



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(MADEMS)**

FACULTAD DE QUÍMICA

Secuencia didáctica para la enseñanza de los temas *Reacción química y Energía química* con herramientas digitales para la Educación Media Superior

TESIS

Que para optar por el grado de Maestra en Docencia para la Educación Media Superior

PRESENTA

Verónica María López Pérez

**Tutor: Dr. Plinio Jesús Sosa Fernández
Facultad de Química**

**Comité tutor:
Dra. Glinda Irazoque Palazuelos
Facultad de Química**

**Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez
Facultad de Estudios Superiores Acatlán**

Ciudad Universitaria, CD. MX.

Septiembre 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Dedicatorias y agradecimientos

- A mis padres, Edmundo y Teresita, con mucho amor y agradecimiento por su presencia incondicional en todos los momentos de mi vida
- A mis hermanos, Leticia y César, por ser mis compañeros y maestros de vida.
- A mis sobrinos, especialmente a Bruno, que me impulsa a ser mejor y a ver la vida con alegría.
- A mi amado compañero de vida, el Dr. Germán Isauro Garrido Fariña, a quien admiro profundamente, por ser mi inspiración para crecer, seguir aprendiendo y cuidarme más.
- A mi querido Dr. Plinio Jesús Sosa Fernández, por ser tutor, guía, amigo, colega y un maestro en toda la extensión de la palabra. Gracias por su disposición para acompañarme en este camino.
- A la Dra. Glinda Irazoque Palazuelos por sus enseñanzas siempre asertivas y cariñosas.
- A la Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez por sus puntuales aportaciones en el campo de la docencia y la psicopedagogía.
- A la Dra. Ma. Del Pilar Segarra Alberú por transmitirme su amor por la docencia y la Física y por ser un ejemplo de persistencia.
- A la Dra. Miriam Aidé Castillo Rodríguez por sus enseñanzas y su amor por la didáctica de la química.
- A la Mtra. Nadia Teresa Méndez Vargas por prestarme al fabuloso, excelente y dispuesto grupo 166-A (266-A) para hacer mis 26 horas de práctica docente, pero sobre todo por su constante compañía, disposición, cariño, amistad y asertividad para compartirme sus puntos de vista, sin los cuales este trabajo no hubiera sido posible. Es una fortuna contar con una verdadera maestra que enaltece la docencia y que lleva la bandera MADEMS con tanto orgullo y vocación. Mi sincero reconocimiento y admiración.
- A la Dra. Flor de María Reyes Cárdenas por todas sus enseñanzas, apoyo y presencia a lo largo de toda la maestría.
- Al Dr. José Antonio Chamizo Guerrero, por compartir su sabiduría, por enseñarme tanto a través de sus múltiples bibliografías y despertar en mí el amor y el interés por la historia y filosofía de la química (para allá vamos al doctorado).
- Al Dr. Andoni Garritz Ruiz, porque aunque no lo conocí físicamente, desde hace mucho tiempo ha sido una influencia importante en mi docencia y en mi manera de comprender a la química. Gracias por los breves encuentros por correo. Un abrazo hasta el cielo.
- Al Dr. Vicente Talanquer Artigas, por tantas aportaciones que ha hecho a este campo de la docencia de la química que me han formado, sin ser su alumna en aula, y también por su generosidad para compartirme material cuando lo contacté.
- *In memoriam*: Dra. Araceli Sánchez de Corral, mi directora de tesis de licenciatura, con quien aprendí desde aquel entonces a amar a la química como vocación y a la docencia como camino de vida. Gracias por tantas lecciones. Mi admiración y reconocimiento eternos.
- A mis profesores de la maestría por su entrega y vocación por la docencia, en especial al Mtro. Rufino Trinidad Velasco y la Dra. Beatriz Eugenia García Rivera.
- A mis compañeros en este camino: Eli, Nadi, Pao, Ale, Daf, Rox y todos los que se anexaron en el camino.
- A mis amigos de vida, que se han vuelto parte de mi familia, por sus porras y su presencia. No quiero omitir a ninguno, pero saben quiénes son.
- A mí misma, por darme la oportunidad de continuar aprendiendo, sin importar que hayan pasado más de 20 años de haberme titulado de la licenciatura..





Resumen

En este trabajo se presenta una secuencia didáctica planeada y ejecutada con ayuda de diversos recursos y plataformas digitales en el marco de la pandemia por SARS-CoV-2.

Inicia con el marco teórico que está dividido en dos partes: el análisis pedagógico y el análisis didáctico. En el primero, se consideran dos componentes: los estudiantes y los docentes como protagonistas del proceso educativo y la asignatura como el escenario educativo en el que se desenvuelve la interacción de dichos componentes humanos. La segunda parte incluye un breve estudio de la enseñanza de la química para dar lugar a la planeación de una secuencia didáctica considerando el enfoque psicopedagógico constructivista, así como las aportaciones David Ausubel, Lev Vygotsky y Jean Piaget.

La tercera parte es la secuencia didáctica en sí. Comienza con una breve descripción de la institución en donde se llevó a cabo (Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur) así como la ubicación de la asignatura en el programa de estudios vigente. Posteriormente se muestra el diseño de la secuencia didáctica que se planeó en un principio.

En la cuarta parte, se analizan los resultados obtenidos a partir de las clases que se impartieron siguiendo la secuencia. Se muestra lo que se hizo, sesión por sesión, y donde es necesario se muestran los resultados de las actividades planteadas. La quinta parte presenta conclusiones, recomendaciones y reflexiones finales. En la sexta parte, están las fuentes de consulta que se ocuparon tanto para la redacción de este trabajo como para las secuencias. En la última parte, están todos los anexos que incluyen capturas de pantalla de las presentaciones empleadas y las actividades completas.





Índice

Resumen	2
Índice	3
Índice de tablas	4
Índice de figuras	4
Objetivos.....	6
Justificación	7
1. Introducción.....	8
2. Marco teórico.....	14
2.1. Análisis pedagógico.....	15
2.1.1. Los estudiantes.....	16
2.1.1.1. Las concepciones alternativas	17
2.1.1.2. El cambio conceptual	26
2.1.1.3. La literacidad en química	32
2.1.2. Los docentes	34
2.1.2.1. El conocimiento pedagógico del contenido	34
2.1.2.2. La investigación–acción	47
2.1.2.3. La docencia reflexiva.....	50
2.2. Análisis didáctico	55
2.2.1. La química y su enseñanza	55
2.2.1.1. La planeación de una secuencia didáctica.....	55
2.2.1.2. El enfoque psicopedagógico de la secuencia	59
2.2.2.1. Constructivismo.....	59
2.2.2.2. El componente afectivo	78
2.3 El uso de la tecnología en la enseñanza de la química	83
2.3.1. Tipología de las TIC.....	86
2.3.2. Competencias desarrolladas con apoyo de las TIC	88
2.3.3. Más allá de las TIC	89
2.3.4. Modalidades de aprendizaje: de lo tradicional al <i>u-learning</i>	91
3. Secuencia didáctica	98
3.1. Análisis de la institución	99
3.1.1. Origen del Colegio	99
3.1.2. Misión	99
3.1.3. Filosofía	99
3.1.4. Modelo educativo.....	100
3.1.5. Ubicación de la asignatura	101
3.2. El diseño de la secuencia didáctica.....	101
3.2.1. Documento inicial de planeación de la secuencia didáctica	103
3.2.2. Modificaciones a la planeación.....	111
4. Análisis de resultados	113
4.1. Análisis de la secuencia	114
4.1.1. Análisis por sesión.....	115
Sesión 1	115
Sesión 2	129
Sesión 3	138
Sesión 4	141
Sesión 5	143
Sesión 6	150
Sesión 7	159
Sesión 8	168
Sesión 9	180
Sesión 10	181
5. Conclusiones, recomendaciones y reflexiones finales.....	191
5.1. Conclusiones.....	192
5.1.1. Secuencia didáctica reajustada	195





5.2. Recomendaciones.....	201
5.3. Reflexiones finales.....	201
6. Referencias.....	204
7. Anexos.....	214
Anexo 1.....	215
Anexo 2.....	216
Anexo 3.....	217
Anexo 4.....	219
Anexo 5.....	221
Anexo 6.....	222
Anexo 7.....	223
Anexo 8.....	225
Anexo 9.....	226
Anexo 10.....	227
Anexo 11.....	232
Anexo 12.....	233
Anexo 13.....	234
Anexo 14.....	236
Anexo 15.....	237
Anexo 16.....	239
Anexo 17.....	240
Anexo 18.....	241

Índice de tablas

Tabla 1. Concepciones alternativas de química derivadas del sentido común.....	19
Tabla 2. Clases de teorías del cambio conceptual.....	26
Tabla 3. Dimensiones del cambio conceptual aplicadas a la comprensión de la química.....	30
Tabla 4. Profesores novatos y expertos.....	39
Tabla 5 Preguntas del CoRe y componentes del CPC.....	42
Tabla 6. Aspectos de la investigación–acción.....	48
Tabla 7. Constructivismo de Piaget y de Vygotsky.....	62
Tabla 8. Generalizaciones motivacionales y principios de diseño.....	80
Tabla 9. Principios del aprendizaje significativo en el entorno del <i>u-learning</i>	96
Tabla 10. Recuento de las respuestas del examen diagnóstico.....	121
Tabla 11. Compilación de respuestas de los alumnos a la primera pregunta de la actividad.....	123
Tabla 12. Compilación de respuestas de la actividad de identificar modelos.....	126
Tabla 13. Respuestas de algunos estudiantes a la actividad Universo RAVAz.....	139
Tabla 14. Cálculos de los ingredientes para 13 y 23 porciones de pastel.....	158
Tabla 15. Autoevaluación de los alumnos.....	187
Tabla 16. Coevaluación a la profesora.....	187

Índice de figuras

Figura 1. Aspectos que conforman un contrato didáctico.....	15
Figura 2. Mapa que ilustra las suposiciones del sistema de conocimiento del químico intuitivo en donde muchos conceptos como mezcla/compuesto o interacción/reacción no están claramente diferenciados.....	21
Figura 3. Lenguajes que involucra el discurso químico en reacciones químicas y estequiometría.....	24
Figura 4. El discurso químico considerando los tres tipos de representaciones de Johnstone.....	25
Figura 5. Aspectos que componen el CPC de los docentes según Magnusson, Krajcik y Borko.....	36
Figura 6. Interrelación entre los componentes del CPC incluyendo el componente afectivo o percepción de autoeficacia.....	37
Figura 7. Componentes de un CPC de un profesor novato.....	38
Figura 8. Componentes de un CPC bien integrado.....	38
Figura 9. Los tres modos de representación en la química según Johnstone.....	43





Figura 10. Los tres tipos de representación de Johnstone y la integración del contexto social	44
Figura 11. Integración de las dimensiones del CPC con las dimensiones de representación de Johnstone.....	45
Figura 12. Dimensiones del CPC, dimensiones de representación de Johnstone e integración del contexto social.....	45
Figura 13. Tetraedro de la química humanista de Sjöström quien propone una reconceptualización de un trabajo de Mahaffy a partir del triángulo de Johnstone, que podría pensarse como la química pura.	46
Figura 14. Mapa conceptual que presenta los aspectos que deben componer la didáctica de las ciencias.	56
Figura 15. Consideraciones e instrumentos para tener en cuenta en el diseño, desarrollo y evaluación de secuencias didácticas.....	57
Figura 16. Las cuatro posturas del constructivismo	60
Figura 17. Interacciones entre las herramientas psicológicas y los procesos de razonamiento	63
Figura 18. Zonas de desarrollo en la propuesta de Vygotsky.	63
Figura 19. Condiciones de los aprendizajes memorístico y significativo.....	66
Figura 20. Dimensiones del aprendizaje significativo.....	68
Figura 21. Los tres ejes del constructivismo.	69
Figura 22. Triángulo cognitivo.	71
Figura 23. Triángulo afectivo-relacional.	72
Figura 24. Triángulo instruccional que combina el triángulo cognitivo con el triángulo afectivo-relacional.....	72
Figura 25. ¿Cuáles variables afectivas toma el papel de mediador hacia el entendimiento conceptual? El autoconcepto	82
Figura 26. Componentes del TPACK	90
Figura 27. Componentes del u-learning	93
Figura 28. Factores para tener en cuenta en el diseño de actividades de u-learning	95
Figura 29. Las cuatro etapas de la secuencia didáctica y la consecución de estas a través de los niveles de representación	103
Figura 30. Respuestas a la segunda pregunta del examen diagnóstico.....	116
Figura 31. Respuestas a la tercera pregunta del examen diagnóstico.	117
Figura 32. Respuestas a la quinta pregunta del examen diagnóstico.	118
Figura 33. Respuestas a la sexta pregunta del examen diagnóstico.	118
Figura 34. Opciones de respuesta a la décima pregunta.	120
Figura 35. Vista general de la actividad de identificación de cambios físicos y químicos.....	122
Figura 36. Modelos para identificar si se ilustran mezclas, compuestos o elementos.	125
Figura 37. Pizarrón colaborativo de Jamboard donde algunos estudiantes escribieron lo que aprendieron ese día.	128
Figura 38. Pizarrón colaborativo de Jamboard donde algunos alumnos expresaron cómo se sintieron en esa clase.	128
Figura 39. Captura de pantalla del Mentimeter, actividad previa a la segunda sesión.	130
Figura 40. Fotografías presentadas por los alumnos de sus dispositivos experimentales para electrólisis.....	131
Figura 41. Pantalla visible a los alumnos de una pregunta insertada en un video que era de opción múltiple.	134
Figura 42. Respuestas a preguntas abiertas intercaladas en video.	135
Figura 43. Respuestas en el pizarrón colaborativo de Nearpod.....	135
Figura 44. ¿Cómo me sentí hoy? Sesión 2. Las palabras predominantes fueron “bien” y “entretenido	136
Figura 45. Mapas conceptuales de los estudiantes respecto al tema de reacción química.....	137
Figura 46. Secuencia explicativa de la ruptura de la molécula de agua para formar las moléculas de O ₂ y H ₂ en las proporciones correctas	139
Figura 47. Pantalla de Zoom que ven los estudiantes cuando están respondiendo preguntas en PearDeck.	142
Figura 48. Pantalla de Zoom con la vista de las respuestas de los estudiantes	142
Figura 49. Memes con el tema de los videos: razones y proporciones.....	157
Figura 50. Colaboración de los estudiantes en el Jamboard respecto a lo que aprendieron en esa sesión.....	181
Figura 51. Colaboración de los estudiantes en el Jamboard respecto a cómo se sintieron en esa clase.	181
Figura 52. Distribución porcentual de las respuestas a la pregunta 8.....	186





Objetivos

Objetivo general

Evidenciar la pertinencia de la planeación de una secuencia didáctica estructurada con herramientas digitales para mejorar la impartición de la clase y constatar las deficiencias cognoscitivas en torno a los temas *Reacción química* y *Energía química* en el curso de Química I del primer semestre de CCH.

Objetivos particulares

- Elaborar una secuencia didáctica empleando herramientas digitales (TIC) para hacer dinámicas las clases.
- Presentar una alternativa adicional al uso del pizarrón en las clases en línea, de manera que se potencialice el uso de las TIC, TAC, TEP y TPACK en un entorno de *u-learning*.
- Detectar concepciones alternativas de los estudiantes en relación con los temas de reacción química y energía química.
- Identificar la dependencia de lo literal en los estudiantes y favorecer la producción de textos propios.
- Reorientar el sentido de la evaluación formativa, empleándola como una herramienta didáctica.
- Dar un sentido lúdico a la enseñanza de la química.
- Resignificar el uso de modelos para representar moléculas y ecuaciones químicas.
- Efectuar una secuencia didáctica con el modelo de investigación-acción y docencia reflexiva.





Justificación

En el marco de la pandemia por el virus SARS-CoV-2, se hizo necesario hacer ajustes a la manera de impartir clases. De la noche a la mañana, todos los docentes comenzaron a buscar maneras de dar sus clases a distancia desde diversas plataformas, lo que hizo difícil la interacción, porque además de que no había contacto personal con los estudiantes, resultaba complicado explicar algunos conceptos.

Soy de la generación de maestrantes que prácticamente no acudieron a las aulas a tomar clase por la circunstancia de la pandemia. En la práctica docente, nos vimos obligados a impartir una secuencia didáctica en línea. Por lo que esta secuencia fue planeada aprovechando algunos recursos digitales que aprendimos a usar en la asignatura de Elaboración de Material Didáctico, considerando las necesidades propias del tema en cuestión.

A pesar de que se ha vuelto poco a poco a las clases presenciales (esta tesis ha sido escrita durante los primeros meses de 2022), ha ocurrido un cambio de paradigma importante, pues es indudable que lo que hemos aprendido respecto al manejo de herramientas digitales, desde el simple hecho de hospedar una reunión en línea, ha cambiado las perspectivas y posibilidades en la docencia.

Por ello, los recursos y actividades usadas en este trabajo se pueden emplear de manera asincrónica, de manera que los docentes tengan la facilidad de generar actividades que no requieren de su guía directa, pero que se pueden retomar y aprovechar en la secuencia de clase sincrónica. Otra cuestión es que la entrega de tareas puede ser más sencilla aprovechando plataformas que limitan los tiempos de entrega y evitan que, a diferencia de otras épocas, el docente se llene de papeles por calificar.

Esta tesis se implementó en tiempos de pandemia, coincidiendo con el trabajo de la asignatura “Práctica Docente 2”. Gracias a la transmisión de las clases vía *Zoom* fue posible grabarlas para su posterior análisis. También el empleo de la plataforma *Moodle* facilitó el acopio de tareas para posteriormente revisarlas y analizarlas, lo cual agilizó la captura de imágenes y textos.



1. Introducción

“Lo que conocemos es una gota, lo que no conocemos es un océano”.
Isaac Newton (1642–1727)



¿Para qué estudiar química?

Esta es una de las preguntas más comunes de los estudiantes cuando tienen que enfrentarse a esta asignatura, o quizá, de manera más general, “¿para qué nos va a servir esto?”. Algunos docentes probablemente respondan con un simple “para pasar el curso”, pero mucho más allá de esta respuesta, que simplifica de manera exagerada la utilidad de la ciencia, y en particular de la química, me gustaría hacer referencia a un par de ideas que me parece que es importante considerar. Por un lado, señalaré la necesidad de contar con cierto grado de alfabetización científica, y por otro, mencionaré brevemente en qué consiste lo que desde hace un tiempo se ha denominado “*quimiofobia*”.

Con la reciente situación de la pandemia de COVID-19, derivada del brote de SARS-CoV-2, en sus diversas variantes, se han puesto de manifiesto dos situaciones: por un lado, el desdén de la comunidad científica hacia la sociedad y por otro, un virtual analfabetismo científico de la población (Suárez, 2020).

En el primer rubro, se hace necesario que haya mayor divulgación de la ciencia, lo cual está relacionado con la justicia social, ya que la ciencia mexicana es financiada con recursos públicos que provienen de los contribuyentes y, por lo tanto, la gente tiene derecho a saber en forma accesible, qué es lo que hacen los científicos, y con ello tener más herramientas para comprender la realidad (Suárez, 2020).

En el segundo rubro, me parece que es necesario que la educación se vuelva prioridad en México; hay datos que revelan que un 58 % de la población mexicana no leyó ni un solo libro durante 2018 y el país está en los últimos lugares en desempeño escolar, según resultados presentados por la OCDE, donde se evalúan competencias lectoras, matemáticas y científicas (Suárez, 2020). En realidad, más allá del analfabetismo científico es necesario erradicar el analfabetismo, a secas. Si bien este tema no está entre lo que pretendo desarrollar en este trabajo, me parece que no podía dejar de mencionarlo.

Volviendo a la alfabetización científica, la sociedad civil carece de conocimientos básicos para comprender aspectos técnicos y científicos y, por ende, tiende a rechazar lo que se le dice, principalmente por ignorancia, que se combate con educación (Venegas, 2021).

En el caso concreto de la pandemia de COVID-19 ha sido claro que la población va más allá de un escepticismo sano respecto a todo lo que se ha dicho respecto al virus, la manera como actúa en el organismo, cómo se desencadena la respuesta inmune, cómo se manifiesta la enfermedad, cómo se puede evitar o reducir el contagio, cómo funcionan las vacunas y los medicamentos, etcétera. Las mentiras y rumores se han esparcido más rápido que la información veraz (Venegas, 2021).

El alfabetismo científico es necesario porque lo exige la cultura actual. Es fácil criticar a los gobernantes respecto a las decisiones que toman, pero ¿podemos criticar sus acciones sin tener fundamento científico? (Cabral, 2001), Es común escuchar que la gente “opina de todo, sin saber casi de nada”, especialmente en redes sociales (Suárez, 2020). Y no es que sea necesario ser especialista de todo, ni siquiera haber cursado una carrera científica, sino “tan simple” como que haya una comprensión científica básica de los fenómenos naturales que ocurren a diario y el no tenerla es precisamente lo que da paso al surgimiento de pseudociencias que creen tener respuesta a todo (Cabral, 2001).

Por ejemplo, respecto a la pandemia, algunas ideas que se han puesto de manifiesto son:

- El RNAm de la vacuna Pfizer va a modificar nuestro DNA.





- La vacuna de AstraZeneca posee células de fetos abortados.
- Las PCR no permiten detectar SARS-CoV-2.
- El virus no existe, nos quieren implantar un chip.

(Venegas, 2021)

Entre otras tantas respecto a cómo detener la infección: el consumo de determinados alimentos (con ciertos valores de pH o de temperatura), el uso de antibióticos, la presencia de grafeno en las vacunas o en los cubrebocas, etcétera. Es paradójico, que aun estando en una era en la que la información abunda, precisamente es cuando hay más ignorancia y de ahí es de donde se ha hecho patente que junto con la pandemia ha surgido una infodemia, en donde ninguna ciencia por sí sola resolverá el rechazo a la ciencia misma. Venegas (2021) cuestiona si pudiera resultar paradójico esperar que, si la autoridad científica es legítima, lo que la ciudadanía deba preferir, en vez del conocimiento sea la ignorancia.

La concepción funcionalista de alfabetismo no se limita a tener conocimientos en determinado rubro; además su definición ha variado con el tiempo. En general, se refiere a tener una habilidad en los procesos que se requieren para interpretar culturalmente información significativa. Alguien alfabetizado es quien tiene la información básica que se requiere para prosperar en el mundo moderno (Cabral, 2001).

Antes de definir lo que es el alfabetismo científico se vuelve necesario precisar lo que es ciencia. Cabral (2001) presenta tres definiciones de las cuales la de Holton me parece adecuada: *“la ciencia se relaciona con explicaciones generales, leyes y teorías, objetivas, universales e independientes del tiempo, lugar o contexto. El propósito de la ciencia es el ‘saber por qué’ de las cosas o ‘la búsqueda de la verdad’”*.

Es claro que la educación científica es parte de la educación básica, desde preescolar hasta bachillerato. Los estudiantes tienen más de una asignatura relacionada con ciencias y pese a ello, la ciencia no es parte de la cultura general de la población. Cabral (2001) hace referencia a cuatro tipos de alfabetas científicos, según Shamos y Miller:

- **Alfabeta científico cultural.** Es quien posee un conocimiento pasivo de los términos científicos, es decir, tan solo tiene cierta familiaridad con el lenguaje científico.
- **Alfabeta científico funcional.** Persona que tiene determinada habilidad para usar los conceptos de la ciencia tal como se muestran en lo cotidiano y puede leer artículos en materiales con contenido científico.
- **Alfabeto científico verdadero.** Comprende a profundidad conceptos científicos y tiene habilidad matemática. También puede definirse como alguien con competitividad científica.
- **Alfabeto científico cívico.** Posee un vocabulario básico de términos y conceptos científicos como para leer opiniones divergentes en diversas publicaciones, comprende el proceso de investigación científica y las repercusiones de la ciencia y la tecnología en los individuos y la sociedad.

(Cabral, 2001)

Una persona alfabeto científico no posee conocimientos especializados, pero comprende noticias relacionadas con la ciencia, puede ponerlas en contexto y puede darles la misma importancia que otras noticias cotidianas. Esto significa que puede encontrar respuestas a preguntas que se plantea acerca de situaciones habituales relacionadas con los fenómenos naturales y tiene una cultura básica para expresar sus opiniones con sustento científico y tecnológico. Este concepto se relaciona con la visión de la ciencia en tres dimensiones: como producto, como proceso y como institución social, y redundando en tres aspectos:





una visión científica del mundo, un cuestionamiento científico y el conocimiento de la empresa científica (Cabral, 2001).

Cabral (2001) también menciona que el alfabetismo científico se puede sustentar bajo siete dimensiones, entre las cuales se incluye el empleo de los procesos científicos en la solución de problemas y el entendimiento del mundo, la comprensión de la acción de la ciencia y la tecnología en el contexto social y medioambiental, así como mantener un interés permanente en la educación científica. Lo anterior deriva en que una persona letrada científicamente comprende, entre otras cosas, que la ciencia es cambiante, que no puede responder a todas las preguntas, que requiere de evidencia para explicar y predecir y que es una actividad social compleja.

En cuanto a los conocimientos básicos y fundamentales para la ciencia actual, Cabral (2001) presenta una lista de 17 ideas centrales de la ciencia con cierto orden de importancia. En ella, está en tercer lugar el átomo y, en cuarto lugar, el enlace químico y las reacciones químicas. Esto me remite al planteamiento inicial: aprender química forma parte de la cultura científica básica que debe tener un alfabeto científico.

La química, junto con la biología y la física está considerada como una de las ciencias naturales fundamentales; la química se considera a la mitad de la otras dos, en cuanto al nivel de complejidad y en cuanto a que las explicaciones de la física son básicas para comprender algunos aspectos de la química y porque algunas cuestiones que estudia la biología se fundamentan en la química. El objeto de estudio de química son las sustancias y sus interacciones: “la química es la ciencia que estudia todo lo relacionado con procesos en los que se obtienen unas sustancias a partir de otras” (Sosa, 2017).

La química es considerada en general como una asignatura difícil y misteriosa; tiene mala fama (al igual que la física y la matemática). Para los estudiantes y los profesores, presenta una dificultad en términos de los procesos que entraña, los términos que emplea y los materiales con que trabaja, porque no son comunes, y al parecer no ha habido conexión entre los procesos que se estudian en el aula y lo que se observa fuera de ella (De Manuel, 2004; García, 1991).

Si bien hay aspectos negativos derivados del mal uso de la ciencia, y en particular de la química, es posible mostrar la faceta positiva del conocimiento científico (García, 1991), y en una época como la que estamos transitando, en donde una pandemia nos ha paralizado, se hace todavía más valioso mostrar los avances científicos en farmacología, virología, epidemiología y bioquímica, por mencionar algunas especialidades, como parte de las grandes bondades de la ciencia.

Se denomina *quimifobia* a una respuesta negativa que dan las personas al escuchar términos que tengan que ver con la química (Kauffman, 1992). Si bien los medios de comunicación han contribuido a aumentar esta mala imagen pública de la química, los mismos docentes han formado parte de ello usando connotaciones en donde se asocia a la química con lo artificial olvidando que una gran cantidad de sustancias químicas y procesos vitales son de origen natural. Por otro lado, los estudiantes consideran que el lenguaje de la química es diametralmente distinto incluso a las situaciones científicas cotidianas y tienden a relacionar a la química con materiales peligrosos con nombres extraños (De Manuel, 2004; Bonfil, 2004).

¿Qué química enseñar, cuáles son los recursos más adecuados para hacerlo? Según De Manuel (2004) hay dos posturas diametrales: o bien optar por empezar el estudio desde los primeros niveles y para evitarnos entrar en dificultades solo mostramos cosas sencillas que adornen el currículo o se pospone su





estudio hasta niveles avanzados como el bachillerato en donde se presentan contenidos estructurados y fundados en la teoría cinético–molecular. Mi postura, que coincide con este autor, es la del término medio: que se pueden seleccionar contenidos para aproximar a la química desde los primeros niveles considerando las capacidades de los alumnos para ir avanzando. Esto significa que no se debe evitar la dificultad, sino enfrentarla desde el principio haciendo que de manera gradual se aborden contenidos cada vez más complejos sin pretender convertir a los alumnos en pequeños científicos, pero sí en alfabetas científicos con suficiente criterio para, sin caer en la indiferencia, sí comprender que pueden tener cierto grado de ignorancia racional (Venegas, 2021), toda vez que se ha llegado a la conclusión de que no se puede saber todo de todo y que en el momento que se requiere, se puede investigar lo que se necesita para comprender algunos aspectos del mundo a la luz de un escepticismo sano, como lo mencioné anteriormente.

Volviendo al ejemplo del caso de la pandemia, uno no puede ser experto en virología, pero teniendo un conocimiento básico de química, se puede saber que los virus no son seres vivos, que los antibióticos no funcionan para combatirlos y que por su tamaño traspasan los poros de un cubrebocas convencional pero que no se transportan solos, sino que dependen de las gotas de Flüge o aerosoles que se exhalan tanto en la respiración como en el habla habitual. Con esa información básica, se puede cuestionar, investigar y encontrar la información que haga falta para poner en duda un post que circula por redes sociales que entre otras cosas dice que ingerir una bebida caliente con un pH de 22 sirve para combatir la infección y que poniéndose gotas de agua salada en la nariz y haciendo gárgaras con ella se puede eliminar al virus. Por el hecho de que la escala de pH no va más allá del 14, que la temperatura tolerable por una persona no es suficiente para desactivar al virus y que una vez que este ha ingresado al organismo, no se puede detener la infección.

Garritz (2010) plantea algunas preguntas de gran importancia en sus reflexiones en torno a la química que se debe enseñar a los estudiantes del siglo XXI, una época que se caracteriza por cambios acelerados y la percepción de incertidumbre: “¿Qué hacer para transformar los grandes objetivos de la educación? ¿Cómo lograr una formación flexible con la que los estudiantes puedan transformar y actualizar rápidamente lo que aprenden a la velocidad de todos estos descubrimientos?” Ante ello, además de la recomendación de Chamizo (2009) de enseñar historia de la química en lugar de química puesto que no hay manera de estar al día con los últimos descubrimientos, presenta un decálogo de Linda Darling–Hammond que resume lo que debería enseñarse en la actualidad:

- Aptitud para comunicarse.
- Adaptabilidad para el cambio.
- Capacidad para trabajar en grupo.
- Preparación para resolver problemas.
- Aptitud para analizar y conceptualizar.
- Capacidad para meditar y mejorar el desempeño.
- Aptitud para auto–administrarse.
- Capacidad para crear, innovar y criticar.
- Aptitud para involucrarse en aprender cosas nuevas siempre.
- Capacidad para cruzar las fronteras de los especialistas.

(Garritz, 2010)





Desde luego, este decálogo no elimina los temas que se deben abordar en un currículo básico, porque ahí se consideran más bien contenidos factuales y conceptuales, y estos versan más bien en contenidos procedimentales y actitudinales; esto significa que más bien son complementarios y constituyen competencias que serán útiles al estudiante cuando acceda a niveles superiores.

A dicho decálogo, Garritz (2010) añade otro con los paradigmas más valiosos para la enseñanza de la química que en su artículo frasea en términos de didáctica:

- Química de frontera
- Analogías
- Incertidumbre
- Competencias
- Indagación
- Modelos y modelaje
- Naturaleza, historia y filosofía de la química
- Competencias
- Riesgo
- Tecnologías de la comunicación y la información
- Afectividad: algo clave para la enseñanza

(Garritz, 2010)

Para concluir, Garritz (2010) reproduce dos párrafos para referirse a la incertidumbre en la enseñanza de la química del siglo XXI. Uno de los cuales transcribo:

“La esencia de la química no sólo es descubrir sino inventar y, sobre todo, crear. ¡El libro de química no es sólo para ser leído, sino para ser escrito! Si fuera música ¡la pieza de química no sólo sería para ser ejecutada, sino para ser compuesta!”

Jean-Marie Pierre Lehn
Premio Nobel de Química 1987



2.Marco teórico

“Nada en la vida es para ser temido, es solo para ser comprendido.
Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos”.
Marie Curie (1867–1934)

2.1. Análisis pedagógico

No importa lo bien estructurado que esté un programa de Química, el aprendizaje que obtienen los estudiantes ocurre en un porcentaje muy bajo. Las dificultades en el aprendizaje de esta asignatura tienen su origen en tres factores: los que se atribuyen a la disciplina en sí misma, los que tienen que ver con los procesos de razonamiento de los estudiantes y los relativos al proceso de instrucción que ellos reciben. Parece ser que hay un consenso entre maestros e investigadores educativos en que se considera a la química una disciplina difícil de aprender, entre otras cosas, por el lenguaje que se emplea y porque muchos conceptos son abstractos (Hernández *et al*, 2016).

Los tres factores mencionados se traducen en otros tres factores que caracterizan a una actividad didáctica, los cuales forman parte de lo que según Sanmartí (2002) se conoce como **contrato didáctico**, el cual se presenta en la *figura 1*. En él, los profesores y alumnos interactúan para la apropiación del conocimiento: la acción de unos influye en los otros en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual se reflejan las finalidades educativas y se toman decisiones en conjunto para distribuir el tiempo y espacio en una estructura didáctica.

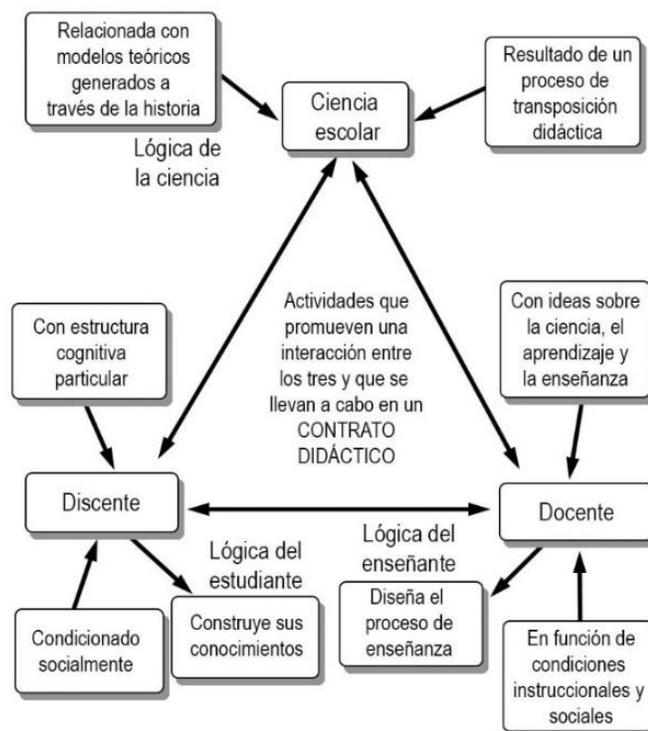


Figura 1. Aspectos que conforman un contrato didáctico (Sanmartí, 2002)

En el ámbito de la ciencia escolar, es indispensable considerar, por un lado, los factores que dependen de la disciplina en sí misma; es decir, los contenidos de aprendizaje, que forman parte de la ciencia escolar (en el vértice superior) y que tienen una lógica propia. Pero también es importante la formación científica del profesor (hacia el vértice derecho). En cuanto a la ciencia misma, debe enseñarse considerando las concepciones de los estudiantes (hacia el vértice izquierdo). Desde luego está implícito, como se ve en el esquema, que hay una lógica del estudiante y una lógica del profesor que no necesariamente (y no siempre) coinciden (Sanmartí, 2002).



Es fundamental tener en cuenta estas interacciones en el momento de presentar una secuencia didáctica, dado que muchas veces uno como docente da por hecho que lo que está enseñando está suficientemente claro, y resulta que los estudiantes están comprendiendo otra cosa y a la hora de calificar, a veces puede ser frustrante ver que las tareas reflejan algo completamente distinto a lo esperado o bien, que hay una cantidad significativa de errores, porque no se entendió el tema. Esto también tiene que ver con que la construcción y los referentes de cada persona son individuales puesto que la visión del mundo es particular. Lo anterior se suma a los objetivos o propósitos que cada docente tiene en particular y lo que presenta en la clase y la propuesta didáctica específica.

Se admite que el conocimiento científico es estructurado y es cambiante y se construye por comunidades de científicos que trabajan en torno a un mismo paradigma de investigación. Los contenidos de enseñanza versan en tres ámbitos: el conceptual, el actitudinal y el procedimental, y es obligación del docente considerarlos todos dentro de su planeación, puesto que por lo general se hace énfasis sobre todo en los contenidos conceptuales y no debe ser así. En el ámbito de las ciencias, el conocimiento procedimental está ligado de manera importante al trabajo en el laboratorio y requiere de habilidades de manipulación de los materiales lo cual es tan fundamental como enseñarles a interpretar datos e investigar en fuentes bibliográficas y lo es tanto como el influir en los estudiantes respecto a su actitud hacia las ciencias por todos los prejuicios o ideas que se les han inculcado en su entorno cotidiano, pero también se contemplan los valores y las normas. Algo que es fundamental es no perder de vista que hay que evitar trabajarlos de manera independiente, sino tratar de integrarlos y darles sentido (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Con base en la *figura 1*, dentro de este análisis pedagógico incluiré, en primer lugar, los aspectos relacionados con el estudiante después, los del docente y en el análisis disciplinar incluiré todo lo que se refiere a la ciencia escolar, en este caso de la química.

2.1.1. Los estudiantes

En esta sección trataré lo relativo a la exploración de ideas previas y a las concepciones alternativas respecto al estudio de la química que, aunque suelen confundirse, no son lo mismo y por otro lado explicaré brevemente la importancia de que los alumnos elaboren textos propios tratando el tema de la dependencia de lo literal y la *literacidad* en química.

Lo que los estudiantes saben respecto a un contenido o respecto a una tarea de aprendizaje son sus conocimientos previos y son importantes para la generación de aprendizajes significativos porque lo que buscamos es enganchar los conocimientos nuevos con estos ya existentes de manera que adquieran sentido en el esquema mental del estudiante (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Las concepciones alternativas son construidas por los alumnos ante variedad de fenómenos y objetos naturales y aunque en general se les considera como creencias ingenuas, ideas erróneas, ideas preconcebidas, versiones privadas de la ciencia, fuentes subyacentes de error, modelos personales de la realidad, razonamiento espontáneo o trampas persistentes, son contextualmente válidas y racionales y pueden conducir a explicaciones fructíferas (Wanderssee, Mintzes y Novak, 1994).

Al inicio de toda secuencia didáctica es recomendable hacer una evaluación diagnóstica, la cual, dependiendo de su diseño, nos permitirá detectar, tanto los conocimientos previos como las concepciones





alternativas de los estudiantes. Como podrá verse en el capítulo 4, una sesión fue dedicada al diagnóstico de ambas.

2.1.1.1. Las concepciones alternativas

Para comprender cuál es el origen de las concepciones alternativas, José Ignacio Pozo hace referencia a los estadios de desarrollo cognitivo propuestos por Piaget (que se amplían en el enfoque psicopedagógico), de los cuales el pensamiento propio de las operaciones concretas (entre los 7 y 11 años) impide a los niños el acceso al pensamiento científico, el cual aparece precisamente en torno a la adolescencia. No implica que todos los adolescentes o adultos deban razonar de manera formal o científica, porque siguen conservando las formas más elementales de inteligencia, subordinadas a una estructura más compleja que permite una aproximación científica a la realidad (Pozo *et al*, 1991, Pozo y Gómez Crespo, 2009).

Así como los años 60 se considera la “época de Piaget”, los años 80 son “la época de las concepciones alternativas”. Según Driver y Easley, aunque los estudios sobre concepciones científicas propias de los alumnos se deben a Piaget, el cambio de orientación abandona las propuestas piagetianas, dicho cambio está basado en el llamado “enfoque constructivista”. El nombre de los “preconceptos” ausubelianos o “concepciones erróneas” de Novak también toma nombres como “concepciones espontáneas” de Pozo y Carretero y otros tantos términos para referirse a las construcciones de carácter personal. El término “concepciones alternativas” se debe a Gilbert y Swift, propuesta en 1985 (Pozo *et al*, 1991).

Sus particularidades son:

- Están más bien en la mente de las personas que en las cosas en sí, son esquemas mentales para interpretar o asimilar la realidad: su carácter es más implícito que explícito. Tienen sus orígenes en los conjuntos diversos de experiencias personales que incluyen la observación directa y la percepción, la cultura de pares y el lenguaje; es decir, el “razonamiento del sentido común”, así como en las explicaciones y materiales de instrucción de los profesores.
- Son muy persistentes (resistentes al cambio), generalizadas y relativamente coherentes desde el punto de vista del alumno, aunque no lo sean desde la perspectiva científica. Se aferran a las creencias iniciales de los estudiantes, por ello la instrucción no es suficiente para superarlas.
- Son similares a concepciones ya superadas en la historia de las disciplinas científicas; por ejemplo en el ámbito de la física clásica, algunos estudiantes recurren a explicaciones relacionadas con la física aristotélica; en el ámbito de la química, algunos estudiantes tienen conceptos alquímicos, además trascienden en el tiempo. En otras palabras son consistentes en el tiempo.
- Son homogéneas; es decir, compartidas entre personas con diferentes características: estudiantes de México tienen concepciones similares a los de Sudáfrica, Corea, Australia, etcétera. Prácticamente no hay estudios que las clasifiquen en determinados rubros.
- Son consistentes a través de distintos contextos históricos, edades, niveles de escolarización: estudiantes de primaria tienen conceptos similares a los de los estudiantes universitarios; no hay tendencia evolutiva.
- Están más bien centradas en los cambios aparentes u observables que en variables no observables o conceptualizables.
- Los estudiantes llegan a la instrucción de ciencia formal con un conjunto diverso de concepciones alternativas relativas a objetos y eventos naturales.
- Los maestros a menudo suscriben las mismas concepciones alternativas que los alumnos.





- Los conocimientos previos de los estudiantes interactúan con los conocimientos presentados en la instrucción formal que resultan en un conjunto diverso de resultados de aprendizaje inesperados.
- Dichos razonamientos se basan en heurísticos o procedimientos rápidos que generan respuestas aceptables pero que conducen a errores graves y sistemáticos.

(Pozo *et al*, 1991; Pozo y Gómez Crespo, 2009; Chi, Sloita y De Leeuw, 1994; Wanderssee, Mintzes y Novak, 1994; Talanquer, 2005 y 2006)

Pozo y Gómez Crespo (2009) plantean que las concepciones alternativas tienen su origen en tres ámbitos: sensorial, cultural y escolar, los cuales se describen con más detalle a continuación.

- **Origen sensorial:** tiene que ver con el uso de explicaciones que identifican causas probables de aquellos fenómenos que no ocurren como se esperaría que sucedieran, así se dan soluciones aproximadas que al final implican poco esfuerzo cognitivo. En este rubro también se identifican cuatro reglas asociativas del pensamiento causal cotidiano:
 - **Semejanza entre causa y efecto:** lo que observamos y el modelo explicativo son iguales; lo macroscópico es igual a lo microscópico. Por ejemplo: “si el agua es húmeda, las partículas de agua también son húmedas”, “si un sólido está quieto, sus partículas también están quietas”.
 - **Contigüidad espacial:** se refiere a cuando existe contacto físico entre causa y efecto. Por ejemplo: “las bombillas más cercanas a la fuente de poder en un circuito encenderán con más intensidad que las más alejadas”, “el agua que se condensa en las paredes de un vaso que contiene un líquido frío, es agua filtrada por las porosidades del vaso”.
 - **Contigüidad temporal:** la causa y el efecto deben ocurrir de modo próximo en el espacio-tiempo. Por ejemplo: “me duele la cabeza o el estómago por algo que acabo de comer o tomar”, “se me quitó la gripa porque tomé un antihistamínico”.
 - **Covariación cualitativa:** la causa tiene variables relevantes que se producen siempre que ocurre el efecto. Por ejemplo: “siempre que se oye un trueno es porque cayó un rayo”, “si un cuerpo se mueve, es porque hay una fuerza”.
 - **Covariación cuantitativa:** el incremento de la causa produce un aumento del efecto de manera proporcional y viceversa. Por ejemplo: “si enciendo el fuego de la estufa a su máxima intensidad, la temperatura que se alcanza es mayor”, “si presiono con más fuerza algo que quiero pegar, el pegamento funciona mejor”.
- **Origen cultural:** se relaciona con las representaciones sociales, es decir, creencias compartidas entre distintos grupos sociales las cuales tienen que ver con la educación y la socialización. Por lo general estas concepciones emplean conceptos que difieren del significado científico. Estas concepciones se adquieren y divulgan de tres maneras:
 - **Esquemmatización:** cuando una explicación es reducida a un esquema simplificado.
 - **Naturalización:** las concepciones forman parte de la realidad.
 - **Interiorización o asimilación:** el individuo hace suyas las creencias culturales.
- **Origen escolar:** son aquellas que tienen que ver con lo que el estudiante adquiere a través de la enseñanza que recibe en el aula que en ocasiones son visiones deformadas y/o simplificadas de ciertos conceptos que conducen a errores conceptuales. Su origen tiene que ver con las propias concepciones alternativas de los docentes o bien, de materiales didácticos deficientes o sobresimplificados.





De acuerdo con lo anterior, las concepciones alternativas se enfocan en la comprensión de conceptos científicos, aunada a los procesos. Las habilidades para resolver problemas son necesarias para acceder a tareas científicas, pero requieren de conocimientos teóricos. De acuerdo con lo anterior:

- La enseñanza de las ciencias debe basarse en el conocimiento previo de las ideas del alumno.
- Es fundamental crear situaciones que faciliten en los alumnos la reflexión acerca de sus propias ideas para que estén conscientes de ellas.
- Estas ideas previas más que un obstáculo para el aprendizaje deben ser un vehículo para el mismo. El aprendizaje no es “a pesar” sino “a través” de ellas.
- Hay que fomentar el desarrollo de nuevas concepciones a partir de las ideas del alumno.
- Se debe promover una reestructuración de ideas y cambiar su sentido en el marco de la teoría; es decir, modificar las relaciones entre concepciones, toda vez que las ideas alternativas no son pensamientos aislados, sino que pertenecen a todo un marco conceptual

(Pozo, *et al*, 1991; Pozo y Gómez Crespo, 2009)

Concepciones alternativas relacionadas con el tema de reacciones químicas

Talanquer (2005 y 2006) considera que es prácticamente imposible conocer cada una de las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con los temas que se desarrollan en un curso de química; no obstante, es posible hacer cierta categorización de estos para saber qué ideas generales se pueden diagnosticar en los estudiantes. Desde la perspectiva del realismo ingenuo, Talanquer considera que el estudiante (que él denomina “químico intuitivo”) asume que:

- Los objetos y procesos en el mundo físico existen de manera independiente al observador.
- Los objetos y fenómenos que ocurren en el mundo físico son como se perciben.
- Los sentidos son los que nos proporcionan el conocimiento directo de la realidad.
- Los objetos físicos existen en estados “naturales” que son más bien estáticos e inertes, por lo que los cambios o aquellas propiedades que salen de lo normal es lo que se debe explicar.
- La ciencia estudia el mundo físico, los conceptos y modelos científicos tienen relación con eventos, objetos, propiedades o sucesos del mundo real.

Talanquer (2005 y 2006) presenta cinco principios y cuatro procesos heurísticos que guían y restringen el razonamiento del químico intuitivo a partir del realismo ingenuo. Los principios intuitivos son: continuidad, esencialismo, sustancialismo, causalidad mecánica y teleología, mientras que los procesos heurísticos son: asociación, reducción, fijación y secuenciación lineal. Con base en los principios intuitivos presenta una clasificación de concepciones alternativas en química guiadas por el sentido común, que se muestra en la *tabla 1*. En la *figura 2*, se ilustra un mapa conceptual que presenta las suposiciones básicas sobre la naturaleza de las sustancias y procesos químicos del “químico intuitivo”.

Tabla 1. Concepciones alternativas de química derivadas del sentido común. (Talanquer, 2005 y 2006)

Principio intuitivo	Concepciones alternativas
Continuidad. Los objetos heredan las propiedades de las partículas que los constituyen o bien las propiedades perceptibles de lo macroscópico se proyectan a lo microscópico.	<ul style="list-style-type: none"> • Los átomos y moléculas tienen propiedades macroscópicas. Se expanden y pierden peso al calentarlos, tienen densidades uniformes y colores definidos, entre otras cosas.
Esencialismo. Las propiedades de las sustancias elementales se transfieren de manera aditiva a sus mezclas o compuestos.	<ul style="list-style-type: none"> • El óxido es un tipo de hierro. • Es imposible extraer carbón sólido de un gas, como el CO₂. • El gas que efervesce al disolver en una tableta se encuentra atrapado dentro de ella.





