis nula como estrategia o medio para probar la hipótesis alternativa. Cuanto menor sea el valor de  $p$  tanto menor confianza ofrecerá  $H_0$  y ésta tenderá a ser rechazada; mientras que si  $p$  es grande,  $H_0$  será aceptada; cuando se rechaza la hipótesis nula decimos que el contraste es significativo.

$H_0$ : El coeficiente de correlación entre el par de variables es nulo ( $r_s = 0$ )

$H_1$ : El coeficiente de correlación entre el par de variables no es nulo ( $r_s \neq 0$ )

Regla de decisión:

*Si  $p > \alpha$  se acepta  $H_0$*

*Si  $p < \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$*

### **6.6.1. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y actitudinales**

Se busca conocer si existe relación entre estas dos variables: Elementos Motivadores y elementos Actitudinales reflejadas en la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química. Como puede deducirse del examen visual de la tabla de correlaciones, para un nivel de significación del 1% y  $p = 0.00 < 0.05 = \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , obteniéndose una correlación cuyo valor es  $r_s=0.485$  que indica una correlación positiva media, es decir en el contexto de un aprendizaje bajo el enfoque ecológico y de la salud involucrará a una mayor motivación para la participación, mayor será el desarrollo de actitudes y destrezas sociales. Esto puede explicarse porque con los elementos motivadores de participación se incrementa la iniciativa y compromiso con las tareas de conservación y restauración del medio ambiente y del cuidado de la salud.

### **6.6.2. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y didácticos**

Lo que se quiere notar es si existe relación entre estas dos variables: Elementos Motivadores y Elementos Didácticos reflejadas en la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química. Como puede deducirse del examen visual de la tabla de correlaciones, para un nivel de significación del 1% y  $p = 0.00 < 0.05 = \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , obteniéndose una correlación cuyo valor es  $r_s=0.474$  que indica una correlación positiva media, es decir en el contexto de un aprendizaje bajo el enfoque ecológico y de la salud implicará a una mayor motivación para la participación,

mayor será el desarrollo de destrezas cognitivas. Esto puede explicarse porque con los elementos motivadores de participación se incrementa la iniciativa y compromiso con las operaciones cognitivas de observación, análisis, síntesis, deducción e inducción.

### **6.6.3. Análisis de la correlación entre elementos motivadores y asociativos**

Se trata de saber si existe relación entre estas dos variables: Elementos Motivadores y elementos Asociativos reflejados en la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química. Como puede deducirse del examen visual de la tabla de correlaciones, para un nivel de significación del 1% y  $p = 0.00 < 0.05 = \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , obteniéndose una correlación cuyo valor es  $r_s=0.548$  que indica una correlación positiva media, es decir en el contexto de un aprendizaje bajo el enfoque ecológico y de la salud implicará a una mayor motivación para la participación, mayor será el favorecimiento de la creación de patronatos escolares. Esto puede explicarse porque con los elementos motivadores de participación se incrementa la iniciativa y la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad.

### **6.6.4. Análisis de la correlación entre elementos innovadores y actitudinales**

Se trata de saber si existe relación entre estas dos variables: Elementos Innovadores y elementos Actitudinales reflejadas en la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química. Como puede deducirse del examen visual de la tabla de correlaciones, para un nivel de significación del 1% y  $p = 0.001 < 0.05 = \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , obteniéndose una correlación cuyo valor es  $r_s=0.421$  que indica una correlación positiva media, es decir en el contexto de un aprendizaje bajo el enfoque ecológico y de la salud involucrará a una mayor contextualización y aprendizaje desarrollador de la química se incrementará la formación de actitudes y destrezas sociales. Esto puede explicarse porque con los elementos innovadores de aprendizaje se incrementa la iniciativa y compromiso con las tareas de conservación y restauración del medio ambiente y del cuidado de la salud.

### **6.6.5. Análisis de la correlación entre elementos didácticos y elementos asociativos**

Lo que se quiere notar es si existe relación entre estas dos variables: Elementos Didácticos y Elementos Asociativos reflejadas en la escala de valoración de la percepción del aprendizaje de la química. Como puede deducirse del examen visual de la tabla de

correlaciones, para un nivel de significación del 1% y  $p = 0.00 < 0.05 = \alpha$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , obteniéndose una correlación cuyo valor es  $r_s=0.471$  que indica una correlación positiva media, es decir en el contexto de un aprendizaje bajo el enfoque ecológico y de la salud implicará a un mayor grado de elaboración de estrategias propias de aprendizaje de la química, mayor será el nivel de favorecimiento de la creación de patronatos escolares. Esto puede explicarse porque con la elaboración de nuevas propuestas, al ser propuestas propias, se incrementará de igual modo el aspecto creativo en la formación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad.

### 6.7. Conclusiones del capítulo

1. Existe una correlación positiva media ( $r_s = 0.485$ ) entre los elementos motivadores y elementos actitudinales en el sentido de que a una mayor motivación para la participación, habrá un mayor desarrollo de actitudes y destrezas sociales con respecto a la conservación y restauración del medio ambiente y cuidado de la vida bajo la propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica cotidiana.
2. Existe una correlación positiva media ( $r_s = 0.474$ ) entre los elementos motivadores y elementos didácticos en el sentido de que a una mayor motivación para la participación, habrá un mayor desarrollo de destrezas cognitivas tales como observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir bajo la propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica cotidiana.
3. Existe una correlación positiva media ( $r_s = 0.548$ ) entre los elementos motivadores y elementos asociativos en el sentido de que a una mayor motivación para la participación, habrá un mayor favorecimiento de la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad bajo la propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica cotidiana.
4. Existe una correlación positiva media ( $r_s = 0.421$ ) entre los elementos innovadores y elementos actitudinales en el sentido de que a una mayor contextualización y aprendizaje desarrollador de la química, habrá un mayor incremento en la formación de actitudes y destrezas sociales tales como empatía, iniciativa y compromiso con las tareas bajo la propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica cotidiana.