	<ul style="list-style-type: none"> Al calentar agua, el gas que escapa de ella es una mezcla de hidrógeno y oxígeno.
<p>Sustancialismo. Los objetos físicos son entidades independientes cuyas propiedades dependen de las sustancias que los forman o contienen. Las propiedades o fenómenos de la interacción de dos o más sistemas se atribuyen a las sustancias presentes en uno de los sistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> El calor tiene propiedades materiales y se comporta como un fluido. Los enlaces químicos “almacenan” la energía que se libera en una reacción química. El azúcar le transfiere su “sabor” al agua. Un cuerpo puede cambiar si gana o pierde una propiedad (esta idea también tiene que ver con el esencialismo).
<p>Causalidad mecánica. Todo cambio o proceso en un sistema (efecto) es inducido por un agente externo (causa). Todo proceso o agente activo induce cambios en un agente pasivo y el sistema evoluciona en determinada dirección.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Toda reacción química requiere de un agente externo para comenzar. Un gas ocupa el volumen del recipiente que lo contiene porque sus partículas se repelen entre sí. Cuando un ácido reacciona con un metal, el ácido es el agente activo que ataca al metal.
<p>Teleología. Los cambios ocurren para satisfacer un propósito o fin determinado, necesidad intrínseca o principio fundamental. Hay sustancias o estados más estables que otros y los sistemas evolucionan buscando máxima estabilidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las sustancias reaccionan para minimizar su energía o satisfacer un gusto o necesidad. Los átomos ceden electrones para satisfacer la regla del octeto. La estructura de una molécula busca reducir las repulsiones entre los electrones de enlace.
Procesos heurísticos	Concepciones alternativas
<p>Asociación. Una gran cantidad de problemas se reducen a la identificación de causas y predicción de los efectos lo que se simplifica usando reglas asociativas básicas como covariancia, similitud, proximidad, aditividad y disponibilidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las reacciones químicas requieren calor para comenzar. Siempre que se calienta un sistema, su temperatura aumenta. Cuando un ácido y una base se mezclan, la solución resultante es siempre neutra. Cuando un sólido se expande es porque sus partículas se expanden.
<p>Reducción. Simplificar el análisis de los problemas o su interpretación de los fenómenos naturales reduciendo los factores a considerar. Las propiedades o procesos dependen de una sola variable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> La polaridad de los enlaces determina la polaridad de la molécula. El número total de electrones determina el tamaño de los átomos. Una sustancia se funde cuando se disuelve o se evapora cuando se quema (conceptos indiferenciados).
<p>Fijación. Una vez aprendida o descubierta una estrategia, principio o interpretación útil para resolver problemas es aplicada de manera automática sin considerar limitaciones o condiciones en las que es aplicable. Esto lleva a sobregeneralizar principios o leyes, usar la misma estrategia para cualquier problema y a considerar que los modelos y representaciones simbólicas tienen una única interpretación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> La entropía de un sistema siempre se incrementa. Todo cambio químico es irreversible. Todos los compuestos están constituidos por moléculas. El símbolo NaCl indica que hay dos átomos en esta “molécula”.
<p>Secuenciación lineal. Todo proceso es una secuencia lineal de eventos con un principio y un fin. Al analizar fenómenos, se construyen historias o cronologías donde las variables actúan en momentos específicos y con determinada progresión. Es difícil entender la simultaneidad de procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Al alcanzar el equilibrio químico, la reacción que genera productos se completa antes de que inicie la reacción inversa. En una celda electroquímica, los electrones circulan alrededor del circuito provocando una secuencia de eventos. En un mecanismo de reacción, cada paso ocurre en una secuencia bien determinada, uno detrás del otro.



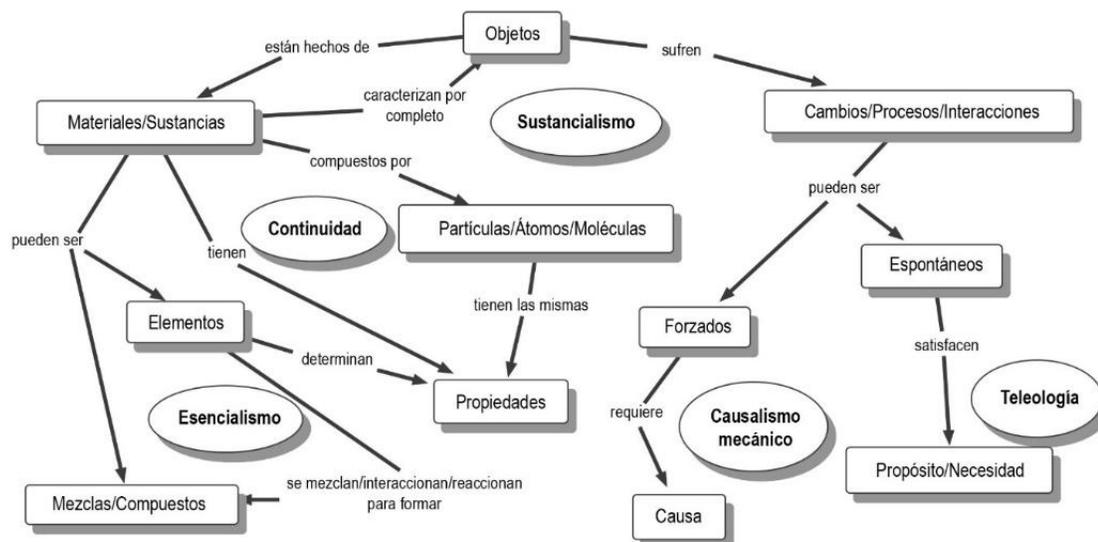


Figura 2. Mapa que ilustra las suposiciones del sistema de conocimiento del químico intuitivo en donde muchos conceptos como mezcla/compuesto o interacción/reacción no están claramente diferenciados (Talanquer, 2005).

Por su parte, Pozo *et al* (1991) consideran que hay tres grandes temas en donde hay concepciones alternativas en la enseñanza de la química, todos ellos interrelacionados, de manera que para la enseñanza de la química se tienen diversas áreas de intervención, y que es necesario considerarlas en las posibles causas de las dificultades relacionadas con su enseñanza. Dichos temas son:

- **Continuidad y discontinuidad de la materia.** En este tema se habla de partículas y se introducen los conceptos de átomo (partícula neutra mononuclear), ion (partícula cargada mononuclear o polinuclear) y molécula (partícula neutra polinuclear), así como de los estados de agregación y la elaboración de disoluciones y de las reacciones químicas junto con las medidas cuantitativas (como la cantidad de sustancia). Aquí hay un primer foco rojo que apunta a la consideración básica de que la materia es discontinua. Una concepción alternativa asociada es que los alumnos conciben la materia tal como la perciben. La dependencia de los sentidos que decrece conforme los alumnos aprenden las dificultades en la comprensión de alguno de los temas asociados a esta idea, se puede complicar la enseñanza de la química.
- **Conservación de las propiedades de la materia.** La materia sufre cambios que habitualmente se clasifican como físicos (como los cambios de estado y disoluciones) o químicos (reacciones). Desde un punto de vista científico, es indispensable tener en cuenta las propiedades no observables de la materia. En este rubro se hace énfasis en cuatro temas: cambios de estado, disoluciones, reacciones y cálculos químicos. En torno a ellos, una de las concepciones alternativas es que los estudiantes creen que se forman átomos nuevos o desaparecen los que se tenían en un principio. Esto apunta a que la conservación de la masa no es una intuición de los alumnos sino una construcción. El pensamiento se centra más en lo que cambia que en lo que permanece, además lo que cambia y lo que permanece es perceptible, pero no igualmente destacado.
- **Cuantificación de las reacciones.** El razonamiento proporcional supone el conocimiento de igualdad entre dos razones, exige comprender que un cambio en un miembro de la proporción se puede compensar con un cambio en el otro miembro sin que cambie la igualdad entre las razones. Esta comprensión no aparece en ningún dominio antes de que se construyan las operaciones formales.



Cabe señalar que desde mi experiencia hay casos en los que la explicación de los estudiantes respecto a la conservación de las propiedades de la materia (el segundo punto) es contraria a las ideas de Pozo, porque al escuchar dicho término entienden que se conservan las sustancias lo que contradice la naturaleza misma de las reacciones químicas en donde justamente no se conservan las sustancias, aunque sí los átomos.

Furió y Furió (2000), Balocchi *et al* (2005b) y Andersson (1990) hacen referencia a cinco modelos con los que los estudiantes explican los cambios químicos a partir del análisis de sus explicaciones respecto a lo que ocurre con la combustión de la gasolina:

- **Desaparición de productos.** Cuando los estudiantes no tienen en cuenta que hay gases que salen por el escape, y consideran que simplemente se consume el combustible y desaparece. Esto se relaciona con la idea de que los componentes de un combustible, sea gasolina o madera son eliminados de su lugar de origen y dejan de formar parte de él. Los productos de la combustión deben existir desde un principio en los reactivos, para separarse de ellos durante la reacción y obtenerse al final.
- **Desplazamiento de materia.** Los componentes de un reactivo desaparecen del material original y aparecen en otro lado. Un ejemplo de esto es que, si se les pide que una mezcla de yoduro de plomo y nitrato de potasio en un mortero de inmediato aparece un color amarillo que indica que se obtiene nitrato de plomo de color amarillo brillante. Los estudiantes consideran que los cristales de los reactivos son como huevos que al molerlos dejan salir la yema, que es del color observado.
- **Modificación.** El material cambia de apariencia, pero sigue siendo el mismo, aunque pueda variar su aspecto o color. Por ejemplo, en el caso de la oxidación del hierro, en lugar de pensar que el polvo rojizo que se obtiene es justamente óxido férrico, piensan que el hierro solo cambió de color (apariencia) pero sigue siendo hierro. Cabe mencionar que esta idea contrasta con la de Pozo en relación con la conservación de las propiedades de la sustancia, ya que en este caso más bien piensan en conservación de las sustancias. Otro ejemplo es que cuando se quema alcohol, los estudiantes creen que los gases obtenidos son de vapor de alcohol, es decir, que no ha habido un cambio real porque por un tiempo se sigue percibiendo el olor a alcohol.
- **Transmutación.** Las sustancias se transforman en otras que no tienen que ver con las originales o la materia se convierte en energía o la energía se convierte en materia. En realidad, la materia sigue siendo materia, aunque en otra presentación. Un ejemplo de la transmutación en energía es cuando se les dice que un vehículo que tiene 1000 kg se le ponen 50 kg de gasolina y se hace circular hasta que esta se termina. Luego, al volver a ver cuánta masa tiene, resulta que son 1000 kg de nuevo. ¿Cuál será la masa de los gases de escape que se emiten mientras el vehículo se mueve? Los estudiantes consideran que son menos de 50 kg porque parte de esa gasolina se convierte en calor y energía cinética. Un ejemplo de transmutación de energía en materia se señala cuando se pregunta por qué se obtiene vapor de agua durante la combustión de una vela; una respuesta es que el calor de la llama se convierte en vapor de agua. Un ejemplo de transmutación de materia en materia sería cuando se somete una lámina de magnesio a la flama. Se mide su masa al inicio, y después de arder, se vuelve a obtener la masa. Los estudiantes, al ver que hubo un aumento, dicen que es porque se convirtió en carbono y este material tiene más masa.
- **Interacción química.** Se refiere a las explicaciones medianamente aceptables en términos químicos, que hacen referencia a la interacción entre sustancias y que se adquiere tras la instrucción. Muy pocos estudiantes recurren a esta explicación. En relación con el ejemplo de los gases de escape, Andersson (1990) reporta que tan solo el 2% de los estudiantes dicen que cuando la gasolina se combina con el oxígeno, produce gases de escape cuya masa es mayor que la de los reactivos. En el caso de los





cambios de fase, se encuentra que usan modelos químicos, como el de Dalton: “los átomos de hidrógeno y oxígeno se elevan por separado desde el agua y cuando chocan con algo se unen y forman pequeñas gotas de agua”.

Otros autores como Caruso, *et al* (1998), Nakhleh (1992), Johnson (2000), De la Mata, Álvarez y Alda (2011), Lacolla, Meneses y Valeiras (2013 y 2014), Dávila, *et al* (2017) y Chastrette y Franco (1991) mencionan algunas otras concepciones alternativas respecto a las reacciones químicas:

- Para que exista una reacción química deben unirse átomos de distinta clase (o sustancias distintas). Esta idea es apoyada por el esquema $A + B \rightarrow C$ que suele usarse para simbolizar la ecuación química en general, que suele aparecer en algunos libros de texto. Por ejemplo, en Mora (2005) se citan estos: $4Al (s) + 3O_2 (g) \rightarrow 2Al_2O_3 (s)$ o bien $SO_3 (g) + H_2O (l) \rightarrow H_2SO_4 (ac)$.
- Si se produce un cambio donde la “nueva” muestra tiene un diferente punto de ebullición o fusión a uno “antiguo” debe haber un cambio de sustancia. Aunque esta no es propiamente una concepción alternativa, según Johnson (2000), el usar esto como prueba de cambio químico tiene limitaciones porque no dice nada sobre la posibilidad de que se produzca el cambio químico como tal y requiere de más conocimientos para explicar por qué un producto tiene distinto punto de fusión o ebullición que un reactivo.
- La descomposición es una simplificación de la materia. Esta idea, que tampoco es una concepción alternativa en sí misma, pero representa un gran desafío si los estudiantes no tienen buena comprensión del término de sustancia, dado que todas aquellas que ya no se pueden descomponer se definen como *sustancias simples*.
- La irreversibilidad es un criterio para reconocer al cambio químico.
- Hay poco uso del modelo corpuscular y para entender que entre los átomos hay espacios vacíos.
- Las sustancias que se transforman en la reacción química no tienen relación con las originales.
- La energía asociada a una reacción química es un efecto secundario o una causa.
- Una disolución es un cambio químico porque se “produce un cambio en la naturaleza de las sustancias”.
- Los procesos físicos como calentar o moler son capaces de romper enlaces químicos para facilitar las transformaciones de la materia.
- Los signos evidentes de reacción química son muy llamativos: aparición de humo, brillo, chispas o burbujas o bien ruido, como una explosión.
- A pesar de que se forman sustancias nuevas en un cambio químico, se conserva la identidad atómica. Los docentes dicen que la molécula de agua está formada por hidrógeno y oxígeno, pero en la mente de los estudiantes no se considera que estos átomos integrantes de la molécula ya no conservan sus propiedades originales, sino que los siguen imaginando independientes; es como si las propiedades del agua fueran el resultado de la mezcla de gas hidrógeno y gas oxígeno. De hecho, Andersson (1990) señala que la afirmación inicial es incorrecta a nivel macroscópico porque se promueve la confusión entre partículas moleculares con las sustancias.
- No se visualizan los cambios químicos como eventos dinámicos, toda vez que no se comprende la naturaleza cinética de las partículas; es decir que no hay relación con el modelo cinético–molecular o modelo cinético de partículas.
- Las reacciones químicas ocurren en los laboratorios.

Galagovsky y Guidice (2015) presentan un esquema (*figura 3*) en el que muestra la necesidad de relacionar el concepto de reacción química y los conceptos relacionados con estequiometría para tener un



reconocimiento cabal del significado de los cálculos estequiométricos. El diagrama representa una propuesta de reflexión histórico–epistemológica para replantear de mejor manera los problemas. En este mismo tenor, propone que los docentes redefinan los conceptos “reactivo”, “producto”, “estado final”, “sistema final”, “sistema inicial” para obtener menos fuentes de error como las planteadas en el problema muestra.

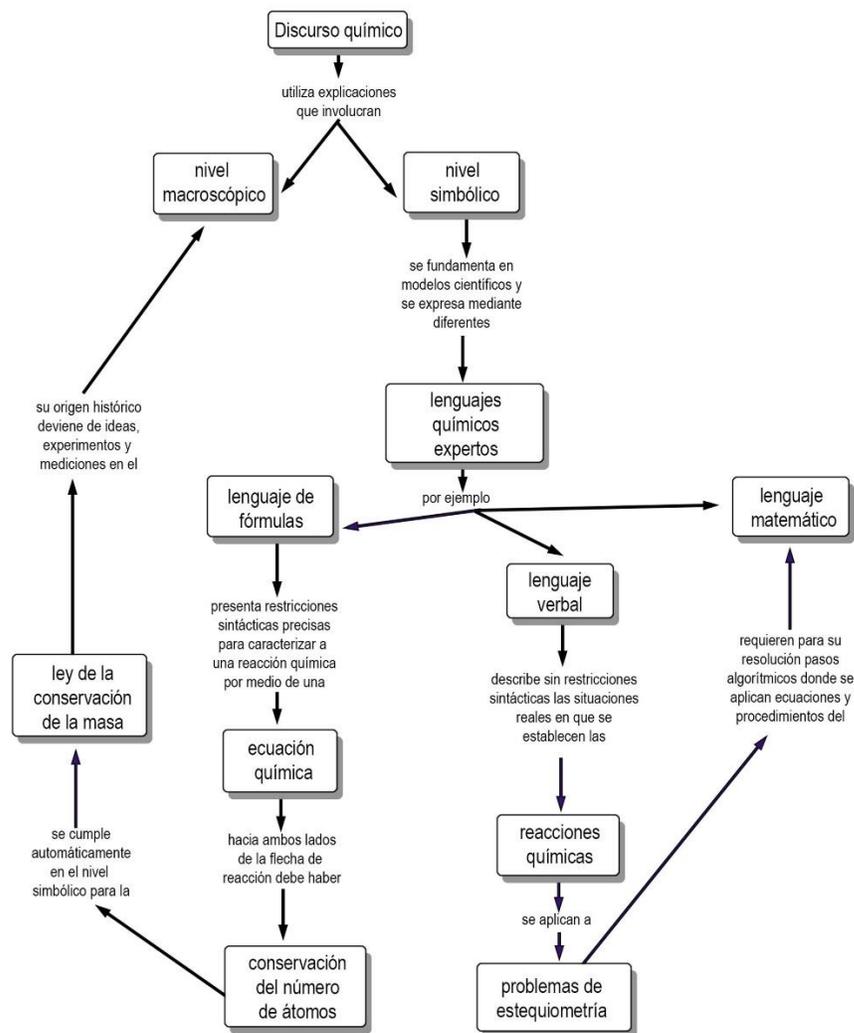


Figura 3. Lenguajes que involucra el discurso químico en reacciones químicas y estequiometría (Galagovsky y Guidice, 2015).

Este mismo diagrama fue replantado (*figura 4*) para incluir las tres dimensiones que Johnstone (retomaré un poco más adelante, con mayor detalle) considera respecto a los aspectos del lenguaje (micro, macro y simbólico) y que intervienen en un discurso químico (Galagovsky, Di Giacomo y Alí, 2015).

Una buena parte de los errores en la enseñanza de las reacciones químicas y estequiometría provienen de las dificultades para trasladar los lenguajes propios de la asignatura en términos claros para los estudiantes. Además de los términos mencionados se deberían considerar también: “reacción química”, “ecuación balanceada” y “fórmulas químicas” y los temas relacionados con estos, puesto que los lenguajes químicos de expertos tienen diferentes códigos y formatos sintácticos específicos respecto al lenguaje que manejan los estudiantes.

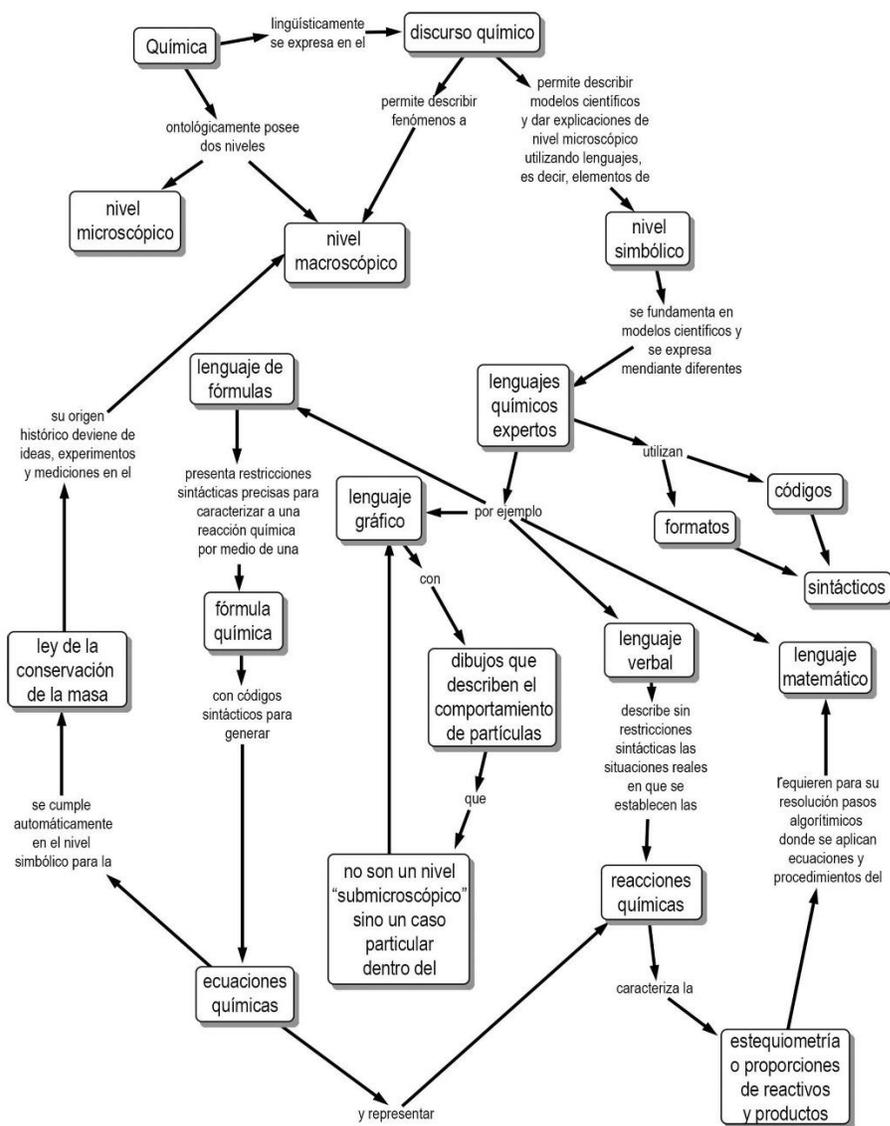


Figura 4. El discurso químico considerando los tres tipos de representaciones de Johnstone (Galagovsky, Di Giacomo y Alí, 2015).

Sosa y Méndez (2011) hacen un estudio en relación con la manera en la que se deben emplear algunos términos específicos en la química de manera que se eviten ambigüedades y errores conceptuales debido a que algunos de ellos se emplean en el lenguaje cotidiano y tienen distinto significado. Por ejemplo, "materia", "material", "sustancia", "sustancia pura", "sustancia simple", "sustancia compuesta", "elemento", "compuesto", entre otros. Es indiscutible que es fundamental que desde un principio se haga saber a los estudiantes cuáles son los términos que se emplearán, su significado y sus connotaciones en diversos ámbitos, en especial cuando se trata de palabras con significados polisémicos, para evitar confusiones. Desde luego conviene repetir constantemente los significados insistiendo en que son diferentes a lo que se entiende en el ámbito cotidiano, pues no es suficiente hacerlo solo al principio.



2.1.1.2. El cambio conceptual

Existen dos preguntas que se suelen plantear en este tema: ¿qué cambia en el cambio conceptual? Y ¿cómo modificar las concepciones alternativas? A estas preguntas añadiré una más que se responde hacia el final de esta sección con un planteamiento de Pozo (2007) ¿es realmente un cambio conceptual lo que estamos propiciando?

La teoría del cambio conceptual fue presentada por primera vez por Strike, Posner, Hewson y Gertzog en un artículo en la revista *Science Education* en 1982 (Posner *et al*, 1982). Este modelo está fundamentado por un lado en el análisis filosófico de la historia de la ciencia, en el que Kuhn propone los cambios de paradigma en las revoluciones científicas y Lakatos describe cómo se modifican los programas de investigación. Por otro lado, esta propuesta tiene que ver con el constructivismo de Piaget que considera los procesos de asimilación (aprendizaje si revisión conceptual) y acomodación (proceso de reestructuración) para indicar que el cambio conceptual depende de cuatro condiciones:

- **Insatisfacción:** que el estudiante se sienta inconforme con sus concepciones previas. Esto ocurre cuando se enfrenta a anomalías o acertijos sin resolver y considera que lo que sabe no es suficiente para explicarlas.
- **Inteligibilidad:** la concepción nueva debe ser suficientemente clara para el estudiante y que le permita explicar aquello que no comprendía o bien explorar nuevas posibilidades que están inherentes a ella.
- **Plausibilidad:** esta concepción debe ser admisible para el estudiante, debe ser el resultado de la consistencia con otros conocimientos y que alcance a explicar aquello que no se podía conseguir con las concepciones anteriores.
- **Fructificidad:** la concepción debe ser amplia, de manera que explique nuevos conocimientos y experiencias a las que accederá el alumno; es decir que favorezca la producción de nuevos aprendizajes y potencial para nuevas investigaciones.

(Flores, 2004; Bello, 2004; Raynaudo y Peralta, 2017; Posner *et al*, 1982; Hewson, 1981)

Flores (2004) presenta un cuadro en el que muestra cuatro categorías del cambio conceptual, las cuales están plasmadas en la *tabla 2*.

De acuerdo con su propuesta, hay dos aproximaciones: la epistemológica (E), basada en la filosofía de la ciencia, y la cognitiva (C) basada en la psicología o ciencias cognitivas y hay dos modelos de cambio conceptual: el de reemplazo de unidades conceptuales totalmente definidas e invariantes o el de cambio en un sistema conceptual complejo (Flores, 2004).

De esta manera, se forman cuatro clases de teorías, la E–R o epistemológica de reemplazo, la C–R o cognitiva de reemplazo, la E–SC o epistemológica de sistema complejo y la C–SC o cognitiva de sistema complejo (Flores, 2004).

Tabla 2. Clases de teorías del cambio conceptual (Flores, 2004).

	Aproximación epistemológica (E)	Aproximación cognitiva (C)
Reemplazo de conceptos (R)	Teorías E–R <ul style="list-style-type: none"> • SPHG (1982) • Carey (1991) 	Teorías C–R <ul style="list-style-type: none"> • Chi (1992, 2003) • Neressian (1984, 1992)
Sistema complejo (SC)	Teorías E–SC <ul style="list-style-type: none"> • Thibergien (1994) • diSessa (1993, 2003) 	Teorías C–SC <ul style="list-style-type: none"> • Vosnadiou (1992) • Pozo (2003)





Teorías E–R

SPHG (Strike, Posner, Hewson y Gertzog)

- El aprendizaje es considerado como un proceso de cambio conceptual.
- El cambio conceptual es un proceso mental complejo del sujeto que implica la transformación de toda una ecología de pensamientos. Es un proceso que no es inmediato y el sujeto debe contar con las condiciones para que se dé el cambio, especialmente a nivel de desarrollo cognitivo.
- Proporcionan algunas estrategias para impulsar el cambio conceptual y cuál sería el papel del docente. (Posner *et al*, 1982; Strike y Posner, 1985; Flores, 2004)

Carey

- Los conceptos son estructuras de representación de un lenguaje y están claramente definidos.
- Los sujetos construyen lenguajes localmente inconmensurables (como los que hay entre niños que no son entendibles por los adultos y viceversa).
- El cambio conceptual es una modificación de significados dados por tres procesos: diferenciación, coalescencia (integración de dos significados distintos en uno nuevo) y cambio de propiedad simple en una relación.

(Flores, 2004; Carey, 1992)

Teorías C–R

Chi

- Los sujetos tienen un conjunto de categorías ontológicas divididas en subcategorías y organizadas jerárquicamente. El cambio conceptual puede entenderse como una reasignación de conceptos a categorías ontológicamente distintas.
- Se identifica la diferencia entre preconcepciones y concepciones alternativas. La reparación de las preconcepciones supone una reorganización conceptual, en tanto que el cambio conceptual implica una reparación de las ideas previas.
- Las preconcepciones pueden evolucionar para que una vez reparadas den lugar a entendimientos profundos. Los conceptos cambian de categorías ontológicas en tanto la reparación de preconcepciones es solo una organización conceptual.

(Bello, 2004; Pozo y Gómez Crespo, 2009; Chi, Sloita y De Leeuw, 1994)

Neressian

- El proceso de construcción del conocimiento desde la historia de la ciencia es equivalente a los procesos de aprendizaje de los conocimientos científicos, de manera que conocer la evolución del conocimiento científico ayuda a los estudiantes a ubicarse en el modo como se llegaron a determinadas conclusiones, además de que da una visión más humana a la ciencia, pues se les hace ver que no todo fue serendipia ni tampoco se encontraron respuestas con un solo experimento.
- Los sujetos construyen conocimientos a partir de representaciones proposicionales (cadenas de símbolos), modelos mentales e imágenes.
- El cambio conceptual es un proceso de descubrimiento y las concepciones nuevas se generan por creación, desaparición, descendencia o absorción. Los nuevos conceptos se crean por un proceso racional y progresivo de manera que los cambios son precedentes para explicar los siguientes conceptos.

(Neressian, 1992; Flores, 2004).





Teorías E–SC

Tiberghien

- Esta teoría está fundamentada en un sistema de procesamiento del conocimiento llamada “modelado” y se aplicó originalmente al ámbito de la física.
- Los estudiantes construyen teorías que se basan en procesos de inferencia para ciertos dominios con lo que elaboran un modelo o modo de representar a los fenómenos en ciertos contextos.
- El campo experimental de referencia son aquellos fenómenos interpretados bajo el modelo que han construido los estudiantes.
- Las teorías del alumno son procesos de razonamiento lineales, mientras que sus modelos son afirmaciones y predicciones que elaboran en un concepto.
- El cambio conceptual puede ocurrir a nivel de modelo (cambio de campo semántico), el cual no es profundo, o de teoría (cambio en procesos de causalidad), que constituye un cambio conceptual más profundo; ambos pueden ocurrir a través de los procesos de aprendizaje.

(Tiberghien, 1994; Flores, 2004).

DiSessa

- Propone desarrollar conceptos precisos con características que los definan y que eviten ambigüedades y uso de términos como concepto, teoría y modelo.
- Propone dos formas de conceptualización: *p-prims* que son ideas primitivas o intuitivas, estrechas e inmediatas y las *clases de coordinación* que son sistemas complejos con formas diversas que constituyen sistemas de conocimiento y sirven para representar los fenómenos naturales. Ambos forman parte de los procesos de construcción conceptual.
- Los *primitivos fenomenológicos (p-prims)* son ideas físicas intuitivas que no se articulan entre sí, son parciales y se refieren a un solo observador. No son transformados o cambiados sino más bien reubicados y usados en determinados conceptos.
- Las *clases de coordinación* son intuitivas y proceden de un proceso de construcción largo que depende del contexto, estas son transformables y precisamente esto es lo que constituye el cambio conceptual.

(Flores, 2004; Bello, 2004; diSessa y Sherin, 1998)

Teorías C–SC

Vosnadiou

- Los conceptos no pueden analizarse en forma aislada y son esquemas explicatorios coherentes construidos por los sujetos en su interacción cotidiana con los fenómenos.
- El cambio conceptual procede por modificaciones graduales del modelo mental, a través de un enriquecimiento o revisión, ya sea por una adición de información a la estructura conceptual existente o por cambios en creencias, presuposiciones o estructura relacional de una teoría específica.
- La modificación o construcción de los cambios sintéticos hace que el sistema inicial se vuelva incoherente.
- Los cambios conceptuales proceden atacando las creencias epistemológicas y no sus síntomas (ideas previas)

(Flores, 2004; Bello 2004; Vosnadiou, 2004).

Pozo

- El sujeto tiene una visión de la realidad dada por herencia cognitiva que implica explicaciones derivadas de la intuición (física intuitiva).





- El fundamento de la física intuitiva está basado en la representación del objeto como una entidad sustancial, impenetrable, numerable y sólida.
- Los procesos reguladores en la construcción de representaciones implícitas en la física intuitiva son semejanza, contigüidad espacial, contigüidad temporal y covariación cualitativa o cuantitativa con las que los sujetos interpretan lo que observan.
- El cambio conceptual es una reestructuración y construcción de sistemas de representación nuevos a través de una explicitación y análisis de las teorías intuitivas; no es una simple sustitución o reemplazo de conceptos.

(Flores, 2004; Pozo y Gómez Crespo, 2009).

La propuesta de Chi coincide con Vosniadou en la aproximación cognitiva, entre otras cuestiones, mientras que Vosniadou coincide con diSessa en que para ambas el cambio conceptual no ocurre en las unidades de conocimientos o ideas específicas, sino que se trata de una modificación estructural compleja. También explica cómo su enfoque difiere del de diSessa en que ella no considera que las creencias están dentro de un sistema coherente y que este es el que diferencia a los expertos y los novatos.

Vosniadou, a diferencia de Carey piensa que los conceptos erróneos son construcciones espontáneas más que teorías específicas profundamente arraigadas, mientras que a diferencia de Chi, al considerar la teoría marco donde están incrustados los conceptos, es más fácil identificar cómo se produce el cambio conceptual más allá de la simple reasignación de un concepto de una categoría a otra.

Pozo y Gómez Crespo (2009) sostienen que existen tres principios que subyacen tanto a las teorías alternativas como a las científicas, y precisamente la diferencia entre ellos es la distancia a la que están los estudiantes de las explicaciones científicas. Dichos principios, que guían el cambio conceptual, y que se amplían en la *tabla 3*, son:

- **Epistemológicos.** Son los supuestos que están implícitos acerca de las relaciones entre nosotros y el mundo; es decir que la realidad tiene propiedades y atributos que le damos de acuerdo con nuestra interacción con ella.
- **Ontológicos.** Cuando interactuamos con el mundo, clasificamos las cosas y los fenómenos en determinadas categorías a las que les atribuimos ciertas características. Los fenómenos desconocidos deben encajar en alguna categoría para hacerlo comprensible y predecir lo que puede ocurrir.
- **Conceptuales.** Se refiere a la manera como se conciben los fenómenos de acuerdo con el estadio operativo de las personas.

De acuerdo con Piaget, el estadio de operaciones formales es aquel en el que la persona es capaz de comprender fenómenos complejos, y se supone que se accede a él aproximadamente cuando inicia la adolescencia, lo que supondría que a nivel medio superior ya existe una estructura conceptual que permite que la enseñanza de la química y otras ciencias sea “más fácil”, no obstante muchos estudiantes todavía se encuentran en la etapa anterior, la de operaciones concretas y eso dificulta no solo la identificación de ideas previas y concepciones alternativas sino sobre todo, el cambio conceptual.



**Tabla 3.** Dimensiones del cambio conceptual aplicadas a la comprensión de la química
(Tomada de Pozo y Gómez Crespo, 2009)

Principios epistemológicos		
Realismo ingenuo	Realismo interpretativo	Constructivismo
La materia es tal como la vemos. Lo que no se percibe, no se concibe.	Hay cosas que no podemos ver, pero la química nos ayuda a descubrir cómo es realmente la materia.	La química nos proporciona diferentes modelos a partir de los que interpretamos la realidad.
Principios ontológicos		
Estados	Procesos	Sistemas
Se reconocen estados y propiedades de la materia.	Los cambios entre estados, o de propiedades se explican a través de procesos.	La materia se interpreta en términos de relaciones entre los elementos de un sistema.
Principios conceptuales		
Hechos	Causalidad lineal	Interacción
La materia es tal como se ve: continua y estática. Las partículas tienen las mismas propiedades del sistema macroscópico al que pertenecen.	Cambios de la materia causados por un agente unidireccional y explicados a partir del cambio de las características externas. Cambios causados por varios agentes que suman sus efectos.	La materia se concibe como un sistema de partículas en interacción.
Cambios sin conservación	Cambios con conservación	Conservación y equilibrio
Solo cambia aquello que vemos que se altera. Necesidad de explicar lo que cambia pero no lo que permanece.	Se acepta la conservación de propiedades no observables después de un cambio unidireccional causado por un agente externo.	Cambios interpretados en términos de interacción entre partículas o sistemas, lo que lleva a la conservación de propiedades no observables y al equilibrio.
Relaciones cualitativas	Reglas heurísticas	Relaciones cuantitativas
Interpretación cualitativa de los fenómenos químicos.	Aproximación cuantitativa a través de reglas heurísticas simplificadoras.	Integración de los esquemas de cuantificación (proporción, probabilidad y correlación en los modelos).

Desde el punto de vista epistemológico, comprender la química y promover el cambio conceptual del estudiante implicaría cambiar la lógica con la que este organiza sus teorías dentro de su mapa mental; en cuanto a los principios ontológicos, el cambio conceptual, como lo menciona Chi, es modificar la categoría ontológica en la que se ubican las ideas o los principios, no obstante hay procesos y sistemas cuyas interacciones no son visibles y esto dificulta su comprensión. Finalmente, en el marco de los conceptos el cambio implicaría comprender que la materia es un sistema complejo de partículas en interacción pero al mismo tiempo en continuo equilibrio. Para fines educativos la última categoría es la más importante (Pozo y Gómez Crespo, 2009).

Kind (2004) y Furió, Azcona y Guisasola (2006) presentan propuestas que proceden con base en el cambio conceptual de manera que se puede conseguir que los estudiantes adquieran el concepto de cantidad de sustancia, mol y las proporciones que son básicas para la enseñanza de la estequiometría. Esta sería una manera de subsanar algunas de las dificultades encontradas a partir de las ideas alternativas de los estudiantes en este rubro.





A pesar de lo anteriormente expuesto, es importante mencionar que de acuerdo con Rodríguez-Moneo y Aparicio (2004), más allá de considerar que los estudiantes tienen resistencia a aprender ciencias, el cambio conceptual en sí no suele contemplarse entre los objetivos educativos y no hay indicaciones didácticas para propiciarlo, pero es una realidad que si se detectan concepciones alternativas y se vinculan con el contenido, se obtendrá un aprendizaje deficiente. Estos autores proponen que para favorecer el cambio conceptual más allá del conflicto cognitivo se puede hacer uso de diversas clases de analogías, propiciar la aplicación multicontextual así como diseñar actividades que promuevan la metacognición y elaboración.

Por otro lado, Pozo (2007) señala que el conocimiento científico se debería reconstruir como un cambio representacional, más que un cambio conceptual, toda vez que se sabe que aunque los estudiantes asimilan los conocimientos científicos, no suelen abandonar sus explicaciones cotidianas; es decir, sus concepciones alternativas, lo que significa que no hay sustitución o reemplazo. El cambio conceptual, en todas las teorías mencionadas anteriormente, de una u otra forma proponen la idea de abandonar (o hacer que ocurra el abandono) de los estudiantes de sus concepciones, lo cual puede ser no solo difícil sino inconveniente.

En este mismo orden de ideas Pozo (2007) propone que quizá sea mejor que los estudiantes adquieran distintas representaciones que funcionen ante diferentes situaciones lo cual implica multiplicar y diversificar maneras de representar objetos, por lo tanto, más que aprender nuevas representaciones se trata de activar las más adecuadas dependiendo del contexto o tarea que se presenta, enseñándoles a elegir entre las que tienen disponibles. Esto implica la coexistencia de diferentes representaciones o en otras palabras conseguir una pluralidad representacional en otros dominios, lo que desemboca en una reconciliación con los procesos de cambio conceptual radical. Esta idea es conocida como hipótesis de la integración jerárquica.

De esta manera, aunque la ciencia intuitiva pudiera ser subsumida por las teorías científicas, podría seguir siendo eficaz en los contextos informales cotidianos en los que si se aplicara un modelo científico, se necesitaría de más procesamiento mental. Así, si el cambio conceptual no implica un cambio real, en el sentido de sustitución de ideas, tampoco resulta ser conceptual sino representacional ya que las teorías intuitivas son más bien representaciones implícitas mientras que los conocimientos científicos son representaciones explícitas o elaboraciones culturales que requieren de un lenguaje para ser comunicadas (Pozo, 2007).

La explicitación progresiva de las representaciones que hacen los aprendices debe acompañarse de un proceso de traducción para ser distribuida socialmente. Explicitar es reconstruir teorías implícitas mediante el conocimiento científico lo que hace implícito el aprendizaje y la evolución de los sistemas de representación así como los componentes representacionales de esos códigos que al final se adecúan a las restricciones dentro de un equipamiento cognitivo (Pozo, 2007)

Así, aunque las teorías de cambio conceptual tienen una gran importancia, y las he incluido como parte de la evolución de lo que como docentes debemos considerar en la elaboración de secuencias didácticas, es necesario saber que muchos de los “fracasos” en la instrucción no son tales, pues si bien se espera que los estudiantes asimilen lo que se les enseña y lo empleen en diversos contextos más allá del aula, con este enfoque de Pozo que propone el cambio representacional o lo que yo entiendo como integración representacional, se espera generar un bagaje de conocimientos más rico, y aplicable a diversos contextos, lo que sería más integral.





2.1.1.3. La literacidad en química

Además del diagnóstico de concepciones alternativas y la promoción del cambio conceptual, considero que hay otras dos cuestiones que están interrelacionadas entre sí y que es preciso tener en cuenta en relación con los alumnos. Por un lado, la dependencia de lo literal y por otro la *literacidad* en química.

En el primer rubro, Velázquez (2021) presenta un texto dividido en tres partes, por un lado, analiza el fenómeno de la dependencia de lo literal en el que menciona que una queja compartida de los docentes está en las deficiencias en los escritos de los alumnos, ya sea por desconocimiento de las reglas gramaticales o por una falta de alfabetismo funcional (correspondencia de caracteres y fonemas). En este sentido, cabe reflexionar si aumentar las horas de clase de lengua producirían una mejora en los escritos de los alumnos y si, a pesar de todo, valdría la pena dejar de lado el modo como se expresan los estudiantes y considerar tan solo los productos (es decir que cumplan con la tarea de escribir algo, no importa cómo lo hagan); en segundo lugar, se menciona el hecho de que los estudiantes suelen referirse a un texto que han consultado reproduciendo sus palabras en función de su forma contingente, lo cual simula comprensión, responde preguntas que se le han planteado y menciona los vocablos esperados, lo que conlleva a errores derivados de la reproducción del texto fuente puesto que el alumno no ha redactado realmente, sino que copia fragmentos a manera de pseudoescritura, lo que da lugar a una construcción fragmentada con inconsistencias de diversos tipos y varias discontinuidades. A dichas construcciones con inconsistencias sintácticas, semánticas y comunicativas y sin continuidad se conocen como *anacolutos* (Velázquez, 2021; Ruiz, 2009).

Otra cuestión deriva del hecho de que parece ser que el estudiante teme hacer producciones propias por miedo a perder el rigor científico de los textos consultados. En este estudio también se hace énfasis en que la evaluación por lo general privilegia el aprendizaje reproductivo, por lo que se fomenta de manera importante que la dependencia de lo literal se refuerce constantemente (Velázquez, 2021).

En este sentido, Ruiz (2009) distingue entre habilidades naturales o inherentes y las de competencia completa o experta. Las primeras se refieren a que provienen de procesos de aprendizaje de primer orden que se adquieren sin instrucción sistemática y las segundas las que sí requieren de una instrucción en forma, como lo es la escritura, lo cual puede ser problemático ya que los docentes suelen creer que si les piden a los alumnos que redacten algo (un informe, un texto, un ensayo, etc.), automáticamente deberían hacerlo bien, porque no identifican la diferencia entre escribir y redactar, cuando en realidad son cuestiones muy distintas.

También esta autora hace referencia a que es común que los docentes pidan, no producir discursos, sino reproducirlos, y por lo tanto los textos que resultan, eluden procesos cognitivos involucrados en la redacción y, como ya se mencionó, el alumno produce textos falsamente correctos. De hecho, los docentes le dan mejor calificación a quien ha presentado un trabajo que aparentemente tiene muy pocos errores, en contraste con otro quizá mal redactado, pero que ha sido escrito con suficiente esfuerzo del estudiante (Ruiz, 2009).

Para Boillos (2020) es necesario hacer una distinción entre lo que es el plagio deliberado y el plagio inconsciente. Si bien el uso de textos de otras personas de manera indiscriminada sin hacer las referencias pertinentes y explícitas es un plagio como tal, existen tres tipos de calco: el *verbatim* que reproduce palabra por palabra de un documento sin indicar la autoría de este; el *purloining* en donde se copia total o





parcialmente un trabajo ajeno y se presenta como propio y el *sham paraphrasing* en donde se emplea la misma información que la fuente original modificándola ligeramente pero sin citarla de manera adecuada. Por último, también se puede hacer referencia al parafraseo o *patchwriting* que no necesariamente es plagio porque puede ser una estrategia de escritura válida, sí reconoce a los autores de las fuentes consultadas.

Es importante decir que, en muchos casos, los estudiantes recurren al plagio inconsciente debido a que es posible que la sobrecarga de trabajo, la falta de guía y la poca confianza en sí mismos los lleve a copiar textos y presentarlos como propios. Es pues, necesario, explicar a los escolares la importancia no solo de crear textos propios y de aprender a usar las fuentes de consulta, previa discriminación de ellas, sino también de las implicaciones que tiene el plagiar de manera consciente y deliberada las producciones literarias de otras personas (Boillos, 2020).

De acuerdo con lo anterior, es preciso distinguir entre alfabetización y *literacidad*. En el primer caso se habla del uso del lenguaje para expresarse por escrito y leer textos; es decir, la simple acción de leer y escribir. La *literacidad* o alfabetización cultural, así como la *escrituralidad*, términos tomados del inglés, se refieren a maneras de usar la lengua y otorgarle sentido; lo que implica darle un propósito social. También tiene que ver con el conocimiento de las reglas que rigen la escritura, las convenciones que se han establecido para escribir textos, así como el conocimiento y reconocimiento de géneros discursivos y su vinculación de las formas de pensamiento y razonamiento con el discurso escrito (Montes y López, 2017).

Montes y López (2017) indican que la *literacidad* y la alfabetización académicas se pueden englobar en la *literacidad* disciplinar puesto que ambas están contenidas dentro de un ámbito o disciplina específica, además de que en el ámbito académico existen distintos niveles de especialización. Cabe señalar que la *literacidad* disciplinar se entiende como la práctica de la lectura y la escritura de manera esencial e inherente dentro de cierto ámbito académico, lo que significa que en una disciplina específica son necesarios ciertos conocimientos para acceder a ella. Los aprendices deben estar inmersos en la práctica de esa especialidad y utilizar los textos específicos para expresarse correctamente. La alfabetización disciplinar es la instrucción formal dentro de la *literacidad* disciplinar lo que significa que los docentes son los responsables de guiar a los estudiantes para saber leer, escribir, hablar, escuchar, investigar y pensar como los expertos en esa disciplina de modo que se les brinde el andamiaje necesario para que comprendan y escriban textos de la especialidad en cuestión.

Lo anterior está ligado con lo que referí en la introducción respecto a la alfabetización científica. Se esperaría que un estudiante de bachillerato sea un alfabetista científico funcional, toda vez que en este nivel se les enseñan cuestiones disciplinares que los preparan para comprender su entorno y hacer uso del lenguaje adecuadamente además de que se les enseña a investigar en fuentes confiables. Para Montes y López (2017), la formación que se busca es llevar a los educandos más allá del conocimiento mecánico de las prácticas específicas: mostrarles cómo construir conocimientos disciplinares al involucrarlos en prácticas de *literacidad* disciplinar. Es importante recalcar que no se pretende que los estudiantes sean especialistas en cada una de las disciplinas que se les enseñan, porque esto no es competencia en este nivel, pero sí introducirlos en el modo de concebir conocimiento, así como incorporarlos en la manera de investigar y comunicar en cada disciplina.

La Dra. Alejandra García Franco (García, 2021) propone una serie de estrategias para fomentar la *literacidad* o alfabetización académica de los estudiantes, que, aunque están dirigidas más a alumnos





universitarios, se pueden aplicar sin problema a nivel medio superior. Ella insiste en que no es que se trate de remediar errores en la formación de los estudiantes respecto a las habilidades en lectoescritura sino más bien desarrollar las habilidades discursivas, lo cual tiene que ver con la producción y análisis de textos en la enseñanza de manera que estos alumnos se familiaricen con estos medios que son ineludibles en la actividad escolar.

En este entendido, García (2021) habla de dos ámbitos en donde se debe instruir a los aprendices: escribir para aprender (donde se es sujeto del discurso) y escribir en las disciplinas, lo que tiene ver en la escritura para reflejar el discurso de otros productores de texto. En cuanto a lo primero, escribir para aprender, existen distintas formas de implementarlo: puede hacerse en principio, solicitando a los estudiantes que durante un minuto produzcan algo propio en papel o bien solicitarles que respondan preguntas cortas por escrito durante la clase haciendo que sus pares las revisen. En general, ella propone diversas tareas para que los alumnos se introduzcan en esta tarea y que, a mi parecer, es no solo necesario, sino urgente. En la secuencia didáctica, se verá que, de manera incipiente, procuré que los estudiantes elaboraran algunos textos propios, aunque fueran tan solo algunas frases, pues durante las clases había sido claro que tenían algunas dificultades para expresar su ideas de manera oral, y me pareció pertinente hacer que por un lado, explicaran qué era lo que querían decir, en sus intervenciones en tiempo real, y también por escrito en las diversas tareas que les encomendé. En el análisis de resultados se da cuenta de algunas de estas manifestaciones.

2.1.2. Los docentes

En cuanto al ámbito del docente, abordaré en primer lugar la importancia del conocimiento pedagógico del contenido (CPC) y su diagnóstico, después las dimensiones del aprendizaje de la química y cómo están relacionados con el CPC de los docentes y las diferencias entre docentes expertos y novatos. Este tema será retomado en otras secciones más adelante tanto por su importancia como por su relación con ámbitos en los que interviene el docente y que es fundamental tener un CPC robusto. Por último, trataré lo relacionado con la investigación-acción: un modo de trabajo que puede favorecer que el docente diagnostique y remedie dificultades en el salón de clase y lo vincularé con el modelo de docencia reflexiva.

2.1.2.1. El conocimiento pedagógico del contenido

El conocimiento pedagógico del contenido (CPC o PCK en inglés "*Pedagogical Content Knowledge*") es un término acuñado en Estados Unidos, en 1986 por Lee Samuel Shulman (1938-) en su artículo "*Those who understand: knowledge growth in teaching*" ("Aquellos que entienden: crecimiento del conocimiento en la enseñanza") en el cual explica cómo fue la evolución del modo de evaluar de aquel país a lo largo de un siglo. Uno de los puntos más importantes es que nadie tiene claridad acerca del modo en que un contenido disciplinar puede transformarse en algo para ser enseñado, para él era preocupante el hecho de que se hubieran separado el conocimiento disciplinar del pedagógico, a lo que llamó "Paradigma perdido" considerando que un experto en conocimiento disciplinar suele ser un novato docente (Shulman 1986, Farre y Lorenzo 2009, Garritz y Trinidad 2004). De hecho, el mismo Shulman (1986) dice que, en realidad, el conocimiento disciplinar juega un papel "secundario" cuando se trata de ver qué tanto está calificado un profesor para enseñar.

Cabe señalar que hay algunos profesores y especialistas que prefieren emplear el término CDC (Conocimiento Didáctico del Contenido) para hacer referencia al PCK por considerar que lo didáctico





engloba a lo pedagógico y tiene más alcances y posibilidades, no obstante en este trabajo usaré CPC, con el término “pedagógico” por ser una traducción literal del inglés.

En su artículo, Shulman (1986) se pregunta: ¿por qué esta distinción tan marcada entre el contenido y el proceso pedagógico?, ¿ha habido siempre una separación entre ambos?, ¿siempre se ha afirmado que, o bien se conoce el contenido y la pedagogía es secundaria y sin importancia, o bien se conoce la pedagogía y no se rinde cuentas del contenido? Ante estos cuestionamientos, el autor enfatiza que existe un punto ciego generado en la actualidad (no hay antecedentes históricos, porque no se hacía tal distinción) donde no se sabe cómo es que los profesores eligen qué enseñar, cómo enseñar, cómo dar explicaciones a los estudiantes, cómo lidiar con lo que ellos no comprenden. En realidad, la psicología cognitiva se ha centrado más bien en los alumnos y no en los profesores. Ante esta situación, Shulman propuso un programa para subsanar estas dificultades relacionadas con la manera en que los docentes organizan los contenidos y parte de tres categorías de conocimientos:

- **Conocimiento del contenido de la materia (o asignatura).** Que se refiere a la cantidad y organización de los conocimientos como tales en la mente del docente. Es lo menos que se espera de un especialista en determinado tema por más novato que sea en enseñanza, puesto que debe tener criterio para decidir qué contenidos son relevantes y cuáles son secundarios y en qué orden se deben enseñar, además de identificar errores conceptuales o controversias y resolverlos. Este tipo de contenidos se pueden clasificar, entre otras modalidades, con la taxonomía de Bloom o por medio de la distinción entre estructuras sustantivas o sintácticas de conocimiento, propuesta por Joseph Schwab en 1978:
 - **Estructuras sustantivas.** Formas en que se organizan los contenidos (conceptos y principios) básicos de una disciplina para incorporar sus hechos.
 - **Estructuras sintácticas.** Conjunto de formas en que se establece la verdad o falsedad, así como la validez o invalidez de afirmaciones en torno a determinados fenómenos, toda vez que la sintaxis determina lo que es legítimo decir en cierto ámbito.
- **Conocimiento pedagógico del contenido.** Que va más allá del conocimiento pedagógico y del conocimiento disciplinar pues es una combinación que da una guía para saber cómo enseñar determinada asignatura.
- **Conocimiento curricular del contenido.** Se refiere al conocimiento de los programas de estudio para el nivel en cuestión, los materiales didácticos para su enseñanza, así como las indicaciones y contraindicaciones para aplicar determinadas estrategias en ciertas circunstancias. Además, es importante que los docentes conozcan la transversalidad del currículo completo: ubicación de su asignatura dentro del mapa curricular, su relación con asignaturas antecedentes y consecuentes, en el mismo ámbito (ciencias naturales, por ejemplo) y cuáles son las otras materias que el estudiante está cursando paralelamente para saber cómo establecer puentes entre ellas (por ejemplo, si cursa historia, podría establecer la relación entre acontecimientos mundiales y del país en tanto se ha hecho algún descubrimiento o invento).

(Shulman 1986, Garritz 2011).

A partir de estas tres categorías de conocimientos, diversos grupos de pedagogos e investigadores educativos han hecho propuestas para ampliar el número de categorías y ámbitos considerados, dado que consideran que hay todavía más aspectos que considerar dentro del CPC. Uno de ellos es el de Magnusson, Krajcik y Borko (de 1993), que es el más difundido (Farre y Lorenzo, 2009; Garritz y Trinidad, 2004; Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé-López, 2017). Este modelo contempla cinco aspectos que se muestran en la *figura 5*:



- Orientaciones para la enseñanza de las ciencias.
- Conocimiento del currículo de la ciencia.
- Conocimiento del aprendizaje de los estudiantes.
- Conocimiento sobre evaluación en ciencia.
- Conocimiento sobre estrategias instruccionales (didácticas).

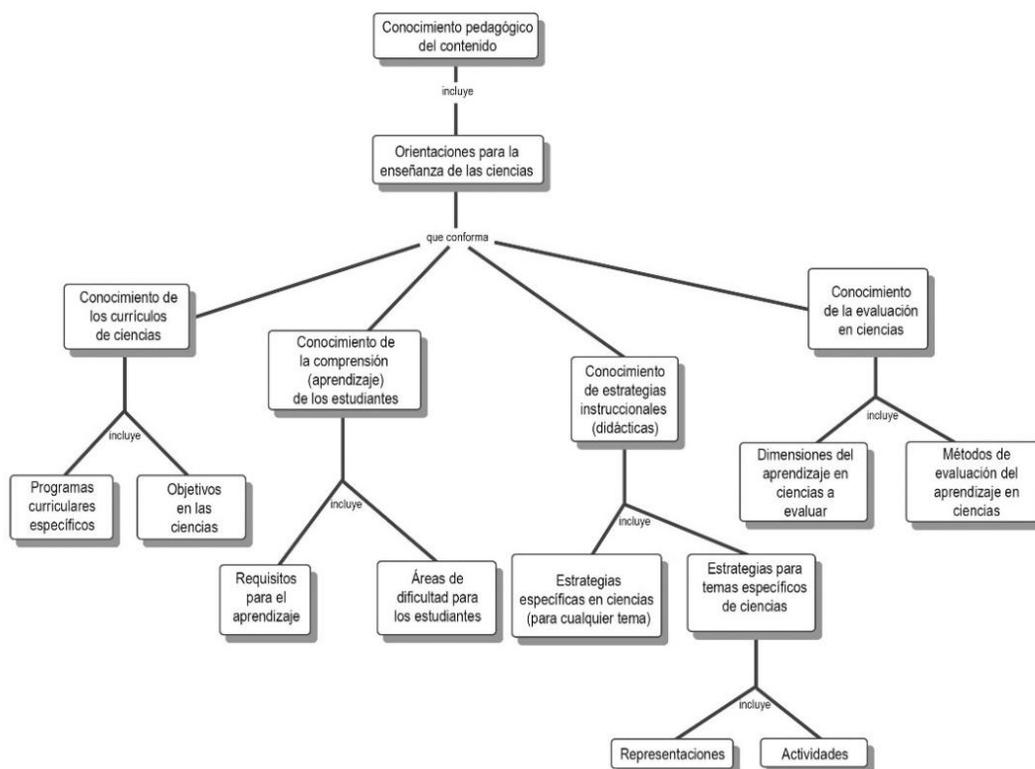


Figura 5. Aspectos que componen el CPC de los docentes según Magnusson, Krajcik y Borko (Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé-López, 2017).

Park y Olivier, en 2008, incorporaron otro elemento al esquema anterior: percepción de autoeficacia, la cual es una función afectiva; es decir que abarca creencias y percepciones del docente respecto a sus habilidades para abordar ciertos temas, usando determinadas estrategias, así como la percepción de que tiene éxito, en la *figura 6* se muestra la interrelación entre todos los elementos considerados.

Farre y Lorenzo (2009) nos llevan a reflexionar si esta dimensión (la percepción de autoeficacia) es un dominio adicional en el CPC o si es un filtro o catalizador de los dominios de Park y Olivier, a lo que estos autores responden que en cada persona hay una mezcla de ideas propias, conceptualizaciones, creencias, sentimientos y emociones que dirigen el modo de enseñar. La parte afectiva es siempre importante y debe considerarse siempre dentro de los contenidos a estudiar; por ello, en los programas de estudio se consideran los contenidos conceptuales, factuales, procedimentales y actitudinales.

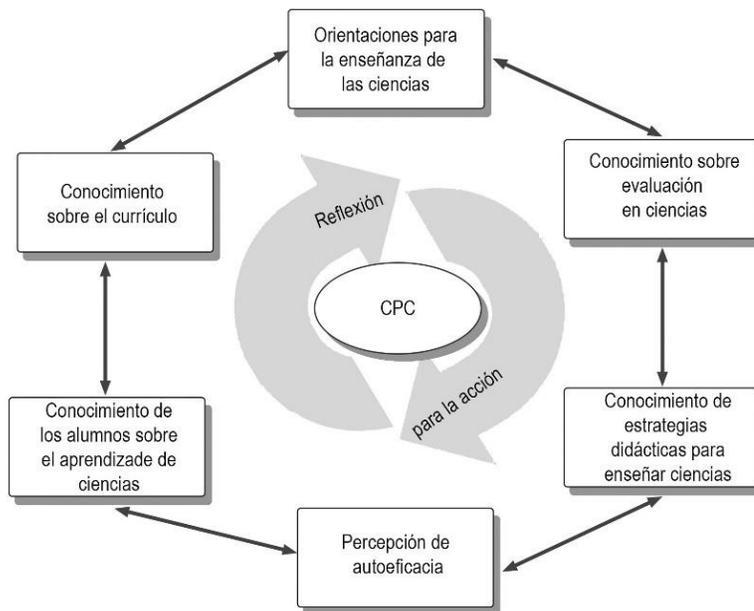


Figura 6. Interrelación entre los componentes del CPC incluyendo el componente afectivo o percepción de autoeficacia (Farre y Lorenzo, 2009).

Esta percepción de autoeficacia es uno de los componentes de la parte afectiva, a la cual le dedicaré un apartado, pues aunque sí se le da importancia a los contenidos actitudinales, se les ha considerado como eso: contenidos; es decir que más bien relacionados con los componentes cognitivos que emocionales, y este aspecto juega un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Existe una necesidad de transformar el conocimiento erudito en conocimiento escolar, en algo enseñable. El CPC va más allá del conocimiento disciplinar y por ello ayuda a:

- Tener formas más útiles de representación de las ideas de un tema específico, por medio de analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones; es decir, facilita la representación y formulación de un tema para enseñarlo.
- Entender qué facilita o dificulta el aprendizaje en ciertos temas.
- Detectar las concepciones y preconcepciones de los alumnos.
- Identificar si esas concepciones son o no errores conceptuales.

(Farre y Lorenzo, 2009; Garritz y Trinidad, 2004)

Farre y Lorenzo (2009) sugieren una explicación del CPC en términos de la química que resulta interesante e ilustrativa para los docentes de esta asignatura. En este modelo emplean analogías con cambio físico y cambio químico. Desde mi perspectiva, el cambio físico, al no afectar la estructura interna de la materia puede considerarse como una analogía con lo que ocurre con un docente novato, mientras que, en el caso del cambio químico, al ser más profundo, ilustra una analogía con el docente experto, que ha incorporado modos de trabajo desde su experiencia y conocimiento de la disciplina.

- **Analogía del CPC con la formación de una mezcla.** Se refiere a cuando el docente recurre a cada conocimiento tan solo en el momento de enseñarlo; para él, el conocimiento existe de modo situacional. Yo lo comparo con el tipo de manejo que hace un docente novato. La representación de esta analogía sería según la *figura 7*. El conocimiento disciplinar, en este caso de la asignatura, el conocimiento pedagógico que se refiere a determinadas estrategias psicopedagógicas de enseñanza y evaluación y

el conocimiento del contexto que trata de la situación socioeconómica de los estudiantes, la edad cronológica y psicológica por la que transitan, entre otras cosas dan lugar a una mezcla en la cual un docente sin experiencia solo tiene un CPC aparente porque no hay integración de los componentes originales, sino que se aplica superficialmente y de manera parcial:

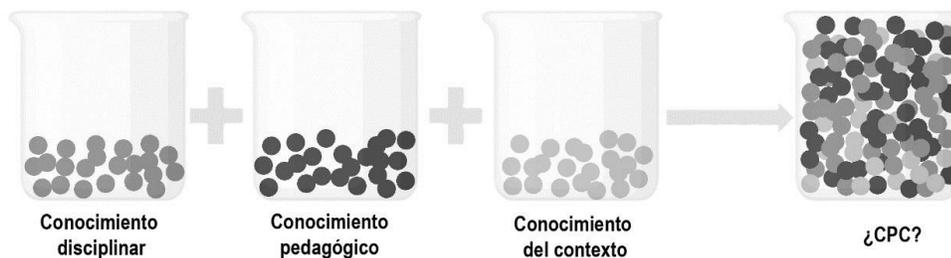


Figura 7. Componentes de un CPC de un profesor novato que se puede comparar con un cambio físico, lo cual traducido a un contexto cotidiano es equivalente a tener una mezcla heterogénea de diversos componentes que no están integrados a profundidad (Farre y Lorenzo, 2009).

- **Analogía del CPC con una reacción química.** Ocurre cuando la combinación de dos dominios de conocimiento conduce a un nuevo producto. Los componentes se integran para dar lugar a algo diferente. En este caso, mi comparación es con el manejo de un docente experto, puesto que cualquier cosa que aprenda o cambie, modifica su estructura mental y afectiva de manera definitiva y permanente; es imposible volver al estado anterior. La representación de la analogía se muestra en la *figura 8*, donde se puede ver que se forma un CPC bien integrado, la ilustración muestra que hay partes de todos los componentes formando nuevas entidades.



Figura 8. Componentes de un CPC bien integrado, tal como sucede cuando un cambio químico modifica la naturaleza de la materia, aunque la identidad de los átomos originales no se pierde puesto que la materia se conserva (Farre y Lorenzo, 2009).

Los autores que apoyan esta analogía consideran al CPC como algo estático, aunque tal vez solo momentáneamente, como una fotografía o, volviendo a la analogía, como una reacción en equilibrio. Continuando con esta analogía, hay varias posibilidades:

- Que la reacción se desplace hacia los productos o que esté en equilibrio dinámico (haciendo referencia al principio de Le Châtelier). El incremento de uno de los reactivos sería tomar un curso disciplinar pedagógico, para dar lugar a más CPC. Otra manera de aumentar la concentración de reactivos y favorecer el aumento del producto es reflexionando sobre la propia práctica, es decir, con la metacognición o evaluación de la experiencia.
- Reacción que se da en un sistema material particular, en este caso, el profesor. El CPC es idiosincrático, intransferible. Se puede compartir información, pero el conocimiento en sí es una construcción personal a partir de la información obtenida y la percepción personal del mundo incluyendo factores emocionales.



- Reacción endotérmica. Requiere energía que en este caso proviene del esfuerzo personal guiada por la intención de crear estrategias o actividades para que crezca el CPC.
(Farre y Lorenzo, 2009)

Vicente Talanquer (2004) presenta un artículo dedicado a responder a la pregunta ¿qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? Con el que también identifica cuáles son las diferencias entre los docente expertos y novatos a partir del CPC. Considera que “pensar en química” es la manera de hacer una amalgama donde se pueda sorprender, despertar curiosidad, generar interés y dar sentido a los estudiantes para aprender química. En ese mismo artículo añade estas preguntas de reflexión:

- ¿Qué significa tener CPC en química?
- ¿Cómo se manifiesta en el pensar y actuar del docente?
- ¿Cómo podemos reconocer el nivel de CPC de un maestro de química?
- ¿Cómo podemos ayudar a docentes en formación a desarrollarlo?
- ¿Qué conocimientos y habilidades caracterizan a un docente de química en contraste con un investigador o un docente de otra disciplina?

(Talanquer, 2004)

En la *tabla 4* se presenta una lista de características de los docentes novatos contra los expertos. El orden de aparición no se relaciona con el orden de importancia, ni hay necesaria correlación entre los renglones que están en el mismo nivel. Al revisar dichas características se refuerza la analogía presentada en las *figuras 7 y 8*, puesto que en efecto, los profesores novatos no tienen una integración de los tres aspectos que integran un CPC robusto, mientras que los profesores expertos de manera natural se preocupan por aspectos que van más hacia la construcción de saberes que le dan a los estudiantes un nivel más alto de conocimiento de la asignatura, es evidente que las preguntas planteadas por estos docentes son más de contenido y de fondo que de aspectos que incluso se antojan superficiales, y que son más frecuentes en docentes novatos.

Tabla 4. Profesores novatos y expertos (Talanquer, 2004; Díaz-Barriga y Núñez, 2008; Wolf, *et al*, 2016)

Novatos	Expertos
<ul style="list-style-type: none"> ● Siguen el programa oficial de estudios o seleccionan un libro y se guían por el índice para desarrollar los temas. ● Plantean preguntas como: <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Cuáles son las reglas básicas de nomenclatura? ○ ¿Cómo se balancea una ecuación química? ○ ¿Cómo se construye una ecuación química? ○ ¿Qué tipo de enlaces químicos existen? ● Siguen un modelo lineal de planificación. ● Llevan el programa al pie de la letra. ● No conocen el contexto en el que deben trabajar. ● No saben dar sentido a la vida de su clase en conjunto. ● No discriminan entre estímulos importantes y no importantes. ● Tienen problemas de disciplina. ● Conocimiento inadecuado de los alumnos y procedimientos de clase. ● Presentan temas inconexos o ligados superficialmente. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizan el índice de los materiales: <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué preguntas esenciales responde el libro? ○ ¿Cómo guiarán estas preguntas el trabajo en el aula? ● Transforman las ideas centrales del libro para que tengan significado para los estudiantes. ● Se plantean preguntas como: <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Cómo se determina la identidad de una sustancia desconocida? ○ ¿Cuál es la relación entre una estructura molecular y la reactividad química? ○ ¿De qué manera la estructura molecular de una sustancia determina sus propiedades, usos y efectos? ○ ¿Cómo se crean nuevas sustancias? ● Descubren modelos de enseñanza. ● Piensan en forma flexible. Ajustan el programa a sus necesidades y las de sus estudiantes. ● Crean un ambiente de clase favorable, en relaciones empáticas.





<ul style="list-style-type: none"> ● Tienen preconcepciones de problemas en el aula, los ven aislados y sin relación con otros. ● Tienen incapacidad de reconocer o predecir preconcepciones de los estudiantes y su forma de razonar. ● No tienen estrategia para identificar y seleccionar experiencias específicas para analizar un concepto o desarrollar una habilidad. ● Prestan poca atención a los problemas que emplean para ilustrar un método determinado. ● No se dan cuenta de qué tan complicado pudiera ser un ejercicio, hasta que están sobre la marcha y a veces no saben o no recuerdan cómo resolverlo. ● Solo conocen la forma de trabajo que utilizan. ● No visualizan el estudio del curso como un todo. No trabajan fuera de lo específico de su curso. ● Proponen un relato por unidad. No ven las conexiones de una a otra ni tampoco la transversalidad con otras asignaturas. ● Se preocupan por la organización de la unidad, segmentación y potencial del currículum. ● Planifican a corto plazo porque no hay CPC. ● La falta de relatos por unidades es sustituida por películas sobre el tema y estas proporcionan su relato propio. ● Organizan las unidades en torno a las películas. ● Mantienen a los estudiantes implicados y a él mismo apartado de los problemas reales. ● No se preocupa de que el método de enseñanza haga justicia al tema, excepto cuando usa películas que los hace reaccionar como alguien de su especialidad. ● No se preocupan porque los escuchen, a los estudiantes les gustan sus relatos, porque son interesantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Favorecen el aprendizaje significativo. ● Ignoran distracciones menores y se centran en cuestiones más graves o urgentes. ● Prestan atención a las acciones de los alumnos y las acciones de clase. ● Presentan conexión lógica entre los elementos de los temas. ● Conocen el rol de los sistemas de clasificación en la organización del conocimiento químico y predicen las propiedades de la materia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Categorías de sistemas ○ Niveles de análisis y representación de conocimientos e ideas. ○ Crean condiciones que faciliten la identificación y comprensión de las descripciones materiales de los sistemas y procesos químicos. ○ Reflexionan sobre la naturaleza de las ideas, modelos y procesos que caracterizan el quehacer de su disciplina. ● En las preconcepciones de los estudiantes... <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplican razonamientos basados en el sentido común. ○ Trasladan propiedades macroscópicas a modelos microscópicos. ○ Todo proceso tiene una causa directamente proporcional a ella. ● Seleccionan con cuidado la secuencia de ejemplos a discutir. ● Introducen analogías y casos cercanos a los estudiantes. Les importa dar buenos relatos. ● Segmentan y estructuran el currículum y conocen los pros y contras de cada enfoque. ● Dan sentido a las unidades largas como un curso. ● Forman estructuras amplias en lugar de pequeños fragmentos de información. ● Nunca o difícilmente usan una película para sustituir su discurso. ● Saben los pros y contras de los relatos y saben cuáles son las mejores ideas sobre cada uno, cuáles no se deben abordar y cuales sí e incluso se deben analizar. ● Tratan de no comprometer la integridad histórica, su CPC lo hace ir entre la integridad histórica y la historia de la escuela. ● Algunos temas los enseña con simulación haciendo que elaboren periódicos, exposiciones o los invita a trabajar en grupo. ● Busca la mejor enseñanza para hacer justicia a un tema.
---	--

En este mismo orden de ideas, Talanquer (2017) plantea que existen tres elementos fundamentales en la formación de docentes de ciencias, y son:

- Conceptualización de la disciplina como forma productiva de pensar y actuar sobre el mundo.





- La habilidad para diseñar tareas instruccionales que sean a la vez retadoras y activas para promover en los alumnos la construcción de explicaciones y soluciones a fenómenos concretos de interés.
- Capacidad de implementar tareas instruccionales de manera *responsiva* a partir de un modelo de evaluación formativa para apoyar, enriquecer, cuestionar y dirigir el pensamiento.

Además, Talanquer (2017) considera que el proceso de enseñanza que está centrado en estos aspectos satisface metas como:

- Desarrollar comprensiones significativas de conceptos e ideas centrales.
- Promover la participación en diversas prácticas científicas.
- Involucrar la argumentación y otras formas discursivas empleadas en la construcción y evaluación del conocimiento científico.
- Diseñar soluciones de interés para estudiantes y la sociedad.
- Crear oportunidades de aprendizaje con un nivel apropiado de reto intelectual.

Cuando los docentes conceptualizan su disciplina como una manera de conocer el mundo, se abre ante la posibilidad de crear secuencias realmente significativas además de que tienen más herramientas para cuestionarse. Desde mi punto de vista, el responder las preguntas que a continuación se detallan, da cuenta de un adecuado CPC:

- ¿Qué tipos de problemas nos ayuda a resolver la disciplina?
- ¿Cómo se obtiene y usa la información que nos permite resolver tales problemas?
- ¿Qué tipos de juicios y decisiones se toman para resolver problemas en la disciplina?
- ¿Qué tipos de suposiciones se hacen?
- ¿Qué ideas centrales guían la toma de decisiones y la generación de explicaciones?
- ¿Qué tipos de herramientas intelectuales y experimentales se utilizan?
- ¿Cuáles son los beneficios, costos y riesgos asociados con el trabajo y los productos de la disciplina?

(Talanquer, 2017)

Al centrar el aprendizaje en aspectos que crean oportunidades para que los estudiantes se involucren de manera activa en la aplicación, construcción y evaluación de modelos para generar explicaciones de fenómenos interesantes y relevantes para ellos, se logra un aprendizaje más integral de la disciplina y se les brindan bases para que, en un momento dado, opten por la química como profesión. Además, se promueve el pensamiento químico, que es una forma productiva de pensar para responder preguntas y resolver problemas importantes en el planeta promoviendo el trabajo en el aula para identificar, construir, discutir y evaluar ideas con estrategias intelectuales y experimentales para resolver las interrogantes planteadas (Talanquer, 2017).

Para documentar el CPC de los profesores, Loughran, Mulhall y Berry (2004) propusieron dos métodos, el primero ligado al contenido científico particular de los docentes y el segundo vinculado a la práctica docente, ambos están en constante interacción, y son:

- CoRe (por sus siglas en inglés) o Representación del Contenido (ReCo). Es el entendimiento de los profesionales de la ciencia acerca de aspectos particulares del CPC como son:
 - Ideas centrales en un tema específico.
 - Por qué es importante que los alumnos los adquieran.
 - El conocimiento de las concepciones alternativas de los alumnos.
 - Los puntos de confusión entre ellos.





- La secuenciación efectiva.
- Las estrategias didácticas para presentar ideas.
- Formas de evaluar la comprensión de esas ideas.
- PaP-eR (por sus siglas en inglés) o Repertorios de Experiencia Profesional y Pedagógica (Re-PyP). Consisten en ensayos narrativos desarrollados a partir de descripciones detalladas dadas por el profesor. Reflejan la riqueza y razonamiento del docente y muestra acciones que debe llevar para enseñar un contenido.
(Loughran, Mulhall y Berry, 2004; Reyes, Garritz y Vargas, 2005)

Loughran, Mulhall y Berry (2004) consideran que el CoRe es más bien grupal, pues con él se codifican conocimientos de los profesores y sirven para identificar características que los docentes reconocen respecto al contenido. Se basa en la explicación de “grandes ideas” de un contenido concreto. Por otro lado los PaP-eR concretan la práctica de la comprensión de un contenido, por lo que son más bien individuales pues reflejan la riqueza de la comprensión del profesor sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el ámbito de práctica real. Desde luego que un solo PaP-eR no puede ser el único portador del CPC, sino que varios de ellos arrojan luz sobre los distintos aspectos de este; esto significa que hay una diversidad de formatos de ellos.

Algunas preguntas para hacer explícito el CoRe de los profesores en torno a un tema específico y el conjunto de componentes del CPC que implican los conocimientos del docente se conjuntan en la *tabla 5*.

Tabla 5 Preguntas del CoRe y componentes del CPC
(Reyes, Garritz y Vargas, 2005; Verdugo–Perona, Solaz–Portolés y Sanjosé–López, 2017)

Pregunta	Componente de CPC que alude
¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?	La materia o asignatura por enseñar.
¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?	El propósito de enseñar determinado tema en cuestión.
¿Qué más sabe respecto a esta idea? (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)	El contenido de enseñanza.
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?	Las dificultades que podrían tener los estudiantes.
¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?	Los recursos instruccionales.
¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?	El currículum.
¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).	Las estrategias instruccionales y representaciones de los contenidos.
¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?	La evaluación.

En el estudio de la química se precisa de tres modos de representación, que en un principio fueron presentados por A. H. Johnstone por en 1982, y que han sido citados en diversos artículos (Johnstone, 1991; Johnstone, 2010; Lacolla, Meneses y Valeiras, 2014; Raviolo, Garritz y Sosa 2011, Galagovsky *et al* 2003) y que mencioné en la sección relativa a los estudiantes. Se trata de la representación a escala macroscópica, la representación a escala submicroscópica o nanoscópica y la representación simbólica, y se presentan esquematizados en la *figura 9*.



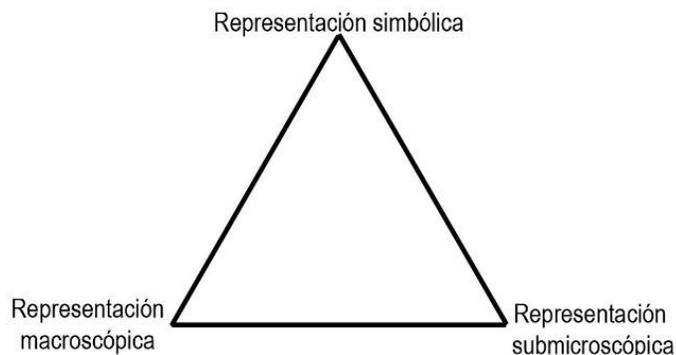


Figura 9. Los tres modos de representación en la química según Johnstone (Johnstone, 1991, 2010).

- En las **representaciones a escala macroscópica** se tienen las propiedades observables de la materia; es decir lo que se ve; por ejemplo en un laboratorio, los estudiantes tienen la oportunidad de ver las especies químicas que reaccionarán, sus propiedades físicas (aspecto, estado de agregación, densidad, viscosidad, etcétera), de observar cómo es el comportamiento de estas durante la reacción, advertir claramente la presencia de gases, por mencionar solo algunas manifestaciones. También se tiene este nivel, aunque en un poco de menor escala, en fotografías de las reacciones químicas e incluso en ilustraciones, aunque no retraten de manera exacta la realidad.
- En las **representaciones a escala submicroscópica**, son las que proporcionan explicaciones a nivel de partículas; en este caso sirven como apoyo las representaciones con modelos, ya sean las estructuras con bastones y esferas hechas con materiales exprofeso para este fin y cubos que emulen los cristales iónicos, con el uso de palillos y gomitas, clips o bien, con imágenes que se elaboren usando esferas, a partir del modelo cinético molecular.
- En las representaciones **simbólicas o icónicas**, se consideran aquellas que hacen uso de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas, empleando las fórmulas condensadas de las especies químicas. Aquí se incluyen los signos de más, las flechas, los coeficientes y subíndices, los estados de agregación entre paréntesis y las representaciones de consideraciones particulares de calentamiento, presencia de catalizadores, temperaturas específicas, desprendimiento de gas o formación de precipitados. También se pueden incluir las simulaciones informáticas que representan las especies involucradas.

(Johnstone, 1991, 2010; Lacolla, Meneses y Valeiras, 2014; Raviolo, Garritz y Sosa 2011; Galagovsky et al 2003, Treagust y Chandrasagaran, 2009).

Los autores citados coinciden en que lo ideal es que en la enseñanza de la química se procure estar al centro del diagrama, es decir, combinando equilibradamente todas las representaciones. Raviolo, Garritz y Sosa (2011) indican que es preferible cambiar la visión denominada como submicroscópica por nanoscópica, pues da mayor precisión.

Vicente Talanquer (2013) menciona que en términos de escalas de longitud se pueden desarrollar los modelos y las explicaciones químicas en torno a los niveles macroscópico, multipartícula, mesoscópico, supramolecular, molecular y subatómico. No obstante, los planes de estudio y las prácticas educativas solo se centran en descripciones moleculares y subatómicas, sin importar la naturaleza del sistema y rara vez se solicita la consideración de sistemas mesoscópicos, por ejemplo en el estudio de polímeros y cerámica

o por ejemplo hacer referencia a sistemas supramoleculares aunque tengan que ver con macromoléculas. Este autor indica que estas consideraciones ayudarían a explorar sistemas tan diversos desde las células, hasta las estrellas, pasando por los materiales de uso común.

Lacolla, Meneses y Valeiras (2014), introducen una cuarta representación: la del contexto social que corresponde a las representaciones sociales; que a mi parecer es adecuado porque la interacción social ayuda a mejorar sustancialmente el proceso de enseñanza–aprendizaje. Retomaré esta interacción en el desarrollo del modelo constructivista. Las representaciones antes mencionadas quedarían organizadas según se muestra en la *figura 10*. Con esto se presenta una evolución del modelo inicial de Johnstone, que hasta la fecha ya ha sido ampliamente superado, un ejemplo de ello son las consideraciones ya descritas de Galagovsky y Guidice (2015) y Galagovsky, Di Giacomo y Alí (2015), donde se vinculan con el uso del lenguaje. Cabe señalar que a pesar de que en todas las bibliografías consultadas se usa el término “niveles de representación”, en realidad lo macroscópico, lo nanoscópico y lo simbólico pertenecen a categorías ontológicas distintas y por ello no empleo esa denominación.

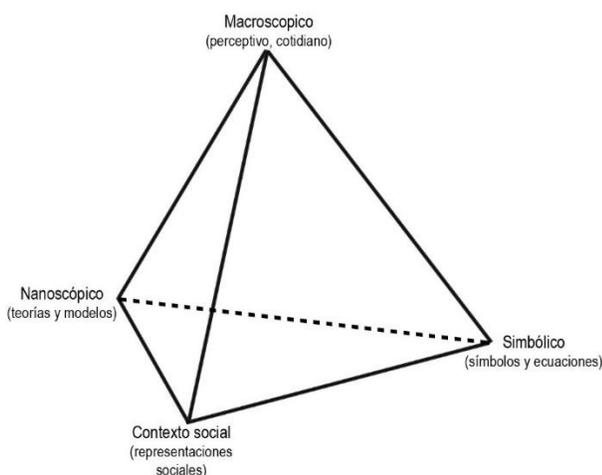


Figura 10. Los tres tipos de representación de Johnstone y la integración del contexto social (Lacolla, Meneses y Valeiras, 2014).

Cabe señalar que Lacolla, Meneses y Valeiras (2014) amplían el término simbólico, porque en él incluyen el proceso de comunicación que está involucrado cuando se construyen conceptos y precisamente de ahí emana la necesidad de incluir el contexto social; de hecho, las construcciones sociales sirven como anclaje para edificar conceptos científicos. Considerando el concepto de cambio químico, los autores exponen que los modelos que cada estudiante posee en su haber se manifiestan, construyen y reconstruyen gracias a la interacción social, donde se comunican. Los autores manifiestan que en su investigación es evidente que después de la instrucción y la interacción social dentro del aula los estudiantes que participaron mostraron un cambio evidente en sus representaciones mentales, en relación con el tema de reacciones químicas.

En mi experiencia, algunos docentes, que son más bien teóricos, suelen ser más bien simbólicos, y por miedo al manejo experimental dejan de lado las actividades de laboratorio; otros por el contrario, simplifican las representaciones y prefieren usar representaciones nanoscópicas para facilitar a los alumnos la comprensión de los conceptos relacionados con el tema de las reacciones químicas y dejan de lado las representaciones simbólicas, mientras que otros, que prefieren hacer más bien actividades, se inclinan por

las demostraciones experimentales aunque los estudiantes no sepan a ciencia cierta cómo expresar lo que ocurre empleando las otras representaciones.

Farre y Lorenzo (2009) hacen una integración en donde incorporan las tres representaciones de Johnstone (1991, 2010), enriqueciéndolas con la introducción del CPC y el conocimiento pedagógico. Por lo tanto, el conocimiento de la disciplina, sumado al conocimiento pedagógico da una estructura en donde se integra el CPC en forma de una bipirámide trigonal, según se muestra en la *figura 11*. Finalmente, si se integra la dimensión social que se consideró anteriormente, se obtiene una bipirámide cuadrangular, ilustrada en la *figura 12*. Esta aportación es mía y me parece fundamental para generar una propuesta integral en donde la CPC se enriquece y esto va de la mano con la propuesta del constructivismo social (Vygotsky).

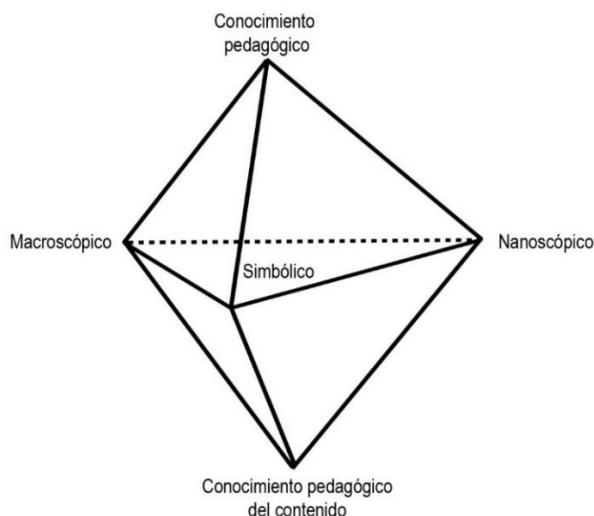


Figura 11. Integración de las dimensiones del CPC con las dimensiones de representación de Johnstone (Farre y Lorenzo, 2009).

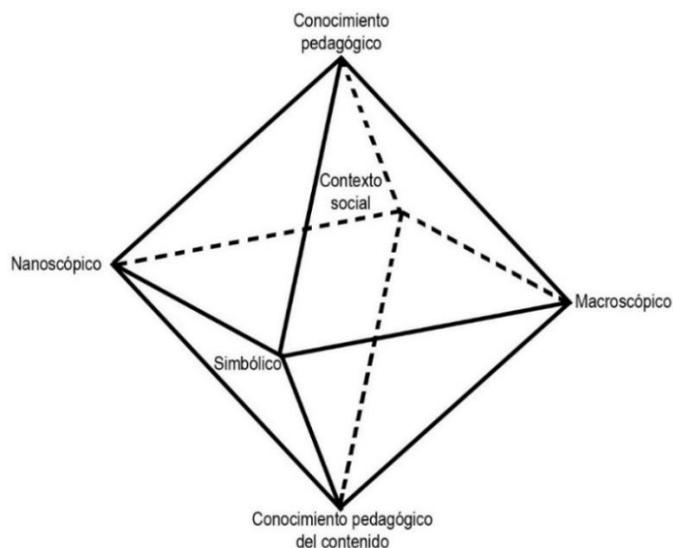


Figura 12. Dimensiones del CPC, dimensiones de representación de Johnstone e integración del contexto social (Elaboración propia).

Cabe señalar, con respecto a la *figura 12*, que si bien el contexto social también pertenece a una categoría ontológica distinta a las representaciones a nivel macroscópico, simbólico y nanoscópico y por ello no debería estar ubicada en el mismo plano que aquellas e incluso formaba un vértice en el tetraedro de la *figura 10*, por facilidad de representación, se optó por usar una bipirámide cuadrangular haciendo esta aclaración.

Majaffy, citado por Sjöström y Talanquer (2013) y Ramos (2020) propone que al triángulo de Johnstone se le puede agregar el componente humano en la enseñanza de la química que incluye contextos relevantes y prácticas productivas el cual, desde mi perspectiva, está directamente relacionado con el contexto social, aunque no es lo mismo. Posteriormente, propone la adición de distintos niveles de complejidad donde incluye perspectivas éticas y culturales a manera de capas que se agregan conforme uno se mueve desde la química pura o nivel disciplinario hacia la parte humanista en donde está la socioquímica y la química aplicada y hacia lo que estaría incluido en la química crítica reflexiva. Esta imagen se muestra en la *figura 13*. Desde luego esta imagen difiere de las anteriores porque considera aspectos distintos a los que mencioné en los párrafos anteriores.

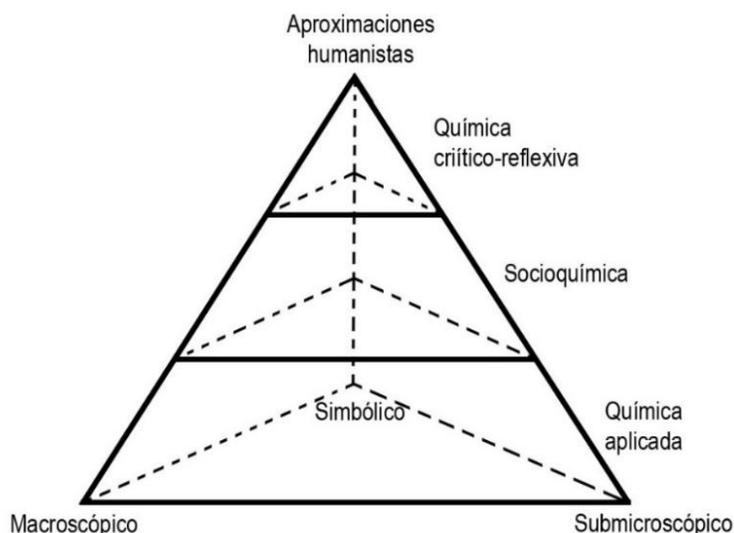


Figura 13. Tetraedro de la química humanista de Sjöström quien propone una reconceptualización de un trabajo de Mahaffy a partir del triángulo de Johnstone, que podría pensarse como la química pura (Sjöström y Talanquer, 2013; Ramos, 2020).

Talanquer (2013) dice que el conocimiento químico que se pretende desarrollar en los estudiantes es multifacético, pero también es rico y complejo. Propone el abordaje de esta asignatura desde 10 facetas o perspectivas complementarias en lugar de hacerlo de manera unidimensional como suele hacerse normalmente, de manera que se reconceptualice el currículo de química. Hace hincapié en que el abordaje más común no tiene que ver con la falta de conocimiento de la parte conceptual sino con una falta de visión hacia la relación de la química con otras ideas, es decir, con una idea más macro. Dichas facetas, que se complementan entre sí son:

- Grandes ideas (“Big ideas”)
- Preguntas esenciales
- Conceptos transversales
- Dimensiones conceptuales
- Tipos de conocimiento
- Escalas dimensionales



- Modos de razonamiento
- Problemas contextuales
- Consideraciones filosóficas
- Visión histórica

Si bien, la propuesta de Talanquer es que abordar la química a partir de grandes ideas en lugar de temas puede ser de gran utilidad para establecer conexiones más significativas entre los conceptos que se deben estudiar y usar esas ideas como los puntos de partida o principios organizadores de nuevos temas, yo considero que quizá, para no ir a lo macro de una manera tan abstracta, estas ideas podrían funcionar como guía de proyectos escolares o quizá como una consideración, precisamente de perspectivas o miradas de la química, para ampliar sus alcances; es decir, no olvidar la transversalidad con otras disciplinas, fomentar el uso de distintos modos de razonamiento, dar una visión de ciertas cuestiones filosóficas o históricas, contextualizar los problemas que se abordan, etcétera. A partir de aquí se pueden plantear preguntas esenciales asociadas que encaminan a la caracterización de la química como disciplina:

- Análisis (¿qué es?)
- Síntesis (¿cómo lo hago?)
- Transformación (¿cómo lo cambio?)
- Modelado (¿cómo lo explico?)

(Talanquer, 2013; Ramos, 2020)

2.1.2.2. La investigación–acción

Laudonia *et al.*, (2017) indican que los profesores de ciencias por lo general reproducen la manera de enseñar que ellos recibieron como estudiantes más que usar estrategias que sean eficientes para facilitar el cumplimiento de objetivos y resultados. En este sentido, la investigación–acción ha ganado popularidad como herramienta eficaz para cerrar la brecha entre la investigación educativa y las prácticas docentes cotidianas y para el desarrollo profesional que fomenta la indagación y reflexión en diversos contextos educativos.

Los modos de investigación–acción se pueden clasificar según el papel que desempeña el profesor:

- **Investigación impulsada por la técnica o “generadora de conocimiento”**. Su propósito es hacer más eficaces las prácticas sociales haciendo que los docentes participen en diversos programas de trabajo diseñados con fines específicos.
- **Investigación interactiva o “colaborativa y participativa”**. También llamada práctica. Es aquella en donde se le da autonomía al docente de manera que él seleccione qué problemas le interesa investigar y controle la consecución del proyecto. Esta propuesta implica una transformación en la conciencia y en las prácticas sociales de los docentes que participan en ella.
- **Investigación–acción centrada en el profesor o “emancipadora”**. Está centrada en la praxis de manera que procura vincular las coordenadas sociales y contextuales en las que se desenvuelve la docencia de manera que este cambio sea ampliado a otros ámbitos sociales. Modifica las formas de trabajar, la organización y las relaciones de poder.

(Laudonia *et al.*, 2017, Latorre 2005)

La investigación–acción fomenta la integración de los campos científicos y refuerza la relación entre la ciencia y el entorno cotidiano de los estudiantes a la vez que integra cuestiones sociocientíficas. Tanto la





investigación–acción participativa como la emancipadora son adecuadas para estimular la autorreflexión de los profesores lo que les permite comprender las habilidades de pensamiento, razonamiento y resolución de los problemas de los alumnos (Laudonia *et al*, 2017).

Este enfoque es especialmente útil dado que no solo hace que cada uno reflexione sobre sus acciones dentro del aula sino que permite conocer el estado de cosas general en el proceso enseñanza–aprendizaje. Puede servir para solucionar problemas que se presenten de manera repetida en un salón de clase, dentro de la comunidad, en una asignatura, respecto a una academia, entre los estudiantes o en la relación con los padres de familia, es decir, que se pueden implementar soluciones a problemas del día a día sin necesidad de que haya una intervención externa (por ejemplo los inspectores o quienes certifican a la escuela) y favorece que los mismos profesores se consideren como un equipo de trabajo colaborativo que establece acciones de trabajo dispuestas a la continua mejora de ellos mismos y sus alumnos así como todo el personal involucrado en la acción educativa (James y Augustin, 2018; Fernández y Johnson 2015). En la *tabla 6* se presenta un resumen de distintos aspectos de la investigación–acción.

Tabla 6. Aspectos de la investigación–acción.
(James y Augustin, 2018; Fernández y Johnson, 2015; Latorre, 2005)

Aspecto	Descripción
Características y aspectos epistemológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Superación de la dicotomía investigación y práctica. El proceso de investigación es transformativo. Genera cambios para mejorar la práctica. Es una reflexión intencional, sistemática y requiere evidencia. Recoge datos y triangula información sobre prácticas docentes. • Superación de la dicotomía conocimiento y práctica. Se propone superar limitaciones de separación entre acción y conocimiento de la investigación aplicada y las iniciativas de cambio. Implica una nueva concepción entre el conocimiento y la práctica, cuya investigación–acción puede ser considerada como conocimiento de la práctica. • Superación de la dicotomía investigador–educador. Los profesores no son utilizadores pasivos del conocimiento, sino que lo construyen activamente. En investigación–acción son educadores e investigadores. Propone que los estudiantes se empoderen y creen conocimiento de manera colaborativa. • Superación de la dicotomía conocimiento local y conocimiento público–generalizable. Aunque los cambios iniciales derivados de la investigación–acción son locales se propone que se publiquen. Los que estudian los resultados deben revisar si se aplican a su contexto. Se sugiere que las publicaciones sean revisadas por pares. • No es lo habitual que hacen los profesores cuando piensan en la docencia: es más sistemática y colaborativa. • No es la resolución de problemas; implica la especificación de un problema, el desarrollo de algo nuevo y la reflexión crítica sobre su eficacia. • Es una investigación realizada por educadores particulares, en su propio trabajo, con estudiantes y colegas. • No es la simple implementación de respuestas predeterminadas a preguntas educativas; trabaja para encontrar soluciones creativas a problemas educativos. • No es concluyente; los resultados son soluciones provisionales que se basan en observaciones que requieren monitoreo y evaluación para identificar fortalezas y limitaciones. • No es una moda pasajera; ha implicado el examen sistemático del proceso de instrucción y sus efectos en el aprendizaje de los estudiantes.
Formación de profesores. Desarrollo profesional	<ul style="list-style-type: none"> • Es un proceso de reflexión de los docentes y revisión de sus prácticas. Contribuye a la formación de una identidad docente, los prepara para discutir acerca del cambio educativo, además estudia las creencias de los formadores de profesores, sus procesos personales y la transformación de sus prácticas gracias a diversos métodos.





	<ul style="list-style-type: none"> • Los ejemplos estudiados están alineados con los supuestos de investigación–acción que refutan la división entre investigación y práctica. Fueron desarrollados para entender y mejorar la práctica educativa. • Puede dar pie a desarrollar prácticas basadas en justicia social en la formación de profesores.
Enfoques	<ul style="list-style-type: none"> • Autoestudio (<i>self study</i>). La autorreflexión en formación docente. Es una investigación para desarrollar el propio entendimiento y competencia en la práctica: investigación–acción en primera persona, investigación autorreflexiva o autoestudio. Ejemplo: investigación sobre racismo • Indagación sobre la indagación (<i>inquiry on inquiry</i>). Se hace a nivel de las prácticas de futuros docentes y de los formadores de profesores. Se propuso una metodología que considera la producción de conocimiento en la práctica de formación docente como un estudio. Genera conocimiento sobre temas y conocimiento sobre la práctica docente. Ejemplo: investigación sobre justicia social. • Investigación docente (<i>practitioner research</i>). Los docentes son quienes hacen la investigación sobre sus propias prácticas para mejorarlas. Ejemplo: investigación sobre género.
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • A veces los profesores y estudiantes no tienen la opción de ser agentes de cambio y se reconoce la impotencia de ambos. • Costos de oportunidad, replicación, ampliación y voluntariado así como sostenibilidad. • Metodología o falta de ella que legitime la investigación acción como método de investigación. Hay escepticismo respecto a los profesores como investigadores. • Formas alternativas (enfoque positivista): el movimiento del maestro inquisitivo, el movimiento del maestro como investigador y los proponentes de la investigación narrativa.
Potencial	<ul style="list-style-type: none"> • Puede contribuir a la formación de la identidad docente, fortalecerla, ser voz de los futuros docentes y prepararlos para establecer discusiones acerca de los cambios que se pueden proponer en la educación. • Los docentes son co–constructores de conocimiento y profesionales capaces de reflexionar sobre sus prácticas para mejorarlas así como su formación de manera que se establezca un proceso dialógico de reflexión–acción. • Es una forma de repensar el tipo de docentes que se pretende formar. • Los participantes e investigadores son accesibles. • Los “problemas” están especificados y contextualizados. • Es colaborativo, procedimental y remite a la acción casi de inmediato. • Es una metodología válida de investigación educativa por la proximidad del espacio donde se da la enseñanza–aprendizaje. • El contexto de cambio y desarrollo están dentro de la escuela y no son impuestos desde fuera. • Tiene gran potencial para empoderar a los docentes y esto puede ser positivo en el proceso de E–A. • Emancipa en tres niveles: estudiante, maestro y escuela. • Es un mecanismo de mejora.