5. Existe una correlación positiva media ( $r_s = 0.471$ ) entre los elementos didácticos y elementos asociativos en el sentido de que a una mayor grado de elaboración de estrategias propias de aprendizaje de la química, habrá un mayor favorecimiento de la creación de patronatos que velen por el equilibrio energético de su localidad bajo la propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica cotidiana.

## CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo documental nos planteamos indagar tres aspectos que fundamentan el aprendizaje de los estudiantes: 1) las creencias, enfoques filosóficos, objeto y carácter sobre la contextualización de la enseñanza de la ciencia y tecnología, 2) los diferentes enfoques o modelos didácticos para la enseñanza de la ciencia y tecnología, en particular de la química inorgánica y de la tecnología de la química, y 3) las diversas estrategias de enseñanza de la química en el nivel de educación secundaria, todo esto con el propósito de mostrar una visión global del avance pedagógico de la enseñanza de la química, y que sirvieron de base en la elaboración de la guía pedagógica desde el enfoque ecológico y de salud

En el desarrollo de la investigación nos encontramos con el hecho de que algunos de los aspectos analizados superaban en sí su acotación en un determinado apartado o capítulo, mientras que otras cuestiones que por su interés- podrían haber sido objeto de un capítulo completo aparecían, más o menos difuminadas, a lo largo de todo el trabajo, como puede ser el caso de las competencias de aprendizaje. Por esto, en lugar de presentar las conclusiones en relación con cada uno de los capítulos, intentaremos organizarlas en torno a una serie de ejes guía que reflejen las aportaciones más relevantes de la investigación con respecto a las distintas cuestiones planteadas y consideradas en la propuesta pedagógica:

1. La propuesta de la guía “estrategias de aprendizaje para el trabajo pedagógico del área curricular de química inorgánica en el nivel secundario desde el enfoque ecológico y de salud incluye el componente tecnológico no solo desde su modo de operar sino desde una perspectiva ideológica capaz de influir en la actividad creativa, en la actividad evaluativa del impacto medioambiental del uso de artefactos y sistemas tecnológicos que la ponen en riesgo, y además responder al desafío de los patronatos escolares de contar al menos con las siguientes políticas básicas: cumplir con los requerimientos legales medioambientales del país, fomentar un lugar de trabajo con responsabilidad en la conservación de los recursos medioambientales, solicitar apoyo a organizaciones externas para canalizar las iniciativas medioambientales asumidas por el patronato a través de donaciones y patrocinios, e informar sobre el desempeño de la comunidad con respecto al medio ambiente por lo menos una vez al año.

2. Se ha argumentado a favor de la necesidad de integración de cuatro espacios en la enseñanza de las ciencias, que se han ensayado, en parte, de forma separada hasta el momento: la enseñanza basada en la contextualización, la basada en la modelización y la basada en la indagación. A estos tres espacios hemos agregado en la propuesta pedagógica una cuarta, el espacio de la educación en valores. Sin embargo, es necesario continuar investigando y explorando formas de mayor integración de estos cuatro espacios para conseguir una enseñanza de la química inorgánica más significativa, auténtica y relevante.
  
3. En la investigación hemos tratado de resumir los diversos enfoques a la enseñanza de la ciencia: 1) la enseñanza tradicional de la ciencia, 2) la enseñanza por descubrimiento, 3) la enseñanza expositiva, 4) la enseñanza mediante el conflicto cognitivo, 5) la enseñanza mediante la investigación dirigida, y 6) la enseñanza por explicación y contrastación de modelos. En los enfoques desarrollados se observa una aceptación creciente de los supuestos y metas constructivistas, también un patrón vacilante en su desarrollo, un continuo ir y venir de propuestas de enseñanza expositiva y propuestas de enseñanza por descubrimiento o investigación. La tendencia es que los docentes aparentemente centran su labor de enseñanza en los enfoques tradicionales y expositivos, y los estudiantes centran su labor de aprendizaje en los enfoques por descubrimiento y por investigación dirigida. Ambas formas no son incompatibles. Lo ideal sería integrar ambas aproximaciones didácticas en enfoques que se centren tanto en el docente como en los estudiantes. En esta posición integradora los docentes requieren desarrollar labores bien diferentes – proveedor de información, modelo, entrenador, director de investigaciones, tutor, educador en valores y otros roles por inventar, atendiendo a esa complejidad, requieren del docente una actuación casi transformista, de continuo cambio de actividades didácticas y por consiguiente de labores docentes.
  
4. En el análisis de entender las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los estudiantes y el conocimiento científico que se les enseña conllevan diferentes planteamientos curriculares que conceden un rol distinto al trabajo con los conocimientos cotidianos y en las propias metas de la educación científica.