La investigación–acción es un proceso en general cíclico, dado que la comunidad escolar es un ecosistema en constante movimiento que una vez que se resuelve alguna situación, genera otra de la misma o de distinta índole que requiere de plantear estrategias de solución (James y Augustin, 2018; Fernández y Johnson, 2015). Estoy completamente de acuerdo con que la investigación–acción es un proceso cíclico ascendente, porque no solamente se repiten los pasos una y otra vez, sino que producen mejoras y de ahí que sea ascendente, porque evoluciona.

Es claro que el proceso de autorreflexión, autoevaluación y coevaluación entraña ciertas dificultades inherentes al proceso mismo, y que definitivamente implica la necesidad de que los docentes aprendan a





madurar y tener inteligencia emocional lo cual no siempre es posible y puede arrojar incomodidades importantes, resistencias y lo que es más o menos normal: dificultades interpersonales al no saber aceptar las críticas. Muchos profesores creen que ya tienen todo aprendido y que por la antigüedad en su práctica ya no tienen nada que cambiar porque no solo son expertos en su ámbito, sino que desprecian las aportaciones de otros docentes más jóvenes (James y Augustin, 2018; Fernández y Johnson, 2015).

Me parece que más allá de los beneficios a nivel educativo, este tipo de enfoque de auto observación debería ser práctica constante en todo ser humano, porque somos entes susceptibles de mejora y necesariamente el “verse al espejo” con ojo crítico (sin exagerar) permite un crecimiento como persona y favorece la búsqueda de ser mejores y corregir actitudes, hábitos, ideas, creencias, pensamientos y modos de ser en pos de ser personas integrales. Considero que el aprender acerca de este proceso de investigación–acción y las metodologías de investigación que se pueden implementar para conseguirla nos provee de herramientas para ser humildes y recordar que somos perfectibles y que nuestra práctica docente no siempre va a ser perfecta, aunque lo pretendamos. Y que aún dentro de una institución que no permita mejoras a nivel general, es posible que dentro de los grupos donde uno está trabajando genere cambios para proporcionar a los estudiantes el acceso a los conocimientos, de manera que uno sea un profesor–facilitador, realmente.

Latorre (2005) presenta nueve puntos, recopilados a partir de varios investigadores, en los que se propone reflexionar antes de iniciar cualquier ciclo de investigación acción:

- Revisar nuestra práctica, dado que los valores educativos con los que actuamos son susceptibles de ser cuestionados y problematizados.
- Identificar un aspecto que queremos mejorar, no importa el rubro. Para ello conviene plantearse preguntas.
- Imaginar la solución. Esto se puede poner en acción a través de un plan en el que está la propuesta de cambio.
- Registrar lo que ocurre. Este paso constituye la colecta de datos y evidencias.
- Modificar el plan a la luz de los resultados y continuar con la acción.
- Controlar la acción. La colecta de datos y la observación son fundamentales para verificar lo que sucede con las acciones implementadas en el plan de acción.
- Evaluar la acción modificada. Revisar los resultados para determinar las ventajas o inconvenientes de las acciones.
- Continuar hasta lograr la mejora o cambio pretendido.

En el caso particular de este trabajo, es claro que el haberla implementado en el marco de la pandemia de COVID-19, no solo generó que las grabaciones de clase tuvieran especial utilidad para implementar en cierto modo una investigación–acción de mi propia práctica, sino que también el hecho de que no se hubieran grabado en aula, sino en la plataforma zoom en línea, me ha permitido ver más de cerca mi acción docente y de ahí que en las reflexiones finales tenga muchas ideas que me ayudarán a mejorar y sobre todo serán punto de partida para futuras investigaciones.

2.1.2.3. La docencia reflexiva

El enfoque reflexivo de la docencia o la docencia reflexiva pretende explorar y mejorar la efectividad de los docentes para tomar decisiones, la planeación curricular y las acciones pedagógicas dentro y fuera del aula.





Es una tendencia que ha tenido cada vez más relevancia en las últimas décadas como una reacción contra los profesores técnicos que solo transmiten información y contra aquellos modelos educativos que pretenden que los profesores sean participantes pasivos, sino que tienen teorías que pueden ser útiles para contribuir en la construcción de conocimientos sobre la enseñanza (Ramón 2013; Zeichner, 1993).

Consiste en un proceso en el que se invita a los profesores a ser evaluadores críticos de su labor desde las actitudes, creencias, valores y prácticas docentes por medio de una profunda y constante reflexión para detectar situaciones que deberían ser modificadas, mejoradas, innovadas, reformuladas o eliminadas (Ramón, 2013). Zeichner (1993.) reconoce que las prácticas de los buenos profesores pueden enriquecer las experiencias propias y las de otros.

La idea es que es que los formadores de profesores ayuden a los futuros docentes a interiorizar su disposición y habilidad para estudiar su ejercicio profesional y perfeccionarse en el tiempo tomando en sus manos la responsabilidad y el compromiso de desarrollarse y mejorar, en contraste con los docentes no reflexivos que solamente son ejecutores y transmisores pasivos (Zeichner, 1993).

Este modelo fue propuesto por John Dewey en 1933, quien precisó las actitudes que favorecen esta práctica. Posteriormente, Donald Schön acuña formalmente el término de práctica reflexiva una vez que retoma las ideas de Dewey.

- **John Dewey.** Para él la acción reflexiva es una manera de afrontar y responder a los problemas dentro del aula. La reflexión, además de una secuencia es una consecuencia pues cada etapa determina la siguiente como su resultado pero además remite a las precedentes. La reflexión supone intuición, emoción y pasión; no es una serie de pasos rígidos ni tampoco se puede enseñar como una técnica per se. Propone además condiciones para que el docente sea reflexivo:
 - **Mente abierta** (apertura intelectual). Deseo genuino de escuchar puntos de vista de otros y aceptar sus puntos fuertes y débiles, incluye la humildad para reconocer que se pueden cometer errores a todos los niveles. Se preguntan constantemente por qué hacen lo que hacen en su aula.
 - **Responsabilidad.** Es considerar que todas sus acciones tienen consecuencias. Consideran qué es lo que funciona o no funciona en su práctica. Se preguntan ¿me gustan los resultados? Más que ¿se han cumplido mis objetivos? Esta reflexión se hace desde:
 - **El contexto personal:** cómo afecta su enseñanza al autoconcepto de los estudiantes.
 - **El contexto académico:** cómo afecta su enseñanza al desarrollo intelectual y cognitivo de los estudiantes.
 - **El contexto social y político:** cómo afecta su enseñanza en las oportunidades futuras de sus estudiantes.
 - **Honestidad o sinceridad.** Tiene que ver con los dos aspectos anteriores. El docente debe cuestionar sus ideas, planes de acción y conclusiones y justificarlas con suficientes evidencias.

(Ramón 2013, Zeichner, 1993)

Dewey sostiene además, que los docentes deben equilibrar entre la arrogancia que rechaza ciegamente todo lo que se acepta como verdad y el servilismo que acoge esa verdad fanáticamente. Por otro lado, el ritmo de trabajo suele hacer muy difícil que los docentes tengan tiempo para reflexionar, y si lo hacen, puede ser que se deforme el sentido de esta práctica, porque solo se haría por cumplir y no como un modo de mejorar (Zeichner, 1993). No obstante, puede ser de suma utilidad que un docente decida, al menos, llevar un diario de trabajo (Re-PyP) que le ayude a reflexionar o a





tener en cuenta aspectos que haya notado o ideas que brotan durante su práctica diaria. En cierta forma, aunque incipiente, puede estar haciendo algo de investigación-acción. Desde luego lo ideal es que sea intencional, pero la constante reflexión es una herramienta fuerte de autoconocimiento y crecimiento. En parte, mi trabajo en la práctica docente también fue diseñado desde este punto de vista: no solo hice una secuencia didáctica, sino que con toda intención practiqué tanto la investigación-acción emancipadora como la docencia reflexiva.

- **Donald Schön.** Su propuesta es conocida como “la epistemología de la práctica” la cual sostiene la llamada teoría de la acción en reflexión que postula el fortalecimiento de la capacidad para reflexionar en la acción. De acuerdo con esto, la práctica reflexiva puede ser de tres tipos:
 - **Reflexión en la acción.** O desde la acción. Es preguntarse lo que pasa o lo que va a pasar, para seleccionar las mejores opciones. Se propone seguir una secuencia en este proceso: interactuar con una situación problemática, entablar un diálogo con ella y experimentar con ella todo esto de forma consciente de manera que sea una cadena de acciones y reflexiones.
 - **Reflexión sobre la acción.** Es la construcción de un espacio y tiempo en el que se reflexione sobre lo actuado para que la acción profesional se vuelva un objeto de conocimiento de manera que se capitalicen las experiencias y se transformen en conocimientos previos para tomar acción en otras circunstancias.
 - **Reflexión para la acción.** Su propósito es guiar la acción futura más que reflexionar en el pasado o los procesos de metacognición durante la acción, ya que aquellos procesos generan conocimiento que en este caso será el que guíe acciones futuras. Esta etapa surge cuando el docente se da cuenta de que debe cambiar algo en su práctica.

(Ramón 2013, Zeichner, 1993)

La docencia reflexiva es clave en el “aprender a aprender” y “aprender a enseñar” pero también en el “aprender haciendo” de modo que se valore con toda objetividad y realismo si se está siendo un facilitador de aprendizajes o más bien es un mero instructor de modo que, si es profesional, se aboque en procesos de mejoramiento. Existen cuatro tradiciones de práctica reflexiva:

- **Tradicón académica.** Reflexión sobre la asignatura en cuestión así como la representación y traducción de los saberes de esta para que los alumnos aprendan.
- **Eficacia social.** Aplicación de estrategias docentes surgidas por la investigación.
- **Desarrollista o evolucionista.** Da prioridad a una enseñanza que es sensible a los intereses, pensamiento y pautas de crecimiento evolutivo: el maestro reflexiona sobre sus alumnos.
- **Reconstruccionista social.** Reflexiona en el contexto social y político de la enseñanza y en la evaluación de las acciones en el aula en torno a la equidad, a una mejor calidad de vida y una sociedad más justa

(Ramón 2013, Zeichner, 1993)

Bastidas (2018) propone que para los profesores que estén interesados en esta práctica que:

- Profundicen en el estudio de la reflexión en el campo educativo, epistemológico, filosófico, histórico, psicológico, sociológico, lingüístico, neurocientífico, antropológico y teológico pues es un concepto polisémico, interdisciplinario y complejo.
- Adopten o elaboren un modelo que responda a las necesidades y realidades de propio contexto, implementarlo y evaluar su efectividad en el propio mejoramiento personal y profesional así como en los resultados del aprendizaje de los estudiantes.





- La introducción de la reflexión y las estrategias reflexivas en el proceso de enseñanza o la adopción de la enseñanza reflexiva en el quehacer docente debe ayudar al propio mejoramiento personal y profesional. Para esto se recomienda grabar sus clases para autoevaluarse y así descubrir fortalezas y oportunidades de mejora.
- La adopción de la reflexión o enseñanza reflexiva en las clases puede ser una influencia positiva para otros docentes e incluso para los estudiantes: “las palabras convencen pero el ejemplo arrastra”.
- Dado que se está formando parte de un entorno educativo, la adopción de estas prácticas beneficia también a los estudiantes, lo cual puede redundar en la formación de comunidades de aprendizaje al ser agentes de cambio que procuran el logro de una sociedad más justa y equitativa.
- El proceso reflexivo debe ser holístico: no solo centrado en aspectos cognitivos, sino también afectivos y lingüísticos intrapersonales e interpersonales.

Bastidas (2018) considera que para que el docente practique la reflexión en su aula considere estos dos aspectos:

- Preparación inicial
 - ¿Cuál es el significado de mi enseñanza?
 - ¿Qué intento hacer o lograr?
 - ¿Qué dificultades encuentro en mi enseñanza?
 - ¿Cuál es mi filosofía de enseñanza?
 - ¿Deseo descubrir el “currículo oculto” (inconsistencias) en mi forma de enseñar?
 - ¿Qué contradicciones he identificado en mi enseñanza?
- Naturaleza del conocimiento
 - ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento que guía mi enseñanza?
 - ¿Quién ha creado ese conocimiento?
 - ¿Cómo surgió ese conocimiento durante la evolución de la enseñanza?
 - ¿A los intereses de quién sirve este tipo de conocimiento?
 - ¿Qué tipo de sociedad o de sistema cultural usa este tipo de conocimiento?

Los aspectos propuestos por Bastidas se enriquecen gracias al ciclo planteado por Barlett (citado por Bastidas) que incluye cinco etapas:

- **Representación del lugar** (*mapping*). Es la autoobservación y recolección de evidencias sobre el propósito de enseñanza, ideas sobre la enseñanza, sobre los contenidos, los actores de clase y personas externas que pueden tener injerencia en la práctica docente. Preguntas para considerar:
 - ¿Qué hago como profesor?
 - ¿Por qué enseño en la forma en que lo hago?
 - ¿Cómo se desarrolla esta forma de enseñanza?
 - ¿De dónde proviene esta forma de enseñar?
- **Interpretación** (*informing*). Es la fase en la que se da significado a lo que se observó en la etapa anterior además de que sintetiza, agrega o complementa el significado de las acciones. Preguntas para considerar:
 - ¿Cuáles son los significados implícitos en lo que he realizado en la clase?
 - ¿Cómo se relaciona mi enseñanza con el currículo institucional?
 - ¿Qué similitudes y diferencias existen entre mi forma de enseñanza y aquella de mis colegas?
 - ¿A qué tipo de teoría de enseñanza y de aprendizaje responde mi manera de enseñar?





- ¿Cuál es el currículo oculto a nivel institucional?
- ¿Quién tiene el poder en mi clase?
- ¿Cómo se expresa?
- ¿Cómo influyen las relaciones de poder a mis interacciones con los estudiantes?
- ¿En qué forma se fomenta la democracia en mi clase y en la escuela?
- **Justificación** (*contesting*). Se trata de las razones que tiene el docente para sustentar su manera de enseñar y para poner en evidencia sus creencias, supuestos, principios o teoría personal de enseñanza pero también ayuda a descubrir contradicciones e inconsistencias entre su pensamiento, actuación y palabras. Preguntas para considerar:
 - ¿Cómo y por qué llegué a ser la persona y el maestro que soy?
 - ¿Qué tipo de valores promueve mi forma de enseñar?
 - ¿Cuál es la concepción sobre la relación entre teoría y práctica que implica mi enseñanza?
 - ¿Mi forma de enseñar conlleva a la sumisión y el conformismo? ¿Al análisis crítico? ¿Al cambio y la transformación? ¿A la emancipación de los estudiantes?
 - ¿Contribuye mi enseñanza a una educación como medio de reproducción social o como medio para la transformación de la educación y de la sociedad?
 - ¿Qué tipo de ideología subyace mi enseñanza?
- **Valoración** (*appraisal*). Es la fase en la que el profesor hace ajustes a su filosofía, teoría y práctica de enseñanza y toma decisiones sobre formas alternativas para creer, pensar y actuar para mejorar su enseñanza. Preguntas para considerar:
 - ¿Cómo enseñar de manera diferente?
 - ¿Qué cambios necesito introducir en mi manera de pensar, de decir y de hacer con relación a la enseñanza, al aprendizaje, al lenguaje y al contexto?
 - ¿Cómo voy a implementar los anteriores cambios?
 - ¿Cuáles serían las consecuencias sobre el aprendizaje de los estudiantes si cambio mi manera de enseñar?
 - ¿Por qué voy a cambiar?
- **Acción** (*action*). Es el momento de poner en práctica lo aprendido y planeado. La acción es con propósito de cambio y transformación a nivel personal, cultural y social. Preguntas para considerar:
 - ¿Qué y cómo debo enseñar ahora?
 - ¿Qué cambios importantes he introducido?
 - ¿Cómo se diferencia mi manera de pensar y actuar actual y la forma en que lo hacía en mi primera clase?
 - ¿A quién beneficiará esta manera diferente de enseñar? ¿A mí? ¿A mis estudiantes? ¿A mi institución? ¿A la sociedad en general?
 - ¿Qué tengo aún que modificar?
 - ¿Qué tan satisfecho me siento con lo que ahora estoy haciendo?

Este tipo de estrategia y enseñanza ayuda a los docentes a salirse de la rutina, repetición y tradición en su forma de enseñar y favorece que se vuelvan más conscientes, analíticos y reflexivos de su quehacer a nivel individual, colectivo, en el aula, fuera de ella y en la sociedad en general. Favorece que dejen de ser solo instructores y se vuelvan verdaderos educadores (Bastidas, 2018).

A mí me parece que esta propuesta no solo se complementa de manera perfecta con la investigación-acción, que por cierto, no se encuentran mencionadas juntas en ninguna fuente que consulté, pero me





parece pertinente hacerlo en este trabajo, porque finalmente si el profesor es un investigador activo de su práctica, y efectúa una investigación-acción emancipadora, aplicando este modelo y en particular la reflexión guiada por las preguntas presentadas crecerá como profesional de la educación.

Como ya lo mencioné, este trabajo es una investigación-acción en el momento en que estoy analizando mi práctica docente y reviso qué funcionó y qué no funcionó de mi planeación, así como aquellas cuestiones que yo debo mejorar como docente. Pero también estoy efectuando esta docencia reflexiva, porque además de que analicé mis clases gracias a que las grabé, en cada sesión, la Mtra. Nadia Méndez, mi asesora docente y yo hacíamos recuento de lo que había ocurrido, por lo que entre las dos reflexionábamos acerca de lo que había salido bien, qué era necesario mejorar, dónde había que hacer énfasis, qué había que revisar otra vez, qué aspecto había quedado flojo o qué era mejor no incluir, etcétera. No planteamos *exprofeso* las preguntas sugeridas, ni intencionalmente seguimos ningún ciclo de reflexión, pero al leer lo que se incluye en ambos ciclos, puedo decir que de una u otra manera sí consideramos todos los aspectos.

Reitero: dentro de un ciclo escolar normal, es claro que no hay tanto tiempo para hacer ninguna de estas dos prácticas: investigación-acción y docencia reflexiva, al menos no en profundidad, de hecho puede ser complicado incluso hacer un diario del docente, en donde cada quien evalúe su CPC y otros aspectos, de hecho, en los años que fui docente en aula, realmente no tuve tiempo de mucho más que lo que concernía a la preparación de clase, calificar tareas, hacer evaluaciones y cubrir los requerimientos administrativos de las escuelas en las que colaboré, pero sí debo decir que si hubiera contado con la información que tengo hoy, definitivamente hubiera salvado muchas dificultades y hubiera corregido varios aspectos que en aquel entonces no consideraba importantes.

2.2. Análisis didáctico

2.2.1. La química y su enseñanza

2.2.1.1. La planeación de una secuencia didáctica

Esta fase depende de una serie de factores que van desde el tipo de contenidos y el número de alumnos por aula hasta las experiencias previas del docente, entre otras cosas. Sánchez y Valcárcel (1993) consideran que es posible establecer una relación entre ellos a partir de tres referencias que todo profesor de ciencias tiene: su formación científica, su formación didáctica y su modelo educativo. Dichos autores presentan un diagrama en el que muestran las competencias que todo profesor de ciencias debería tener (*figura 14*). El eje central del diagrama es la competencia del profesor o docente quien es el que conjunta todos los factores. En este punto cobra especial relevancia el CPC de los profesores, en particular que hagan una reflexión acerca de él a través del CoRe, de manera que su práctica sea mejor y eviten, en la medida de lo posible, incluir errores conceptuales y sus propias concepciones alternativas.

No solo es necesario que haya conocimiento de la naturaleza de las ciencias (o aspectos científicos del contenido) sino también es necesario para que ocurra el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje. Desde luego, esto depende de las competencias didácticas del docente. Por lo tanto, en la planeación de una secuencia deben integrarse ambos aspectos aunados a los objetivos (en algunos programas se encuentran como aprendizajes esperados) que se pretenden alcanzar, mismos que se deben observar en las evaluaciones que se aplicarán. Al final, una secuencia didáctica llevará planteamientos metodológicos (que son ejecutados durante la secuencia misma) y los materiales didácticos que se han preparado para alcanzar los objetivos.



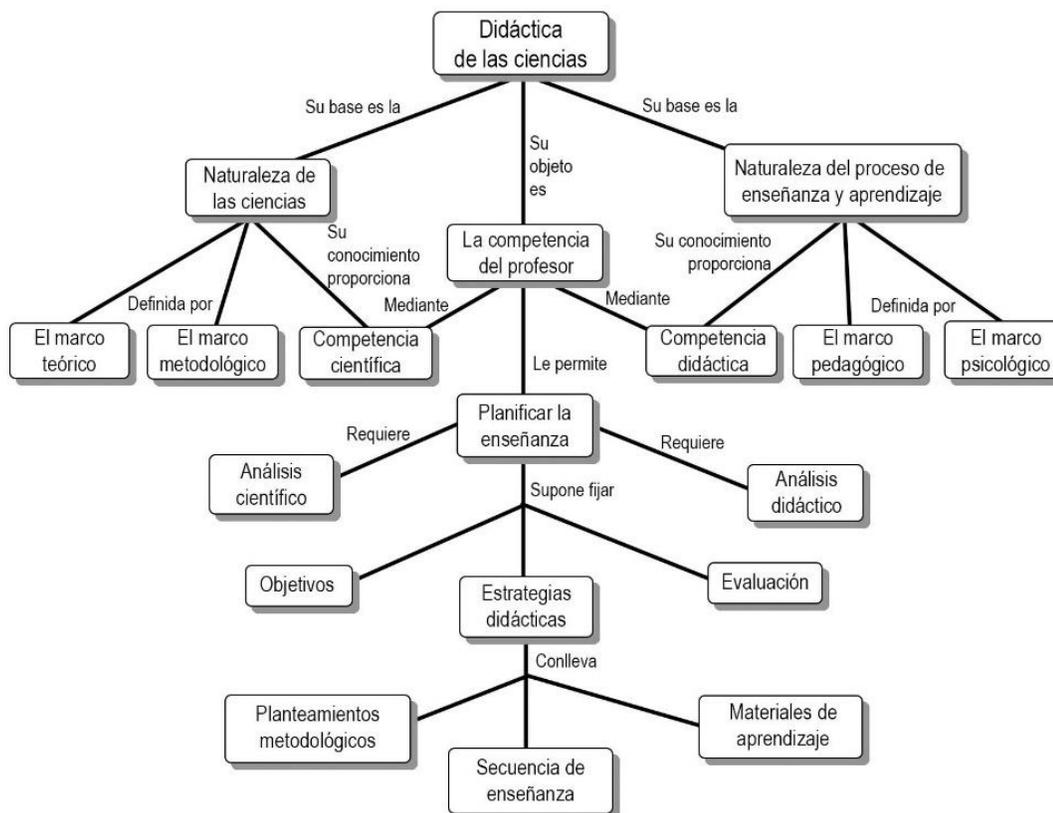


Figura 14. Mapa conceptual que presenta los aspectos que deben componer la didáctica de las ciencias. (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Sanmartí (2002) presenta sugerencias para la organización y secuenciación de las actividades de enseñanza–aprendizaje. En dicho material hace énfasis en que la selección de actividades debe ir en función de una estructura que se repite y en la cual influyen los objetivos del enseñante que dependen más de la propia visión que de las orientaciones curriculares. Indica que por lo general se diseñan las clases pensando en cómo transmitir más conocimiento en menos tiempo y que pocas veces se indica lo que hará el profesor o profesora durante el tiempo dedicado a “explicar” a los estudiantes; es decir, que hay poca reflexión acerca de las preguntas a plantear, así como a la actividad cognitiva de los alumnos que ocurre en torno a dichas preguntas.

Por otro lado, se ha encontrado que la actividad experimental se limita más a la mera manipulación de las cosas que a la reflexión y selección de actividades mismas que se enfocan en que “salga bien”. No se analiza que una experiencia puede ser interesante para discutir por qué unos resultados no son los esperados ni se analiza la relación entre variables (Sánchez y Valcárcel, 1993)

Por lo general, el 90 % de los docentes se basan en una secuencia que va así:

- Explicación del contenido.
- Preguntas para aclarar lo que no se haya comprendido.
- Realización de una actividad práctica para comprobar lo explicado.
- Respuestas a los ejercicios, problemas clásicos y mapas conceptuales.

(Sanmartí, 2002)

Dicha secuencia impone a los estudiantes la visión del profesor de la realidad y hace decir a la clase lo que diría él mismo; no tiene en cuenta al alumno y los ejercicios finales son una reproducción de lo explicado donde el profesor mostró un prototipo de respuesta así que el diseño de las unidades didácticas se fundamenta en una secuencia de actividades donde supuestamente se pone en contacto al alumno con una versión adaptada de la ciencia a través del profesor considerando que supuestamente así se incorpora el conocimiento que luego debe repasar para no olvidar. Por lo tanto, esta metodología, bastante tradicional, no da respuesta ante la pregunta que está en torno a cómo hacer que los alumnos aprendan de manera significativa (Sanmartí, 2002).

El trabajo en el aula de ciencias debe ser una actividad científica escolar donde entren en juego las metas y objetivos, el método, los modelos y representaciones y los sistemas de regulación, los cuales giran en torno al enfoque principal, que en este caso es el constructivista, en el cual se procura la investigación del alumno, el aprendizaje por descubrimiento y la indagación de manera que se consiga un aprendizaje significativo (Sanmartí, 2002). Cabe mencionar que el término “aprendizaje por descubrimiento” fue propuesto por Bruner en 1961 en su artículo *The Act of Discovery*, donde describe cuáles son las condiciones para que ocurra y cuál es el papel del docente para potenciarlo (Bruner, 1961).

Obaya y Ponce (2007) señalan que en la secuencia didáctica se deben inculcar valores, actitudes y habilidades cognitivas para que los estudiantes representen sus propias experiencias y el conocimiento que adquieren en la escuela y sus demás vivencias.



Figura 15. Consideraciones e instrumentos para tener en cuenta en el diseño, desarrollo y evaluación de secuencias didácticas (Obaya y Ponce, 2007).

De acuerdo con la *figura 15*, el diseño, desarrollo y evaluación de secuencias didácticas debe considerar:

- **Justificación de la secuencia didáctica.** Esto se puede elaborar al responder preguntas como: ¿por qué es importante esta secuencia?, ¿para qué les puede servir a los estudiantes?, ¿es posible ser tratada desde el marco didáctico y educativo?



- **Información.** En este rubro se deben determinar las ideas previas de los estudiantes, hacer un mapa conceptual general entre todos los miembros que forman parte de la experiencia y la investigación bibliográfica del tema de la secuencia didáctica.
- **Articulación.** Este punto es en el que se evalúa la pertinencia y el nivel de profundidad, se organizan y correlacionan ideas, preguntas e intereses de los estudiantes y se planifican las actividades y acciones.
- **Recursos y materiales curriculares.** En este momento cabe preguntarse los materiales que se tienen al alcance y cómo se pueden utilizar pero también se busca, selecciona y elaboran otros materiales que sean necesarios.
- **Organización.** Aquí se considera el tiempo de que se dispone así como los espacios y recursos comunes.
- **Investigación con base en situaciones problemáticas.** Se favorece la investigación como principio didáctico así como el trabajo en equipo.
- **Adecuación del proceso seguido.** Lo cual incluye evaluar la validez y pertinencia de las actividades, las dificultades encontradas en los contenidos, recursos, la medida en la que se consiguieron los objetivos. En esta parte se sugiere usar un diagrama tipo V de Gowin.
- **Evaluación.** Aquí no solo se pretende mantener y regular el proceso para mejorarlo y adaptarlo a las contingencias sino también cabe preguntarse: ¿para qué hacemos determinada evaluación?, ¿qué vamos a evaluar?, ¿con qué técnicas e instrumentos? Y con base en los resultados establecer conclusiones y redactar informes.

(Obaya y Ponce, 2007)

Así, es evidente que la planificación es el primer paso para elaborar una secuencia didáctica, esta debe partir del programa de estudio, donde se explicitan los objetivos de estudio. En este caso, Sánchez y Valcárcel (1993) sugieren hacerse estas preguntas, las cuales se relacionan con las que plantearon Obaya y Ponce (2007):

- ¿Cuál es el conocimiento al que pretendemos llegar con los procedimientos que seleccionemos? (“afirmaciones de conocimiento”).
- ¿A qué preguntas o problemas da respuesta este conocimiento? (“preguntas determinantes”).
- ¿Qué conceptos están implícitos en esas preguntas y debe conocer el alumno para encontrarle sentido al hecho seleccionado? (“conceptos claves pertinentes”).
- ¿Cuáles son los procedimientos que se requieren para responder a las preguntas determinantes y llegar a las afirmaciones de conocimiento que deseamos que aprendan nuestros alumnos? (“métodos de investigación”).

Una vez que se han estructurado los contenidos que se enseñarán se propone hacer el análisis didáctico para delimitar cuáles serían los condicionantes del proceso de enseñanza y aprendizaje, ya mencionamos algunas cuestiones concernientes al alumno y al profesor. Volviendo al estudiante, el tener cierta certeza sobre lo que ya sabe es de utilidad para conocer sus habilidades de pensamiento y procesamiento de la información y contrastarlas con las exigencias cognitivas de los contenidos puesto que estos tienen diversos niveles de complejidad por lo que le darán al docente una idea de cómo es mejor abordarlos así como crear actividades que permitan, de manera gradual, acceder a contenidos cada vez más avanzados o complejos (Sánchez y Valcárcel, 1993).





Sánchez y Valcárcel (1993) sugieren centrarse en estos aspectos para el análisis didáctico. Cabe señalar que su consideración no garantiza el éxito ni la solución al problema de diseñar unidades didácticas pero son un punto de partida importante para solucionar muchos problemas en el aula y ayudan a entender dónde pudiera estar la raíz de ciertas dificultades de aprendizaje:

- El punto de partida del esquema conceptual que se pretende desarrollar.
- Seleccionar o identificar cuáles son los contenidos más problemáticos.
- Cómo adecuar los procedimientos implicados.
- Los objetivos prioritarios relativos al aprendizaje del alumno.
- Las actividades que se seleccionarán para favorecer el aprendizaje.
- Las referencias por considerar para evaluar los aprendizajes de los estudiantes.

El siguiente punto por reflexionar en la planeación es la selección de los objetivos, a partir de los dos análisis anteriores. En este caso el punto de partida es siempre el programa de estudios, el grado educativo y la edad de los estudiantes. Cabe señalar que los objetivos no son lo mismo que los contenidos, pero sí nos dan una orientación de hacia dónde y hasta dónde debe llegar el desarrollo de los temas (Sánchez y Valcárcel, 1993).

En seguida viene el desarrollo de las lecciones mismas en las que se aplican diversas estrategias didácticas, los planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza, las actividades de enseñanza y los materiales de aprendizaje. Dentro de los planteamientos metodológicos están la definición de funciones del docente y los discentes los cuales tiene que ver con el tipo de enseñanza que pretende inculcar el profesor, si la mera transferencia o la construcción, porque en definitiva en ambas opciones los papeles de los ejecutores del proceso cambian por completo (Sánchez y Valcárcel, 1993).

2.2.1.2. El enfoque psicopedagógico de la secuencia

Con base en lo ya descrito, la secuencia didáctica que planeé está diseñada en el ambiente constructivista, considerando en algunas partes el constructivismo genético y en otras el sociocultural, y también contiene ideas del aprendizaje significativo de Ausubel.

2.1.2.2.1. Constructivismo

Es difícil definir a ciencia cierta qué es el constructivismo porque existen tantas definiciones como autores. El consenso no parece llegar más allá de que el conocimiento es construido por el sujeto y el mismo término “construir” es polémico. Para Marín, Solano y Jiménez (1999), una teoría constructivista es aquella que defiende que la génesis del conocimiento es el resultado de un proceso de reconstrucción de los llamados hechos del mundo que suceden cuando los humanos interactúan con su entorno y con otras personas, de manera que el conocimiento no es la descripción del mundo sino una mera reconstrucción o un modelo de esta.

En educación, existen al menos cuatro enfoques constructivistas, según Serrano y Pons (2011): en un extremo está el constructivismo radical y en el extremo opuesto está el construccionismo social, estas posturas son opuestas en tanto se considera el aprendizaje como una construcción exclusiva y personal, por un lado, y en el otro, que el aprendizaje forzosamente debe estar inmerso en un contexto social. En medio, cercano al constructivismo radical está el constructivismo cognitivo o también conocido como genético cuyo principal promotor es Jean Piaget y cercano al construccionismo social está el constructivismo



sociocultural, promovido por Vygotsky. En la *figura 16* se muestran estas cuatro posturas que van desde el radical hasta el construccionismo social, los cuales tienen relación con la actividad del individuo en la construcción de su conocimiento: desde el trabajo en solitario hasta la completa interacción social.

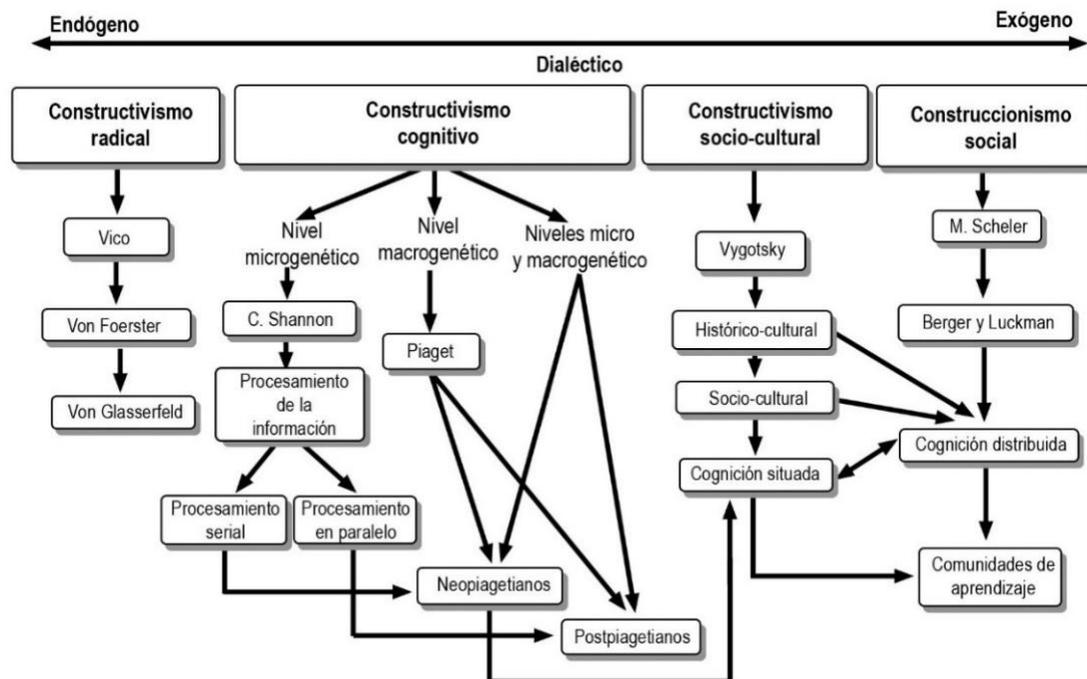


Figura 16. Las cuatro posturas del constructivismo (Serrano y Pons, 2011).

El **constructivismo radical** considera que el conocimiento está en la mente de las personas. El sujeto cognoscente construye lo que conoce a partir de su propia experiencia. Los tipos de experiencia son subjetivos y no es posible saber si la experiencia de una persona es igual a la de otra (Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

Sus principios son:

- El conocimiento “no se recibe pasivamente, ni a través de los sentidos, ni por medio de la comunicación: es construido activamente por el sujeto cognoscente”.
- “La función del conocimiento es adaptativa en el sentido biológico del término, tendientes hacia el ajuste o la viabilidad”.
- “La cognición sirve a la organización del mundo experiencial del sujeto, no al descubrimiento de una realidad ontológica objetiva”.
- “La primera interacción debe ser con la experiencia individual. Las otras subjetividades se construyen a partir del campo experiencial del individuo”.

(Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

Una pregunta central en el constructivismo radical es “¿Cómo conocemos lo que conocemos?”, a partir de ella surgen los enfoques del constructivismo radical:

- Una permanente preocupación por el estado actual del mundo y su humanidad.
- Que la realidad exista independientemente de nosotros, los observadores.
- Que la realidad sea descubrible, accesible.



- Que las cosas estén sujetas a una legalidad con la que se pueda predecir.
- Que se pueda controlar la realidad.
- Que lo que hemos descubierto acerca de la realidad sea cierto.
- Que el mundo es una imagen del lenguaje.

(Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

El constructivismo radical considera que en el operar cognitivo no tenemos acceso más que a nuestra experiencia; no se puede, entonces, transmitir significados a los alumnos porque ellos los construyen toda vez que los del emisor son diferentes a los del receptor. Por otro lado, la cognición tiene una función adaptativa para explicar la experiencia y no para descubrir la verdad o realidad. El único conocimiento posible y viable es el que forma parte de la experiencia interna de cada alumno, por lo tanto, la guía docente queda minimizada al extremo (Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

En el extremo opuesto está el construccionismo social fue ideado por Thomas Luckman y Peter L Berger. Considera que la realidad es una construcción social, el individuo mismo es un producto social y por ello el conocimiento está dentro del intercambio social. Los fenómenos psicológicos no se ubican en el individuo, son condicionados por las pautas de interacción social, por lo tanto, el sujeto "individual" queda disuelto en estructuras lingüísticas y sistemas de relaciones sociales, que son las que posibilitan la construcción de redes simbólicas discursivas y sus significados van más allá de la mente individual (Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

Si bien Von Glasserfeld es considerado como constructivista radical, esta postura no niega la existencia de la realidad (como algunos críticos lo consideran) sino que esta no se puede conocer de una manera subjetiva porque todos tenemos representaciones de la realidad y que esas representaciones no son la verdad. El constructivismo no se centra en dichas representaciones (construcciones) sino en cómo las personas construyen sus conocimientos para que les sean útiles en su vida. Esto último tampoco significa que cualquier construcción sea tan viable como otra, sino que los conocimientos no solo son válidos para cada uno, sino que también como seres inmersos en un contexto social, los conocimientos adquieren validez en concordancia con los demás. El conocimiento se construye personalmente pero es mediado socialmente; esta idea lejos de ser una paradoja ayuda a entender que a veces el conocimiento es una construcción individual y otras, una construcción social, de manera análoga a la idea de que la luz a veces es considerada como una onda y a veces como una partícula (Tobin y Tippins, 1995).

Se supone que el docente es quien guía a los estudiantes y genera contextos de aprendizaje adecuados para que el proceso ocurra al transferirles fragmentos de conocimiento neutral. Pero, en realidad, esta idea es incompleta. A pesar de que a todos nos dicen que una clase constructivista es aquella que maximiza todo lo que los estudiantes pueden aprender una vez que han puesto de manifiesto sus conocimientos previos para que el docente construya los nuevos aprendizajes a partir de actividades en las que los aprendices aclaran, elaboran, justifican y evalúan puntos de vista alternativos, esta concepción reduce al constructivismo a un conjunto de métodos.

El constructivismo es más un referente intelectual o herramienta que ayuda a explicar fenómenos educativos y a analizar el potencial de aprendizaje de los estudiantes en cualquier situación de manera que se pueden adaptar los entornos de aprendizaje a cualquier realidad. Por lo tanto, el constructivismo es una gran





herramienta de reflexión que puede empoderarnos como profesores y nos ayuda a considerar de manera especial las necesidades de los estudiantes.

En el punto medio están las propuestas de Vygotsky y Piaget. El **constructivismo cognitivo** o genético, propuesto por Jean Piaget (1896–1980), frente al **constructivismo sociocultural** o social de Lev Semiónovich Vygotsky (1896–1934) se presentan en la *tabla 7*.

Tabla 7. Constructivismo de Piaget y de Vygotsky
(Serrano y Pons, 2011; Shunk, 2012).

	Jean Piaget Constructivismo genético.	Lev Vygotsky Constructivismo social
Construcción mental del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Aparece cuando comienza la función simbólica. • Etapa sensoriomotora. • Depende de la maduración, son universales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se desarrolla a través de la interacción con el medio. • No hay etapa específica. • Las exigencias culturales son distintas, por eso no hay patrones universales.
Importancia del aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo cognoscitivo limita lo que los niños pueden aprender de las experiencias sociales. El aprendizaje es más bien una actividad individual. • El desarrollo se puede acelerar a través de las experiencias de aprendizaje. • La madurez para el aprendizaje es el nivel de competencia y de conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • La instrucción por parte de otros es base del desarrollo cognoscitivo. La experiencia social contribuye a transformar la realidad del niño. • El aprendizaje antecede al desarrollo. • La instrucción debe centrarse en el nivel potencial de desarrollo.
Papel del lenguaje en el desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • La función simbólica es necesaria para el desarrollo del lenguaje. • No está determinado de forma innata, es una construcción. • Habla egocéntrica: incapacidad de adoptar la perspectiva de otros. No se adapta a la inteligencia adulta y desaparece. 	<ul style="list-style-type: none"> • La adquisición del lenguaje se da por la interacción social. • Existen estructuras biológicas para la construcción de signos lingüísticos. • Habla egocéntrica: organiza y regula el pensamiento. Autorregulación y procesos metacognitivos.

Las actividades humanas se llevan a cabo en ambientes socioculturales y no pueden entenderse separadas de esos entornos. Nuestras estructuras y procesos mentales específicos pueden rastrearse a partir de las interacciones con los demás. Las interacciones sociales son más que simples influencias en el desarrollo cognitivo, porque crean nuestras estructuras cognoscitivas y procesos de pensamiento. Desde este punto de vista, el desarrollo es una transformación de las actividades sociales compartidas en procesos internalizados (Woolfolk, 2010).

Aunque para Piaget y Vygotsky la interacción social es importante, la consideran desde distintos enfoques. Para Piaget, la interacción fomenta el desarrollo porque crea un desequilibrio: el conflicto cognitivo que favorece el cambio, por lo tanto, para él, las interacciones sociales más valiosas son entre pares, porque tienen bases comunes y porque pueden desafiar entre sí sus pensamientos. En el caso de Vygotsky, la interacción social es con personas que tienen mayor avance de pensamiento, es decir con los padres y profesores. Para él, las herramientas culturales (en este caso concreto, las TIC, TAC, TEP y demás) y las herramientas psicológicas (en este caso los modos de representación de la química, propuestos por Johnstone) tienen papeles muy importantes en el desarrollo cognitivo. Vygotsky creía que procesos como



el razonamiento y la resolución de problemas (procesos mentales de orden superior) están mediados por herramientas psicológicas (Woolfolk, 2010). En la *figura 17* se resumen estas interacciones, según Vygotsky.

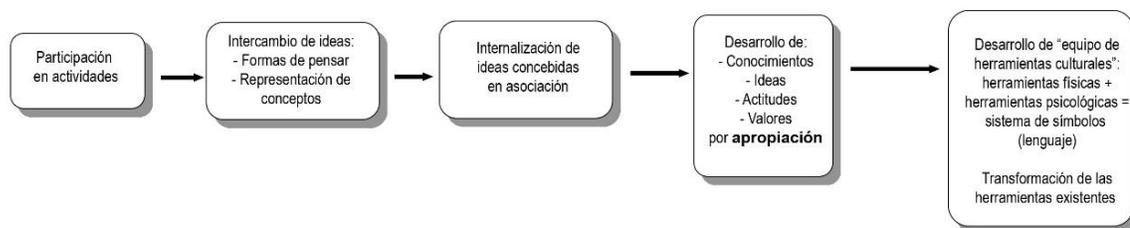


Figura 17. Interacciones entre las herramientas psicológicas y los procesos de razonamiento (Elaboración propia basada en Woolfolk, 2010).

Vygotsky le da más importancia al lenguaje que Piaget, porque considera que el pensamiento depende del habla, de los significados del pensamiento y de la experiencia sociocultural del aprendiz. El lenguaje como discurso privado guía el desarrollo cognoscitivo (Woolfolk, 2010).

El método de investigación de Vygotsky se conoce como “método instrumental”, precisamente por la importancia que les da a los instrumentos psicológicos, los cuales, sin alterar la estructura de una tarea, mejoran el control y ejecución por parte del sujeto, de sus operaciones mentales. Los instrumentos, además de psicológicos, pueden ser sociales e interpersonales pero también se considera una evolución de estos hasta alcanzar el nivel intrapersonal, en el momento en que el discente puede elaborar sus diálogos internos durante sus procesos de aprendizaje (Álvarez y Del Rio, 1990).

En la propuesta vygotskyana, tiene gran importancia lo que él denomina la **zona de desarrollo próximo**, que es el área entre el nivel actual o real de desarrollo del aprendiz (**zona de desarrollo actual**), determinado por la resolución independiente de problemas y el nivel de desarrollo que este podría alcanzar bajo la guía de un adulto o la colaboración con un compañero más avanzado. Es el área en la que la instrucción puede ser exitosa. También se puede considerar como la zona entre lo que el estudiante ya sabe y lo que está preparado para aprender, por lo que aparece otro constructo: **el andamiaje**, que tiene un papel fundamental en esta brecha, ya que sirve como una “escalera” para transitar hacia la ZDP (Woolfolk, 2010).

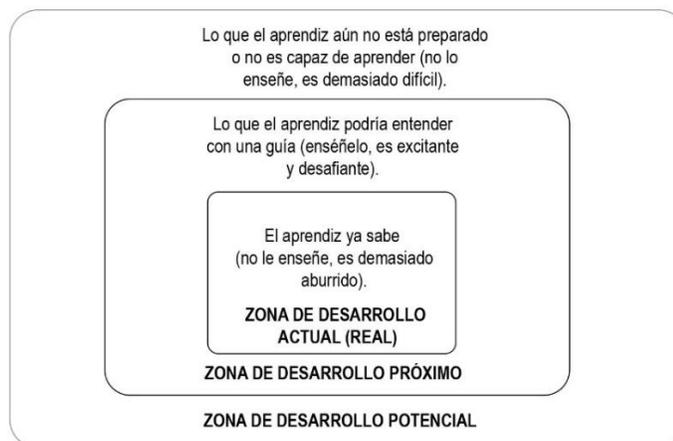


Figura 18. Zonas de desarrollo en la propuesta de Vygotsky (Woolfolk, 2010).



En la *figura 18* se muestra de manera más clara cómo está concebida la zona de desarrollo próximo. La **zona de desarrollo potencial** es a donde podría llegar el estudiante, una vez que ha transitado la zona de desarrollo próximo, pero que en el momento actual no alcanza ni con ayuda porque está muy lejos de su zona de desarrollo actual.

Para todo docente es esencial ubicar cuál es la zona de desarrollo real del estudiante, de manera que las propuestas didácticas sean suficientemente retadoras y asequibles y no sobrepasen lo que el alumno puede lograr a pesar de contar con apoyo, por no estar preparado.

Piaget consideraba que antes del aprendizaje debía darse el desarrollo cognoscitivo; es decir que el estudiante debía estar “cognoscitivamente listo” para aprender, porque el aprendizaje está subordinado al desarrollo; en contraste Vygotsky consideraba que para el aprendizaje no debía estar listo el estudiante, ya que el aprendizaje bien organizado es capaz de poner en movimiento diversos procesos de desarrollo que no tendrían modo de agilizarse sin este ya que es una herramienta para potenciar el desarrollo y llevarlo a los niveles más elevados, y por ello la interacción social juega un papel preponderante (Woolfolk, 2010).

Los procesos de creación de zonas de desarrollo próximo incluyen etapas de interacción profesor-alumno y son:

- Insertar, en el máximo grado posible la actividad puntual que el alumno efectúa en cada momento, en el ámbito de marcos y objetivos más amplios en los que esa actividad tome significado de manera más adecuada.
- Posibilitar, en el mayor grado viable, la participación de todos los alumnos en las actividades y tareas, incluso si su nivel de conocimientos o competencias son escasos o poco adecuados.
- Establecer un clima relacional, afectivo y emocional basado en la confianza, seguridad y aceptación mutuas y en el que tengan cabida la curiosidad, la capacidad de asombro y el interés por el conocimiento por sí mismo.
- Introducir, en la medida de lo posible, modificaciones y ajustes específicos, tanto en la programación como en el desarrollo “sobre la marcha” de la propia actuación en función de la información que se haya obtenido a partir de las actuaciones y productos parciales ejecutados por los alumnos.
- Promover la utilización y profundización autónoma de los conocimientos que se están aprendiendo, por parte de los alumnos.
- Establecer, en el mayor grado posible, las relaciones constantes y explícitas entre los nuevos contenidos que son objetos de aprendizaje y los conocimientos previos de los alumnos.
- Utilizar el lenguaje de manera más clara y explícita posible, tratando de evitar y controlar posibles malentendidos e incomprensiones.
- Emplear el lenguaje para recontextualizar y reconceptualizar la experiencia.