Podemos diferenciar cuatro concepciones o hipótesis claramente distintas: la compatibilidad, la incompatibilidad, la independencia entre las dos primeras formas, y la integración jerárquica entre los varios tipos de conocimiento. Según la última hipótesis, la activación contextual de teorías alternativas no es incompatible con la necesidad del cambio conceptual entendido como la construcción del conocimiento científico a partir del cotidiano. El asunto es que el estudiante construya nuevas estructuras conceptuales, que redescriba sus interpretaciones dentro de estructuras más complejas en el dominio de su materia.

5. Aprender química es no sólo dominar la gramática de la simbología y los procedimientos de la química, requiere también dominar la lógica y las estrategias de aprendizaje, utilizando las técnicas de búsqueda e incorporación de información, decodificación y comprensión, Estas habilidades deben enseñarse de manera clara en el contexto de un currículo dirigido a aprender a aprender.
  
6. En el análisis de los diferentes enfoques para la enseñanza de química, el asunto no es invalidar sus posiciones defendidas sino mejorarlas e integrarlas para la renovación del currículo. En este sentido, no existen buenas o malas formas de enseñar, sino adecuadas o no a unas metas y a unas condiciones dadas, por lo que cada docente debe ser quien asuma la responsabilidad del enfoque educativo que más se adecue a su concepción de aprendizaje de la ciencia.
  
7. Otro eje en la elaboración de la guía pedagógica fue considerar en la programación de la actividad, lecciones vivas que partieron de las realidades de la vida cotidiana. Tanto las actividades individuales como grupales están relacionados con aspectos cotidianos. También los problemas planteados a los estudiantes están relacionados con aspectos cotidianos, ignorando aquellos otros que resultan totalmente ficticios, con unas condiciones y datos arbitrarios. Es preciso que el estudiante realice por sí solo – orientado por el docente- todo el proceso de un aprendizaje desarrollador considerando causas, consecuencias y aplicación, que debe habituarse a construir el modelo de cambio conceptual, estableciendo las relaciones existentes en el fenómeno o hecho cotidiano estudiado.

8. Es evidente que parte de la propuesta de la guía pedagógica de aprendizaje de la química cotidiana muestra el dominio de una concepción inductivista del proceso de construcción del conocimiento científico reestructurado al nivel escolar, al poner el énfasis en la observación y experimentación, en “descubrir por sí mismo”, como actividades completamente autónomas, como los procesos esenciales de la actividad científica. Se reconoce la importancia de considerar la ciencia como un proceso más que como un producto acumulado de teorías, leyes o modelos.

## RECOMENDACIONES

A lo largo del estudio se han ido apuntando ideas que dejan abiertas nuevas vías de investigación. Algunas derivan directamente de aquellas cuestiones que esta tesis no alcanza responder; otras complementan los resultados obtenidos en el proceso de validación de la puesta en práctica de la guía didáctica, otros surgen al hilo de lo analizado en el proceso de investigación. A continuación, se apuntan las sugerencias de investigación futura; algunas confío en desarrollarse en algún momento, otras espero que motiven a otros investigadores a profundizar en ellas:

1. Un aspecto recurrente a lo largo de la presente investigación es la disputa entre lo que el docente quiere hacer y lo que efectivamente puede, en relación a los condicionantes de la práctica educativa. Es posible arriesgarse acerca de los aspectos que no han sido foco de esta tesis pero que se pueden considerar elementos estructurales que condicionan la práctica escolar desarrollada por los docentes, favoreciendo o dificultando la realización de ésta desde un enfoque holístico. Estos aspectos se han observado en la tesis, pero no de manera sistemática y por consiguiente se enuncian en esta sección como hipótesis de trabajo futuro: los aspectos contextuales externos al docente como individuo y a la propia institución, como son la formación de los docentes en las facultades de educación, los criterios de acceso a la labor docente y continuidad de la misma o los criterios de inducción y adscripción a las instituciones educativas
2. Otro aspecto que condiciona la práctica escolar son las creencias que el docente maneja acerca de los enfoques o modelos de enseñanza de la ciencia, de los logros escolares y las explicaciones que da al fracaso o éxito escolar, sus expectativas cerca de los estudiantes, su sentido de responsabilidad y compromiso con los logros escolares, las actividades que desarrolla en el aula entre otros condicionantes. Se plantea como prioridad profundizar en la comprensión y explicación de la vinculación entre sus creencias o teorías implícitas y los aspectos pedagógicos de la práctica educativa.

3. De cara a mejorar la propuesta pedagógica del acto educativo con una aplicación más clara o un carácter formativo o transformador mayor que esta propuesta, se sugiere perfeccionar la guía recurriendo a realizar investigaciones de carácter colaborativo con otros expertos en la enseñanza de la ciencia, formar tal vez redes de investigación en la que participen docentes investigadores de otras universidades.
4. Como tema de investigación, resulta de interés elaborar instrumentos de validación de los diferentes elementos que condicionan el aprendizaje de la química desde el enfoque ecológico y de salud. Surge la necesidad de estandarizar la escala propuesta de valoración de la percepción del aprendizaje de la química para contar un proceso sistemático para tal efecto.
5. Queda también con sugerencia de una futura investigación profundizar el estudio de las competencias científicas y tecnológicas claves que requieren alcanzar los estudiantes y que están asociadas fuertemente con las competencias cognitivas del aprendizaje de la química inorgánica bajo el enfoque ecológico y de salud humana.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Abraham, J. M. (1988). Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ), Vol. 1, prólogo.
- Abraham, J. M., Azar, M. L. y Segovia, R. F. (2002). Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ), Vol. 15, 207.
- Abusada, R. (2015). Crecimiento contracorriente. El Comercio. Año 176 – N° 89.049, A17
- Acevedo, J.A. (1997). ¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología. Revista Española de Física, 11(2), 8-11. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. En <http://www.campusoei.org>.
- Acevedo, J.A.; Vásquez, A.; Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 2, N° 3, 353-376.
- Aguirre, C. (2013) El uso de mapas conceptuales en química con alumnos de magisterio, el caso concreto de los enlaces químicos aplicando Cmaptools, Perú. p. 1-17 {En línea}. {26 de Mayo de 2013} disponible en: ([http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/mapas\\_conceptuales\\_en\\_quimica.p](http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/mapas_conceptuales_en_quimica.p))
- Aguilar C. M. (2008) Integración del Aprendizaje Basado en Problemas con el Aprendizaje Cooperativo para la enseñanza de la Química. Maracaibo. 151p.
- Alvarado, A. (2008) Efecto de tres estrategias de enseñanza centradas en procesos de pensamiento sobre el rendimiento estudiantil en estequiometría. Revista Educare. UPEL, 2008. Vol. 12. No. 3. p. 1-16 {En línea}. {10 de Junio de 2013} disponible en: (<http://revistas.upel.edu.ve/index.php/educare/article/view/38>)
- Ariza Danilo L. 2010. Química general. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia.
- Baird, C. (2001). Química ambiental. Editorial Reverté, S. A., Barcelona.
- Baran, E.J. (1994). Química bioinorgánica. Editorial Mc Graw-Hill, Madrid.
- Boudia, S. (1997). El laboratorio Curie. En el corazón de una red de competencias. Mundo científico, 183, 845-849.
- Brady, J. E. (1985). *Química básica: principios y estructura*. México D.F: Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Bunge, M. (1966). Technology as applied science. Technology and Culture, 7(3), 329-347.
- Bunge, M. (1969). La investigación científica. Su estrategia y su filosofía. Barcelona: Ariel.
- Alonso, M.; Gil, D. y Martínez Torregrosa, J. (1995) “concepciones docentes sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias”. Alambique.
- Alvarado, O. (2007). Cuatro hipótesis sobre la crisis educativa en el Perú. En [www.monografia.com](http://www.monografia.com)>Educación.

- Araújo, J. y Chadwick, C. (1975) Tecnología educacional- Teorías de instrucción.
- Arca, M. y Guidoni, P. (1989) “Modelos infantiles y modelos científicos sobre la morfología de los seres vivos”. Enseñanza de las Ciencias.
- Ausubel, D. P. (1973) “Some psychological aspects of the structure of Knowledge”. En S. Elam (ed.) Education and the structure of knowledge. III: Rand Macmillan. (Trad. Cast.: La educación y la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo, 1973).
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978) Educational Psychology. A Cognitive View, 2ª ed. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston (Trd. Cast. De M. Sandoval: Psicología Educativa, México: Trillas, 1983).
- Caamaño (2005): Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, núm. 46, pp. 5-8.
- Caamaño (2007): Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo, en Izquierdo, M.; Caamaño, A.; Quintanilla, M. (eds.): Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Caamaño (2011): La química en el bachillerato: por una química en contexto, en Caamaño, A. (coord.): Física y química. Complementos de formación disciplinar. Barcelona. Graó.
- Caamaño (2011a). Enseñar química a través de la contextualización, la modelización y la indagación. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 69, pp. 21- 34.
- Caamaño, A. (2013): Contextualización, indagación y modelización: tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. Textos de didáctica de la lengua y literatura, núm. 64, pp. 9-22. En línea: <https://dialnet.unirioja.es>.
- Cañal (2007): La investigación escolar hoy. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 52, pp. 9-19.
- Cardona, S.L. (2012). Propuesta metodológica para la enseñanza – aprendizaje de la nomenclatura inorgánica en el grado décimo empleando la lúdica. Tesis para optar el título de Magister en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.
- Casalderrey, M.L. (2003). La química en los crucigramas. Jornada monográfica sobre “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana” Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Castro Díaz-Balart, Fidel. Ciencia, innovación y futuro/ Fidel Castro Díaz-Balart. Ediciones Especiales, Instituto Cubano del Libro, Habana 2001; 507p.
- Clavell, I. R. (2003). La simulación o el juego de rol como estrategia para comunicar ciencia: Proyecto APQUA. Departament d’Ensenyament Generalitat de Catalunya.
- Cole, A. R. H. (2003). Chemistry for the citizen. En línea: <http://www.geochemresearch.com.au/chemistrycitizen.htm>.