(Onrubia, 1999)

Las interacciones cooperativas entre alumnos para crear las zonas de desarrollo próximo son:

- El contraste entre puntos de vista moderadamente divergentes a propósito de una tarea o contenido de resolución conjunta.
- La explicitación del propio punto de vista.
- La coordinación de roles, el control mutuo del trabajo y el ofrecimiento y recepción mutuos de ayuda.

(Onrubia, 1999)





En relación con estos procesos de interacción entre profesor-alumno y los que se dan entre alumnos, y el desarrollo de esta secuencia didáctica, debo comentar que en mayor o menor medida se llevaron a cabo, ya que conforme se avanzaba en las sesiones, hice ajustes a la planeación inicial, modifiqué actividades o eliminé algunas, establecí relaciones entre los conceptos estudiados y otros aprendidos previamente o hice explícitas las que había entre lo que se estaba estudiando un día y otro, recontextualicé y reconceptualicé términos que noté que no estaban claros y propuse diversas actividades en las que los estudiantes debían interactuar en equipos con lo que ellos contrastaban sus puntos de vista, explicaban sus ideas y coordinaban el trabajo conjunto. En la discusión de resultados hago evidentes estas interacciones.

Cabe señalar que Vygotsky no considera o no explica los detalles de los procesos cognitivos que subyacen en los cambios del desarrollo, mientras que Piaget sí hace una aproximación más clara al respecto, y por otro lado, no alcanza a detallar las aplicaciones de sus teorías a la enseñanza. En cuanto a la aplicación de las aportaciones de estos dos autores, no hay recomendaciones específicas que ellos hayan planteado, pero hay algunas ideas que Woolfolk (2010) propone. Me centraré en las de Vygotsky:

- Las herramientas culturales funcionan en tres niveles. Cabe señalar que los tres son necesarios para crear ambientes de aprendizaje, aunque en particular Vygotsky se inclinaba más por la segunda.
 - Aprendizaje por imitación.
 - Aprendizaje por instrucción.
 - Aprendizaje por colaboración.
- El papel del andamiaje está relacionado con el modo como los docentes estructuran dichos ambientes de aprendizaje, de manera que apoye al alumno a ejecutar lo que no puede hacer por sí mismo, de manera que se vuelva un aprendizaje asistido.
- La participación guiada o aprendizaje asistido debe iniciar con el aprendizaje de los conceptos necesarios, a partir de información, motivación y otros procesos acordes con el nivel educativo y poco a poco hacer que los estudiantes ejecuten actividades de manera autónoma. Este es el momento en el que aparecen los instrumentos intrapersonales.

Ausubel y el aprendizaje verbal significativo

David Paul Ausubel (1918–2008) fue un psicólogo y pedagogo estadounidense. Se considera como fundador del constructivismo, aunque autores como Shunk (2012) lo colocan como uno de los promotores de la teoría del procesamiento de la información por la manera como propone la organización de conceptos en la estructura mental del estudiante. Marín (2003) considera que esta teoría junto con las ideas de Novak, Gowin y Hanesian son parte de lo que él llama *constructivismo humano* el cual tuvo su mayor auge en los años 80.

La teoría del aprendizaje verbal significativo surgió en contra de la memorización mecánica: aunque un estudiante se aprenda de memoria la tabla periódica, los números de oxidación, el mecanismo para balancear ecuaciones o cualquier otro concepto de la química, no es indicativo de que realmente sea un conocimiento bien asimilado, afianzado y significativo para el estudiante a menos de que él los tenga ubicados dentro de su estructura mental y sepa con claridad cómo están interrelacionados entre sí y con otros tantos bloques de información. Según Pozo (1991), antiguamente se tenía la idea de que mientras más se repetían las cosas, más se “aprendían”, solo se presentaba a los estudiantes las fórmulas y los enunciados en orden lógico, se hacía que resolvieran actividades de repaso verbal y con ello supuestamente se aseguraba su memorización.



En contraste, el aprendizaje significativo comprende la adquisición de nuevos significados que, a su vez, constituyen los productos de este tipo de aprendizaje. En la *figura 19*, se muestran las condiciones del aprendizaje memorístico y las del aprendizaje significativo. Es importante señalar que aunque se muestran separados por razones didácticas (para mostrar los aspectos que entrañan), en realidad no lo están, pues en ocasiones es necesario aprenderse de memoria ciertos datos y hechos para que otros contenidos sean significativos; es decir, son un continuo.

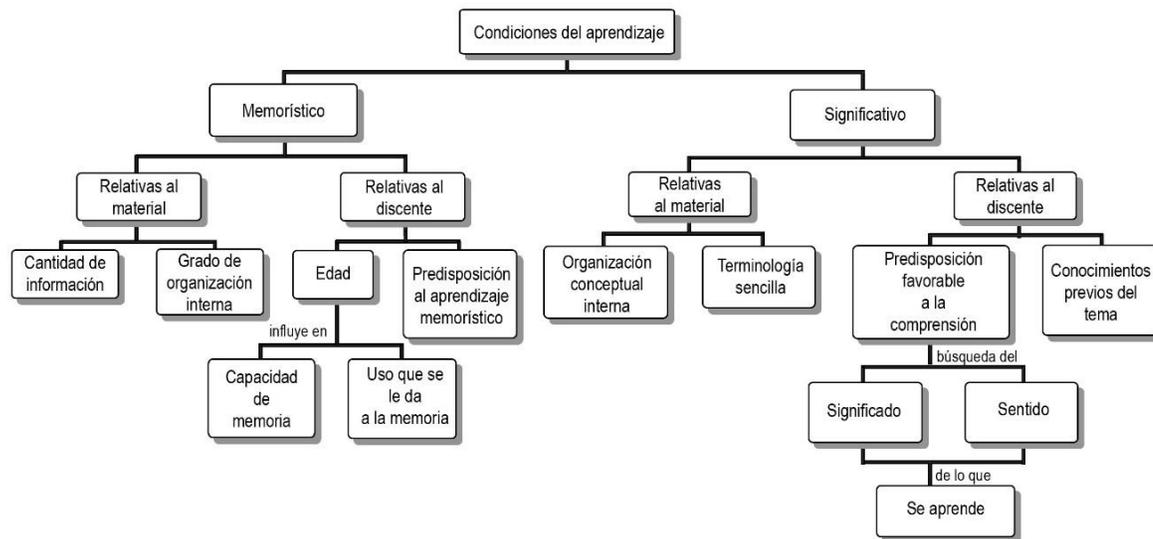


Figura 19. Condiciones de los aprendizajes memorístico y significativo (Pozo, 1992).

Aunque el aprendizaje verbal significativo pudiera ser considerado como una mera clase expositiva, lo importante es siempre hacer explícitas las ideas previas y las concepciones alternativas de los estudiantes para que, a través de las actividades propuestas, se generen choques cognitivos y poco a poco se favorezca el cambio conceptual. Ausubel señala: “si tuviese que reducir toda la psicología educacional a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe. Averigüese esto y enséñese de acuerdo con ello” (Ausubel, 1983).

Algunos procesos del aprendizaje significativo son:

- El significado aprendido forma parte del sistema de ideas del educando.
- La relación de los aprendizajes e incorporación con la estructura previa del estudiante tiene dos consecuencias: hace que los procesos dejen de depender de la capacidad humana para retener asociaciones arbitrarias como entidades autónomas y el material se organiza y se asimila en el sistema cognitivo.

(Ausubel, 1983)

Es importante recordar que este modo de aprendizaje es extrínseco, se ofrece por medio de la palabra, es decir que es externo comunicativo. Es fundamental que el material tenga secuencia lógica entre sus elementos, tener en cuenta la estructura cognitiva del estudiante y los conocimientos base, por lo que la motivación adquiere un papel relevante (Vieira, 2003).



Se puede distinguir entre tres tipos de aprendizaje significativo:

- **Aprendizaje representacional.** Es en el que se asignan significados a símbolos o palabras y se identifican los símbolos con sus referentes, ya sean eventos, objetos o conceptos.
- **Aprendizaje de conceptos.** Los conceptos son representados por símbolos y categorías que constituyen abstracciones de atributos de los referentes.
- **Aprendizaje proposicional.** Se refiere a lo que significan las ideas que están contenidas en una proposición y estas a su vez forman parte de conceptos. Se trata de convertir las ideas en un todo.

(Vieira, 2003)

Esta modalidad de aprendizaje se centra de manera importante en la estructura mental del educando, los aprendizajes se vuelven significativos ya sea por subsunción o bien por supraordenación. Ambas actividades suponen contar con un orden jerárquico de los conocimientos, esto es, que se identifique cuáles están como más generales y cuáles son más específicos. Además de lo anterior, los conceptos pueden ser sustanciales o integradores es decir los que sustentan o sobre los que se anclan los conocimientos nuevos; así que, si se diagnostica la carencia de conceptos básicos, es preciso presentar materiales introductorios generales e inclusivos para formar la estructura conceptual sobre la cual se construirán los aprendizajes (Vieira, 2003).

De acuerdo con lo anterior, en la enseñanza expositiva se enfatiza el aprendizaje verbal significativo. Para Ausubel los conceptos, principios e ideas se presentan y comprenden con razonamiento deductivo que va de las ideas generales a casos específicos o particulares. Se recomienda iniciar con un organizador avanzado general, el cual tiene tres fines: dirigir la atención a lo que es importante en el material que se estudiará a continuación, destacar las relaciones entre las ideas que se presentan y recordar información que ya se sabe y es pertinente para el tema. Dichos organizadores avanzados pueden ser:

- **Expositivos.** Ofrecen nuevos conocimientos que es necesario comprender para aprender lo nuevo. Incluyen definiciones de conceptos o conceptos generales y conceptos subordinados que están relacionados en diferentes niveles. Se recomienda cuando los alumnos tienen pocos o ningún conocimiento sobre el tema porque proporciona los inclusores que se requieren para integrar la información nueva.
- **Comparativos.** Activan esquemas ya existentes, son recordatorios y evocan información pertinente. Emplean analogías, de manera que pueden ser incorporados más fácilmente a la memoria a largo plazo. Se recomiendan cuando los alumnos ya tienen cierta familiaridad con el tema o al menos ya se puede relacionar con ideas previas, por lo que da un soporte conceptual y facilita que se puedan distinguir las ideas nuevas de las ya aprendidas.

(Vieira, 2003; Shunk, 2012, Woolfolk, 2010)

Para ser eficaces, los organizadores deben ser comprensibles para los estudiantes, puede ser de gran ayuda pedirles que los parafraseen. Además, los organizadores deben indicar claramente la relación entre los conceptos estudiantes. Después de la presentación del organizador, se presentan los contenidos a estudiar haciendo patentes sus similitudes y diferencias con otros contenidos, si aplica, y relacionándolos con el organizador inicial para que comprendan en qué parte quedan insertos, comprendidos o vinculados (Woolfolk, 2010).

Toda situación de aprendizaje puede ser analizada a partir de dos dimensiones: el aprendizaje que el alumno efectúa y la estrategia de instrucción que se haya planificado para fomentar ese aprendizaje. Ambos



ejes son independientes, pero se interrelacionan. En la *figura 20* se muestra una matriz con las dimensiones del aprendizaje significativo (Pozo, 1987).

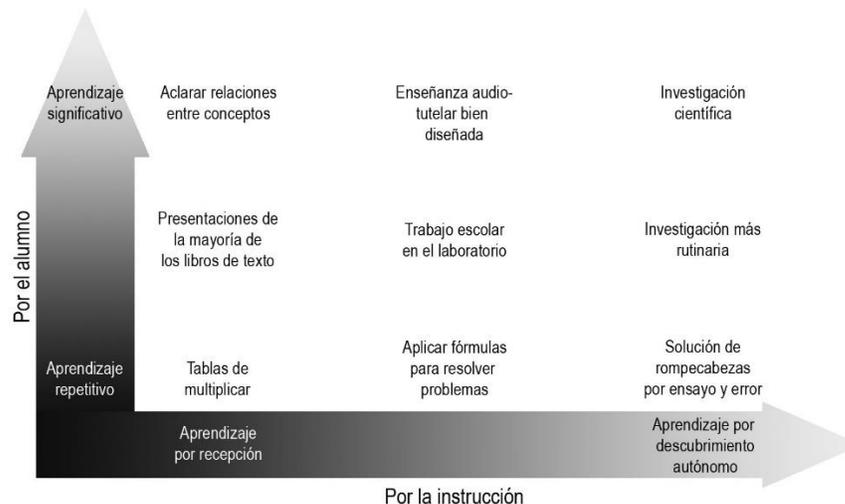


Figura 20. Dimensiones del aprendizaje significativo (Pozo, 1987).

Para verificar que efectivamente se haya producido un aprendizaje significativo se puede hacer pruebas de comprensión en donde el estudiante se vea obligado a producir textos (*literacidad*), de manera que utilice los conceptos que ha aprendido en otros contextos, también se puede solicitar que solucione problemas de aplicación (o estudios de caso) o bien que reordene pasos de una secuencia que haya sido modificada, de manera que no sea posible hacerlo sin haber comprendido el tema en cuestión (Pozo, 1987).

Un ejemplo de esto último puede ser (aunque no se aborda como tal en esta propuesta) el presentar un problema de estequiometría de cálculo de masa-masa o incluso, a nivel más avanzado, uno de reactivo limitante o de pureza de reactivos. Y en seguida, presentar los pasos de la resolución del problema en desorden, desde luego se puede incluir alguna conversión, si el alumno no comprende el tema, no será capaz de ordenar los pasos de la resolución. También puede hacerse con algún procedimiento de laboratorio, que claramente no pueda ser reproducido sin comprender la secuencia, por ejemplo un ensayo a la flama.

Algunas limitaciones y cuestionamientos de esta teoría son:

- Incapacidad para trascender a otros aprendizajes, como el aprendizaje por descubrimiento y el cooperativo, ya que no todas las situaciones de aprendizaje deben limitarse al aprendizaje verbal significativo, ya que existen otros métodos útiles para aprender determinados contenidos porque requieren de contextos específicos.
- Limita la forma de interiorizar el conocimiento a la subsunción y la supraordenación.
- Hay factores que no están considerados, como los elementos ecológicos del contexto y las interacciones sociales que se dan entre pares y con el docente.
- Requiere necesariamente de una actitud de aprendizaje significativo que es responsabilidad del docente, puesto que es quien crea el clima de aprendizaje. Hay que tener en cuenta que la motivación extrínseca y el componente afectivo son fundamentales, aunque no hay que olvidar el relevante papel de la motivación intrínseca puesto que de ella depende la disposición del estudiante.

- Los materiales son significativos tan solo potencialmente, depende del uso que se les dé para que fomenten un aprendizaje significativo: los significados están en las personas, no en las palabras.
 - El aprendizaje significativo no ocurre de manera súbita, sino que requiere tiempo, dada su complejidad. Por lo que no puede esperarse que en unas cuantas lecciones se haya aprendido un contenido de manera significativa.
 - El aprendizaje significativo no es necesariamente correcto; conforme el estudiante avanza, va diferenciando sus subsumidores al adquirir otros más ricos, completos y amplios, esto significa que no desaparecen ni se reemplazan, sean válidos o no desde el punto de vista científico sino que unos se usan menos como anclaje conforme hay otros más adecuados o útiles.
 - Los mapas conceptuales así como diagramas u otros organizadores gráficos no son indicativos de que hay aprendizaje significativo ni vuelven significativo un aprendizaje dado que no son productos finales ni son autoexplicativos.
 - No existe aprendizaje significativo sin el uso de lenguaje y sin mediación.
 - Está limitado a contenidos declarativos más que a procedimentales o actitudinales.
- (Vieira, 2003; Rodríguez, 2008, Díaz-Barriga y Hernández, 2005).

El constructivismo y las competencias

En el constructivismo hay una estructura jerárquica en la que se interrelacionan tres niveles en la toma de decisiones. En el primero se incluyen los principios que explican la naturaleza y las funciones de la educación, este es una referencia para interpretar el segundo nivel en donde se incluyen los procesos de construcción de conocimiento en el aula, mientras que en el tercer nivel se encuentran los principios que explican los procesos de enseñanza-aprendizaje que se encuentran entre los ejes coordenados que forman los dos niveles previos. En la parte más cercana al origen estarían las ideas que definen lo que es ser constructivista y en la parte más alejada estarían las ideas vinculadas a lo que es ejercer como constructivista (Serrano y Pons, 2011). En la *figura 21* se muestran dichos niveles del constructivismo.

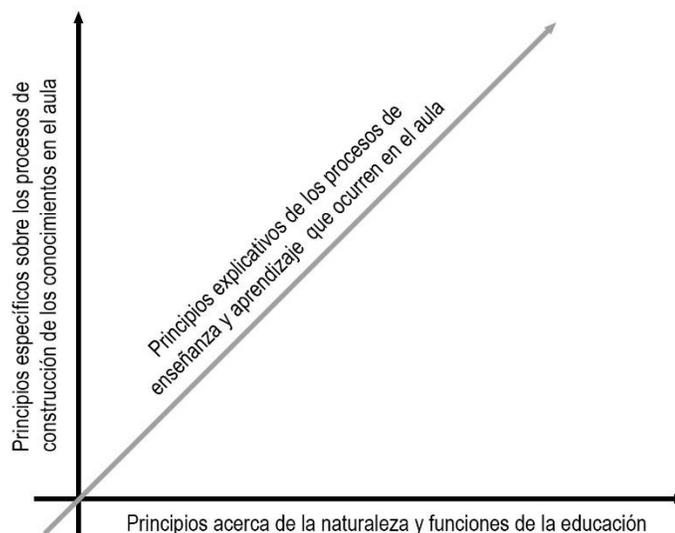


Figura 21. Los tres ejes del constructivismo (Serrano y Pons, 2011).

De acuerdo con lo expuesto hasta ahora, respecto al constructivismo, según Serrano y Pons (2011) hay tres principios:

- La educación escolar es de naturaleza social y su función es socializadora.



- El aprendizaje de los saberes y formas culturales que se incluyen en el currículum deben ser potenciadores de la construcción de la identidad personal y contribuir al proceso de socialización.
- La naturaleza constructiva de la mente humana debe ser un punto fundamental en la educación escolar, y debe ser el punto de partida de este modo de aprendizaje.

Aunque no hay consenso en la definición de competencia, Phillipe Perrenaud propone que es “la capacidad para movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones” Implica una serie de recursos cognitivos, entre ellos conocimientos, técnicas, habilidades y aptitudes que se movilizan por la competencia para resolver una situación inédita, en este caso en torno a las TIC en educación. La competencia no es la siempre sumatoria de conocimientos, habilidades y actitudes, aunque las incluye. Se construye gracias a la orquestación de los recursos. El ejercicio de una competencia implica realizar una acción adaptada a la situación que se enfrenta, de manera eficaz (Díaz-Barriga, 2021).

Una competencia presenta una estructura interna con tres componentes: cognitivo, afectivo-relacional y metacognitivo, que responden a los tres tipos de conocimiento explícito, causal e implícito, requiere de habilidades de cooperación, como ya se ha mencionado y debe estar contextualizada. Las competencias son fundamentales para:

- La realización y el desarrollo personal a lo largo de la vida (crear un capital cultural).
- Favorecer la inclusión y lograr una ciudadanía activa (crear un capital social).
- Generar aptitudes para el empleo (crear un capital humano).

(Serrano y Pons, 2011)

En sentido amplio una competencia es la capacidad de afrontar situaciones complejas. Se movilizan varios “saber hacer”. La persona que enfrenta una situación reconstruye el conocimiento, inventa algo, propone una solución o toma decisiones, esto implica acciones responsables y autorreguladas, conscientes, como conocimiento de causa, esto es el “saber ser”. Si la meta de educación en competencias se ubica en la formación competencial de los docentes para usar TIC en educación, un profesor competente debe saber tomar iniciativas y decisiones, debe saber negociar y hacer elecciones en condiciones de riesgo, innovar y asumir responsabilidades (Díaz-Barriga, 2021).

Tampoco existe una clasificación de competencias, pero según Ángel Díaz Barriga, son procesos que se desarrollan a lo largo de la vida, dado que tienen carácter permanente e incremental: “se tienen o no se tienen” y se potencian para mejorar (Díaz-Barriga, 2021).

La enseñanza de las competencias, incluyendo la capacitación docente, no se hace simplemente insertando en el currículo referenciales de dichas competencias, ni con la transmisión de conocimientos, como tampoco se hace con la automatización de procedimientos. Hay que crear situaciones didácticas que hagan a los estudiantes o docentes enfrentarse a las tareas que deben resolver de manera que se vean obligados a movilizar recursos que son indispensables para lograrlo y que lo hagan con fundamento en procesos de reflexión metacognitiva o de autorregulación (Díaz-Barriga, 2021).

Por lo tanto, las tareas deben partir del análisis de situaciones sociales o específicas dependiendo del ámbito en el que se aplican, reales, que impliquen la toma de decisiones de qué conocimientos se requieren, de manera prioritaria. Así no se vuelve una transmisión de conocimientos estáticos o declarativos, ni tampoco



una formación erudita, sino que se construye en espiral, a partir de la consideración de que los conocimientos son herramientas para resolver problemas (Díaz-Barriga, 2021).

En cuanto a las competencias docentes, aunque tampoco hay una clasificación consensuada, Perrenaud hace una agrupación de ellas en familias, que a su vez dan lugar a subclasificaciones en las que están implicados el dominio de los aspectos psicopedagógicos, socioafectivos, metacognitivos y axiológicos:

- Organizar y animar situaciones de aprendizaje.
- Gestionar la progresión de los aprendizajes.
- Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación.
- Implicar a sus alumnos en sus aprendizajes y su trabajo.
- Trabajar en equipos.
- Participar en la gestión de la escuela.
- Informar e implicar a los padres.
- Utilizar las nuevas tecnologías.
- Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión.
- Organizar la propia formación continua.

(Díaz-Barriga, 2021).

En la *figura 1* se hizo referencia a lo que se denomina contrato didáctico. Desde el punto de las competencias se puede reformular como el triángulo cognitivo, interactivo o didáctico en donde el eje está en la construcción de significados, como se ve en la *figura 22*.

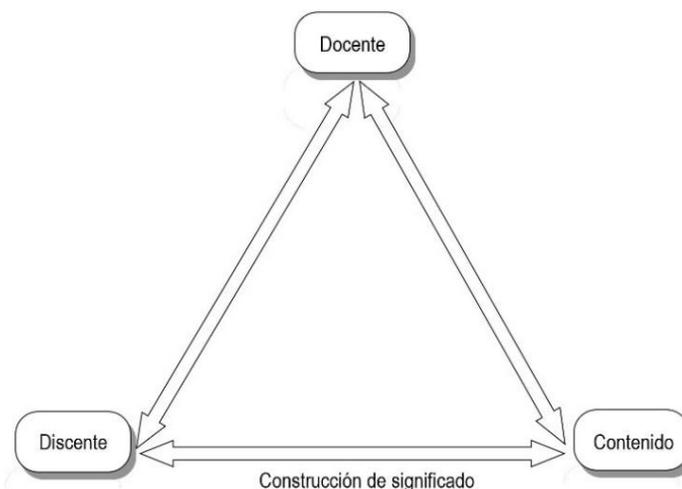


Figura 22. Triángulo cognitivo (Serrano y Pons, 2011).

El alumno o discente, que es el pivote del constructivismo es el mediador para construir significados a partir de los contenidos escolares que ya tienen un grado de elaboración en el momento en que se le presentan y detonan su actividad mental para construir o reconstruir los significados. Los contenidos o saberes tienen distintos niveles de elaboración y significados preestablecidos de manera sociocultural y que son legitimados en el grupo social en el que está inserto el estudiante. Los tres elementos son mediadores en distinta manera: el docente es el mediador entre la estructura cognitiva del alumno y los contenidos, el alumno es mediador entre la enseñanza del profesor y los aprendizajes y los contenidos mediatizan la actividad didáctica que los docentes y discentes efectúan en torno a ellos (Serrano y Pons, 2011).

La siguiente representación en el constructivismo es el triángulo afectivo-relacional, que se muestra en la *figura 23*, donde se puede ver que en lugar de los contenidos, están las metas. En la actividad constructiva del alumno es donde se ponen en marcha, además de los aspectos cognitivos, los afectivos y emocionales. Así, esta es una vertiente no cognitiva de la actividad constructiva que media entre los aspectos afectivo-emocionales del discente y las metas de aprendizaje que van más allá de las cuestiones meramente conceptuales y procedimentales, toda vez que el tercer componente de los contenidos se traduce en las actitudes donde se insertan lo afectivo, lo motivacional y lo relacional (Serrano y Pons, 2011).

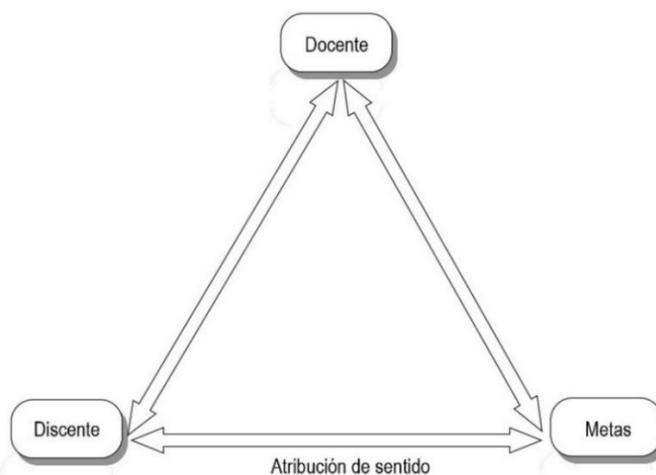


Figura 23. Triángulo afectivo-relacional (Serrano y Pons, 2011).

El docente es mediador entre el sistema afectivo-emocional del alumno y las metas que han sido formuladas en un contexto sociocultural, por lo que debe ser orientador de la actividad del estudiante para alcanzar las metas. Retomaremos este aspecto motivacional y afectivo un poco más adelante.

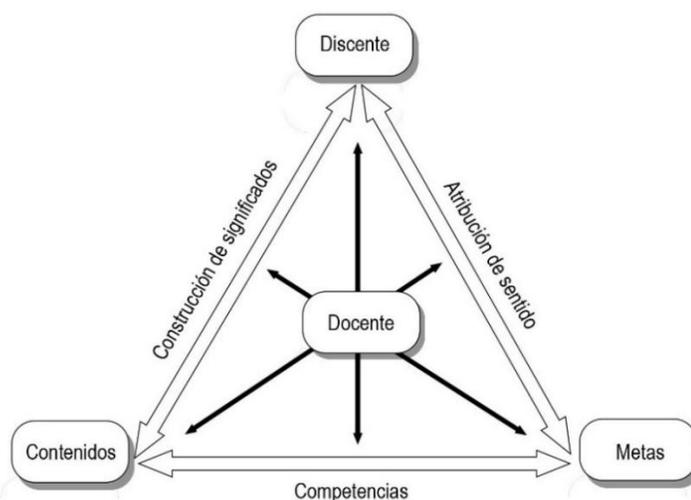


Figura 24. Triángulo instruccional que combina el triángulo cognitivo con el triángulo afectivo-relacional (Serrano y Pons, 2011).

Por último, el triángulo instruccional, en la *figura 24*, que es una combinación de los dos anteriores, coloca al docente en el baricentro del triángulo, por ser el mediador entre la estructura cognitiva del discente, la estructura logocéntrica de los contenidos y las finalidades del aprendizaje, tanto objetivas como subjetivas,



dado que posibilita la construcción de las representaciones cognitivas de los estudiantes adaptándolas a las metas instruccionales, pero también es mediador entre la parte afectivo-emocional de los alumnos y las metas instruccionales, por lo que le da sentido a los contenidos. Por otro lado, articula contenidos y objetivos dándole forma de competencias asimilables por el estudiante y construyendo retos que motiven el gusto por aprender (Serrano y Pons, 2011).

El constructivismo y la indagación

El enfoque de enseñanza basada en la indagación es una estrategia cuyo punto de partida es la investigación experimental. Su propósito es facilitar a los estudiantes el abordaje de conceptos científicos, el conocimiento de la naturaleza de la química y el acercamiento al trabajo de investigación de manera participativa, de modo que se involucren en su propio aprendizaje (Marcondes *et al*, 2022).

Entre sus objetivos, que originalmente fueron propuestos en 1910 por el pedagogo estadounidense John Dewey, está el desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia, fomentar el cuestionamiento, desarrollar estrategias de enseñanza para motivar el aprendizaje y fomentar las actividades experimentales bajo la consigna de “manos a la obra, mentes trabajando” Más adelante, en 1966, Joseph Schwab, un educador también estadounidense, consideró que la indagación comprendía el uso de laboratorio, lectura, reportes de investigación y discusión de problemas y datos y que los estudiantes debían emplearla para aprender ciencias. Además propuso que los docentes de ciencias usaran el laboratorio para iniciar la instrucción de determinados temas y con base en las experiencias de los estudiantes aprendieran la teoría en lugar de usar el laboratorio como la continuación de la fase teórica. (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012, Garriz 2006).

En realidad no hay consenso en cuanto a la definición de lo que es la indagación, no obstante Reyes-Cárdenas y Padilla (2012) y Garriz (2012) hacen referencia a la que proporciona el Consejo Nacional de la Investigación (NRC, por sus siglas en inglés) como “las diversas formas en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. También se refiere a las actividades de los estudiantes en las que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas”, asimismo, se mencionan cinco aspectos que son esenciales en la indagación en el aula:

- Se formula una pregunta, orientada científicamente, que sea atractiva para los estudiantes.
- Los estudiantes deben darle prioridad a las pruebas que los lleven a encontrar explicaciones plausibles como respuesta a las preguntas que se les plantearon.
- Se espera que los estudiantes respondan las preguntas, científicamente orientadas, gracias a las explicaciones que formularon una vez ejecutadas las pruebas.
- Los estudiantes evalúan sus explicaciones para verificar cuáles muestran clara comprensión científica.
- Se promueve la justificación y comunicación de las propuestas formuladas por los estudiantes.

(Garriz, 2012)

Reyes-Cárdenas y Padilla (2012) y Garriz (2012) también indican que hay tres categorías de actividades en la indagación:

- **Indagación científica.** Lo que hacen los científicos para estudiar el mundo; son métodos y actividades que llevan al desarrollo del conocimiento científico. Para aplicarla es necesario conocer la naturaleza de la indagación.
- **Enseñanza a través de la indagación.** Lo que saben y saben hacer los profesores en el aula. Para aplicarla se requiere de una aproximación pedagógica para la enseñanza de los contenidos.





- **Aprendizaje basado en la indagación.** Lo que hacen y aprenden los estudiantes precisamente echando mano de sus habilidades de indagación.

Lo anterior coloca a la indagación como un medio (como enfoque instruccional) y como un fin (como meta del aprendizaje). Para llevarla a cabo es preciso que el docente ceda, parcialmente, “derechos instruccionales” al volverlo el facilitador, como tanto se menciona en el enfoque constructivista. De este modo, volviendo a las consideraciones de la NRC, se espera que el estudiante sea capaz de:

- Explicar de manera razonable un fenómeno que se investiga.
- Sepa algo de lo que no sabía al inicio de la investigación.
- Comprenda contenidos y conceptos en el contexto en el que fueron descubiertos para saber cómo pueden ocurrir futuras investigaciones.
- Combine el conocimiento científico con habilidades de pensamiento y razonamiento.

(Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012)

La indagación, desde el punto de vista del estudiante, y a partir del enfoque constructivista, ocurre con estos elementos:

- Aprender es un proceso activo en el que los individuos construyen significados para ellos, por lo que también se construyen los aprendizajes significativos.
- Los significados que se construyen son personales, porque dependen de las ideas previas que posee el individuo. Desde luego que las ideas previas son susceptibles de ser modificadas.
- Los entendimientos que cada persona desarrolla también son dependientes del contexto en el que son captados, de manera que se pueden enriquecer conforme los contextos sean más abundantes y variados.
- Los significados son construcciones sociales, de manera que los entendimientos que cada uno adquiere se enriquecen gracias a la interacción con otras personas, que proveen de nuevas ideas.

(Garritz, 2012)

Los estudiantes que emplean este método para aprender ciencia se comprometen en muchas actividades y procesos de pensamiento de los científicos y en las actividades de los estudiantes, ellos desarrollan el conocimiento y entendimiento de ideas científicas y se involucran en una visión con la que los científicos estudian el mundo natural (Garritz, 2006).

Tipos de enseñanza basada en la indagación

- **Indagación abierta.** El estudiante diseña el protocolo de investigación, a partir de una pregunta inicial y planteado todo el procedimiento de búsqueda de respuestas.
- **Indagación guiada.** El docente ayuda al estudiante a responder una pregunta de investigación que le asignó previamente, además de que le suma cuestionamientos para que continúe con su trabajo.
- **Indagación acoplada.** Es una combinación de las dos modalidades anteriores: el profesor selecciona la pregunta de investigación pero apoya al estudiante para que tome decisiones a lo largo de su investigación. Este tipo de indagación se lleva a cabo en un ciclo:
 - Invitación a la indagación. Presentación de un fenómeno y solicitud de búsqueda de explicaciones.
 - Indagación guiada. Los estudiantes reproducen lo que el docente presentó, haciéndole modificaciones.





- Indagación abierta. Luego de la discusión de los resultados obtenidos en el paso anterior, se hacen nuevas predicciones y se formula una nueva investigación, colectan datos y proponen explicaciones. Luego se generaliza el fenómeno.
- Resolución de la indagación. Se pone en común, a nivel grupal, los resultados de la etapa anterior. Se les proporciona alternativas para que los estudiantes verifiquen sus resultados a la luz de la información obtenida y así evaluar su coherencia.
- Evaluación. El docente proporciona un problema o caso nuevo para resolverlo a partir de lo que los estudiantes aprendieron en el proceso anterior.
- **Indagación estructurada.** Es dirigida por el docente. Tiene forma de lección en pasos. Aunque los estudiantes deben seguir una metodología y no hay mucha oportunidad de que ellos desplieguen su creatividad es importante que el profesor permita la expresión de ideas y la toma de decisiones para que esta modalidad tome forma de indagación.

(Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012).

De manera un tanto paralela a estos tipos de enseñanza con indagación, Marcondes *et al* (2022), indican que hay cinco niveles de guía que los docentes pueden hacer para facilitar la indagación en los estudiantes.

- **Nivel 1.** El estudiante simplemente sigue un experimento tal como se ha definido, es decir, una práctica de laboratorio tradicional.
- **Nivel 2.** El plan de trabajo y las hipótesis son presentadas por el docente quien las discute con el grupo. Además, les ayuda a elaborar su procedimiento experimental y los deja coleccionar y analizar sus resultados.
- **Nivel 3.** El docente propone el problema y las hipótesis y las discute con los estudiantes, pero los estudiantes proponen cómo hacer los experimentos con la supervisión del docente.
- **Nivel 4.** Los estudiantes sugieren las hipótesis para el experimento.
- **Nivel 5.** La actividad práctica completa es responsabilidad del estudiante, incluyendo la propuesta del problema de estudio.

De acuerdo con lo anterior, la indagación guiada y la indagación estructurada serían de un nivel 1 mientras que la indagación abierta es de un nivel 5, en tanto que la indagación acoplada estaría en un nivel 3. González y Crujeiras (2016) señalan que no todas las actividades de laboratorio son adecuadas para la indagación, pero es útil ir involucrando a los alumnos en el proceso de planificación para ejercitar sus habilidades de pensamiento, y que es necesario guiar a los estudiantes para conseguir de forma gradual el acceso a la ejecución de actividades de manera autónoma; es decir, que lleguen al nivel 5.

Desde luego, mientras más autonomía tenga el estudiante, se vuelve un elemento activo en su proceso de aprendizaje y es claro que la motivación cobra relevancia, porque hace que el estudiante se interese en lo que está haciendo. En contraste, en los niveles más bajos, los estudiantes no se sienten motivados a reflexionar, especialmente cuando los experimentos son meramente confirmatorios (Marcondes *et al*, 2022), de esos que conocemos como tipo “receta de cocina” donde solo se limitan a seguir el protocolo que se les proporcionó.

Los proyectos de mayor nivel, donde se promueve la indagación abierta, favorecen la motivación intrínseca del estudiante para aprender química; esta motivación se caracteriza, además del interés, la satisfacción inherente a la consecución de una actividad, toda vez que la motivación es un proceso socio-cognitivo en el que un individuo, en el momento que evalúa su comportamiento, competencia y grado de involucramiento





en una situación, es capaz de anticipar consecuencias futuras para sentirse o no motivado a ejecutar más actividades similares (Marcondes *et al*, 2022).

En esta secuencia didáctica hubo una actividad práctica, que por el hecho de que los estudiantes la resolvieran de manera autónoma, al hacerla en casa, tomó forma de actividad de indagación. Puede considerarse como indagación acoplada que tiende hacia el nivel 3, porque aunque yo les di las indicaciones para efectuarla, incluso siguiendo un video, y también les proporcioné el protocolo de investigación, ellos tomaron decisiones respecto a cómo modificarla según sus posibilidades, y discutieron sus resultados de manera individual, después se hizo una revisión de sus fotos, donde ellos comentaron lo que habían visto, contrastaron hipótesis e hicieron el análisis de resultados. No se implementó el ciclo que se sugiere para esta modalidad de indagación, pero se puede decir que no fue ni guiada ni abierta del todo.

Habilidades de pensamiento para la indagación científica

Las habilidades necesarias para hacer indagación, según Reyes-Cárdenas y Padilla (2012) son:

- Identificar preguntas que se puedan responder con investigación científica.
- Diseñar y conducir investigaciones científicas.
- Usar herramientas y técnicas apropiadas para recabar, analizar e interpretar datos.
- Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas.
- Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre pruebas y explicaciones.
- Reconocer y analizar las explicaciones y predicciones alternativas.
- Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.
- Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación.

Desde luego los estudiantes no cuentan con estas habilidades desde un principio, pero es posible, que a través de la transición del nivel 1 al nivel 5, ellos adquieran todas o algunas de ellas con un manejo bastante aceptable. Es evidente que el docente sí debe dominarlas para dirigir adecuadamente a los alumnos. Las habilidades mencionadas están en relación directa con las comprensiones acerca de la indagación, las cuales también deben ser muy claras para los docentes, puesto que son clave para que los resultados de las actividades indagatorias sean coherentes con los fines de dicha modalidad.

- Distintos tipos de preguntas sugieren distintas modalidades de investigación científica.
- Las investigaciones científicas son guiadas por el conocimiento científico actual y su comprensión.
- El uso de tecnología para recabar datos mejora la precisión, de manera que los científicos analizan y cuantifican resultados de manera más eficaz.
- Las explicaciones científicas enfatizan las pruebas que se obtuvieron, tienen argumentos con consistencia lógica y emplean principios, modelos y teorías científicas.
- El escepticismo legítimo favorece el avance de la ciencia.
- A veces las investigaciones científicas dan lugar a nuevas ideas y fenómenos que investigar, producen métodos y procedimientos nuevos para investigar o bien desarrollan innovaciones en las técnicas para una mejor recolección de datos.
- La comunicación de ideas por cualquier medio es fundamental para actualizarse.
- Las matemáticas ayudan a dar orden a lo largo del proceso de indagación.

(Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012)





Vallejo *et al* (2017) señalan que en el proceso de indagación debe llevarse a cabo considerando la propuesta de Vygotsky acerca del uso de instrumentos de mediación de manera que las actividades deben comenzar con una detección de ideas previas que después favorezca la consecución de un ciclo de tres pasos, el cual coincide con la visión de Serrano y Pons (2011) respecto al triángulo instruccional:

- **Contextualización.** Estudio de las características y cualidades de un objeto de estudio. Se presentan todos los conceptos, teorías, leyes que le corresponden y se verifican sus propiedades. Aquí se aborda, pues, el conocimiento científico en su contexto, con lo cual los nuevos saberes tienen modo de ser mejor comprendidos al ubicarlos en un espacio-tiempo específico.
- **Descontextualización.** Se presentan actividades que favorezcan que el concepto sea estudiado fuera de su contexto original para ser ubicado en otra red distinta a la que se analizó en la etapa anterior. El contexto nuevo puede ser real o ficticio pero es importante que evoque sentimientos o conflictos afectivo-cognitivos de manera que el estudiante se ve obligado a reordenar sus pensamientos en un plano distinto al ofrecerle un reto que requiera del uso de nuevas estrategias, procedimientos y transferencias cognitivas para reinterpretar el concepto que ya fue estudiado con un grado de profundidad suficiente como para ser internalizado y reintegrado de un modo más general al que fue estudiado.
- **Recontextualización.** Los conceptos se revisan en el contexto original pero con una nueva perspectiva, de manera que los estudiantes les dan un sentido diferente una vez que los asimilaron y aplicaron a otro contexto.

(Vallejo *et al*, 2017)

Este ciclo se puede aplicar en cualquier actividad de indagación, de manera que se ejerciten las habilidades de pensamiento que se abordaron al inicio. Una vez más, es claro que los docentes deben tener conocimientos vastos para saber dirigir las actividades indagatorias de los estudiantes; precisamente el inadecuado conocimiento disciplinario, la carencia de habilidades pedagógicas de los profesores y un acceso inadecuado a los materiales curriculares son obstáculos que dificultan el acceso a esta modalidad. Se puede decir, que entonces, un docente con un adecuado CPC y conocimientos de indagación está capacitado para guiar a los estudiantes en esta modalidad (Garritz, 2012).

Garritz (2012) propone siete actividades de la indagación que lleva a cabo un docente capacitado:

- Identificar y planear preguntas que puedan ser respondidas mediante indagación.
- Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.
- Reunir información bibliográfica que sirva de prueba.
- Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas.
- Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
- Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones.
- Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.

Por último, es de esperar que al final de un ciclo de enseñanza empleando el método de indagación, los estudiantes adquieran, al menos en parte, una visión de la naturaleza de la ciencia moderna que contrasta con la visión positivista ligada a la enseñanza tradicional, con actividades de laboratorio reproductivas. Dicha visión fue formulada por Niaz en un decálogo que Garritz (2006) presenta:

- Las teorías científicas son tentativas.
- Las teorías no se convierten en leyes aun con evidencia empírica adicional.
- Toda observación está impregnada de una teoría.





- La ciencia es objetiva solo en cierto contexto del desarrollo científico.
- La objetividad de las ciencias proviene de un proceso social de validación competitivo, por la evaluación crítica de los pares.
- La ciencia no se caracteriza por su objetividad, sino por su carácter progresivo –cambios progresivos de problemática–.
- El progreso científico está caracterizado por conflictos, competencias, inconsistencias y controversias entre teorías rivales.
- Los científicos pueden interpretar los mismos datos experimentales en más de una forma.
- Muchas de las leyes científicas son irrelevantes y en el mejor de los casos son idealizaciones.
- No hay un método científico universal que indique los pasos a seguir.

2.1.2.2. El componente afectivo

En páginas anteriores he hecho referencia a este componente como parte importante del proceso de enseñanza-aprendizaje y he comentado que aunque se consideran los contenidos actitudinales como parte medular en los programas de estudio, y de hecho hay directrices didácticas para introducirlas en las unidades de aprendizaje, las emociones quedan incluidas de manera poco explícita, por lo que suelen ser ignoradas. En este apartado haré énfasis en el componente afectivo, que media en las interacciones dentro del aula, y mencionaré también la importancia del factor motivacional.

Los profesores ignoran que las emociones pueden afectar el cambio conceptual de los alumnos. Las emociones funcionan como un “pegamento social” que aglutina intereses, así como acciones individuales y colectivas. Cuando las emociones son positivas, se favorece el aprendizaje de cualquier contenido, y el compromiso de los estudiantes volviéndose aprendices activos (Mellado *et al*, 2014).

No existen acciones humanas que no estén ligadas a las emociones, pues estas juegan un papel importante en la toma de decisiones. La creación de un clima de apoyo en un salón de clase suele ser característica de un buen profesor, entre otras cualidades. Se considera que los estudiantes aprenden mejor cuando están cobijados en comunidades de aprendizaje que están unidas y suelen ser afectuosas. En el caso de las ciencias es relevante el hecho de que si los estudiantes no han disfrutado sus clases, por lo general no se sienten inclinados a tomar como opción futura una carrera de este campo, por lo que cobra importancia el considerar la formación de profesores emocionalmente competentes que sepan diagnosticar y autorregular sus emociones para así guiar a los estudiantes en la adquisición de competencias académicas y emocionales. La ética de afectuosidad favorece a las interacciones tanto del docente con el discente como las que hay entre pares; desde luego estas trascienden todo tipo de condiciones y diferencias (Mellado *et al*, 2014, Garritz, 2009).

La enseñanza está altamente cargada de sentimientos que la suscitan y dirigen hacia personas, valores e ideales. Somos seres eruditos racionales pero “analfabetas emocionales”, dado que suele dársele más importancia a lo racional que a lo afectivo (Garritz, 2009).

Directamente asociado con lo anterior, está la pasión del profesor por la docencia, lo que se refiere a un *eros pedagógico*, entendido como un impulso, energía para vivir y amor por la vida, lo cual se traduce en un especial interés del docente porque sus estudiantes aprendan, que mejoren, que despierten su pasión por el conocimiento, la capacidad de asombro, entre otras cosas. Y esta relación amorosa culmina, si es correspondida, es decir, si el alumno igualmente muestra un genuino interés por aprender y participar





activamente en su proceso pedagógico. Por lo tanto, el *eros pedagógico* es fundamental en todo proceso educativo. Si bien, el cambio conceptual es importante, desde este punto de vista se convierte en una “teoría fría”, puesto que la motivación debe ser un factor determinante para que ocurra, y desde luego, en ella están inmersos los factores afectivos que se han mencionado (Garritz, 2009).

Para estudiar a las emociones, entendidas como referencia genérica a la dimensión afectiva, que desde luego incluye a los sentimientos, existe una gran variedad de taxonomías y definiciones, en general se entienden como la reacción que se genera a partir de una evaluación subjetiva de la información que se recibe en un momento dado, y que surgen a partir de creencias y experiencias previas, por lo que no son solamente derivadas de una situación actual, sino también de la evocación de recuerdos; de este modo pueden ser anticipaciones a lo que pudiera suceder (Mellado *et al*, 2014).

Efectivamente, las emociones surgen acompañadas de reacciones orgánicas: fisiológicas y endócrinas influidas por experiencias individuales y colectivas. Esto remite a la consideración de que las emociones tienen tanto componentes psicobiológicos como de construcción social. Desde la didáctica de las ciencias se pueden considerar cuatro perspectivas para el estudio de las emociones:

- **Neurobiológica.** Mente vinculada a lo orgánico y emociones vinculadas a la acción.
- **Socioconstructivista.** Relaciones sociales, culturales e ideológicas y su expresión.
- **Sociocognitiva.** Emociones como mediadoras del pensamiento y el contexto social.
- **Interaccionista.** Busca la integración y lo holístico entre lo individual y social.

(Mellado *et al*, 2014).

En los últimos años han cobrado relevancia las emociones en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y de hecho se considera que deben formar parte del CPC del profesor. Anteriormente en la *figura 6* se mencionó cómo se incorporaría este componente. A los aspectos que fueron considerados por Magnusson, Krajcik y Borko (referidos en la *figura 5*) respecto al CPC se pueden sumar:

- Visión y propósito de la enseñanza de la ciencia.
 - Conocimiento y creencias de las metas y propósitos de la enseñanza de las ciencias.
 - Conocimientos y creencias acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.
 - Conocimiento y creencias sobre la naturaleza de la ciencia.
- Conocimiento y creencias sobre el currículum de ciencia.
- Conocimiento y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos específicos de ciencia.
- Conocimientos y creencias de instrucción para enseñar ciencia.
- Conocimiento y creencias sobre evaluación en la enseñanza de la ciencia.
- Conocimiento y creencias de tipo afectivo relativas al contenido específico de la materia en cuestión
 - Creencias motivacionales.
 - Creencias de orientación hacia metas.
 - Creencias sobre interés y valores.
 - Creencias de autoconcepto, autoeficacia, autoestima y control (

(Garritz y Mellado 2014)

Pintrich (2003) sugiere siete preguntas que deberían considerarse en la investigación sobre la motivación, que se detallan a continuación, pero también presenta algunas generalizaciones motivacionales y principios de diseño que sirven como recomendaciones para los profesores, que se muestran en la *tabla 8*.

- ¿Qué quieren los estudiantes?