- Chrobak, M. (2006). Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping* A. J. Cañas, J. D. Novak, Eds. San José, Costa Rica.
- De Ávila, Mario M. (2011). Química. Hidróxidos, clases de ácidos y sales. Diseño de las guías de formación Colegio del Rosario de Santo Domingo, pp. 8, 9.
- De Lacerda, L.D. y Salomons, W. (1998). Mercury from gold and silver mining: ¿A chemical time bomb? Editorial Springer, Alemania.
- De las Alas, E. (2003). La química y la vida. Jornada monográfica sobre “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana” Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- De la Torre, Villar Ernesto y Navarro de Anda, Ramiro (1990). Metodología de la investigación, bibliográfica, archivística y documental. Mc Graw-Hill, D.F. México.
- De Posada, J. M. (1997). Conceptions of high schoolstudents concerning the internalstructure of metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education*, 81 (4), 445–467.
- Del Carmen, L. (1996). El análisis y secuenciación de los contenidos educativos. Barcelona: Horsori.
- DGEBR (Dirección General de Educación Básica Regular) (2009). Lineamientos y estrategias generales para la supervisión pedagógica. Ayuda memoria sobre la interpretación de la Sistematización de los resultados de la “Encuesta sobre Supervisión Pedagógica en las Instancias Descentralizadas de Gestión Educativa”.
- Diario de la República. Edición Impresa del 23 de diciembre de 2009. Sección Tecnología. En línea: <http://larepublica.pe/>
- Díaz Barriga, F., Hernández, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, D.F.
- Díaz, H. (2014). Los tres problemas que existen en el sector educación del Perú. En el Comercio, Portafolio 07-03-2014.
- Díaz Marín, C.A. (2012). Prácticas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Universidad Nacional de Colombia.
- Dickson, T.R. (2000). Química-enfoque ecológico. Editorial Limusa, México.
- Duchsl, R.A. (1994) “Research on the history and philosophy of science”. En D. Gabel (ed) *Handbook of research on science teaching and learning*. Nueva York: Macmillan.
- Duckworth, E. (1979) “Either we’re too early and they can’t learn it or we’re too late and they know it already: the dilemma of applying Piaget”. *Harvard Educational Review*, 49 (3) (Trad. Cast. De J.I. Pozo en *Monografías de Infancia y Aprendizaje*, 1981).

- Duit, R. (1999) "Conceptual change. Approaches in science education". En: W. Schnotz; S. Vosniadou y M. Carretero (eds.) *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- Estany, A. (1990) *Modelos de cambio científico*. Barcelona: ed. Crítica.
- FAO (2015). Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. En línea: <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- Fernández, R. (2013) Una experiencia de aula extendida (presencial + virtual). La enseñanza de la química en el nivel secundario, Argentina. Documento consultado {En línea}. {26 de Mayo de 2013} disponible en: (<http://www.educacionmediatica.es/comunicaciones/Eje%202/Ram%C3%B3n%20Fern%C3%A1ndez%20Urretavizcaya.pdf>)
- Fleming, R.W. (1989). Literacy for a technological age. *Science Education*, 73(4), 391-404.
- Gagné, R. M: (1985) *The conditions of learning of instruction*. 4ª ed. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston. (Trad. cast. de R. Elizondo. *Las condiciones del aprendizaje*, México, D.F.: Trillas, 1987).
- Gallarreta S. y Merino G. (2013) Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo. Argentina. {En línea}. {18 de febrero de 2013} Disponible en: (<http://www.rieoei.org/deloslectores/1233Felipe.pdf>)
- Garai, C., Cuenca, J., López M. y Rubio, R. (1997). *La química de nuestro entorno*. Instituto para el desarrollo curricular y la formación del profesorado del país Vasco. Andalucía, Bilbao. ISBN: 84-89845-75-1.
- García, A., Garritz A. y Chamizo J.A. (2009). Enlace químico Una aproximación constructivista a su enseñanza, <http://andoni.garritz.com>
- García, J.E. (1995) *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- García Pérez, E.M. (2000). *Padres y Maestros: Cómo educar y por qué*. "Paquete Didáctico" para la enseñanza de modelos de aprendizaje y técnicas educativas, Bilbao: COHS.
- García Pérez, F.F. (1997) La didáctica como aplicación metodológica. *Con-Ciencia Social*, nº 1, p. 281-288.
- Gardner, P.L. (1997). The roots of technology and science: a philosophical and historical view. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1-2), 13-20.
- Garritz, A. y Chamizo, J. A., (2001). *Tú y la química*. México: Pearson Educación.
- Gil, D. (1993) "Psicología Educativa y Didáctica de las Ciencias. Los procesos de enseñanza/aprendizaje como lugar de encuentro". *Infancia y Aprendizaje*.
- Gil, D. (1994) "El currículo de ciencias en la educación obligatoria: ¿Área o disciplinas? ¡Ni lo uno ni lo otro!" *Infancia y Aprendizaje*.
- Gil, D. y Carrascosa, J. (1985) "Science learning as a conceptual and methodological change". *European Journal Science Education*.

- Gilbert, J.K. (1995). Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 15-24.
- Glynn, S. M. y Duit, R. (1995a) "Learning science meaningfully: constructing conceptual models". En S.M. Glynn y R. Duit (eds.) *Learning science in schools*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Gómez. D. (2006) Incorporación de las TICs al aula de química. Bogotá, 2006. *Studiositas*. Bogotá (Colombia). 1(1): p.18- 22. Documento consultado {En línea} {11 de abril de 2013}. Disponible en: (<http://regweb.ucatolica.edu.co/publicaciones/investigaciones/STUDIOSITAS/v1n1/Actualizarv1n1/ActStuTICs.pdf>)
- Gómez Gallardo, L.M., y Macedo Buleje, J. C. (2011). Hacia una mejor calidad de la gestión educativa peruana en el siglo XXI. *Investigación Educativa* Vol. 14 N° 26, 39-49 julio-diciembre 2010, ISSN 1728-5852.
- Gómez Crespo, M.A. (1996) "Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química". *Alambique*.
- Gutiérrez, R. (1989) "Psicología y aprendizaje de las ciencias: el modelo de Gagné. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Gutiérrez, R. (2004): La modelización y los procesos de enseñanza/aprendizaje. *Alambique*. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 42, pp. 8-18.
- Holman J. (2001). *Chemistry Education*. Vol 38, 10.
- Hurtado, J. (2007). *Fundamentación teórica y conceptual*. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela.
- IGER (2011). *Química I. Primer semestre Grupo Tacaná*. Obra producida por el Departamento de Redacción y Diseño para el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (IGER). Guatemala.
- Ihde, D. (1983). The historical-ontological priority of Technology over Science. En P. Durbin y F. Rapp (Eds.): *Philosophy and Technology*, pp. 235-252. Dordrecht: Reidel.
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2003). *Fer ciencia a través del llenguatge en N. Sanmartí (ed) Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciencia*. Ediciones 62, Barcelona.
- Joice, B. y Weil, M. (1978) *Models of teaching*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, (Trad. Cast. De R. Sánchez: *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya, 1985).
- Junta Administrativa de la Asociación General de la IASD; declaración sobre la mayordomía del medioambiente, difundida en la sesión del Concilio Anual celebrado en San José, Costa Rica, del 1° al 10 de octubre de 1996.
- Justi, R. (2011): Las concepciones de "modelo" de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. Una relación compleja y central en la enseñanza de las ciencias, en Caamaño, A. (coord.): *Didáctica de la física y química*. Barcelona. Graó.
- Justi, R. (2011a): *Contribucions de la investigació didàctica a l'ensenyament de la química basat en la modelització*. *Educació Química EduQ*, núm. 8, pp. 11-22.

- Kelter, P. B. y Castro Acuña, C. M. (2001). Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ), Vol. 13, 153.
- Kline, S.J. (1985). What is technology? Bulletin of Science, Technology, and Society, 5(3), 215-218.
- Kirshner, D. y Whiston, J.A. (eds.) (1997) Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives. Hillsdale, Erlbaum.
- Kuhn, D. (1991) The Skills of Argument. Cambridge: Cambridge University Press.
- Latour, B. (1987). Science in Action. How to follow scientists and engineers through society. Milton Keynes: Open University Press. Traducción de E. Aibar, R. Méndez y E. Peniso (1992): Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad. Barcelona: Labor.
- Latapí, P. (2003), ¿Cómo aprenden los maestros?, México, Secretaría de Educación Pública (Cuadernos de Discusión, 6).
- Layton, D. (1988). Revaluing the T in STS. International Journal of Science Education, 10(4), 367-378.
- Leclercq & Cabrera (2014). Ideas, inspirándose en Tardif (2006). Universidad de Lieja, Bélgica.
- Leclercq, D. (2016). Preguntas clave para evaluar el perfil de egreso, el programa y los cursos. III Encuentro Internacional Universitario: La evaluación de competencias en la educación superior. Encuentro PUCP lima Perú.
- Linares R. (2013) El uso de las analogías en los cursos del departamento de química de la universidad del Valle, Cali 2005 {En línea}. {18 de marzo de 2013} Disponible en:  
([http://objetos.univalle.edu.co/files/El\\_uso\\_de\\_analogias\\_en\\_los\\_cursos\\_del\\_dpto\\_de\\_quimica\\_de\\_univalle.pdf](http://objetos.univalle.edu.co/files/El_uso_de_analogias_en_los_cursos_del_dpto_de_quimica_de_univalle.pdf))
- López, M. y Morcillo J. (2007) Las TIC en la enseñanza de la biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. En Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, N°3, 2007, p. 562-576 Bibliografía 77.
- López Rejas, J. (2002). El Cultural (Diario el Mundo), 26 de diciembre, 56-57.
- Martín Díaz, M.J.; Gutiérrez Julián, M.S.; Gómez Crespo, M.A. (2011): Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la alfabetización científica, en Caamaño, A. (coord.): Física y química. Complementos de formación disciplinar. Barcelona. Graó.
- McLuhan, M. (2003), Understanding media: The extensions of man, Corte Madera (Canadá): Gingko Press.
- Moreira M.A. (2010) Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. En Revista Currículum, 2010, p. 9-23
- Moreira, M. y Novak, J.D. (1988) “Investigación en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell”. Enseñanza de las Ciencias, 6 (1).