- ¿Qué motiva a los estudiantes en la clase?
- ¿Cómo obtienen los estudiantes lo que desean?
- ¿Saben los estudiantes qué es lo que quieren o lo que les motiva?
- ¿Cómo conduce la motivación a la cognición y la cognición a la motivación?
- ¿Cómo cambia y se desarrolla la motivación?
- ¿Cuál es el papel del contexto y la cultura en todo esto?

Tabla 8. Generalizaciones motivacionales y principios de diseño.
(Pintrich 2003, Garritz 2009)

Generalización motivacional	Principio de diseño
Motivan a los estudiantes la autoeficacia adaptativa y las creencias de motivación.	<ul style="list-style-type: none"> • Dar una retroalimentación clara y precisa sobre competencias y autoeficacia, enfocándose en el desarrollo de las competencias, la categoría de experto y las habilidades. • Diseñar tareas que ofrezcan la oportunidad de ser exitoso, pero que también reten a los estudiantes.
Motivan a los estudiantes las atribuciones adaptativas y las creencias de control.	<ul style="list-style-type: none"> • Dar retroalimentación que haga hincapié en la naturaleza del proceso del aprendizaje incluyendo la importancia del esfuerzo, las estrategias y el autocontrol potencial del aprendizaje. • Proveer oportunidades de ejercitar la elección y el control. • Construir relaciones afectuosas y de apoyo en la comunidad de aprendices del salón.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de interés y motivación intrínseca.	<ul style="list-style-type: none"> • Poner tareas, actividades y materiales estimulantes e interesantes, incluyendo algunas novedades y variedad en ellas. • Dar tareas y material con contenido que sea personalmente significativo e interesante para los alumnos. • Desplegar y modelar interés e involucramiento en el contenido y las actividades.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de valores.	<ul style="list-style-type: none"> • Poner tareas, actividades y materiales que sean relevantes y útiles para los estudiantes permitiendo algo de la identificación personal con la escuela. • El discurso de la clase debe enfocarse en la importancia y la utilidad de los contenidos y las actividades.
Las metas motivan y dirigen a los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Usar estructuras organizacionales y de dirección que fomenten la responsabilidad personal y social que proporcionen un ambiente sano, confortable y predecible. • Usar grupos cooperativos y colaborativos para propiciar oportunidades de alcanzar metas académicas y sociales. • El discurso de la clase debe enfocarse en el dominio, el aprendizaje y el entendimiento del curso y del contenido de la clase. • Utilizar estructuras de tareas, reconocimientos y evaluación que promuevan estándares del dominio, el aprendizaje, el esfuerzo, el progreso y la automejora, y menos dependencia en estándares relativos a la comparación social o de normas de referencia.





La palabra motivación proviene del latín *movere*, que significa moverse. El sentido básico de la motivación es la acción. Las teorías sobre la motivación se agrupan en cuatro categorías:

- Las enfocadas en la expectación, incluyen teorías del control y autoeficacia.
- Las encauzadas hacia las razones del compromiso. Comprenden teorías de motivación intrínseca, metas e intereses.
- Las que integran constructos de expectación y valor. Involucran teorías de la atribución, la expectación-valor y autovalía.
- Las que integran motivación y cognición. Abarcan y rigen las teorías de la motivación, autorregulación, cognición y volición.

(Garritz, 2009).

Hay psicólogos que consideran que la motivación es un estado o situación temporal. Los enfoques clásicos distinguen entre:

- **Motivación intrínseca.** Tendencia natural humana de buscar desafíos. No se requiere de incentivos ni castigos, ya que la actividad es gratificante en sí misma.
- **Motivación extrínseca.** Surge por factores externos o que no tienen que ver con la tarea, pues más bien importa lo que redituará.

(Woolfolk, 2010).

La diferencia principal entre estos dos tipos de motivación es el locus de causalidad de la acción o ubicación de la causa, es decir que si está dentro o fuera del individuo. Existe el planteamiento que considera que las actividades humanas están ubicadas entre un continuo que va desde las totalmente autodeterminadas (motivación intrínseca) hasta las totalmente determinadas por otros (motivación extrínseca). Otros psicólogos consideran que ambas posibilidades son totalmente independientes y según la situación que se presenta, nos inclinamos más por una que por otra (Woolfolk, 2010).

Los profesores que creen que la motivación intrínseca siempre impulsará a los estudiantes, debe considerar el uso de incentivos y apoyos externos ocasionalmente, porque la realidad es que los alumnos no siempre tienen motivación ni interés en aprender por convicción propia (Woolfolk, 2010).

En cuanto a la autoeficacia, entendida como el juicio personal de las capacidades propias para organizar y ejecutar ciertos planes que permitan el logro de determinadas, se pueden evaluar:

- **El nivel.** Depende de la dificultad de cierta tarea.
- **La generalidad.** Entendida como la posibilidad de transferir las creencias de autoeficacia a distintas disciplinas.
- **La fortaleza.** Mide la certeza que uno tiene de sus capacidades para ejecutar ciertas tareas.

(Garritz, 2009).

La autoeficacia funciona como un predictor de resultados a partir de la motivación y el aprendizaje, puesto que los estudiantes se sienten capaces de elegir actividades que pueden completar, evalúan el esfuerzo que les ocupará, su capacidad de persistencia y median sus reacciones emocionales (Garritz, 2009).

El autoconcepto es otro componente afectivo de importancia, es la evaluación que cada estudiante hace de sí mismo y de sus capacidades cognitivas respecto a ciertos campos específicos de funcionamiento en relación con otros y cuál es el papel que pueden ejecutar en el contexto de aprendizaje. Desde luego, este



factor está fuertemente ligado con la autoestima, la cual se puede definir como el nivel de satisfacción personal con su autoconcepto, su eficacia y su valía. Puede decirse que es la suma de la autoconfianza y el autorrespeto con lo cual uno se siente competente para vivir y digno de vivir. Finalmente, se traduce en un aprecio, cariño, estimación propia, sentimientos de que es capaz, que confía en él y se valora (Garritz, 2009).

Existen dos categorías de aspectos afectivos:

- **Creencias.** Con lo que contamos, que estamos seguros de que existen y actuamos teniéndolas en cuenta. Junto con los conceptos forman parte del conocimiento intuitivo y establecen las intenciones del comportamiento. A su vez se pueden clasificar en cuatro categorías:
 - Creencias sobre la naturaleza del campo disciplinario y su aprendizaje, aunque no son afectivas si generan respuestas actitudinales o emocionales.
 - Creencias sobre uno mismo como aprendiz del campo disciplinario.
 - Creencias sobre la enseñanza del campo disciplinario.
 - Creencias acerca del contexto social.
- **Actitudes y emociones.** Se hallan inmersas en el sistema de creencias. Las emociones son las orientadoras de la cognición y son elementos subyacentes de las respuestas y la racionalidad. (Garritz, 2009).

Para Garritz (2009), quien adaptó un diagrama de Marina Neswandt, una química dedicada a la enseñanza, el interés puede ser de tres tipos: individual o personal, situacional y el específico del tópico, los cuales están involucrados con el autoconcepto y las actitudes hacia la química. Los tres factores deben conjuntarse con un mediador para procurar el entendimiento conceptual. En la *figura 25* se muestra esta interrelación, al cual podría considerarse como una reformulación de los factores considerados en la *figura 24*. Las tres flechas en gris se refieren a los aspectos generales que se involucran en el entendimiento conceptual (que a la izquierda están referidos a la química en particular) y que se deben seguir considerando.

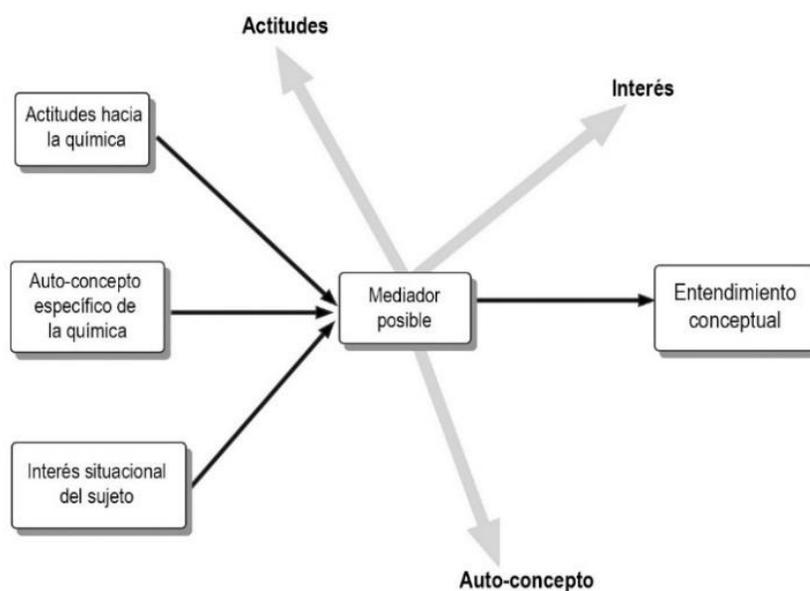


Figura 25. ¿Cuáles variables afectivas toma el papel de mediador hacia el entendimiento conceptual? El autoconcepto (Garritz, 2009).



2.3 El uso de la tecnología en la enseñanza de la química

Como mencioné al inicio, el marco en el que llevé a cabo la práctica docente, de la cual emana este trabajo, fue el de la pandemia de SARS-CoV-2, en 2021. Dicha circunstancia obligó a que las clases tuvieran que impartirse en línea, por lo cual, en lugar de planear una secuencia didáctica de pizarrón, la planeé con herramientas digitales.

Aunque las seleccioné con cuidado, y ubiqué cada una en el momento de la planeación que me pareció más adecuado, en principio no pensé en todo lo que conllevaba la interacción mediada por computadora y en los entornos digitales, pero es indudable que la educación no será igual a partir de ahora, porque las posibilidades que se generan a partir de su introducción, difícilmente pueden ser sustituidas por los métodos tradicionales; por ejemplo, no es lo mismo ver una simulación con movimiento que hacer dibujos en el pizarrón para explicar algo. No obstante, no todos saben qué aplicaciones existen, o cómo aprovecharlas o bien a muchos no les interesa saber.

En la introducción mencioné los tipos de alfabetización científica, pero también existe otro tipo de alfabetización que en el contexto actual se vuelve indispensable: la **alfabetización digital**: aquella que sirve para interaccionar y comunicarse con las nuevas tecnologías. Estas competencias incluyen, entre otras cosas, habilidades para manejar la información y la capacidad de evaluar la relevancia y fiabilidad de lo que se busca en internet (Sepúlveda, 2014).

De este modo, se pasa del concepto “aula de informática” a la “informática en el aula” y de “estar en la red” a “formar parte de la red” adoptando las TIC en el terreno académico y educativo, pero también de manera cada vez más natural, en la vida doméstica. La internet provee de información, lo cual no es igual al conocimiento, puesto que para adquirirlo es preciso procesar la información, reelaborarla y adaptarla cognitivamente (Sepúlveda, 2014).

El concepto de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) hace referencia a todos los recursos, herramientas y programas utilizados para procesar, administrar y compartir información mediante diferentes soportes tecnológicos. En el caso de su incorporación a la educación, se vuelve necesario además, que el profesor añada rasgos que antes no se consideraban:

- Competencias pedagógicas y tecnológicas.
- Madurez y estabilidad emocional.
- Conocimiento específico de los recursos que debe orientar.
- Espíritu abierto y dinámico.

(Rodríguez y Gallardo, 2020)

Las TIC son instrumentos para promover el aprendizaje, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Estas tecnologías ayudan a suprimir barreras espaciotemporales de manera que más personas puedan acceder a la educación, y gracias a ellas, se dispone de nuevos recursos y sus posibilidades se amplían. El uso combinado de tecnologías multimedia e internet permiten el aprendizaje en cualquier escenario, dada la ubicuidad ilimitada que las caracteriza (Coll, 2021).





Aunque se sostiene que la incorporación de las TIC a la educación formal mejora el aprendizaje y la calidad de la enseñanza, en realidad ha sido difícil establecer relaciones causales e interpretables entre el uso de las TIC y la mejoría del aprendizaje de los alumnos en contextos de educación formal (Coll, 2021).

Aun así es posible observar ciertos beneficios y ventajas de los recursos y tecnologías, entre las que se pueden mencionar:

- Individualización y flexibilización de procesos instructivos según las necesidades de cada usuario.
- Amplia variedad de formas expresivas que motivan a los estudiantes.
- Diversos modos de representación y transmisión de información, que pueden adecuarse a los distintos modos de aprender.
- Superación de límites espaciotemporales, lo cual promueve un aprendizaje más integral.

(Sepúlveda, 2014).

Desde hace tiempo, el uso de las TIC han representado un nuevo paradigma en la adquisición de conocimiento y aprendizaje, lo cual ha obligado a la comunidad educativa a adaptarse y crear nuevos modos de enseñanza, nuevos lenguajes y espacios de interacción, como aulas virtuales, cursos en línea, tele información, simuladores, repositorios de datos, entre otros (Sepúlveda, 2014).

La enseñanza tradicional contraviene con el “mundo real” en el que los alumnos viven porque ha cambiado su relación con el estudio y el uso de las tecnologías. Los jóvenes actuales han desarrollado más el canal visual, se inclinan más hacia lo lúdico y desde pequeños han estado en contacto con las TIC (Hernández, *et al*, 2014).

Las TIC conjuntan técnicas y diversos elementos para tratar y transmitir información; desde luego son útiles para elaborar material didáctico, puesto que facilitan el aprendizaje y el desarrollo de diversas habilidades. Con ellas el alumno:

- Motiva su pensamiento analítico y crítico, conforme interactúa con ellas.
- Desarrolla su capacidad para responder a desafíos y problemas que se le presentan en sus asignaturas, que lo entrenarán para un mejor futuro laboral.
- Potencia sus procesos cognitivos para acceder al aprendizaje de temas complejos.
- Evolucionan en sus métodos de aprendizaje y en la interrelación de sus pares.
- Los alumnos adquieren capacidades de análisis y síntesis, seguridad en la comunicación y en la resolución de problemas.

(Hernández, *et al*, 2014)

Todas las TIC funcionan como instrumentos psicológicos cuando su potencialidad semiótica se aplica en la regulación de la actividad y procesos psicológicos propios o ajenos: son mediadores de procesos intra e inter mentales implicados en la enseñanza y aprendizaje; es decir, que la potencialidad mediadora de estas tecnologías se hace efectiva cuando se aplican intencionalmente en la educación, principalmente dentro del aula (Coll, 2021).

Los usos eficientes de las TIC dependen del equipamiento y recursos tecnológicos con los que cuentan los participantes, por un lado. No obstante su adopción significa distintos grados de posibilidades y limitaciones para organizar las actividades de estudio:

- Planeación y abordaje.





- Duración.
- Exigencias.
- Modalidades de participación.
- Responsabilidades de los participantes.
- Fuentes.
- Andamiaje.
- Seguimiento del proceso y dificultades de los estudiantes.
- Características de los resultados y productos operados.
- Procedimientos de evaluación.

(Coll, 2021)

El diseño tecnológico de las TIC va asociado al diseño instruccional. Las herramientas tecnológicas van ligadas con una propuesta de su uso en actividades de enseñanza y aprendizaje. Se consideran como diseños tecno-pedagógicos o tecno-instruccionales y cuentan con:

- Propuesta de contenidos.
- Objetivos.
- Actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Orientaciones y sugerencias para su uso en las actividades.

(Coll, 2021)

El diseño tecno-pedagógico es solo un referente para el desarrollo del proceso formativo; está sujeto a las interpretaciones que los participantes hacen de él:

- Las actividades son el resultado de negociación y construcción conjunta
- La manera de organizar esta actividad y los usos de las herramientas tecnológicas no es un simple despliegue del diseño tecno-pedagógico previamente establecido.
- Cada grupo de participantes redefine y recrea los procedimientos a partir de factores como conocimientos previos, expectativas, motivación, contexto institucional y socio-institucional en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje. Todos estos factores la hacen más o menos efectiva.

(Coll, 2021)

Existen tres niveles de integración de las TIC en la escuela, que se relacionan con el modo de concebirlas:

- La alfabetización en TIC y su uso como instrumento de productividad: como objeto de estudio.
- La implementación de las TIC en el marco de cada asignatura con función informativa, transmisiva e interactiva: como instrumento tecnológico.
- El uso de las TIC como instrumento cognitivo y para la interacción y colaboración grupal: como herramienta para favorecer las reestructuraciones intelectuales.

(Sepúlveda, 2014).

Considerando los niveles de integración de las TIC, estas adquieren relevancia especial en el ámbito educativo, esto significa que sus aplicaciones tienen injerencia en:

- Mediar procesos de enseñanza y aprendizaje: como herramientas facilitadoras para desarrollar habilidades y desarrollar nuevos modos de aprender adaptándose a los estilos y ritmos que requieran los sujetos proporcionándoles una formación permanente.





- Mediar la relación entre los estudiantes y contenidos o tareas de aprendizaje: las TIC presentan los contenidos de enseñanza y aprendizaje en distintos formatos: presentaciones, hipertextos, multimedia, simuladores, etc., que tienen diversos niveles de complejidad para favorecer la autonomía del aprendizaje de forma digital.
- Representar y comunicar significados sobre los contenidos o tareas de enseñanza y aprendizaje para docentes y discentes.
- Servir como instrumentos de seguimiento, regulación y control de la actividad. Ayudan al docente a orientar, regular y controlar los procesos que pudieron dificultar a los estudiantes la ejecución de tareas y aprender contenidos.
- Ser instrumentos de configuración de entornos de aprendizaje y espacios de trabajo, tanto de profesores como de alumnos.

(Sepúlveda, 2014).

De este modo, el nuevo paradigma replantea el papel de cada elemento que forma parte del proceso educativo:

- El estudiante adquiere autonomía en la construcción de su aprendizaje.
- El profesor es facilitador y guía para que el alumno acceda al conocimiento.
- Las herramientas informáticas adquieren un lugar central en el proceso de aprendizaje.
- Los métodos de aprendizaje se vuelven innovadores, participativos e interactivos, de manera que el proceso adquiere más relevancia que el producto.
- El aprendizaje se encamina hacia la resolución de problemas, en la construcción del conocimiento y la creatividad.
- La evaluación se centra más en los procesos de creación y construcción y no tanto en los datos adquiridos.

(Sepúlveda, 2014).

2.3.1. Tipología de las TIC

Dado que estas tecnologías pueden funcionar como herramientas psicológicas susceptibles de medir procesos inter e intrapsicológicos, median entre los tres elementos del triángulo interactivo que forman parte del contrato didáctico: alumnos-profesor-contenidos (descritos en la *figura 2*) y que contribuyen al contexto de actividad que tienen estas relaciones. De acuerdo con esto, las TIC tienen estas funciones (Coll, 2021):

1. TIC como mediadoras de la relación entre alumnos, contenidos y tareas de aprendizaje.

- Sirven para explorar, profundizar, analizar, valorar y seleccionar contenidos de aprendizaje.
- Ayudan a acceder a repositorios de contenidos con diferentes formas y sistemas de representación y organización.
- Con ellas también se accede a repositorios de tareas y actividades con mayor o menor grado de actividad.
- Facilitan la resolución de tareas y actividades de aprendizaje o de determinados aspectos o partes de estas.

2. TIC como mediadores de las relaciones entre profesores y contenidos y tareas de enseñanza y aprendizaje.

- Facilitan la búsqueda de información, selección y organización de esta para relacionarla con los contenidos de enseñanza.





- Permiten acceder a repositorios de objetos de aprendizaje.
- Con ellas se puede acceder a bases de datos y bancos de propuestas de actividades de enseñanza-aprendizaje.
- Con ellas se puede elaborar y registrar actividades de enseñanza-aprendizaje ejecutadas, su desarrollo, participación de los estudiantes y sus productos.
- Ayudan a planificar y preparar actividades de enseñanza-aprendizaje para su desarrollo posterior en las aulas.

3. TIC como mediadores de las relaciones entre profesores y alumnos o entre alumnos.

- Con ellas se puede llevar a cabo diversos tipos de intercambios comunicativos entre profesores y alumnos, no directamente relacionados con los contenidos de aprendizaje.
- También se puede llevar a cabo intercambios comunicativos entre alumnos.

4. TIC como mediadores de la actividad conjunta desplegada por profesores y alumnos durante la ejecución de las tareas de enseñanza-aprendizaje.

- Son auxiliares o amplificadores de la actuación del profesor.
- Son auxiliares o amplificadores de la actuación del alumno.
- Sirven para que el profesor pueda dar seguimiento de avances y dificultades de los alumnos.
- Funcionan para que los alumnos den seguimiento a su propio proceso de aprendizaje.
- Sirven para solicitar u ofrecer retroalimentación, orientación y ayuda en relación con la actividad y sus productos o resultados.

5. TIC como configuradores de entornos o espacios de trabajo y aprendizaje.

- Configuran espacios o entornos de aprendizaje individuales, en línea.
- Configuran espacios o entornos de trabajo colaborativo en línea.
- Configuran espacios o entornos de actividades en línea, en paralelo de manera que los estudiantes pueden incorporarse o salirse según su criterio.

(Coll, 2021)

El desarrollo de la capacidad de aprender a aprender se sitúa en el centro del proceso educativo. El foco debe estar en formar personas que gestionen su propio aprendizaje, adopten una autonomía creciente y dispongan de herramientas intelectuales que les permitan aprender a lo largo de la vida. De acuerdo con esto, el estudiante de la sociedad del conocimiento, entendido como aquel que accede a las TIC en su proceso formativo, debe ser:

- Aprendiz autónomo.
- Aprendiz capaz de autorregularse.
- Aprendiz con habilidades para el estudio independiente, automotivado y permanente.
- Debe tomar decisiones y solucionar problemas en condiciones de conflicto e incertidumbre.
- Debe buscar y analizar información en diversas fuentes para construir y reconstruir el conocimiento en colaboración con otros.

(Díaz-Barriga, 2021).

Lo relevante del aprendizaje es “transformar lo que sabe” y no solo “decir lo que sabe”, como ocurre en la educación centrada en la adquisición de saberes declarativos inmutables. El profesor como mediador de





procesos que encamina a los estudiantes a construir sus conocimientos y que adquieran las capacidades mencionadas, requiere ir más allá del dominio de ellas, ya que debe apropiarse de nuevas competencias para enseñar, lo que deposita muy altas expectativas en los docentes. (Díaz-Barriga, 2021).

En el reporte 2020 *Visions Transforming Education and Training Through Advanced Technologies*, la Federación para el Aprendizaje plantea que se espera que los roles del maestro se transformen y se hagan más especializados e independientes, lo que los convertirá en miembros de un equipo que cambia permanentemente y que involucra diversos expertos en educación y TIC, además de que el trabajo educativo se volverá una dinámica de construcción de redes, de aprendices y maestros, rompiendo los límites del aula. Así:

- Los profesores enseñarán competencias informáticas o tecnológicas que se requieran.
- Propiciarán la *literacidad* crítica ante las TIC en el contexto de la sociedad de la información.
- Aprovecharán la potencialidad de las TIC en la enseñanza, aprovechando todos los recursos del ciberespacio.
- Trabajarán en colaboración con comunidades de docentes que participan en tareas de innovación e investigación docente.

(Díaz-Barriga, 2021).

2.3.2. Competencias desarrolladas con apoyo de las TIC

Ya se describió lo que son las competencias y su relación con el modelo constructivista. En el caso del uso de las TIC se vuelve necesaria la transformación del contexto y además solo en determinados contextos se podrá adquirir esas competencias tecnológicas. Algunas opciones recomendables son:

- Conducción de proyectos.
- Solución de problemas o casos.
- Aprendizaje situado en escenarios reales o comunitarios.
- Construcción colaborativa de conocimiento.

(Díaz-Barriga, 2021).

Estos contextos (y otros más) estimulan a que los participantes despierten su curiosidad e imaginación, planteen preguntas e hipótesis, ejerciten el análisis de controversias y críticas y, especialmente importante, propicien la transformación del saber. De acuerdo con lo anterior, se pone en evidencia que el problema del aprovechamiento de las TIC con fines educativos no se puede resolver sin darle prioridad a la competencia tecnológica, además de un cambio en las creencias y prácticas pedagógicas del docente, que incluyen le modo como se conciben y emplean las TIC, así como replantear sus enfoques de aprendizaje, métodos educativos y de evaluación sin olvidar la necesidad de replantear su labor educativa de manera que se formen alumnos para que generen su conocimiento/autogestionen su aprendizaje permanente, entre otras cosas (Díaz-Barriga, 2021).

La UNESCO plantea una serie de estándares que están ligados a las competencias en el uso de las TIC que deben poseer los docentes:

- Ser competentes para utilizar las TIC.
- Ser buscadores, analizadores y evaluadores de información.
- Ser solucionadores de problemas y tomadores de decisiones.
- Ser usuarios creativos y eficaces herramientas de productividad.





- Ser comunicadores, colaboradores, publicadores y productores.
- Ser ciudadanos informados, responsables y capaces de contribuir a la sociedad.
- Ser diseñador de oportunidades y entornos de aprendizaje que faciliten el uso de las TIC con fines educativos.

(Díaz-Barriga, 2021).

2.3.3. Más allá de las TIC

Hasta ahora hemos descrito las TIC y su uso en la educación, pero las herramientas digitales no se restringen solo a estas tecnologías; García y Fernández (2017) indican que las TIC tan solo representan una primera etapa de la incorporación de las tecnologías a la educación, y su uso tan solo requiere del dominio de las herramientas digitales. En una segunda etapa se incorporan las TAC (Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento), cuya aplicación directa se hace adaptando las TIC al nivel curricular del alumnado. Más adelante, en una tercera etapa, se aplican las TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación), en la que los estudiantes toman las riendas de su aprendizaje y el docente debe estimular las rutinas de pensamiento, además de que deben dar orientación y soporte a los alumnos.

Cabe señalar que además de lo anterior, también están las TRIC (Tecnologías de la Relación de la Información y la Comunicación) que implican el uso de redes sociales entre los alumnos y otras comunidades digitales que quieren aprender y las TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge* o Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido), que por su importancia detallaré un poco más adelante.

Las TAC tratan de reconducir las TIC hacia un uso más formativo y pedagógico. Van más allá de aprender a usar las TIC y periten explorar esas herramientas al servicio del aprendizaje y la adquisición del conocimiento. Surgen ante la necesidad de transformar los roles del profesorado y alumnado. Suponen un cambio de escenario a entorno tecnológico y se redefinen las tareas donde las actitudes, competencia y formación muestran una influencia sustancial en el proceso de adopción de la tecnología en su práctica docente.

- El profesor deja de ser instructor que domina los conocimientos para ser asesor, orientador, facilitador y mediador del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El alumno cambia su rol al adoptar actitudes que enriquecen su aprendizaje y genera más confianza.
- El alumno busca, obtiene, procesa y comunica información y la convierte en conocimiento.
- Se precisa de nuevas destrezas para ya no reproducir contenidos y memoria de manera que los usuarios son críticos de la información.

(Velasco, 2017).

Por lo tanto, las TAC reorientan el uso de las TIC porque atienden más a la formación que a la información puesto que el conocimiento es el resultado de la gestión colaborativa en ambientes de aprendizaje virtuales. (Rodríguez y Gallardo, 2020).

Por otro lado, las TEP promueven la colaboración en el marco de la interacción: la reflexión y construcción del aprendizaje permite que se aterrice la contextualización del contenido y se sitúa con base en las necesidades de formación. Los contenidos dinámicos e interactivos generan una actitud activa la cual mejora el aprendizaje y el conocimiento de los estudiantes y con ello se empoderan y desarrollan competencias (Rodríguez y Gallardo, 2020).



En resumen, las TIC constituyen redes personales de aprendizaje, las TAC procuran entornos de aprendizaje y las TEP fomentan la participación en la sociedad para hacer cambios dentro de ambientes de respeto a las diferencias individuales y la ética. El docente potencia su creatividad e incrementa habilidades multitarea para crear aprendizaje aumentado, mientras que los estudiantes despiertan su curiosidad y potencian el uso de internet como fuente de información así como el uso de recursos para actividades formales de formación. Las TIC y las TAC presentan contenidos de manera dinámica y flexible considerando distintos estilos de aprendizaje y respondiendo a necesidades formativas (Rodríguez y Gallardo, 2020).

Pasemos ahora a las TPACK. Fue un modelo desarrollado en 2006 por Punya Mishra y Matthew Koehler. Combina 3 variables: conocimiento tecnológico, conocimiento pedagógico y conocimiento del contenido. El proceso requiere que los docentes se adapten al cambio tecnológico de manera que en combinación con el CPC (PCK), el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico, sean capaces de implementar las TIC y las TAC. En la *figura 26* se muestra esta interrelación (UNIR, 2020).

El docente trabaja con las tres áreas de conocimiento del TPACK que están en los círculos (conocimiento tecnológico (TK), conocimiento del contenido (CK) y conocimiento pedagógico (PK)), de manera interrelacionada para dar lugar a nuevas áreas de conocimiento que son las intersecciones entre los conjuntos ya mencionados, de manera que en el centro queda el TPACK, que sería una amplificación del CPC (PCK) ya mencionado anteriormente, dada la incorporación de las tecnologías, esto significa que el resultado es un robustecimiento de lo que el docente sabe y aplica en su práctica, al final de cuentas es un paso más adelante en la actualización de su conocimiento lo que con mayor razón lo coloca como el motor del sistema educativo, gracias a la incorporación de las llamadas “dimensiones T” (UNIR, 2020).

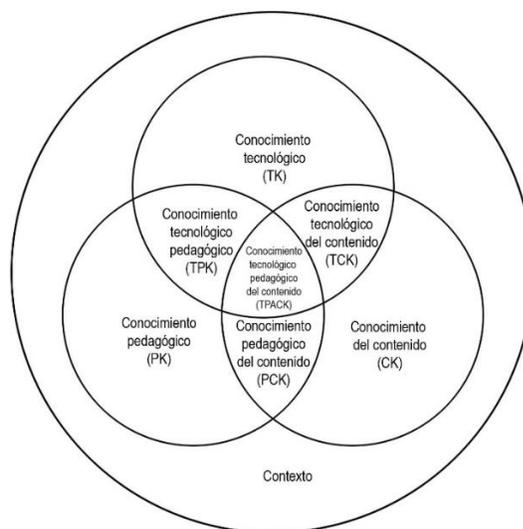


Figura 26. Componentes del TPACK (UNIR 2020, Sherer, Tondeur y Siddiq 2017, Salas-Rueda 2019)

Las dimensiones relacionadas con la tecnología o las “dimensiones T”, como se puede apreciar en la *figura 26*, son:

- **TCK: Conocimiento Tecnológico del Contenido.** Es el modo como se representa la asignatura en cuestión con ayuda de la tecnología, incluyendo el conocimiento sobre la relación recíproca entre el conocimiento y la tecnología, así como las restricciones para la enseñanza del contenido derivadas de las limitaciones de la tecnología.



- **TPK: Conocimiento Pedagógico Tecnológico.** Es el conocimiento sobre el uso de la tecnología para implementar prácticas, principios y estrategias de instrucción. Incluye la comprensión de que la tecnología puede cambiar la enseñanza.
- **TK: Conocimiento Tecnológico.** Es el que versa sobre tecnologías tradicionales y nuevas.
- **TPACK: Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido.** Es el conocimiento de las relaciones entre la tecnología, pedagogía y contenido que permite desarrollar estrategias de enseñanza adecuadas y específicas para cada contexto.

(Sherer, Tondeur y Siddiq, 2017)

El modelo TPACK permite identificar los conocimientos que necesitan los docentes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de aplicaciones tecnológicas. Facilita la creación de espacios innovadores y creativos para la enseñanza y a aprendizaje. Potencia el empleo de las TIC para diseñar cursos por medio de los conocimientos tecnológicos, disciplinar y pedagógico, además de la creación de espacios educativos para así procurar el desarrollo de competencias de los estudiantes, para así pasar eficazmente a las TAC, TEP y TRIC (Salas-Rueda, 2019).

Recapitulando:

- El conocimiento disciplinar hace experto al docente en todos los aspectos relacionados con la asignatura, lo cual incluye desde la comprensión de la historia y filosofía de la disciplina, hasta la resolución de problemas, y en el caso de la química, la parte experimental. Todo esto le da al docente la claridad para seleccionar materiales técnica y conceptualmente adecuados.
- Las competencias tecnológicas le permiten seleccionar las TIC que serán las que ayuden a cumplir los objetivos educativos, lo cual incluye el uso de dispositivos y plataformas, desktop, laptop, tableta, proyector, Moodle o Classroom, Drive o Dropbox, WhatsApp o Telegram, entre otros, para coordinar las tareas en el aula, según la modalidad que se adopte: presencial, semipresencial o no presencial.
- El conocimiento pedagógico aporta los elementos didácticos necesarios para hacer uso de estrategias psicopedagógicas, las cuales incluyen experiencias colaborativas y motivacionales para que los estudiantes sean guiados a ser cada vez más autónomos y transiten del uso de las TIC a las TAC y a las TRIC y TEP, de manera que no se siga haciendo lo mismo con herramientas modernas.

En la actualidad se ha vuelto indispensable la incorporación de las tecnologías en la educación, ya que funcionan como herramientas de refuerzo de los procesos educativos existentes y son impulsadoras de nuevas formas de aprender y enseñar (Coll, 2021). Es claro que, esta tendencia era creciente, aun antes de la pandemia de SARS-CoV-2, pero indudablemente resultó acelerada por las demandas de la educación remota en situación de emergencia. Se puede considerar que no habrá marcha atrás, y que será necesario que todos accedan a la alfabetización digital, para estar a la vanguardia de las posibilidades que brindan estas herramientas.

2.3.4. Modalidades de aprendizaje: de lo tradicional al *u-learning*

Es importante considerar que todo lo que se ha descrito respecto al uso de las tecnologías está inserto en un ambiente en el que se desarrollan, de manera que constituye un ecosistema en el que la presencia de cada componente es indispensable y como se mencionó anteriormente, ha constituido un cambio de paradigma en la manera de enseñar y aprender.





Hidalgo, Orozco y Daza (2015) presentan definiciones de entornos de aprendizaje que han avanzado conforme la incorporación de las tecnologías digitales, desde el enfoque tradicional hasta el de *u-learning*, que es el más moderno.

1. Tradicional. Es aquel de enseñanza-aprendizaje formal.

- Es presencial, el profesor y alumno comparten el mismo espacio-tiempo.
- El profesor dirige el aprendizaje.
- Facilita el aprendizaje cooperativo y colaborativo.
- Hay refuerzo y resolución de dudas de manera inmediata.
- El profesor es fuente de información básica y complementa con otros medios.
- La exposición es oral y gestual.
- El ritmo, tiempos y progreso del aprendizaje los marca el profesor.
- La interacción es cara a cara.
- Es sincrónico.
- Se pueden usar herramientas tecnológicas o materiales didácticos audiovisuales.
- Las clases pueden ser teóricas o prácticas, en distintas modalidades.

2. D-learning (aprendizaje a distancia).

- No se necesita concurrir físicamente al mismo lugar.
- Flexible.
- Aprendizaje independiente y autónomo.
- El alumno desarrolla su aprendizaje.
- Se envían materiales productos por correo electrónico o postal.
- Puede haber encuentros físicos a petición del alumno.
- Se usan TIC.
- No precisa de tiempo/lugar/ocupación/edad específica de los alumnos.

3. E-learning (aprendizaje mediado por recursos electrónicos)

- No hay interacción cara a cara.
- La interacción es mediada por redes de comunicación por internet, a través de mail, blogs, páginas web, foros, wikis, plataformas de formación, mensajería instantánea, videoconferencias, chat, podcasts.
- El aprendizaje es intervenido por computadora.
- El trabajo y la comunicación son sincrónicos y asíncronos.

4- B-learning (sistema semipresencial o mixto)

- Trabajo directo de actitudes y habilidades e interacción cara a cara: presencial.
- Rapidez y economía: a distancia.
- Permite individualizar la formación y cubrir más objetivos.
- Se requiere participación del alumno para seguir las enseñanzas y aprovechar mejor el aprendizaje.
- Trata de desarrollar en los alumnos la capacidad de autoorganizarse, sus habilidades de comunicación escrita y estilos de aprendizaje autónomo.
- Usa TIC y multimedia.
- Es flexible, eficaz, permite ahorrar costos, hay una gran diversidad de presentación de contenidos.



- Requiere de computadora, red, ancho de banda y suficiente velocidad de transferencia de datos, lo cual puede limitar el acceso a algunos usuarios.

5. *M-learning* (aprendizaje mediado por dispositivos móviles)

- Hay contenidos y programas exclusivos para estos dispositivos y esto aumenta las posibilidades y modos de dar clase y aprender.
- Ha significado un salto en la ubicuidad por el desarrollo de terminales con mayor capacidad tecnológica y un aumento en la velocidad de conexión, aumento de cobertura y acceso a dispositivos móviles.
- Es parte del *e-learning* y consecuencia del *d-learning*.

6. *U-learning* (aprendizaje ubicuo)

- Crea un ambiente de aprendizaje o contexto generalizado. El estudiante no solo adquiere aprendizaje, sino que lo comparte con compañeros y entorno.
- No solo accede al conocimiento, sino que lo comparte y divulga.
- Aumenta la capacidad de aprender desde diversos contextos y situaciones, en diferentes momentos, y a través de dispositivos o medios diversos.
- Es resultado de la evolución del *e-learning*, y forma parte de lo que se conoce como “*ubiquitous computing* (computación ubicua)”.

(Hidalgo, Orozco y Daza, 2015)

El entorno del *u-learning* proporciona una arquitectura de un aprendizaje interoperable, omnipresente, interactivo y sin fisuras para integrar, conectar y compartir recursos de aprendizaje entre las entidades apropiadas. El aprendizaje ubicuo: “en cualquier lugar, en cualquier momento” propicia una inmersión total del estudiante, quien adquiere y comparte conocimientos. (Chiu *et al*, 2008; Baez y Clunie, 2019). En la *figura 27* se muestran los componentes que definen el aprendizaje ubicuo.

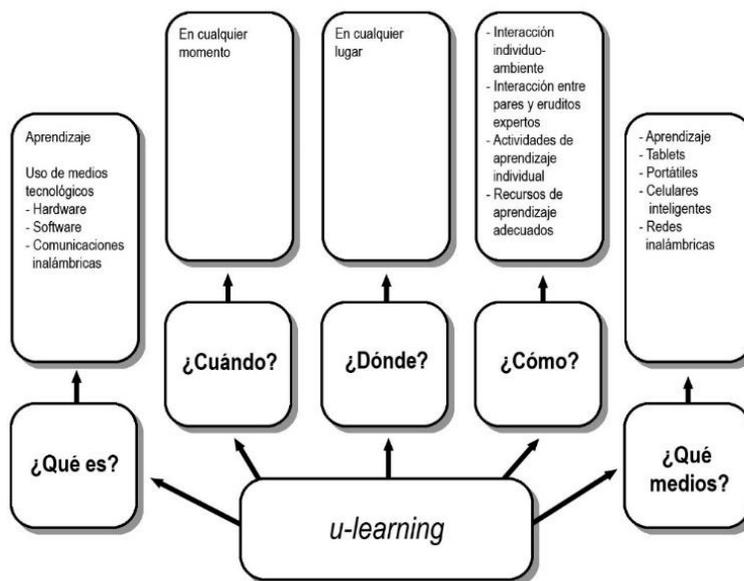


Figura 27. Componentes del *u-learning* (Baez y Clunie, 2019).



Para Burbles (2014) la ubicuidad implica:

- Acceso a información instantánea, lo que cambia los conceptos de aprendizaje y memoria.
- Portabilidad. Los interlocutores siempre están conectados y disponibles. Integran el aprendizaje a sus actividades cotidianas.
- Interconexión. “Inteligencia extensible”, lo que significa a) mejoramiento del conocimiento, memoria y poder de procesamiento de cada persona; b) contacto constante con personas que pueden hacer lo que nosotros no podemos: la persona es más inteligente porque accede a una inteligencia de red.
- Ubicuidad práctica. Se desdibujan las divisiones en cuanto a aprendizajes o ámbitos que hasta ahora se veían separados: trabajo y juego, aprendizaje y entretenimiento, acceso y creación de información, público y privado. Esto desafía la función de las escuelas y el tiempo dedicado a las clases como fuente primaria y única de aprendizaje.
- Ubicuidad temporal. Posibilidad de personalizar calendarios por la oportunidad de comunicación asincrónica, se ajustan los tiempos de las actividades a preferencias propias, lo que facilita la disponibilidad y conveniencia sin necesidad de ajustarse a un horario. Además la posibilidad de “aprendizaje permanente”. Ser es aprender.
- Redes y “flujos” transnacionales y globalizados: flujos de gente, información, ideas en un conjunto de relaciones y contingencias que afectan a y son afectados por estos procesos cada vez más globales.

Las características del *u-learning* se resumen en estos puntos, según Chiu *et al* (2008) e Hidalgo, Orozco y Daza (2015).

- **Accesibilidad.** Se pueden revisar documentos en cualquier momento desde cualquier sitio.
- **Permanencia.** Las actividades en las que participa el alumno se almacenan para futuras consultas.
- **Colaborativo.** La relación y comunicación entre alumnos es accesible.
- **Continuado.** La actividad de aprender se vuelve parte de la vida del estudiante.
- **Natural.** La interacción diaria con la tecnología se ha vuelto parte de la vida del alumno.
- **Inmediatez.** En cualquier momento se obtiene información.
- **Interactividad.** La interacción con dispositivos se vuelve inconsciente.
- **Adaptabilidad.** Se adaptan los métodos de enseñanza a los estilos de aprendizaje de los alumnos.
- **Aprendizajes situados.** Están ubicados en un contexto accesible al alumno.
- **Urgencia.** Son entornos que se pueden emplear para situaciones urgentes de aprendizaje, como la pandemia por SARS-CoV-2.
- **Personalización.** Proporcionan ayudas personalizadas a los estudiantes de la manera adecuada, en el lugar adecuado y en el momento oportuno.
- **Aprendizaje autorregulado.** Se ofrecen funciones para ayudar a los alumnos a controlar sus progresos.
- **Aprendizaje sin fisuras.** El aprendizaje es fluido, los alumnos pueden aprender sin ser interrumpidos cuando se desplazan de un lugar a otro.
- **Pertenencia.** Se forman comunidades que llevan la experiencia de campo en internet para enriquecer la interacción de aprendizaje entre alumnos y profesores.

Caldeiro y Schwartzmann (2013) indican que es importante no perder de vista, durante las actividades de *u-learning* que hay tres factores entre los que nos movemos: lo disperso, lo efímero y lo importante. Dichos factores se muestran en la *figura 28*.





Figura 28. Factores para tener en cuenta en el diseño de actividades de u-learning (Caldeiro y Schwartzmann, 2013).

- **Lo disperso.** La “omnipresencia” de las personas, que siempre están disponibles, se da en forma dispersa y fragmentada. Lo disperso lleva el riesgo de la desorientación, lo que puede desdibujar los objetivos perseguidos. Esto genera interrogantes sobre los espacios por fuera de los entornos pedagógicos institucionales.
- **Lo efímero.** Es imposible conservar todo, aunque se puede guardar una gran cantidad de contenidos, se vuelve importante saber discriminar entre todos los datos para identificar lo valioso. Por otro lado, esto implica también algunas preocupaciones: el desdibujamiento de la privacidad (registrar todo lo que sucede en el aula) y cambia la realidad del entorno protegido por los muros escolares. Un tercer punto relacionado con esta idea es la obsolescencia tanto de los equipos como de los contenidos, lo que hace que la industria presione para adquirir las innovaciones que ofrece, pero ello no significa que las propuestas educativas mejorarán también.
- **Lo importante.** Surgen interrogantes: ¿qué tipo de aprendizajes son posibles en estos nuevos escenarios?, ¿qué estrategias son las más oportunas?, ¿cómo hacer foco sobre una realidad fragmentada y dispersa?, ¿cómo reconocer, ordenar, comprender lo que es realmente importante?, ¿es posible construir propuestas pedagógicas significativas en el marco de la ubicuidad?, ¿de qué modo se haría?

Caldeiro y Schwartzmann (2013)

En el contexto de lo significativo, Chiu *et al* (2008) hay cinco dimensiones del aprendizaje significativo para formular entornos de *u-learning* y son los que se presentan en la *tabla 9*.

A todas luces, la incorporación de la tecnología es una innovación, esto supone que se hará mejor lo que se hacía antes. No se debe pensar que solo se trata de cambiar las prácticas tradicionales; más bien es un cambio de paradigma: se ingresa en la sociedad de conocimiento, lo que se traduce en el surgimiento de nuevas necesidades y posibilidades (da Cruz, 2021).

En los centros educativos de algunos países, la incorporación de estas tecnologías resulta potenciada porque se cuenta con equipos actualizados y conexión de banda ancha a internet, no obstante hay grandes carencias en estos aspectos (Coll 2011).



Tabla 9. Principios del aprendizaje significativo en el entorno del *u-learning* (Chiu et al, 2008)

Dimensiones	Definición
Activo	Los alumnos son organismos que interactúan con el entorno, en el que procesan su aprendizaje y supervisan dicho proceso. Los alumnos son roles dinámicos en las actividades de aprendizaje.
Auténtico	El aprendizaje en un entorno auténtico estimula la motivación para aprender, ya que los alumnos aceptan tareas de aprendizaje diseñadas a partir del mundo real.
Constructivo	El aprendizaje constructivo significa que los alumnos adaptan las nuevas ideas a sus conocimientos o experiencias previas.
Cooperativo	Trabajar en una comunidad de construcción de conocimientos hace posible que los alumnos aprovechen las habilidades de los demás y que proporcionen apoyo social y sirvan como modelo a otros alumnos.
Integrado	El conocimiento de los contenidos y la tecnología deben integrarse para dotar al proceso de enseñanza-aprendizaje de aplicaciones fluidas y vivas.

Cabe destacar, que por sí mismas, las tecnologías no garantizan que haya cambios en el contexto educativo; es decir, no se pueden considerar como una panacea. Depende del enfoque o planteamiento pedagógico en el que se inserta su uso (Coll, 2021). Es prioritario que el docente se dé a la tarea de proporcionar orientación y guía para que los estudiantes accedan a contenidos de calidad y sepan discriminar información útil de la que no lo es, pero también es necesario que los docentes se entrenen para sacar el máximo partido a dichas herramientas aprendiendo a usar plataformas, buscadores, aplicaciones, bancos de imágenes y de videos, editores de video y audio, entre otras cosas (Sepúlveda, 2014).

En realidad las relaciones tecnología y pedagogía son más complejas de lo que se ha planteado tradicionalmente y no se puede reducir lo tecnológico a lo pedagógico, esto significa que no se puede esperar que el uso de las tecnologías mejoren automáticamente las prácticas educativas, pero sí abren horizontes y posibilidades a los procesos de enseñanza y aprendizaje, si se usan y explotan adecuadamente, en especial cuando se aplican en contextos y dinámicas donde sería muy difícil tener buenos resultados en su ausencia.

Gracias a su naturaleza simbólica, a las posibilidades que ofrecen para buscar información, acceder a ella, representarla, procesarla, transitarla y compartirla, las tecnologías son buenos instrumentos psicológicos. Su novedad estriba en que crean entornos donde se integran los sistemas semióticos conocidos y amplían la capacidad humana para representar, presentar, procesar y compartir grandes cantidades de información de manera casi instantánea a bajo costo. (Coll, 2021).

Además de lo anterior, es recomendable que los docentes creen materiales propios o adapten los ya existentes a su práctica, porque muchas veces estos no contienen exactamente lo que se quiere mostrar, o hay partes que no quiere incluir en ese momento, eso implica dedicar parte de su tiempo para hacerlo, pero no siempre se cuenta con esos espacios.





Aun así, el uso de las tecnologías no constituye una panacea ante diversos problemas que ocurren habitualmente en el aula y el docente debe tener la sabiduría para reconocer sus límites y emplearlos solo hasta donde sus conocimientos y sus habilidades reales se lo permitan.

También es necesario que el docente replantee su papel, porque ya no será el único transmisor de la información: es evidente que a través de la internet, los alumnos encontrarán más material e incluso, en algunos casos, habrá sitios que contradigan lo que el docente les enseña, así que algunos cuestionarán lo que dice, de ahí que adquiere importancia el replantear sus actividades para más bien diseñar situaciones mediadas de aprendizaje, y como ya se mencionó, producir o adaptar medios a las situaciones de aprendizaje considerando los estilos de aprendizaje, características, y demandas cognitivas de los alumnos.



3. Secuencia didáctica

“La ciencia será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento real. Es un viaje, nunca una llegada”.
Karl Raimund Popper (1902–1994)



3.1. Análisis de la institución

3.1.1. Origen del Colegio

El proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el 26 de enero de 1971, durante el rectorado de Pablo González Casanova, quien lo consideró como: la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, “el cual deberá ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoren a lo largo de todo el proceso educativo, nuestros sistemas de evaluación de lo que enseñamos y de lo que aprenden los estudiantes” (Colegio de Ciencias y Humanidades [CCH], 2021).

En sus inicios se encuentra haber sido creado para atender una creciente demanda de ingreso a nivel medio superior en la zona metropolitana y al mismo tiempo, para resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (CCH, 2021).