- Mortimer, E. (1995) "Conceptual change or conceptual profile change?" *Science & Education*.
- Nahum, T. L., Krajcik, J., Mamlok-Naaman, R. & Hofstein, A. (2006). Developing a new teaching approach for the chemical bonding concept aligned with current scientific and pedagogical knowledge, A paper presented at the NARST conference 2006 (National Association for Research in Science Teaching), April, San-Francisco.
- Navia, C. y Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Archivos de Neurociencias*, Vol.16(No. 3), 140 -147.
- Niemeyer, B. (2013). El aprendizaje situado: una oportunidad para escapar del enfoque del déficit. *Revista de Educación*, 341. Septiembre-diciembre 2006, pp. 99-121
- Niiniluoto, I. (1997). Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad? *Arbor*, 620, 285-299.
- Nordberg, G. (2012). Metales: propiedades químicas y toxicidad. En J. Stellmen, & OIT (Ed.), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. 4).
- Novak, J. D. (1977) *A theory of education*. Cornell: Cornell University Press. (Trad. cast. de C. del Barrio y C. González: *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza, 1982).
- Novak, J. D. (1985) "Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn". En L.H.T. West y A.L. Pines (eds.) *Cognitive structure and conceptual change*. Orlando: Academic Press.
- Novak, J.D. (1995) "Concept mapping a strategy for organizing knowledge". En S.M. Glynn y R. Duit (eds.) *Learning science in schools*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Novak, J.D. y Gowin, B.D. (1984) *Learning to learn*. Cambridge University Press. (Trad. cast. De J.M. Campanario y E. Campanario: *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 1998).
- Novoa Becerra, Y. (2011) *Estrategias basadas en el uso de las TICs como herramienta para la enseñanza de la estequiometría*. Andreina. Universidad de los andes. Bogotá.
- Oficina de Medición de la calidad de los aprendizajes. (2015) *¿Cuánto aprenden nuestros estudiantes en las competencias evaluadas? Resultados de la Evaluación censal de estudiantes (ECE) 2015 2º grado de secundaria*.
- Ogborn, J.; Kress, G.; Martins, I. y McGillikuday, K. (1996) *Explaining science in the classroom*. Londres: Open University Press. (Trad. cast. de R. Llavori: *Formas de explicar*. Madrid: Santillana, 1998).
- Oliva, J. M., Aragón, M. M., Mateo, J. y Bonat, M. (2001) Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 453 – 470.
- Pacey, A. (1983). *The Culture of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción de R. Ríos (1990): *La cultura de la Tecnología*. México DF: FCE.
- Pacey, A. (1999). *Meaning in Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Peterson, R. F., Treagust, D. F. y Garnett, P. J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade 11 and 12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 301–314.
- Petrópolis, Brasil:Vozes. (Trad. Cast. De S Rodríguez y P. Aguilera: Tecnología educacional. Teorías de Instrucción. Barcelona: Paidós, 1988).
- Piaget, J. (1970) *L'épistemologie génétique*. Paris:PUF. (Trad. Cast.: La epistemología genética. Barcelona: A. Redondo, 1970).
- Piaget, J. (1975) *L'équilibration des structures cognitives*. París:PUF. (Trad. cast. de E. Bustos: La equilibración de las estructuras cognitivas. Madrid: Siglo XXI, 1978).
- Porlán, R. y Martín Toscano, J. (1991). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla, Díada.
- Posner, F.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982) "commodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education*. 66 (2).
- Pozo, J.I. (1987) *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor.
- Pozo, J.I. (1992) "El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos". En: C. Coll; J.I. Pozo; B. Sarabia y E. Valls: *Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.
- Pozo, J.I. (1996a) *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza/Psicología Minor.
- Pozo, J.I. (1997a) "El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico". En: M.J. Rodrigo y J. Aray (eds.) *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Pozo, J.I. (1999a) "Aprendizaje de contenidos y desarrollo de capacidades en la Educación Secundaria". En C. Coll (ed.) *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M.A. (1966) "El asesoramiento curricular ed. Ciencias de la Naturaleza". En: Monereo, C. y Solé, I. (eds.) *El asesoramiento psicopedagógico: Una perspectiva profesional y constructivista*. Madrid. Alianza Editorial.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M.A.; Limón, M. y Sanz, A. (1991) *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los alumnos sobre la química*. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC.
- Pozo, J.I.; Scheuer, N.; Meteos, M. y Pérez Echeverría, M.P. (1998) *Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas*. Informe de investigación no publicado. Proyecto Alfa, Comisión Europea. Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (2013) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., y Monereo, C. (1999). *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI, Santillana.

- Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). (2014). Oficina de Prensa e Imagen Institucional del PCM. Lima, Perú. En línea en: <http://www.pcm.gob.pe/>
- Price, D.J. De Solla (1965). Is Technology Historically Independent of Science? A Study in Statistical Historiography. *Technology and Culture*, 6, 553-568.
- Price, D.J. De Solla (1972). Science and technology: Distinctions and interrelationships. En R. Barnes (Ed.), *Sociology of science* (pp. 166-180).
- Puigvert, M. T.; Corominas, J.; Llaveria, A.; y Caamaño, A. (2002). La química del color i de les medicines: l'aproximació Salters a la química del batxillerat, Actes del VI Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Natura, pp. 500-502, Balaguer.
- PUJ (2013) Pontificia Universidad Javeriana. Consulta de página web, {En línea}. {18 de Marz de 2013} disponible en: ([http://cmap.javeriana.edu.co/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1267145561035\\_571840495\\_2860](http://cmap.javeriana.edu.co/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1267145561035_571840495_2860))
- Ramírez Guija, J. (2016). Planetario y Observatorio Astronómico de Lima. En línea: [www.apa.com.pe/](http://www.apa.com.pe/)
- Ramírez, J.L.; Gil, D. y Martínez Torregrosa, J. (1994) La resolución de problemas de física y de química como investigación. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC.
- Richards, S. (1983). *Philosophy and Sociology of Science*. Oxford: Basil Blackwell. Traducción de H. Alemán (1987): *Filosofía y Sociología de la Ciencia*. México DF: Siglo XXI.
- Rodrigo, M. J. y Arnay, J. (eds.) (1997) *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Rosegger, 1980. Citado por Castro (2001). Castro Díaz-Balart, Fidel. *Ciencia, innovación y futuro/ Fidel Castro Díaz-Balart*. Ediciones Especiales, Instituto Cubano del Libro, Habana 2001; 507 p.
- Sabogal, P. (2012). Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología Parque de la Imaginación. En línea: [informes@elparquedelaimaginacion.com.pe](mailto:informes@elparquedelaimaginacion.com.pe)
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas, en F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 239-266, Editorial Marfil, Alcoy España.
- Sanmartín, J. (1990). *Tecnología y futuro humano*. Barcelona: Anthropos.
- Schunk, D. H. (1991) *Learning theories. An educational perspective*. Nueva York: Macmillan. (Trad. Cat. De J. F. Dávila: *Teorías del aprendizaje*. México: Prentice-Hall, 1997).
- Solsona, N. (2001). *Cuadernos de pedagogía*, 299, 40-43.
- Solsona, N. (2003) *La cocina, en el laboratorio de la vida cotidiana*. Jornada monográfica sobre "Didáctica de la Química y Vida Cotidiana" Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