3.1.2. Misión

El CCH busca que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil de su Plan de Estudios. Que sean sujetos, actores de su propia formación, de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnológicos para resolver con ello problemas nuevos. Sujetos poseedores de conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber, de una conciencia creciente de cómo aprender, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de una capacitación general para aplicar sus conocimientos, formas de pensar y de proceder, en la solución de problemas prácticos. Con todo ello, tendrán las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma (CCH, 2021).

Además de esa formación, como bachilleres universitarios, el CCH busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; con sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez, de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales (CCH, 2021).

3.1.3. Filosofía

Desarrollo del alumno crítico que aprenda a aprender, a hacer y a ser. Desde su origen, el CCH adoptó los principios de una educación moderna donde consideró al estudiante como individuo capaz de captar por sí mismo el conocimiento y sus aplicaciones. En este sentido, el trabajo del docente del Colegio consiste en dotar al alumno de los instrumentos metodológicos necesarios para poseer los principios de una cultura científica–humanística (CCH, 2021).

Para lograr el conocimiento auténtico y la formación de actitudes, el CCH trabaja con una metodología en la que participa el escolar activamente en el proceso educativo bajo la guía del profesor, quien intercambia experiencias con sus colegas en diferentes espacios académicos en su beneficio. De esta manera, el profesor no sólo es el transmisor de conocimientos, sino un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje para permitir adquirir nuevos conocimientos y tomar conciencia





creciente de cómo proceder para que por su propia cuenta y mediante la información, reflexión rigurosa y sistemática lo logre. Lo anterior no le quita al docente su autoridad académica respaldada por sus experiencias, habilidades intelectuales y conocimientos (CCH, 2021).

Al ser un aprendizaje dinámico el promovido por el CCH, el escolar desarrollará una participación tanto en el salón de clases como en la realización de trabajos de investigación y prácticas de laboratorios. En el Colegio construimos, enseñamos y difundimos el conocimiento para ofrecer la formación que requiere el alumno y así curse con altas probabilidades de éxito sus estudios de licenciatura, por lo cual, las orientaciones del quehacer educativo del CCH se sintetizan en:

- **Aprender a aprender.** El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- **Aprender a hacer.** El alumno desarrollará habilidades que le permitirán poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- **Aprender a ser.** El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

(CCH, 2021)

Tomando como base estos principios, los conocimientos se agrupan en cuatro áreas del conocimiento:

- Matemáticas.
- Ciencias Experimentales.
- Histórico–Social.
- Talleres de Lenguaje y Comunicación.

(CCH, 2021)

3.1.4. Modelo educativo

Una de las características distintivas del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de otros bachilleratos, que lo hacen innovador y de los más adecuados pedagógicamente en México y América Latina, es su modelo educativo, el cual es de cultura básica, propedéutico (esto es, preparará al estudiante para ingresar a la licenciatura con los conocimientos necesarios para su vida profesional) y está orientado a la formación intelectual ética y social de sus alumnos, considerados sujetos de la cultura y de su propia educación. Esto significa que la enseñanza dirigida al estudiante en la institución, le fomentará actitudes y habilidades necesarias para que, por sí mismo, se apropie de conocimientos racionalmente fundados y asuma valores y opciones personales (CCH, 2021).

Por otra parte, aunadas a la habilidad de leer está la de producir textos, en este aspecto, atribuir jerarquías a los significados, nombrar sentidos, sintetizar, formular en palabras propias lo comprendido con propósitos y procedimientos nuevos y dialogar sobre los temas, en oposición o concordancia con los textos leídos, es algo que en el CCH el alumno aprenderá de manera sencilla y precisa.

La investigación es un acto vital para el estudio de cualquier materia, por esta razón existen en la institución materias encargadas de su enseñanza, con esto sabrá dónde encontrar el significado de ciertos términos y su función en un determinado campo de conocimiento, las fuentes y los sitios adecuados para resolver dudas.





3.1.5. Ubicación de la asignatura

La asignatura de Química I se ubica en el primer semestre, se le dedican 5 horas a la semana. La transversalidad horizontal (en el mismo semestre) es con Matemáticas I en el campo de las ciencias naturales y exactas. Los estudiantes también cursan paralelamente Taller de Cómputo, Historia Universal Moderna y Contemporánea, Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental I y Francés o Inglés I. En cuanto a la transversalidad vertical, en segundo semestre cursan Química II y Matemáticas II, en tercer semestre Matemáticas III, Física I y Biología I; en cuarto semestre Matemáticas IV, Física II y Biología II. A partir del quinto semestre pueden cursar alguna opción en Matemáticas (Cálculo I o Estadística I o bien alguna asignatura relacionada con computación y pueden escoger entre Biología III, Física III o Química III. En sexto semestre elegirían la asignatura consecutiva de las mencionadas.

3.2. El diseño de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica procederá en cuatro etapas, las cuales difieren de nombre según Sanmartí, 2002 o Sánchez y Valcárcel, 1993:

1. Actividades de exploración iniciales–Fase de iniciación:

- Planteamiento del problema a estudiar.
- Explicitación de representaciones.
- Percibir objetivos de aprendizaje.

(Sanmartí, 2002).

Es importante que planteen preguntas de investigación significativa, que estén relacionadas con la realización de observaciones, o experimentos o situaciones problemáticas de algún fenómeno relacionado con el tema principal. Es importante que sean concretas, simples, cercanas a las vivencias del alumnado, socialmente relevantes, que permitan la comunicación de puntos de vista de distintas maneras. Algo que no se debe perder de vista es que el profesor no debe explorar las ideas previas, sino que los alumnos se hagan conscientes de ellas (Sanmartí, 2002). En esta misma etapa, Sánchez y Valcárcel (1993) consideran que debe considerar: la contextualización de la nueva unidad respecto a otros conocimientos, organizar el contenido que se va a desarrollar, motivar al alumno por el contenido, y poner de manifiesto las semejanzas y las diferencias entre las ideas previas del alumno. Desde mi punto de vista estas etapas se pueden complementar con las tres fases planteadas por Sanmartí.

2. Actividades de introducción de nuevos puntos de vista para la modelización–Fase de información:

- Favorecen que el estudiante construya ideas coherentes con las aceptadas para la ciencia.
- Configuran modelos de ciencia escolar (explicativo o predictivo).
- Reconocen formas de mirar, razonar, sentir, hablar de un fenómeno de estudio.
- Verifican variables: identifican o descartan.
- Usan analogías e incorporan nuevas formas de expresión.
- Identifican atributos.
- Definen modelos y relaciones entre conceptos.

(Sanmartí, 2002)

Se debe verbalizar la actividad inicial, plantear observaciones directas y los experimentos que se efectuarán y también en esta etapa se darán a conocer ideas históricas o escritos actuales sobre el tema. Se puede





incluir conflicto cognitivo, pero no se fundamenta en este proceso (Sanmartí, 2002). Sánchez y Valcárcel (1993) proponen clarificar e intercambiar ideas previas, exponer a los alumnos a situaciones de conflicto cognitivo, generar o introducir nuevas ideas y evaluar la potencialidad de las nuevas ideas. De nuevo, me parece que se pueden complementar estos puntos con los mencionados en el párrafo anterior.

3. *Actividades de síntesis–Fase de aplicación:*

- Sirven para reflexionar sobre lo que se ha aprendido y las nuevas ideas incorporadas.
- Hacen que los estudiantes tomen consciencia del modelo que se ha construido y que lo expresen de la manera más abstracta posible.
- Ya no se explica el fenómeno en sí, sino el modelo empleado para explicarlo.
- Es importante esta etapa para que no caer en un activismo sin interiorización.
- El alumno debe practicar la metacognición para evaluar lo que ha aprendido.

(Sanmartí, 2002)

En esta etapa se puede echar mano de diarios de clase, mapas conceptuales, resúmenes, redactar definiciones, hacer dibujos, esquemas y modelos matemáticos. Es importante recordar que son provisionales porque pueden cambiar conforme el tiempo y los aprendizajes posteriores modelen lo que saben (Sanmartí, 2002). Para Sánchez y Valcárcel (1993), esta etapa es en donde se deben utilizar las nuevas ideas en diferentes contextos a los ya conocidos.

4. *Actividades de aplicación y generalización–Fase de conclusión:*

- Son para cerrar la secuencia.
- Deben servir para recapitular lo aprendido y encontrar aplicaciones en el entorno cotidiano.

Los estudiantes no transfieren el conocimiento si no perciben la relación con otros núcleos de experiencias relacionadas porque no saben explicar situaciones distintas con un mismo modelo así que esta etapa es precisamente para ampliar los alcances de lo que han aprendido (Sanmartí, 2002). Sánchez y Valcárcel (1993) proponen que, en esta etapa, se debe revisar el cambio en las ideas o la aparición de nuevas ideas aunque las otras permanezcan y cambien de jerarquía mientras que las nuevas resultan más fructíferas y plausibles para comprender el tema, con lo que se podría decir que ha habido un cambio conceptual; de aquí que vale la pena evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje que se ha seguido.

Al final del proceso, Sánchez y Valcárcel (1993) señalan que se debe seleccionar las estrategias de evaluación, no obstante, hacen énfasis en que esta etapa no debe quedar restringida a una evaluación final, sino que esta debe efectuarse a lo largo de todo el proceso; es decir, que sea formativa de manera que retroalimente a los alumnos y al profesor para que el reflexione acerca de los cambios que debe introducir en su proceso. Es fundamental considerar este proceso desde el inicio. Los autores sugieren que la función formativa de la evaluación debe considerar:

- La situación de partida, o el conocimiento de las ideas previas de los alumnos (esta es la evaluación diagnóstica).
- Los progresos en la construcción de conocimientos y el cambio conceptual de los alumnos (esta es la evaluación formativa o continua). Se sugiere aprovechar los productos derivados de las actividades durante la secuencia didáctica.

- Los conocimientos científicos adquiridos, considerando tanto los conceptuales como los procedimentales y actitudinales (esta es la evaluación sumativa). Normalmente es un examen, pero también se puede considerar el cuaderno del alumno.

(Sánchez y Valcárcel, 1993)

Las cuatro etapas descritas en la página anterior se ilustran en la *figura 29*. Este diagrama va de lo concreto a lo abstracto y de lo simple a lo complejo.

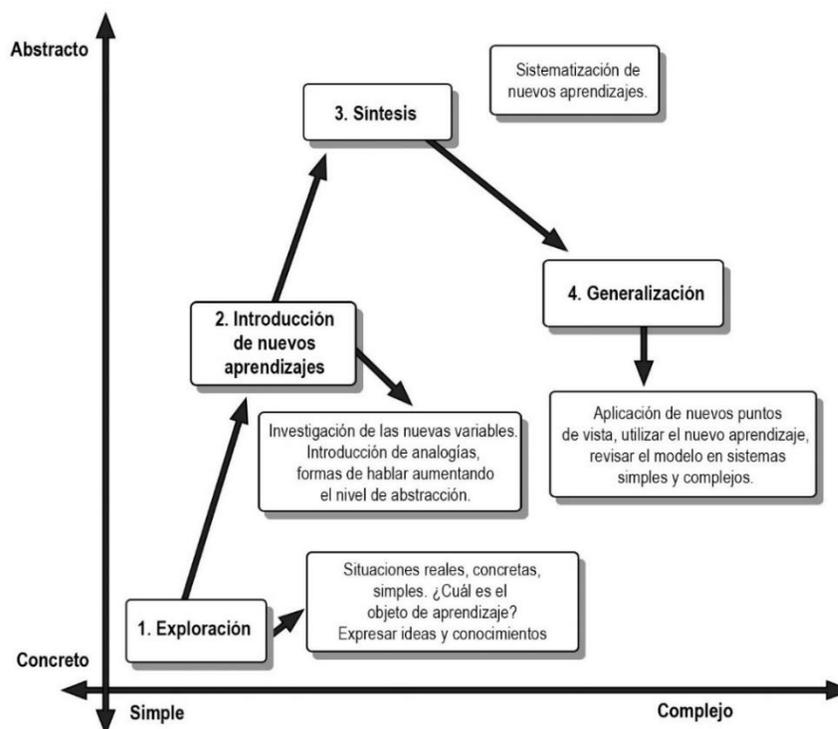


Figura 29. Las cuatro etapas de la secuencia didáctica y la consecución de estas a través de los niveles de representación (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Ya se mencionó que esta secuencia didáctica es constructivista, pero en particular, dada la filosofía del CCH que promueve el aprendizaje de los alumnos en ambientes en los que el trabajo cooperativo y el colaborativo tienen una especial relevancia, es que el enfoque principal lo hice desde el punto de vista del constructivismo sociocultural de Vygotsky (Shunk, 2012, Serrano y Pons, 2011), donde el factor social es relevante en la construcción del conocimiento (CCH, 2016). También considero que los procesos de autorregulación y metacognición son fundamentales y en especial el diálogo interno que denotará los propios avances del estudiante conforme logre comprender cada una de las etapas por las que transitará en cada uno de los temas de estudio.

3.2.1. Documento inicial de planeación de la secuencia didáctica

Este documento contiene los elementos básicos de la planeación que se empleó en Práctica Docente, por lo que preferí aprovecharlo para organizar la secuencia didáctica, ya que su diseño vertical permite tener a la vista todos los elementos de los que consta, a diferencia de un formato horizontal que puede ser más complejo. Cabe mencionar que el orden de la secuencia, en cuanto a los temas seleccionados para cubrir



los dos temas del programa, fueron elegidos con base en mi experiencia previa como docente en aula y de acuerdo con la lógica con la que se deberían abordar los temas; es decir: no se puede enseñar a balancear una ecuación si no se conoce lo que es la ecuación química, por dar un ejemplo.

Datos generales	
Nombre del profesor	Q. Verónica María López Pérez
Asesora docente	Mtra. Nadia Teresa Méndez Vergas
Nivel académico	Educación media superior
Asignatura/semestre o año	CCH primer semestre. Plantel sur.
Unidad temática y contenidos	<p>Unidad 1. Agua, sustancia indispensable para la vida</p> <p>Aprendizajes</p> <p>12. Demuestra que el agua es un compuesto al realizar su descomposición y su síntesis en el laboratorio, lo que posibilita ejercitar las habilidades relativas al trabajo experimental, planteamiento de hipótesis, manejo de equipo, comunicación oral y escrita, fomentando el orden y respeto durante las actividades. (N3)</p> <p>13. Relaciona el concepto de enlace con la energía involucrada en las reacciones de descomposición y síntesis del agua e identifica el papel de la energía de activación. (N3)</p> <p>Temática</p> <p>El agua como compuesto</p> <p>Reacción química:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reacción de descomposición del agua y su clasificación como endergónica. • Reacción de síntesis del agua y su clasificación como exotérmica. • Energía de activación. • Representación por medio de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas. <p>Enlace:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía implicada en las reacciones químicas <p>Estrategias sugeridas</p> <p>El docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orienta y propicia la realización de la electrólisis (descomposición) de agua a través de preguntas, por ejemplo, ¿Cómo saber si el agua es un compuesto o un elemento? ¿Cómo podrías separar los componentes del agua? ¿Qué le sucederá al agua si se le aplica energía eléctrica? (A12) • Orienta el análisis de la electrólisis a evidenciar la aplicación de energía para descomponer las moléculas del agua y con ello tener un primer acercamiento al concepto de enlace (Reacción endergónica). (A12) • Retoma de la experiencia de descomposición del agua, el asunto de la energía involucrada en los cambios químicos, con el planteamiento de hipótesis en la realización de síntesis del agua (reacción exotérmica). (A12) • Propone la realización de la síntesis de agua, preguntando, por ejemplo: ¿Cómo se puede formar agua? ¿Qué sucederá si mezclamos hidrógeno y oxígeno? ¿Qué ocurrirá con la energía al formarse el agua? (A12) y (A13) • Subraya la necesidad de aplicación de energía para iniciar la reacción química a pesar de ser exotérmica. (A13)
Objetivos de la unidad	<p>Propósito general:</p> <p>Al finalizar la unidad, el alumno: Comprenderá las propiedades físicas y químicas del agua que la hacen un compuesto indispensable para la vida, relacionará esas propiedades con su estructura y composición, con los modelos que las explican, para valorar su uso y asumir una actitud responsable y crítica frente al potencial agotamiento del agua disponible, a través del trabajo individual, cooperativo y colaborativo de indagación experimental y documental.</p> <p>Propósitos específicos:</p>





	<p>Al finalizar la unidad, el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprenderá los conceptos de elemento, compuesto, mezcla, reacción química, enlace y estructura de la materia, a través del estudio de las propiedades del agua, para explicar la importancia del agua en la naturaleza y entender en un primer acercamiento las transformaciones químicas con base en el modelo atómico de Dalton. • Comprenderá la naturaleza corpuscular de la materia, al interpretar algunas propiedades del agua para entender cómo se establecen las relaciones entre las observaciones en el ámbito macroscópico y un modelo que las explique. • Comprenderá la importancia de la energía involucrada en los cambios químicos al observar y reproducir fenómenos en el laboratorio, para concluir acerca de las relaciones entre propiedades, estructura y composición del agua. • Adquirirá fundamentos para desarrollar una actitud crítica y responsable sobre del agua y los problemas ambientales y sociales que conlleva el uso inadecuado de este recurso a través del trabajo colaborativo.
Duración	35 horas, toda la unidad.
Población	Aproximadamente 25 estudiantes.
Bibliografía	<p>Básica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atkins, P. y Jones, L. (2006). <i>Principios de Química. Los caminos del descubrimiento</i>. (3ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana. • Baird, C. (2009). <i>Química ambiental</i>. España: Reverté. • Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Murphy, C. y Woodward, P. (2014). <i>Química. La ciencia central</i>. (12ª ed.). México: Pearson Educación. • Burns, R. (2011). <i>Fundamentos de Química</i>. (5ª. Ed.). Estado de México: Pearson Educación. • Chang, R. (2008). <i>Química general para bachillerato</i>. (4a. Ed.). China: McGraw Hill. • Hein, M. y Arena, S. (2016). <i>Fundamentos de Química</i>. (14ª ed.) México: Cengage Learning. • Manahan, S. (2007). <i>Introducción a la química ambiental</i>. España: Reverté–UNAM. • Phillips, J., Stozak, V. y Wistron, C. (2012). <i>Química. Conceptos y Aplicaciones</i>. (3ª ed.). China: McGraw–Hill. • Whitten, K., Davis, R. y Stanley, G. (2015). <i>Química</i>. (10ª. Ed.) México: Cengage Learning • Zumdahl, S. y DeCoste, D. (2012). <i>Principios de química</i>. (12ª ed.). México: Cengage Learning Editores.

Actividades de inicio y desarrollo (tema 1, reacción química)

Aprendizaje 12. Demuestra que el agua es un compuesto al realizar su descomposición y su síntesis en el laboratorio, lo que posibilita ejercitar las habilidades relativas al trabajo experimental, planteamiento de hipótesis, manejo de equipo, comunicación oral y escrita, fomentando el orden y respeto durante las actividades. (N3)

Sesión 1

1. Actividades de exploración	
Objetivo de aprendizaje	Establecer la diferencia entre cambio químico y cambio físico. Introducción a las reacciones químicas y su simbología.
Recursos	Actividad en <i>Kahoot!</i> , 2 actividades escritas, presentación en <i>PowerPoint</i> y actividad en <i>Jamboard</i>
Descripción de las tareas	
Actividad	Tiempo
<p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profesor: elaborar las actividades para la clase. • Resolución de actividad 1 (diagnóstica) https://bit.ly/3h4qVsW (10 minutos) 	





Descripción de las tareas	
Actividad	Tiempo
Trabajo previo a la clase <ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara la clase. Estudiante: debe haber resuelto la actividad indicada en la sesión anterior. 	
Trabajo durante la clase <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Revisa dudas de la tarea anterior. Se discutirá brevemente lo que obtuvieron. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Entra al <i>Mentimeter</i> para describir con una palabra al agua: https://bit.ly/38JSuTQ. Se revisan las respuestas en grupo. Trabaja con la actividad de inicio por equipos (Documento de Word: "Actividad inicio sesión 3") <p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Se trabajará con <i>Nearpod</i> (https://bit.ly/3zRGTxH) para analizar la reacción de formación de agua y luego la de descomposición. Se terminará introduciendo a los estudiantes en el tema de balanceo de ecuaciones. <p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja en pizarrón colaborativo al final del <i>Nearpod</i> para escribir algo que aprendió en esa sesión. Vuelve al <i>Mentimeter</i> para escribir con una palabra cómo se sintió en ese día: https://bit.ly/3hdmDPX 	<p>10 min.</p> <p>35 min.</p> <p>10 min.</p>
Trabajo extraclase <ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara siguiente sesión. Estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Elabora un mapa conceptual por equipo de los conceptos revisados en estas ligas. Deben trabajar en <i>Padlet</i>. Traer a la siguiente clase una caja de clips de colores o bien que busquen materiales que puedan embonar: tornillos y tuercas de dos tamaños, gomitas de 4 colores y palillos, plastilina de cuatro colores y palitos. 	
Evidencias de aprendizaje del alumno	<ol style="list-style-type: none"> Resolución de preguntas durante la exposición. Participación en el <i>Mentimeter</i> en las dos ocasiones. Participación en el pizarrón colaborativo.
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.

Sesión 3

4. Actividades de aplicación y generalización	
Objetivo de aprendizaje	Introducción a la estequiometría: balanceo de ecuaciones.
Recursos	Reconocer la importancia de las proporciones.
Descripción de las tareas	
Tareas en el orden en que se realizan	Tiempo
Actividad Trabajo previo a la clase <ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara actividad Estudiante: responde las actividades solicitadas en la clase anterior. 	
Modalidad: en línea Trabajo durante la clase <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p>	10-15 min.





	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes contestarán las actividades de esta página: https://bit.ly/3h7HNPh. Tienen 10 minutos para contestar y se les pedirá que den cuántas respuestas buenas obtuvieron. <p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Presentación de video introductorio a la estequiometría: https://bit.ly/38JEOdo y https://bit.ly/3jPm6W0. Que los estudiantes respondan preguntas de los videos usando <i>Peardeck</i>: https://bit.ly/2WZ54f4 y https://bit.ly/3zSz1MC, al final se obtienen conclusiones. Se presenta actividad RavAz (Documento en PDF: "Universo RavAz SESION 4"). Se reflexiona en torno a los resultados. Se relaciona lo estudiado con la ecuación química. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Responde actividad inicial. Responde preguntas de los videos. Responde actividad RavAz <p>3. (CIERRE DE SESIÓN) Los estudiantes elaborarán un organizador gráfico en <i>Canva</i></p>	65 min.
	<p>Trabajo extraclase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara siguiente sesión Estudiante: resuelve los cálculos para obtener los pasteles de 13 y 23 porciones. 	25 min.
Evidencias de aprendizaje del alumno	<ol style="list-style-type: none"> Actividad de inicio. Resumen del video. Informe de la actividad RavAz. 	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Actividades de cierre (tema 1, reacción química)**Sesión 4**

4. Actividades de aplicación y generalización									
Objetivo de aprendizaje	Balancear por tanteo ecuaciones químicas.								
Recursos	Presentación de PPT, actividades escritas, simulador								
Descripción de las tareas									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: Prepara tema. Estudiante: resuelve las actividades solicitadas en la clase anterior. </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <p>Trabajo durante la clase</p> <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Presenta a los estudiantes dos adivinanzas y pide a los estudiantes que las resuelvan por equipo (Documento en PDF: "ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS") Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja con sus compañeros para resolver las actividades. </td> <td>5–10 min.</td> </tr> <tr> <td> <p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Regresa a los alumnos a sesión grupal y platican las respuestas a las adivinanzas (Documento en PDF: "CONTINUACION ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS"). </td> <td>35 min.</td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Tiempo	<p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: Prepara tema. Estudiante: resuelve las actividades solicitadas en la clase anterior. 		<p>Trabajo durante la clase</p> <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Presenta a los estudiantes dos adivinanzas y pide a los estudiantes que las resuelvan por equipo (Documento en PDF: "ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS") Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja con sus compañeros para resolver las actividades. 	5–10 min.	<p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Regresa a los alumnos a sesión grupal y platican las respuestas a las adivinanzas (Documento en PDF: "CONTINUACION ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS"). 	35 min.
Actividad	Tiempo								
<p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: Prepara tema. Estudiante: resuelve las actividades solicitadas en la clase anterior. 									
<p>Trabajo durante la clase</p> <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Presenta a los estudiantes dos adivinanzas y pide a los estudiantes que las resuelvan por equipo (Documento en PDF: "ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS") Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja con sus compañeros para resolver las actividades. 	5–10 min.								
<p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Regresa a los alumnos a sesión grupal y platican las respuestas a las adivinanzas (Documento en PDF: "CONTINUACION ACTIVIDAD 1 SESION 5 ADIVINANZAS"). 	35 min.								





	<ul style="list-style-type: none"> ○ Presentación de balanceo por tanteo para que los estudiantes aprendan la técnica y resuelve dudas (Documento en PowerPoint: "Balanceo de ecuaciones químicas SESION 5"). ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Comenta en sesión sus observaciones y participa activamente en la clase. <p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Presenta una actividad de balanceo que deben resolver los estudiantes. Los envía a equipos (Documento en Word: "ACTIVIDAD DE CIERRE SESION 5 BALANCEOS"). ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Escribirá en Jamboard ¿Qué aprendí hoy? Y ¿Cómo me sentí hoy? https://bit.ly/2X3XujJ ○ Tomará notas de lo que se solicita. Aclarará sus dudas. 	25 min.
	<p>Trabajo extraclase</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: prepara actividad de la siguiente sesión. ● Estudiante: 1. Trabaja con el simulador de PHET para practicar lo estudiado. https://bit.ly/3zP2Yxb 2. Revisará la unidad 1 completa del portal académico CCH y resolverá las actividades: https://bit.ly/2VIMbTY 	
Evidencias de aprendizaje del alumno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participación 2. Entrega de evidencia de productos de trabajo. 	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Actividades de inicio y desarrollo (tema 2, enlace)

Aprendizaje 13. Relaciona el concepto de enlace con la energía involucrada en las reacciones de descomposición y síntesis del agua e identifica el papel de la energía de activación. (N3).

Sesión 5

1. Actividades de exploración/ 2. Introducción de nuevos puntos de vista para la modelización		
Objetivo de aprendizaje	Estudiar la energía implicada en las reacciones químicas	
Recursos	Lectura inicial, <i>Nearpod</i> , documento en PDF y video. <i>Canva</i> para el tema final.	
Descripción de las tareas		
	Actividad	Tiempo
	<p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: prepara actividades ● Estudiante: Hace las actividades indicadas en la sesión anterior 	
	<p>Trabajo durante la clase</p> <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Indica que leerán un texto en donde se destaca la importancia del hidrógeno como energético. Se trabajará en modalidad de rompecabezas, por eso el texto está marcado con colores para repartir en 6 equipos de manera que expongan su parte y luego se discuta en grupo (Documento en Word: "El hidrógeno LECTURA INICIO SESION 6") ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lee su parte de la lectura y la presenta. Deberá hacer alguna diapositiva de apoyo. <p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p>	<p>10–15 min.</p> <p>40 min.</p>





	<ul style="list-style-type: none"> Se comenta por qué el hidrógeno puede ser energético y se introduce la clase respecto a las reacciones endotérmicas y exotérmicas. Se trabajará con un video inicial: "Enlaces", que está en la carpeta de Drive (al final del mismo hay una vista de dos átomos de renio formando moléculas Re_2 en una toma hecha con microscopio electrónico de transmisión (ATM), un tipo de microscopio de fuerza atómica que permite ver como puntos negros los átomos de renio que miden 0.1 nm. Este es de un trabajo presentado en enero de 2020. Para más información para el docente: https://bit.ly/2VuH2s4 Después de comentar el video se trabajará con <i>Nearpod</i> https://bit.ly/3tEb9dg y con un documento insertado en esta presentación. 	10 min.
	<p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Solicita a los estudiantes que hagan un meme del tema en <i>Canva</i>. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja por equipos durante 10 minutos y entregará producto. 	
	<p>Trabajo extraclase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Prepara evaluación final. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Completará la última parte de la tabla SQA 	
Evidencias de aprendizaje del alumno	<ol style="list-style-type: none"> Participación en el <i>Nearpod</i> Entrega de meme Entrega de tabla SQA 	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Actividades de desarrollo y de cierre (tema 2, enlace)

Sesión 6

3. Actividades de síntesis/ 4. Actividades de aplicación y generalización	
Objetivo de aprendizaje	Calcular las energías de reacción
Recursos	Presentación en <i>PowerPoint</i> , actividad escrita, crucigrama.
Descripción de las tareas	
Actividad	Tiempo
<p>Trabajo previo a la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara tema. Estudiante: repasa los temas estudiados en esta secuencia. 	
<p>Trabajo durante la clase</p> <p>1. (INICIO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Hace un recuento con los estudiantes de lo aprendido, revisando incluso palabras de glosario, definiciones y dudas que pudieran haber surgido. Presenta el video de Mel Robbins (regla de los 5 segundos) https://bit.ly/3DXOrI2 y discutir con los alumnos lo que significa un post: (Imagen PNG: "Energía de activación") y relacionar con lo que ya se vio al final de la sesión anterior; retomar la imagen de energía de activación como un iniciador de las reacciones químicas: (Imagen PNG: "Energía de activación 2") aplicándolo a su vida diaria. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Externa sus dudas y planteamientos específicos. 	
	10 min.
<p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profesor: 	
	30 min.





	<ul style="list-style-type: none"> ○ Presenta la tabla de energías de enlace (Documento de PDF: "ENERGÍAS DE ENLACE") ○ Explica el tema y el procedimiento de cálculo (Documento de PowerPoint: "CALCULO DE ENERGÍA DE REACCIÓN SESION 7".) ○ Deja ejercicios de aplicación (Documento en Word: "EJERCICIO FINAL ENERGÍA DE REACCIÓN SESION 7") ○ Guía las actividades de los estudiantes. ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Efectuará los cálculos solicitados. <p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Solicita que resuelvan el crucigrama que les presentará como tarea final: (Documento en Word: "CRUCIGRAMA EVALUACION FINAL SESION 7"; "RESPUESTA CRUCIGRAMA") ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Además de hacer la evaluación solicitada, escribe o externa oralmente cómo se sintió a lo largo de la secuencia y qué considera que podría mejorar en su desempeño. 	20 min.
	<p>Trabajo extraclase</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisa las evaluaciones y crucigrama. ● Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Responderá su autoevaluación y coevaluación así como las sesiones en Padlet: https://bit.ly/3zUC8nb y en Google https://bit.ly/3haX4Pz 	
Evidencias de aprendizaje del alumno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrega de cálculos. 2. Elaboración de crucigrama. 3. Entrega de autoevaluación, coevaluación y evaluación de la docente. 	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Es importante decir que en esta parte solo presento lo que yo planeé y que en caso de que se quiera conocer los materiales que usé, están las ligas de Drive, donde están la mayoría de los documentos y otras ligas de las aplicaciones en línea que utilicé. Esta sección es tan solo descriptiva. En el análisis de resultados se muestra con todo detalle en qué consisten las actividades, cómo se trabajaron y resultados obtenidos.

3.2.2. Modificaciones a la planeación

Durante el desarrollo de la secuencia fue necesario hacer reformas a la planeación inicial, no tanto por problemas en sí al planear sino por las razones siguientes:

- La necesidad de reforzar algunos temas durante la clase, dado que los alumnos carecían de algunos conocimientos previos necesarios para la enseñanza de los temas planeados, lo que tomó más tiempo del planeado.
- Los tiempos planeados para los trabajos en equipo resultaron insuficientes (dado que el trabajo en línea tiene limitaciones respecto a lo que se puede hacer de manera presencial) y a la falta de experiencia de los estudiantes en la organización para hacer actividades en equipo.
- En varias ocasiones, fue necesario retroalimentar a los estudiantes respecto a sus tareas (evaluación formativa asincrónica), lo cual no estaba planeado originalmente.
- Algunas tareas se redujeron, modificaron o sustituyeron.
- En el trabajo con los videos, fue necesario llevar la actividad con más lentitud que lo previsto para que hubiera tiempo de revisar las respuestas de los alumnos y retroalimentarlos en el momento (evaluación formativa sincrónica).





La versión final de la secuencia, como debería haber quedado, después de las modificaciones que hice conforme la marcha, y eliminando las partes que me parecen innecesarias para cubrir los temas señalados se presenta en las conclusiones.



4. Análisis de resultados

“La belleza de la vida no hace referencia a los átomos que la componen, sino a la forma en que estos átomos se juntan”.
Carl E. Sagan (1934–1996)



4.1. Análisis de la secuencia

A pesar de que fue necesario hacer modificaciones sobre la marcha respecto a lo planeado inicialmente, se puede decir que en general se respetó el orden original. Sin embargo, fue necesario emplear más tiempo del considerado originalmente, por lo que de 6 sesiones iniciales se terminó en 10, 8 de las cuales fueron de 120 minutos y 2 de 60 minutos, es decir, alrededor de 18 horas de trabajo.

El horario de las clases para ese grupo fue: martes y jueves de 19:00 a 21:00 horas y viernes de 19:00 a 20:00, por lo tanto se tomaron 4 semanas de martes y jueves y dos sesiones de viernes. Cabe señalar que como ese día solo estaba previsto para una hora de clase, la Mtra. Méndez lo tomó para impartir el tema de nomenclatura con todos sus grupos, y para el desarrollo de esta secuencia fue adecuado porque fue más fácil trabajar de continuo con los estudiantes en las sesiones de dos horas.

La sesión del 15 de octubre fue para hacer la evaluación parcial, misma que la Mtra. Méndez elaboró, no obstante, me hizo partícipe de la misma para que yo hiciera alguna aportación, si lo consideraba necesario, respecto a los temas que yo di, sin embargo, no hubo necesidad, dado que ambas íbamos a la par en las clases y cubrimos los temas que se habían propuesto. La sesión del 19 fue de revisión de calificaciones e inicio del nuevo tema, ya por parte de la Mtra. Méndez.

Otra cosa que vale la pena resaltar es que como estos dos temas se tomaron tal cual, del programa, no resultó en inversión de tiempo que estaba destinado a otros temas; de hecho íbamos en paralelo con los otros dos grupos de la Mtra. Méndez y al final los estudiantes presentaron el segundo parcial tal como lo tenían programado.

La labor docente consistió en:

- Planear la secuencia didáctica por completo, esto incluye:
 - Programar sesiones.
 - Asignar los tiempos para cada una de las etapas de cada sesión.
 - Desarrollar los contenidos.
 - Planear actividades, desarrollarlas, resolverlas, ejecutarlas, calificarlas y retroalimentar a los estudiantes.
- Subir actividades o materiales al *Moodle* específico de la asignatura.
- Mantener comunicación con los alumnos en el chat de *WhatsApp*.
- Elaborar algunas evaluaciones y revisar el examen parcial que se aplicaría a todos los grupos para asegurar la concordancia con los temas estudiados, así como verificar que no hubiera faltado ningún aspecto por abordar.
- Asistir puntualmente a todas las sesiones desde el inicio del semestre y estar presente hasta que el último estudiante se hubiera desconectado.
- Participar activamente en las sesiones de la Mtra. Méndez haciendo comentarios para enriquecer los contenidos que ella estaba desarrollando, en el momento que ella me lo solicitara.
- Durante mis sesiones, guiar en todo momento a los discentes hacia la consecución de los objetivos planteados en ambos temas.
- Participar en las actividades por equipo visitando las salas donde estaban los alumnos en sesión.





- Contestar todas las dudas de los estudiantes respecto a las actividades o al tema en específico que se estuviera desarrollando.
- Recibir retroalimentación de la asesora docente y comentar situaciones en las que considerábamos que había alguna dificultad que sortear.
- Comentar algunos aspectos específicos con algunos alumnos que tenían alguna cuestión que considerábamos que era necesario atender.

El ambiente de trabajo que se promovió fue de compañerismo y el trato fue encaminado a generar un clima positivo, en ocasiones nos reíamos de algunas dificultades que teníamos o no tomábamos tan en serio las dificultades técnicas, de manera que se relajaran los estudiantes, en especial cuanto tuvieran que presentar algún trabajo frente al grupo. Esto está fundamentado en el componente afectivo y motivacional que ya me mencionó en el marco teórico, toda vez que está fuertemente ligado con crear un clima adecuado en el cual los estudiantes se sintieran en confianza para preguntar sus dudas y expresar sus pensamientos.

Como se podrá constatar más adelante, la reflexión se promovió en todo momento, pero especialmente cuando había que revisar algún trabajo o cuando contestaban preguntas específicas en alguna dinámica, de manera que se dieran cuenta de lo que estaban respondiendo, pero en ningún momento se hizo comentarios negativos o que pudieran interpretarse como críticas directas a la persona, sino respecto a lo que se expresaba por escrito para que corrigieran su ortografía o para que se dieran cuenta de que algún término estaba mal empleado.

Las dudas se fueron resolviendo sobre la marcha, en general todas las preguntas se respondieron en ese momento y a veces, como lo hemos hecho a lo largo de este semestre la Mtra. Méndez enriquecía algún comentario que yo hacía o viceversa.

Para mí no hubo ningún problema para desarrollar los contenidos, dada mi experiencia en el área educativa en ciencias. Para los estudiantes quizá hubo que profundizar en algunos temas con más detalle, como en el balanceo de ecuaciones, porque al hacer las representaciones hubo varios detalles que notamos que deberían reforzarse.

En cada sesión hubo algún producto que sirvió como evaluación formativa, y de hecho, se hicieron retroalimentaciones sincrónicas y asincrónicas (Clark, 2012) de manera que me diera pistas de cómo se iban entendiendo los temas, esto significa que la evaluación fue variable (no hubo un solo método).

Cabe mencionar que se cuenta con 17 horas de grabación disponibles en Drive, con algunas ediciones para eliminar tiempos muertos o de trabajo en equipo donde no hay mucho que destacar.

4.1.1. Análisis por sesión

Sesión 1 (21/09/2021)

Esta sesión, al contrario de lo planeado originalmente, resultó ser en su mayoría de diagnóstico, puesto que en ella llevé a cabo las tres actividades que tenía pensadas como tales, dado que no solicité a los estudiantes que respondieran la evaluación antes de la clase, lo único que hicieron con anticipación fue la segunda actividad, la de *Kahoot!*, pero su análisis fue durante la clase.





Una vez que di la bienvenida a los estudiantes, les pedí que respondieran a la evaluación diagnóstica que fue implementada en una tesis de estequiometría de 2018 (López, 2018), con la diferencia que en aquella tesis había una sección de aritmética al inicio que yo no incluí en este caso. La dejé de 9 reactivos, casi todos de respuesta abierta, excepto en el último que era de opción múltiple. En el *Anexo 1* se presenta el documento que corresponde a esta evaluación. De 26 estudiantes respondieron 18. Esta evaluación, que es de estequiometría, podría haberse omitido, dado que no era propiamente de reacción química, pero decidí aplicarla en *Google forms*, tan solo porque me parece una aplicación práctica de usar y de revisar las respuestas así como el número de participantes.

Análisis de la evaluación diagnóstica

El primer reactivo fue que pusieran su nombre, por lo que no se considera en este análisis. En los tres primeros reactivos en donde se pregunta cuál es la relación entre dos ingredientes es interesante leer que para los estudiantes no resultó tan obvio de comprender a lo que se refería “relación”, porque sus respuestas resultaron de lo más variado, muy pocos comprendieron que la idea versaba en algo matemático. A continuación se detallan las respuestas.

2. ¿Cuál es la relación entre nueces de castilla y chiles poblanos?

La gráfica de respuestas es la que se muestra en la *figura 30*. En ella no se ve con detalle lo que dicen los textos, porque hay una gran cantidad de columnas, pero a la derecha se enlistan las respuestas que no coinciden con lo esperado.

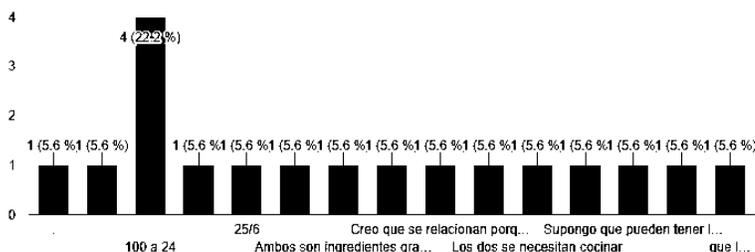


Figura 30. Respuestas a la segunda pregunta del examen diagnóstico.

Listado de respuestas incorrectas:

Relacionadas con la cocina:

- Ambos son ingredientes grandes y serían visibles.
- Creo que se relacionan porque ambos salen de un árbol.
- Los dos se necesitan cocinar.
- Que las nueces sirven para hacer la salsa que rellena al chile.
- Ambos forman un chile relleno.
- Es parte de la receta.
- Que ambas tienen la semilla dentro.

Relacionadas con la química

- Supongo que pueden tener la misma reacción química.
- Ambos son sólidos.

Al revisar la redacción de esta pregunta, me di cuenta de que la original daba lugar a las confusiones que se suscitaron, por lo que para tener la claridad que se buscaba, debería haber sido: “¿Cuál es la relación entre el número de nueces de castilla y el número de chiles poblanos?” Así no habría duda de que se trataba de algo aritmético. Esto me queda como aprendizaje para redactar con más cuidado futuros reactivos. Esto mismo se aplica para las preguntas 3 y 4.



3. ¿Cuál es la relación entre las granadas y los dientes de ajo?

La gráfica de respuestas se muestra en la *figura 31*. A la derecha se enlistan las respuestas que no coinciden con lo esperado.



Figura 31. Respuestas a la tercera pregunta del examen diagnóstico.

Listado de respuestas incorrectas:

Relacionadas con la cocina

- Ambos son pequeños y se desgranar.
- Ambos tienen cáscara que los recubre.
- Los dos pueden provenir de la tierra y la cantidad es casi la misma.
- Que son fáciles de moler.
- Son ingredientes pequeños y no serán visibles en algún punto de la receta.
- Sirven para darle sabor a los chiles.
- Tienen lo que se usa dentro.

Relacionadas con la química

- Es parte del resultado final.
- Los dos tienen un estado físico similar.

4. ¿Cuál es la relación entre los huevos y los pedazos de acitrón?

En este caso no hubo gráfica, supongo que por la diversidad de respuestas. En seguida se muestra el listado de respuestas que no coinciden con lo esperado.

Listado de respuestas incorrectas:

Relacionadas con la cocina

- Tal vez el acitrón se relaciona con el huevo porque o son sustancias babosas o también porque están hechos de huevo.
- Los dos son blandos.
- Ambas tienen como un cascaron.
- Su relación es para hacer la crema.
- No son comestibles

Relacionadas con la química

- Son parte de la mezcla.
- Su interior es viscoso.
- Supongo que los dos tienen reacciones químicas parecidas.

5. ¿Qué cantidad de nueces de castilla se necesitan para preparar 30 chiles?

En este reactivo, la mayoría tuvo respuestas correctas, aunque el *Google Forms* los detecta como diferentes porque yo no puse desde el principio la palabra "nueces", pero como puede verse en la *figura 32* hay 10 respuestas exactas tal como yo indiqué que podría ser la opción de respuesta, y hay otras cuatro respuestas que dicen con sus palabras 125. Así dice en la última columna: "yo digo que 125". Solo hay tres respuestas donde el resultado no les dio lo esperado.

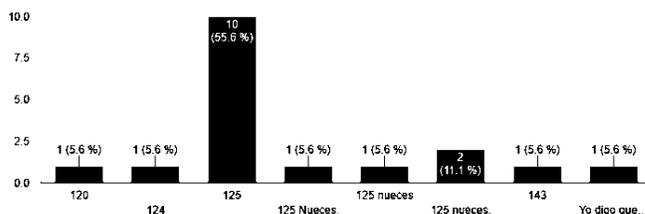


Figura 32. Respuestas a la quinta pregunta del examen diagnóstico.

Listado de respuestas incorrectas:

- 120
- 124
- 143

6. ¿Qué cantidad de trozos de acitrón se requieren para preparar 36 chiles?

En este caso 16 respuestas son correctas, aunque como se ve en la figura 33, 4 respuestas fueron redactadas con más palabras que lo esperado (no escribieron solo un número).

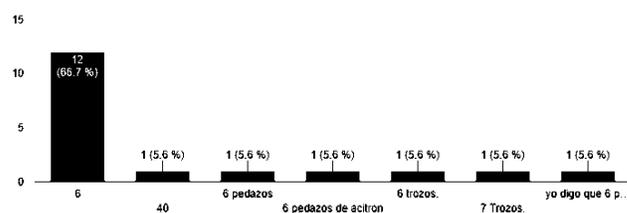


Figura 33. Respuestas a la sexta pregunta del examen diagnóstico.

Listado de respuestas incorrectas:

- 40
- 7

7. ¿Qué es una reacción química?

En general tienen idea de lo que es, aunque no hay quién dé una definición completa. A continuación, se presenta el listado de respuestas. Como puede notarse, las respuestas están más o menos en torno al concepto correcto, aunque la última muestra una confusión entre mezcla y reacción química.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Es la transformación de sustancias a otras diferentes y se representa por una ecuación. • Es el resultado de un “proceso” Químico. • Es cuando algún material sufre algún cambio pero ya no vuelve a su estado normal. • El cómo actúan las sustancias al configurarlas. • Es un proceso en el que dos o más sustancias interaccionan en dónde su estructura molecular y enlaces se modifican para dar un producto. • Cuando dos o más sustancias se unen y forman nuevas sustancias. • Es aquella que se produce cuando las sustancias en ella se transforman, formando un nuevo enlace químico. • Es cuando se transforman continuamente 2 sustancias químicas. • Una transformación entre sustancias en la que se modifica la estructura química de estas para resultar una distinta. | <ul style="list-style-type: none"> • Es donde actúan dos tipos de sustancias para dar como resultado un producto. • Es el proceso entre dos o más sustancias que se transforman o cambian. • Es una reacción que se da cuando tienes dos o más elementos químicos. • Es cuando los enlaces químicos de los átomos se rompen. • Una reacción química es cuando se afecta la composición interna de una materia. • Es un proceso en el cual las sustancias se transforman cambiando su estructura molecular. • es un proceso en el que la o las sustancias se transforman/cambian después de unirse. • La reacción química es un cambio químico o fenómeno químico no reversibles. • Una reacción química es cuando dos o más sustancias, se mezclan y generan un comportamiento distinto. |
|--|---|

En la última respuesta es posible que el estudiante haya querido decir que “cuando dos o más sustancias se ponen en contacto y generan un comportamiento químico” pero no supo redactarlo con claridad. Desde ese punto de vista, se puede considerar que es correcta la idea que tiene.

8. ¿Qué es una ecuación química?

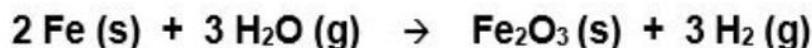




En general los estudiantes tienen una idea bastante aproximada de lo que es la ecuación química, aunque algunos de ellos tienen conceptos incompletos o imprecisos. Las respuestas más acertadas están en la columna izquierda, las menos precisas en la derecha.

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Es la expresión de una reacción química, como se representa el cambio. • La reacción química pero escrita con letras número y/o símbolos. • Una representación gráfica o simbólica de las transformaciones químicas. • La descripción de sustancias que se transforman y los productos que obtenemos. • La forma simbólica en la que se escribe una reacción química, para saber que la compone. • Es la representación escrita sobre una reacción química. • Una representación o modelo que simboliza el proceso de reacción química para facilitar su lectura y comprensión. • Es una representación simbólica de la reacción química. • Es la descripción simbólica de una reacción química. • Es la representación de una reacción química. • Es una descripción de lo que compone a una reacción química. • Es la descripción de una reacción química. • La representación de una reacción química. | <ul style="list-style-type: none"> • Es una forma de representar las sustancias. • Supongo que es la representación gráfica que se da del cambio de ciertos elementos. • Es la descripción simbólica de una ecuación. • Una ecuación química es una representación en símbolos de cambios que le suceden a la materia. |
|---|--|

9. Describe con palabras cómo se lee la siguiente ecuación química:



En este caso, se puede apreciar que hay algunos alumnos que ya usan términos como molécula e incluso uno hace referencia a moles. La mayoría no tiene bases para interpretar la lectura de la ecuación. Las respuestas más cercanas están en la columna izquierda y las menos, en la derecha. Se puede ver que algunos confunden el estado físico del hierro (s) con el símbolo de azufre y el estado físico del hidrógeno (g) alguien lo confundió con el símbolo de gramos. La primera respuesta del lado izquierdo es la más aproximada, y las siguientes dos un poco menos al decir que son moléculas, pero aun así están más aproximadas a las del lado derecho.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 2 moles de Hierro en estado sólido más 3 moles de Óxido de Hidrógeno en estado gaseoso producen 3 moles de Óxido de Hierro en estado sólido más 3 moles de Hidrógeno en estado gaseoso. • Dos moléculas de hierro reaccionan con tres moléculas de agua y se produce la reacción de óxido ferroso con tres moléculas de hidrógeno. • Dos moléculas de fierro en estado sólido más 3 moléculas de agua en estado gaseoso se convierten | <ul style="list-style-type: none"> • 2 moléculas de hierro más, 3 moléculas de agua sería equivalente a una molécula de óxido de hierro con 2 de número de oxidación más 3 moléculas de oxígeno con 2 de número de oxidación. • Sulfuro de Hierro más agua da como reacción una oxidación de hierro y agua. • 2 mol de hierro. |
|---|---|





en óxido férrico en estado sólido más 3 moléculas de hidrógeno en estado gaseoso.