- Solsona, N., Izquierdo, M. y de Jong, O. (2003). *Int. J. Sci. Educ.* Vol 25, 1, 3-12.
- Spallholz, J.E., Boylan, L.M. y Driskell, J.A. (1999). *Nutrition chemistry and biology*. Editorial Springer, Alemania.
- Stavridou, H. y Solomonidou, C. (1998). *Int. J. Sci. Educ.*, Vol. 20(2), 205.
- Staudenmaier, J.M. (1985). *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*. Cambridge, MA: Society for the History of Technology & MIT Press.
- Storer, N. (1966). *The Social System of Science*. New York: Holt, Rineheart & Winston.
- Strike, K. y Posner, G. (1992) "A revisionist theory of conceptual change". En R.A. Duchsi y R.J. Hamilton (eds.) *Philosophy of science, cognitive psychology and educational practice*. Albany, Nueva York: State University of New York Press.
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond, *Education in Chemistry*, 31(4) 100–103.
- Taber, K. S. (1997a). *Understanding Chemical Bonding*. Tesis de doctorado no publicada. Inglaterra: Instituto Roehampton, Universidad de Surrey.
- Taber, K. S. and Coll, R. (2002) *Chemical Bonding*, in Gilbert, J. K. et al., (editors) *Chemical Education: Research-based Practice*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers BV, pp.213-234
- UPEL (2006) *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas. Autor
- Valdés, P.; Valdés, R.; Guisasola, J. y T. Santos (2002). Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 101-128. En <http://www.campusoei.org>.
- Valenzuela, C. (1999). *Introducción a la química inorgánica*. Editorial Mc Graw-Hill.
- Valero-García, M. y Navarro, J.J. (2008). Diez metáforas para entender y explicar el nuevo modelo docente para el EEES. *Revista d'innovació educativa*, Universidad de Valencia, No. 1 (2008) 2.
- Vygotski, L. S. (1934) *Myshlenie i rech.* (Trad. cast. de M.M. Rotger: *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade, 1977).
- Wagensberg, J. (1993) "Sobre la transmisión del conocimiento científico y otras pedagogías" *Substratum*.
- Wellington, J. (ed.) (1989) *Skills and processes in science education*. Londres: Routledge.
- Wenger, E. (2001), *Comunidades de práctica: Aprendizaje, significado e identidad*, Ediciones Paidós Ibérica, S.A., Cap. 2, pp. 99 -114.
- White, Elena G. (2008). La educación 26,27. En línea: <http://www.jovenes-cristianos.com/>
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies. The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción de J. Beltrán Ferrer (1986): *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Ariel.

## ANEXO

### A. ESCALA DE VALORACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

Estimado docente, la presente escala tipo Likert tiene el objeto recabar información para elaborar una propuesta pedagógica de aprendizaje de la química inorgánica desde su utilidad para la calidad de vida, tanto exógena como endógena del ser humano.

#### DATOS GENERALES

Sede:  Juliaca  Tarapoto  Lima

Facultad en la que está adscrita:

Especialidad:

Antigüedad en la docencia:

A continuación, se presentan una serie de proposiciones pidiéndoles que indique, marcando con un X en donde considere correcto (TD = Totalmente correcto, DP= Desacuerdo en parte, I = Indeciso, AP = De acuerdo en parte y TA = Totalmente de acuerdo).

N°	PROPOSICIONES	TD	DP	I	AP	TA
1	El enfoque ecológico y de salud de química y, su propuesta pedagógica se convertirá en elementos motivadores que estimulan la participación de los estudiantes.					
2	En enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a despertar la curiosidad e interés sobre los conceptos químicos.					
3	El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a introducir innovaciones en el proceso de aprendizaje de la química.					
4	El enfoque ecológico y de salud de la química contribuiría a que el aprendizaje de la química sea más contextualizado y pragmático.					
5	El enfoque ecológico y de salud de la química estimularía un aprendizaje desarrollador, esto es, a explicar las causas, consecuencias y su aplicación a nuevas situaciones.					
6	El enfoque ecológico y de salud de la química contribuiría en la formación de actitudes de conservación y restauración del medio ambiente y cuidado de la vida.					
7	El enfoque ecológico y de salud de la química desarrollaría destrezas sociales tales como responsabilidad, participación social, empatía, iniciativa y compromiso con las tareas.					
8	El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a elaborar a los estudiantes estrategias propias de aprendizaje.					
9	El enfoque ecológico y de salud de la química ayudaría a desarrollar destrezas cognitivas tales como: observar, analizar, sintetizar, deducir e inducir.					
10	El enfoque ecológico y de salud de la química, su propuesta pedagógica favorecería la creación de patronatos escolares que velen por el equilibrio energético de su localidad.					