- 2 moléculas de sulfuro de hierro más 3 gramos de agua, reaccionan y producen una fórmula balanceada.
- Se me complica un poco este tema de la lectura, perdón.
- Sulfuro de hierro
- Trióxido de dihierro
- Sulfuro de hierro II más agua III es igual a óxido de hierro III más hidrógeno III.
- 2 de hierro + 3 hidrógeno y 2 oxígeno igual a óxido de hierro III + 3 de hidrógeno.

10. ¿Se produce algún precipitado en la reacción anterior? ¿Cuál?

De las opciones planteadas, una por cada producto de la reacción más la idea de que no había precipitado, la mayoría seleccionó la opción correcta, el óxido de hierro III. Solo dos indicaron que el hidrógeno gaseoso es el precipitado y dos dijeron que ninguno lo era. En la *figura 34* se muestra la gráfica correspondiente a las respuestas de este reactivo.

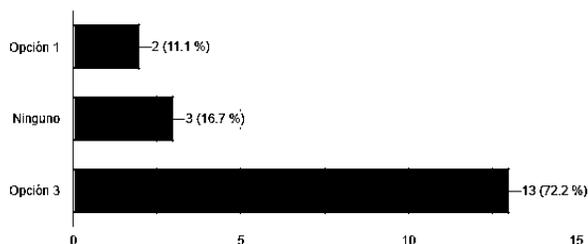


Figura 34. Opciones de respuesta a la décima pregunta.

En la *tabla 10* se muestra el grado de aproximación de las respuestas del examen diagnóstico, donde cinco estrellas indican el mayor grado de aproximación y una el menor o que no hubo respuesta. Como se mencionó anteriormente, en el caso de los primeros tres reactivos, hubo muy pocos alumnos que comprendieron el sentido de la pregunta, aunque cabe pensar también que al plantearla probablemente hubiera sido mejor, en lugar de la palabra “relación” usar “razón” para encaminar más la respuesta, sin embargo, como no están familiarizados con las razones y proporciones, es posible que tampoco hubieran dado con las respuestas matemáticas, pero como no se hizo el cuestionario con esas palabras, no se puede saber.

Considero que en este examen diagnóstico faltó poner un poco más de énfasis en las reacciones químicas, puesto que está más encaminado hacia lo matemático que lo químico. Esta evaluación fue tomada de López (2018) en cuyo trabajo hace reflexiones en torno a la estequiometría puesto que es el tema de su tesis. En mi caso podría haber elaborado otro tipo de evaluación diagnóstica solo centrada en reacciones químicas, no obstante, me pareció importante detectar qué tanto sabían de razones y proporciones, dado que en el tema de balanceo de ecuaciones en realidad se ajustan razones estequiométricas, aunque no se hagan los cálculos específicos de este tema. Cabe señalar que en principio mi secuencia iba a ser de estequiometría, pero en este semestre que se aplicó no se estudia el tema, sino hasta segundo semestre y de haber dejado hasta entonces (febrero) la impartición del tema no tendría suficiente tiempo para el análisis final así que hice ajustes para dar el tema de reacción química y dejé algunas cosas de la planeación original.





Tabla 10. Recuento de las respuestas del examen diagnóstico.

	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
Alumno 1	*	*	*	*****	*****	**	*****	**	*****
Alumno 2	*	*	*	*****	*****	***	*****	*****	*****
Alumno 3	*	*	*	*****	*****	*****	*****	*	*****
Alumno 4	*	*	*	*****	*****	*****	*	*	*
Alumno 5	*	*	*	*****	*****	*****	***	*****	*****
Alumno 6	*	***	***	***	*****	*****	*****	*****	*****
Alumno 7	*	***	***	*****	*****	***	***	***	*****
Alumno 8	*****	**	**	*****	*****	*****	*****	*****	*
Alumno 9	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*	*****
Alumno 10	*	*	*	*****	*****	***	***	***	*****
Alumno 11	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*	*****
Alumno 12	*	*	*	*****	*****	*****	*****	*	*****
Alumno 13	*	*	*	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Alumno 14	*****	*****	*	*****	*****	**	*****	*	*
Alumno 15	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*	*****
Alumno 16	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Alumno 17	*	*	*	*****	**	***	*****	***	*
Alumno 18	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*

En este examen diagnóstico se podría haber eliminado las tres primeras preguntas para este análisis, sin embargo, se puede ver que al final los estudiantes comprendieron el sentido de usar la palabra “relación” porque en efecto la entendieron como “razón”, y por ello me parece que podría quedarse tal cual.

En la actividad de *Kahoot!*, la segunda de esa sesión, participaron 16 estudiantes. La estadística arroja que hubo un 69 % de respuestas correctas. La actividad constó de 12 reactivos en donde los estudiantes debían identificar qué tipo de cambio estaba ilustrado en las imágenes y se hacía una aseveración respecto a que era un cambio físico o un cambio químico para responder falso o verdadero. En la *figura 35* se muestra la vista general de la actividad.

Esta aplicación me pareció adecuada porque es un juego en el que los estudiantes deben poner en práctica sus conocimientos respondiendo con rapidez alguna pregunta que se les plantea, hay diversas opciones, pero yo seleccioné la de verdadero-falso. Pensé en poner imágenes para que reconocieran los cambios físicos y químicos, y en cada opción se daban 20 segundos para seleccionar la opción que les pareciera más viable. Consideré que como la actividad no les tomaría demasiado tiempo para responder, la mayoría resolvería la tarea.

Se hizo el análisis de la actividad en clase, la cual no estaba considerada en la planeación, pero se hizo necesario precisamente al ver la estadística. Resultó interesante saber que algunas imágenes no resultaron del todo claras para los estudiantes. En la primera imagen comentaron que en lugar de las pastillas efervescentes vieron galletas. En el tercer caso pensaron en la fricción y consideraron que era un cambio físico, aunque luego se les aclaró que por el hecho de haber puesto a su lado la imagen del cerillo encendido, era un cambio químico. En la sexta imagen no identificaron que el líquido del vaso de arriba era incoloro, y tampoco que se trataba de un precipitado, por lo que fue difícil que identificaran si se trataba de un cambio de color o un precipitado; un alumno pensó que eran agua y aceite. López y Vivas (2009) hacen referencia a que los cambios de color suelen ser percibidos como cambios físicos). En la octava imagen se confundieron porque como en la segunda figura había un vaso con algo blanco espumoso y el pan, no identificaron que el vaso tenía fermento, pensaron que era chocolate y les costó trabajo determinar a qué tenían que prestarle más atención, cuando para mí era evidente que había que ver que la masa de la primera



figura se transformaba en pan, por lo que me di cuenta de que debí escoger una figura que tuviera solamente el pan.

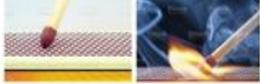
1 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
2 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
3 - Verdadero o falso Este es un cambio químico.	
4 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
5 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
6 - Verdadero o falso Este es un cambio químico.	
7 - Verdadero o falso Este es un cambio químico.	
8 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
9 - Verdadero o falso Este es un cambio químico.	
10 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	
11 - Verdadero o falso Este es un cambio químico.	
12 - Verdadero o falso Este es un cambio físico.	

Figura 35. Vista general de la actividad de identificación de cambios físicos y químicos.

De todos modos, me parece que la actividad fue bastante enriquecedora para todos, pues se armó una discusión muy interesante en torno a cada uno de los reactivos. Otra cosa que los estudiantes externaron fue que se les hacía muy poco tiempo los 20 segundos que otorgaba el juego, sin embargo, por otro lado, también se les hizo emocionante que tuvieran que hacerlo rápido. De todas maneras, les comenté que no tenían que angustiarse porque era solo un juego y no contaría como calificación y que ahora que ya lo conocían, iba a ser más fácil que la siguiente ocasión ellos ya tuvieran la experiencia para trabajar más rápido. Desde mi punto de vista el ponerles tiempos limitados hace que traten de pensar más rápido y aunque puede ser estresante para algunos, ese factor puede agregarle emoción, como algunos dijeron que



les había pasado. Otra cuestión es que quizá hubiera bastado tan solo con 8 ejemplos, para no hacer tan larga la actividad.

Durante todas las sesiones, la Mtra. Méndez y yo hacíamos comentarios acerca de cómo iba la clase, qué cosas estábamos notando, ella me hacía alguna observación, como las que mencioné en el párrafo anterior, lo cual resultó muy enriquecedor, ya que además de que ella tiene un modo de expresarse muy propositivo y ninguna de sus críticas o comentarios se sintieron en absoluto negativos, ella misma los toma como notas personales, de manera que, como muchas veces lo dijo, ella también estaba aprendiendo o considerando algunos aspectos que quizá de otro modo no notaría, puesto que es un tanto difícil que uno mismo vea algunos aspectos de la propia práctica. Esto me remite a lo expuesto anteriormente respecto a la docencia reflexiva, pues esta costumbre de comentar lo sucedido no solo me sirvió a mí como retroalimentación, sino que la Mtra. Méndez también compartía algunas reflexiones de lo que a ella le generaba controversia o le hacía prestar más atención sobre su propia práctica docente.

Cabe señalar que, aunque este tema no estaba propiamente dentro del temario ni de los objetivos planteados en el programa, a mí me pareció importante empezar por aquí, porque consideré que no solo exploraba conocimientos previos, sino que podría servir como vínculo con lo que se trataría a continuación. Al final considero que era prescindible, sobre todo por el tiempo que tomó hacer la retroalimentación, pues hubiera sido destinado a otras actividades. O quizá hubiera sido de más utilidad elegir entre una de las dos actividades que se han descrito a manera de evaluación diagnóstica.

La actividad de inicio de sesión 1, que también la planeé con fines diagnósticos, fue útil y dio para discutirla con los estudiantes, quienes la respondieron por equipos. La primera parte la elaboré con base en las ideas de Garritz (2007), mientras que la ilustración para que identificaran si eran mezclas, compuestos o elementos los que se mostraban fue tomada de la página *StoryboardThat*. Se presenta también en el *Anexo 2* como "Actividad sesión 1". De acuerdo con Dávila, et al (2017), es fundamental conocer las ideas previas de los estudiantes para saber hacia dónde dirigir la secuencia didáctica, y también para encaminar los esfuerzos hacia el cambio conceptual de manera que también tenga un componente afectivo, puesto que hay estudiantes que manifiestan tanto emociones positivas como negativas al respecto. Considero que esto tiene raíces en sus antecedentes de la secundaria (me refiero a ambos componentes).

En el análisis de resultados de dicha actividad, se presenta la *tabla 11* con la compilación de respuestas de la primera parte. Los que están en un mismo renglón corresponden al mismo equipo de alumnos. La pregunta era: ¿En cuáles de las siguientes situaciones hay un cambio químico y en cuáles se trata de un cambio físico? Argumenta tus respuestas.

Tabla 11. Compilación de respuestas de los alumnos a la primera pregunta de la actividad.

Disolver sal en agua	El grafito se convierte en diamante	Un huevo se cuece
<ul style="list-style-type: none"> Físico. La disolución es una mezcla, por lo tanto no implica un cambio de la estructura básica de ninguno de los componentes, además, ambos materiales se pueden recuperar mediante métodos de separación 	<ul style="list-style-type: none"> Es un cambio químico. Su estructura básica se transforma, sus propiedades son radicalmente distintas, también su color y forma, etc. Por último, no se puede regresar a su estado de grafito mediante métodos físicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Es un cambio químico. Porque al cocinarlo ocurren varios cambios químicos, especialmente por el cambio de temperatura, que altera el comportamiento de las partículas, y lo podemos notar en el color que pasa a ser





		blanco, además, no puede volver a tener la forma anterior.
<ul style="list-style-type: none"> Físico. Porque se puede separar y mantienen sus propiedades por medio de la cristalización 	<ul style="list-style-type: none"> Químico. Después de la transformación ya no va a volver a su estado original 	<ul style="list-style-type: none"> Químico. Después de reaccionar con el calor, el huevo ya no puede regresar a su estado original
<ul style="list-style-type: none"> Físico, ya que se puede separar con el proceso de cristalización. 	<ul style="list-style-type: none"> Químico, ya que cambia su estructura 	<ul style="list-style-type: none"> Químico, ya que su composición cambia
<ul style="list-style-type: none"> Cambio químico. Es una mezcla homogénea 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio físico. Se expone a temperaturas altas, pero no cambia su composición química. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio químico. Se expone a temperaturas altas.
<ul style="list-style-type: none"> Es un cambio químico porque la sal ya no está en el mismo estado y el agua ya tiene otras propiedades 	<ul style="list-style-type: none"> Químico porque su composición molecular se ajusta para convertirse en diamantes y cambian sus propiedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Es un cambio químico, porque ya no regresa a su mismo estado.
<ul style="list-style-type: none"> cambio químico porque cloruro de sodio es diferente de los productos de catión del sodio y anión de cloro Por el contrario, disolver un compuesto covalente como el azúcar no produce una reacción química. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio químico Se trata de un proceso termodinámicamente desfavorable, ya que la forma de grafito es químicamente más estable que la forma de diamante; la reacción es endotérmica 	<ul style="list-style-type: none"> cambio químico porque se modifica la composición química del huevo producto del calor.
<ul style="list-style-type: none"> Físico. Porque hay formas para que regrese a su forma original 	<ul style="list-style-type: none"> Químico. Porque no puedes convertir el diamante en grafito de nuevo. 	<ul style="list-style-type: none"> Químico. No puede regresar a su estado original después de un proceso de cocción.
<ul style="list-style-type: none"> La primera es un cambio físico ya que tanto el agua como la sal mantienen sus mismas propiedades y puede ser posible recuperar la sal por un método de evaporación. 	<ul style="list-style-type: none"> Suponemos que este es un cambio químico ya que cambios en el ambiente que lo rodea equivalentemente cambia las propiedades del grafito y lo vuelve un diamante. 	<ul style="list-style-type: none"> Este es un cambio químico ya que se cambian sus propiedades y su estado químico al transformarse con el calor que se le ha dado al transformarse en un sólido

En la primera columna, donde se pregunta acerca de la disolución, se puede notar de ocho equipos, cinco consideran que se trata de un cambio físico y tres piensan que se trata de un cambio químico, esto es interesante, porque aunque posiblemente los que dieron con la respuesta correcta, es decir que es un cambio físico, posiblemente lo tengan bien comprendido, dado que hay quienes dicen que se puede recuperar la sal al evaporar el agua, puede ser que lo hayan aprendido así y no tengan una clara asimilación, esto no lo puedo asegurar a ciencia cierta, porque no hice ningún tipo de profundización al respecto. Lo que llama la atención es por qué los equipos que piensan que es un cambio químico piensan que el hecho de que “desaparezca” la sal hace que deje de ser lo que era originalmente, es decir, se transforme, lo que tiene relación con la otra respuesta que hace alusión a la existencia de iones, que no es errónea como tal, pero que indica que donde no hay iones es un cambio físico, como es la disolución del azúcar. La tercera respuesta que indica que es un cambio químico, muestra una confusión entre mezcla y compuesto, porque indican que es cambio químico pero una mezcla homogénea.

Estas respuestas coinciden con lo que anteriormente presenté respecto a las concepciones alternativas de disolución, donde entre otras cosas mencioné que para los estudiantes es muy difícil entender que la sal que está en un salero sea la misma que se obtiene una vez que se ha evaporado el agua, porque no se ven iguales.



La consideración de que la disolución es un cambio químico coincide con el estudio de Dávila, *et al* (2017) en donde la mayoría de los estudiantes pensaron que la disolución de sal en agua lo es. También lo indican López y Vivas (2009) en un estudio que hicieron con estudiantes de noveno grado en Venezuela, así como De la Mata, *et al* (2017) quienes indican que esto puede deberse a que tradicionalmente se enseña que el cambio químico modifica la naturaleza de las sustancias y que además lo relacionado con los cálculos y la preparación de disoluciones son temas estudiados en Química.

En la segunda columna, la identificación del tipo de cambio de grafito a diamante es catalogado por 7 equipos como cambio químico, mientras que uno lo considera como cambio físico, aunque el hecho de decir que ocurre por exposición a altas temperaturas es incorrecto, decir que es la misma sustancia es correcto si pensamos en que ambos materiales están formados por átomos de carbono, exclusivamente, aunque su acomodo hace que tenga propiedades diferentes. Como lo menciona Garritz (2007) se puede considerar que este ejemplo está en la frontera entre cambio físico y químico. Aunque el Dr. Sosa y yo consideramos que es un cambio químico y no está realmente en la frontera. El sexto equipo parece haber copiado la respuesta de algún lado, ya que ellos todavía no saben nada de termodinámica. Otra cuestión es que el primer equipo, en el caso de la transformación del grafito tienen la idea de que todas las reacciones son irreversibles, aquí se puede pensar que es una concepción alternativa que traen de la secundaria, porque en esta clase no se les había hecho mención de ello, por lo que refuerza mi comentario respecto a que los docentes también suelen ser fuente de concepciones alternativas, que luego resultan difíciles de erradicar.

En la tercera columna es evidente que todos los estudiantes identificaron que la cocción del huevo es un cambio químico, sin embargo, es de resaltar que la definición que ellos tienen de cambio químico es que se trata de algo irreversible, lo cual no siempre es cierto, dado que hay reacciones reversibles. Coincido con De la Mata, *et al* (2011) quienes expresan que, aunque los estudiantes son capaces de identificar cambios físicos y químicos no les es fácil explicar por qué lo consideran así. Esto se puede corroborar al leer las explicaciones que dan, que no necesariamente están bien redactadas.

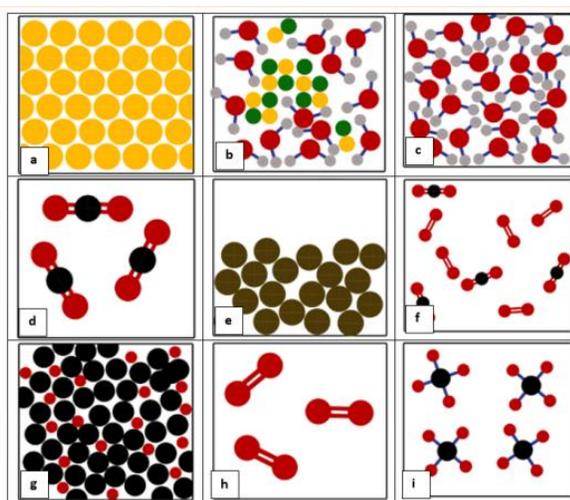


Figura 36. Modelos para identificar si se ilustran mezclas, compuestos o elementos.

La segunda parte, donde los estudiantes deben identificar qué modelos corresponden a mezclas, compuestos o elementos (*figura 36*), pudo haber sido suprimida, dado que ellos ya habían trabajado con ese tipo de representaciones con su profesora. Sin embargo, lo retomé dado que más adelante emplearía



ese tipo de modelos para otros temas. Las figuras *a*, *e* y *h* son elementos, la *c*, *d* e *i* son compuestos mientras que la *b*, *f* y *g* son mezclas. En la *tabla 12* se compilan las respuestas y en seguida las argumentaciones que se les solicitó para que explicaran el porqué de sus elecciones.

Tabla 12. Compilación de respuestas de la actividad de identificar modelos.

	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Equipo 5	Equipo 6	Equipo 7	Equipo 8
Elementos	<i>a, e, h</i>	<i>a, e, h</i>	<i>a, e, h</i>					
Compuestos	<i>c, d, i</i>	<i>g, i, c</i>	<i>c, g, d</i>	<i>c, d, i</i>	<i>c, d, i</i>	<i>c, i, g, d</i>	<i>c, d, i</i>	<i>i, c, d</i>
Mezclas	<i>b, f, g</i>	<i>f, b, d</i>	<i>b, f, i</i>	<i>b, f, g</i>	<i>b, f, g</i>	<i>b, f</i>	<i>b, f, g</i>	<i>b, g, f</i>

Argumentos

- Lo determiné en base a lo aprendido en clase: en el modelo de algún elemento todas sus bolitas son iguales, en el modelo de un compuesto las bolitas pueden ser diferentes, pero deben estar unidas, y en el modelo de una mezcla debe haber distintos compuestos y/o elementos.
- Los elementos son del mismo color, los compuestos son 2 colores y las mezclas son una combinación de más de una sustancia
- Elementos: Solo tienen sustancias iguales. Compuestos: Tienen dos sustancias diferentes. Mezcla: Tiene tres o más sustancias.
- Los elementos son de sólo una sustancia. Las mezclas tienen de 3 a más sustancias. Los compuestos se componen de 2 sustancias iguales o diferentes.
- Los elementos son átomos de la misma clase, en este caso las bolitas del mismo color, los compuestos son más de un elemento unidos en este caso dos o más bolitas pegadas de dos colores distintos. Las mezclas tienen 2 o más elementos sin ser unidos estructuralmente y distintos compuestos.
- Los incisos *a*, *e*, *h* tienen solo un mismo átomo mientras que *b*, *f* tienen muchos átomos diferente en cuanto a *c*, *i*, *g*, *d* tienen solo dos átomos los dos diferentes entre sí
- Son elementos porque son iguales. Es compuesto porque son conjuntos de dos o más elementos. Las mezclas son porque tienen más de un compuesto
- Nosotros hemos concluido que *a*, *e* y *h* son elementos ya que las moléculas que se muestran son idénticas en los tres ejemplos. Mientras tanto en los compuestos que en los incisos *i*, *C* y *D*, se muestran moléculas dos o más elementos en los tres ejemplos. Sobre las mezclas concluimos que son los incisos *B*, *G* y *F*, ya que en los tres ejemplos se muestran varias moléculas juntas (de diferentes colores y formas) que son diferentes e interactúan entre sí

Como se puede apreciar, casi todos identifican sin problema los materiales que están representados en los modelos, excepto los equipos 2 y 6. El primero intercambió a los modelos *g* y *d* mientras que el segundo, consideró que el modelo *g* era un compuesto y no una mezcla. En el caso del modelo *g*, puede ser porque los círculos están muy juntos y eso podría haberlos llevado a creer que se trataba de dos componentes que forman parte del compuesto, en el caso de la confusión con el modelo *d*, es claramente un error. Cabe destacar que de acuerdo con los argumentos, los estudiantes dan razones que versan en considerar que el número de componentes determina si es elemento, mezcla o compuesto aunque algunos sí identifican que en un elemento se deben ver entidades idénticas y de un solo tipo, que en un compuesto puede haber bolitas de más de un color que están unidas (los modelos con enlaces ayudaron mucho, no sé si poniendo las esferas solo muy pegadas resultaría igualmente claro para los estudiantes) y que en el caso de las mezclas hay distintos colores y tamaños de esferas revueltas.

Por último, en las definiciones, casi todos los equipos consideraron en la de material, la de materia, pese a que su profesora, la Mtra. Méndez ya les había explicado lo que era un material. Dos equipos dieron definiciones muy enciclopédicas, por lo que se ve que copiaron de algún lado la respuesta. Las demás





definiciones son más o menos correctas, aunque cabe destacar que en el caso de las definiciones de razones y proporciones un equipo dijo que no sabían y otro dio respuestas que no tenían que ver con conceptos matemáticos. Decidí aplicar esta actividad precisamente para hacer que los estudiantes produjeran por escrito sus explicaciones, es decir, que es una forma muy sencilla y breve de fomentar su literacidad y que no dependieran de lo literal, aunque como ya lo mencioné, a pesar de haber dado la indicación de no consultar en ninguna fuente las respuestas, algunos de ellos lo hicieron, lo cual fue evidente en las respuestas de esta sección. No obstante, en otras actividades continué fomentando estas dos habilidades.

Los hallazgos en esta actividad coinciden con las ideas expresadas en De la Mata, et al (2011) quienes señalan que en este nivel, aunque se supone que los estudiantes ya han accedido a la etapa de operaciones formales (de acuerdo con las etapas de desarrollo de Piaget), estos tienen dificultades para organizar sus ideas previas a partir de sus propias concepciones respecto a la estructura de la materia, lo cual incide en su comprensión de la química como asignatura y en particular para explicar ciertos fenómenos, como es el hecho de identificar lo que ocurre con una disolución y más aún, para distinguir claramente entre cambio físico y químico, por lo que no es trivial explorar las ideas que tengan al respecto.

Cabe mencionar que durante la actividad, se envió a los alumnos a sala para que trabajaran de manera separada, y la Mtra. Méndez y yo nos turnamos para ir visitando todas las salas para escuchar cómo trabajaban los estudiantes y resultó muy interesante escuchar cómo elaboraban las respuestas. No obstante, algunos equipos no usaban la opción de compartir pantalla y por ello no era posible ver qué estaban haciendo, pese a que se les pidió que lo hicieran. Como dato adicional, se les pidió que trabajaran en *Drive*, por lo que de esa manera era posible que todos colaboraran con un mismo documento, lo que facilitó mucho el intercambio de ideas y la contribución de todos, al tener acceso simultáneo. No todos los equipos trabajaron así, hubo algunos en donde se dividieron las tareas y cada uno hacía sus cosas por su cuenta, y se les pidió que modificaran su metodología para que fuera más colaborativo. No se logró del todo puesto que en parte todavía no había suficiente confianza entre los compañeros. Más adelante tuvimos que solucionar algunas dificultades entre miembros de algunos equipos porque hubo quienes de plano no trabajaban y otros que hacían todo.

La segunda parte de la clase se llevó a cabo usando una presentación de PowerPoint donde había algunos videos intercalados (HerrPinguí, 2009; Mario Israel Rojas Luna, 2011; Mario Israel Rojas Luna, 2020; Centro de Ciencia Principia, 2016). La nombré sesión 2, aunque en realidad formaba parte de la sesión 1. Las imágenes correspondientes a las diapositivas se muestran en el *Anexo 3*. En esta presentación, se retomó la reacción que en el *Kahoot!* no había resultado tan evidente para los estudiantes, me refiero a la imagen donde se forma el precipitado amarillo. Cabe señalar que una estudiante mencionó que si se trataba de una mezcla (respecto a la diapositiva 8), le comenté que en términos estrictos no lo era, porque se trataba de una reacción química, pero después, comentando con la Mtra. Méndez reflexionamos que sí era una mezcla del precipitado con el otro producto más los reactivos, sin embargo, era importante que ellos tuvieran claro que una mezcla no es una reacción química. En la siguiente clase hice la aclaración.

Esta clase concluyó antes de que terminara la presentación, puesto que me entretuve en ir explicando los videos y no los dejé que se proyectaran solos. Al final les expliqué cómo debía hacerse la actividad experimental que deberían hacer en su casa y les mostramos cómo podrían armar su dispositivo, pues la Mtra. Méndez lo hizo con otros materiales distintos a los que se pedían para darles alternativas.





Adicionalmente edité un video que descargué de *YouTube*, en donde les explicaban cómo armar su equipo para electrólisis.

Cabe señalar que al final de la mayoría de las sesiones les pedí a los estudiantes que escribieran lo que habían aprendido ese día y cómo se habían sentido. Esta vez lo hicieron en *Jamboard*. Los resultados son los que se muestran en las *figuras 37 y 38*.

¿Qué aprendí hoy?

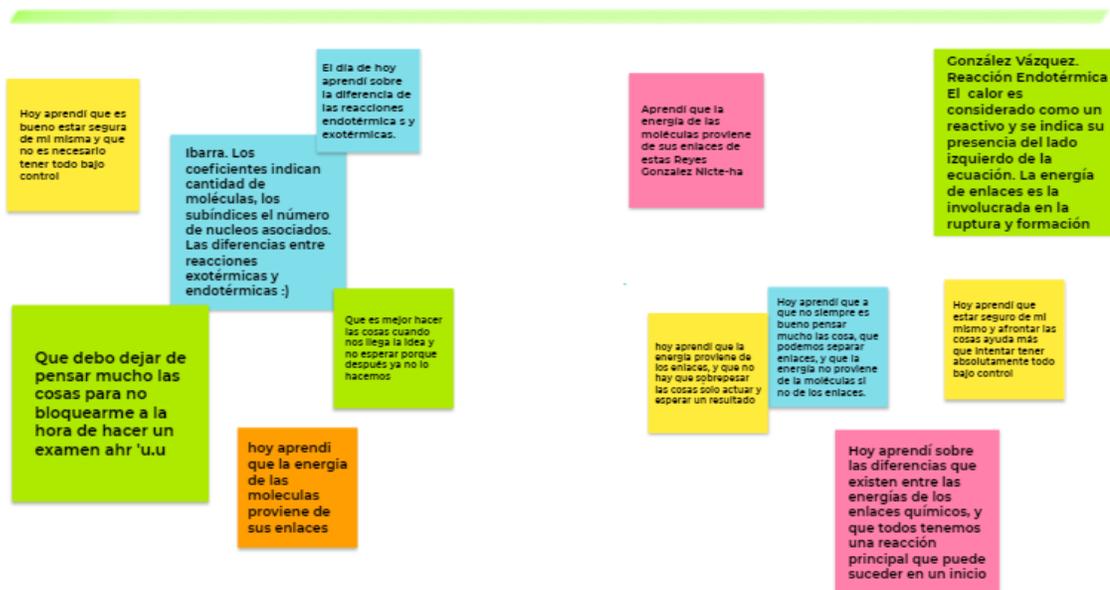


Figura 37. Pizarrón colaborativo de *Jamboard* donde algunos estudiantes escribieron lo que aprendieron ese día.

¿Cómo me sentí hoy?

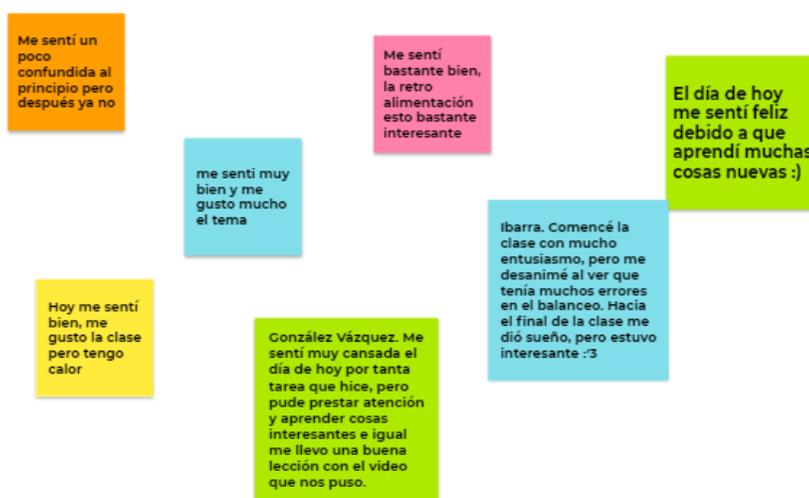


Figura 38. Pizarrón colaborativo de *Jamboard* donde algunos alumnos expresaron cómo se sintieron en esa clase.





Elegí esa aplicación por la facilidad de uso como pizarrón colaborativo, de hecho de los que empleé fue el que más me gustó porque al ser una aplicación de Google, es accesible para todos tan solo compartiéndola en el botón que tiene para ello, y mientras se hace, todos ven lo que se está escribiendo y pueden intervenir; de todos modos, también se compartió en pantalla de *Zoom* en tiempo real para aprovechar la interacción de la clase.

Mi idea al darle unos minutos a que dijeran qué habían aprendido, era la de hacer un brevísimo resumen de lo que cada uno consideró más relevante, y por otro lado, el preguntarles cómo se habían sentido, es una manera más tangible de introducir el componente afectivo, al hacerles sentir que me importaban sus sentimientos, cualesquiera que estos fueran, de modo que conforme avanzaron las sesiones ellos compartían más en ese aspecto. A veces, algunos prefirieron hacerlo de manera oral.

Debo destacar que me pareció interesante ver que no solo expresaron cuestiones relacionadas con el tema, sino aprendizajes personales, lo cual considero que cumple uno de mis objetivos: que aprendan cuestiones que les sirvan en su vida diaria. Otro comentario es que en general en este curso (no solo en mis clases) notamos que pocos estudiantes participan en plataformas. No sabemos si es porque no todos tienen dispositivos y solo toman la clase por el teléfono o por mera desidia. También pensamos que, como a todos, el estar conectados durante horas para tomar clases en línea les resultaba cansado sobre todo por la hora a la que era la clase.

El tema nos preocupó a la Mtra. Méndez y a mí, pero confiamos en que eventualmente los estudiantes participarían más y yo me propuse que de alguna manera “obligaría” a los menos participativos a intervenir en las clases ya sea preguntándoles directamente o bien haciendo que ellos presentaran alguna conclusión de su actividad, entre otras cosas.

Sesión 2 (23/09/2021)

En la sesión anterior se quedó como actividad para esta clase el experimento y que escribieran en una palabra qué es el agua, para esto accedieron al *Mentimeter*. Seleccioné esta aplicación porque aparte de la facilidad de uso, permite usar una sola palabra para responder, y de acuerdo con la frecuencia de uso, escribe dichas palabras con distintos tamaños de letra, lo que significa que la más grande es la más frecuente. Esto obliga a los estudiantes a ser lo más concretos posible para hacer una descripción. Como ya habían explorado el tema del agua, me pareció que era una forma de vincularlo con el tema que se estudiaría en esta clase: las reacciones de síntesis y descomposición del agua.

El resultado se muestra en la *figura 39*. Como se aprecia, la palabra que predomina es “disolvente”, ya que es la idea que se enseña desde la secundaria: “es el disolvente universal”, aunque en algún momento se les hizo la aclaración de que no es así, ya que en realidad no disuelve todo. Hice este ejercicio porque en temas anteriores ya habían estudiado este tema con su profesora, la Mtra. Méndez.

Otras palabras que llaman la atención son: “azul”, “impredecible”, “comburente” y “extraña”, ya que son ideas muy particulares de algunos estudiantes que podrían ser consideradas como concepciones alternativas respecto a este compuesto. Realmente no analicé a fondo esta actividad con los estudiantes, dado que no me iba a dar tiempo, pero sí hice una breve presentación en pantalla de las respuestas y se hicieron algunos comentarios.



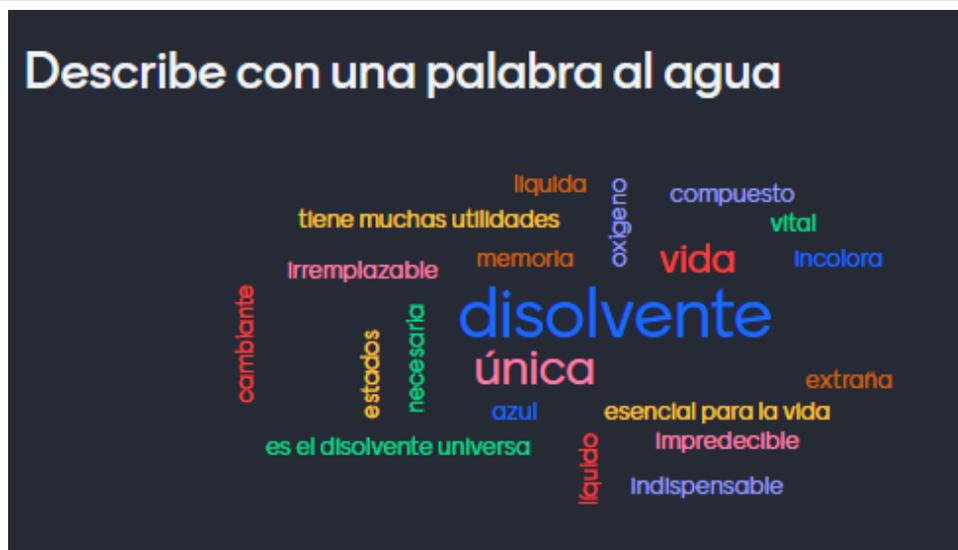


Figura 39. Captura de pantalla del Mentimeter, actividad previa a la segunda sesión.

Antes de iniciar con la clase, propiamente dicha, se dedicaron unos minutos a comentar con los estudiantes cómo les había ido con su actividad experimental (*Anexo 4*). Cabe señalar que esta actividad fue pensada para que los alumnos pudieran efectuarla desde casa sin necesidad de conseguir materiales especializados, difíciles de obtener o caros. No obstante, varios de ellos dijeron que no les fue posible adquirir lo solicitado, especialmente la pila.

La actividad la tomé de un video de *YouTube* (Canal Cienciabit: Ciencia y Tecnología, 2017), e hice algunas adaptaciones para simplificarla. Como ya lo comenté, esta es la actividad que elegí para que hicieran indagación, pero dadas las circunstancias y las características de la propia actividad fue un tanto de indagación acoplada, aunque tiene mayor tendencia a la guiada que a la abierta.

Cabe comentar que un equipo dijo que habían tratado de resolverlo viendo videos y que uno de los compañeros sí había hecho la actividad, y luego discutieron resultados en equipo. Lo valioso es que intentaron resolver la tarea, a pesar de todo.

Es interesante notar que en algunos casos los estudiantes notaron que el agua se veía algo amarilla y que emitía un olor a cloro, lo cual se esperaba, porque no era una electrólisis de agua como tal, sino que en realidad se obtenían iones cloro e iones hidrógeno, puesto que usaron cloruro de sodio como electrolito y no hidróxido de sodio, porque no quería que lo manejaran sin supervisión. No obstante, me parece que el concepto de electrólisis sí quedó claro y además yo hice la aclaración de cuál era la diferencia entre lo que ellos habían hecho y la verdadera electrólisis del agua, además de que en la presentación lo mostré de tres maneras distintas.

Después comentamos qué habíamos visto la clase anterior, y les hice algunas preguntas puntuales respecto a algunos conceptos estudiados.

Algunas de las fotografías de los experimentos se pueden ver en la *figura 40*. Posteriormente presento el análisis de las respuestas de la actividad,



Figura 40. Fotografías presentadas por los alumnos de sus dispositivos experimentales para electrólisis.

Análisis de la actividad experimental

A continuación, presentan los resultados que los alumnos reportaron.

- **Hipótesis:** en el agua sola pienso que va a cambiar de temperatura y al agregar la sal se va a volver gas. Primer resultado: no noté ningún cambio. Segundo resultado: al agregar la sal noté que a los grafitos se empezaban a hacer burbujitas y se desprendió un olor semejante al del cloro.
- **Hipótesis:** creo que al principio no pasa mucho, y al agregar sal creo que el grafito comenzará a tomar energía, no creo que haya olores o cambios de temperatura. Resultados: en el agua sola no pasó nada y en el agua con sal se llenó de burbujas y fue perceptible un olor extraño parecido al del cloro.
- **Hipótesis:** Pienso que puedo a cambiar de temperatura por qué podría funcionar como una resistencia Resultados Al solo meter los grafitos solos no pasó nada pero al agregarle la sal se llenó de burbujas
- **Creo que en el agua normal no va a pasar nada, y en el agua con sal creo van a salir burbujitas por el aumento de energía que provocará la sal. Nota: solo presentaron fotografías como resultados; no descripción.**
- **Pienso que en el agua sola no ocurrirá nada, y en el agua salada habrá una reacción con burbujas. Nota: solo presentaron fotografías como resultados; no descripción.**
- **No va a pasar nada que nosotros podamos ver a simple vista. Resultado:** La primera vez o paso nada porque no había un buen conductor de energía, pero al agregar la sal la energía aumento permitiendo que la electricidad llegara a los grafitos
- **Nota: no hubo hipótesis.** Lo que pudimos ver en los experimentos es que al agua por sí sola no es un buen conductor de agua, pero, al mezclarse con la sal, se pueden volver a los grafitos conductores de electricidad que pueden separar los distintos componentes que hacen a la mezcla que hemos formado.
- **Hipótesis:** Creemos que al introducir los trozos de grafito al agua no ocurrirá nada, pero en la disolución de agua con sal habrá una reacción química, probablemente se presentarán gases en forma de burbujas y se elevarán como vapor. Resultados: Al realizar la prueba en agua, ni esta, ni los trozos de grafito positivo y negativo sumergidos experimentaron cambios. Por otra parte, al reemplazarse con una solución acuosa de sal se formó un electrolito, obteniendo conductividad eléctrica. Por esto, el grafito conectado a la carga negativa de la pila emitió burbujas blancas que flotaban en la superficie del líquido inmediatamente (gas Hidrógeno), y el positivo se cubrió lentamente de burbujas pequeñas, al mismo tiempo que tenía el agua de verde amarillento (Cloro). Fue una descomposición de los componentes del agua y la sal o cloruro de sodio.

Respuestas a las preguntas de análisis.

1. ¿Qué sucedió al introducir los grafitos en el agua de plancha sola? ¿Por qué crees que fue así?
 - Nada; porque era agua destilada.
 - No mucho; ambos materiales no tuvieron cambios, pienso que sebe a que no había otra sustancia que hiciera que interactuaran entre sí. Visiblemente tampoco noté ninguna reacción química.



- No pasó nada ya que no había ningún otro componente.
 - No pasó nada, en mi caso el agua tenía burbujas, quizá porque aumento la energía
 - No sucedió nada, creo que fue porque el agua es mala conductora de electricidad.
 - No sucede nada porque el agua no puede conducir energía, esta necesita una sustancia para que pueda circular la electricidad.
 - Nada, porque sola es mala conductora de electricidad, entonces no se consigue la electrólisis
2. ¿Qué observaste al introducir los grafitos en el agua con sal? ¿A qué se debió?
- Se empezó a llenar de burbujas debido a la sal. Además de que el grafito con la carga negativa tenía más velocidad que la de la carga positiva.
 - Había burbujitas alrededor del grafito, hubo una reacción química del grafito con el agua y la sal.
 - Se hicieron burbujas alrededor de los grafitos.
 - El agua empezó a oler como a cloro, se separó la sal del agua, en Cl y en H
 - Observe que tenía un poco de burbujas y comenzó a oler raro. Se debió a que el Cl y H se separaban por el aumento de la conductividad eléctrica.
 - Al introducir los grafitos en el agua con sal empezó aumentar la conductividad eléctrica, esto se debió a que ya había algo que podía ayudar al agua a pasar esa energía.
 - El grafito conectado a la carga negativa de la pila emanó burbujas blancas que flotaban en la superficie del líquido inmediatamente (gas hidrógeno), y el positivo se cubrió lentamente de burbujas pequeñas, al mismo tiempo que teñía el agua de verde amarillento (cloro). Se debe a que, al mezclar el agua con la sal se formó un electrolito y obtuvo conductividad eléctrica. Por ello el Cloro, cuya carga era negativa se atrajo al ánodo, y el hidrógeno al cátodo.
3. ¿Hay alguna evidencia de cambio químico? Si es así, descríbela.
- Sí, el grafito al entrar en contacto con agua y sal burbujeaba.
 - Creo que puede en el agua con sal, por que pasó a Cl y H
 - La evidencia fue el cambio de olor parecido a cloro y la aparición de burbujas.
 - Al disolver sal en agua es un cambio químico, NaCl es diferente del catión y anión del cloro. Por lo tanto, cualquier compuesto iónico soluble en agua es un cambio químico.
 - Sí. La coloración del agua y el poco gas que expidió.
4. ¿Qué le pasó al agua en este proceso? ¿Por qué?
- El agua empezó a burbujear.
 - El color del agua seguía transparente, pero como que tenía cositas que salían en la superficie del recipiente
 - Logramos romperla o separarla en Cloro (por la sal) e hidrógeno por que el ion hidrógeno positivo se va al cátodo y el ion cloruro negativo es atraído al ánodo.
 - En el proceso las barras de grafito, una suelta cloro del ánodo y del cátodo desprende hidrogeno, dejando partículas en el agua, se queda una pequeña cantidad de hidróxido de sodio disuelta que aumenta el pH de la disolución.
 - Sufrió una reacción química de descomposición, separándose el hidrógeno ¿Por qué? Porque las cargas eléctricas situadas en los grafitos atrajeron al Hidrógeno y lo separaron de la molécula del agua.
5. ¿Qué tipo de reacción ocurrió?
- Una reacción química ya que el grafito al entrar en contacto con la sal y el agua destilada se hicieron burbujas.
 - Química
 - Química
 - Endotérmica





6. ¿Se cumplió tu predicción? ¿Por qué sí o por qué no?

- No porque no cambió de temperatura.
- No, porque era perceptible un ligero olor a cloro.
- No, el agua no cambió su temperatura.
- No se cumplió mi predicción porque de dónde salieron burbujitas fue en el agua normal
- Si se cumplió, porque si salieron burbujas con el agua salada.
- No, porque las partículas que desprendían los grafitos se podían ver.
- Parcialmente. porque no teníamos pensado que se tornaría verde el agua, y el gas no se elevó, pero si se hicieron burbujitas

7. ¿Tuviste alguna dificultad durante este experimento? Si fue así, descríbela.

- Sí, al entender que es lo que podía pasar y por qué sucedería.
- Al principio el experimento no me salía y me costó mucho trabajo corregir lo que probablemente estaba haciendo mal con los cables
- Sí, porque al principio no me salía.
- Nos costó mucho trabajo quitarle la madera al lápiz, y conectar los cables
- La dificultad fue quitar los cables de la batería pues estaba muy caliente.
- Creo que no, solo fue difícil para algunos integrantes del equipo encontrar la pila sin ir muy lejos de casa, pero de ahí en fuera todo resultó con éxito.
- Sí, algunos miembros del equipo no logramos conseguir los materiales.

8. ¿Qué aprendiste de esta experiencia?

- Que al introducir los grafitos lo que estábamos haciendo era separar las moléculas del agua, así que las burbujas que salían eran hidrógeno y oxígeno.
- Que en ocasiones se pueden separar sus componentes por medio de la energía
- Que el agua no es muy buen conductor de electricidad y que con ayuda de electricidad y algún electrolito, podemos separar sus componentes.
- Aprendimos que la electrolisis es un procedimiento para separar elementos químicos con corriente eléctrica
- Aprendimos cómo funciona la electrólisis: un proceso de separación de los componentes de una solución, a través del uso de la electricidad. Además, el agua es un mal conductor de electricidad, a menos que se le añada algún otro elemento que le permita tener esa capacidad. Y los tipos de reacciones químicas que existen, como las exotérmicas y endotérmicas.

Resulta muy interesante leer que parte de las hipótesis de los estudiantes versaban en que obtendrían un aumento de temperatura, pero por otro lado en que no sucedería nada. Algunos consideraron que obtendrían burbujas, aunque me parece que aquí ya habían visto el video que se les pidió que vieran para guiarse, así que no fue hipótesis de elaboración personal, sino ya con la información previa. De hecho esto se pone en evidencia cuando comentan que se produjo H y Cl en relación con el olor a cloro que percibieron cuando ya habían añadido la sal. El último equipo fue el que más aportaciones hizo al escribir una hipótesis larga y una explicación de los resultados bastante elaborada, aunque es muy posible que su explicación se haya basado en el video que se les pidió que vieran al inicio, ya que es prácticamente imposible que ellos supieran qué gases se obtendrían.

En general, las respuestas coinciden con lo esperado, todos observaron que al inicio no ocurre nada y cuando se coloca la sal perciben la aparición de burbujas, no todos identifican qué elementos son, pero sí perciben el olor a cloro y algunos inclusive ven un cambio de color en el agua. Según sus respuestas, parece que casi todos infieren que la sal y la presencia de la pila son fundamentales para que ocurra el proceso.



Algo que vale la pena resaltar es que no identifican que la electrólisis es una reacción de descomposición, a pesar de que se hizo la mención en la clase anterior. En sus respuestas solo se lee que saben que hay una reacción química. También es importante destacar que en uno de los estudiantes (o un equipo, porque algunas de las respuestas fueron colectivas) sigue percibiéndose que la disolución de la sal en el agua es una reacción química.

Las dificultades expresadas por los alumnos son las que se podrían esperar: que no saliera al principio por una mala conexión, que se calentaran los electrodos y obtener los grafitos de los lápices. Algunos usaron puntillas. Para terminar, en la pregunta 8 que corresponde a las conclusiones, se puede leer que hay buenas respuestas y que sí se cumplió el objetivo de la actividad porque los estudiantes sí percibieron que sin la sal (el electrolito) no se transmite la electricidad, que la energía eléctrica puede descomponer una sustancia y que de la electrólisis del agua se obtiene hidrógeno y oxígeno, aunque se les hizo la aclaración de que en esta ocasión no lo lograrían porque no usarían el electrolito de elección.

La siguiente parte de la clase la armé con una presentación de *Nearpod* (Anexo 5), puesto que ahí podía insertar videos (Cayerchem, 2012; Experimento a la vista, 2019) y poner preguntas para que los estudiantes respondieran mientras estaban conectados a la plataforma, conforme yo lo presentara. Sin embargo, aunque sabía hacer la presentación en esta plataforma, nunca la había usado ante grupo, y menos en sesión de *Zoom*, por lo que mientras yo dirigía lo que hacían, no reparé en que mi vista, que era la del docente, estaba a la vista de los alumnos, dado que estaba compartiendo pantalla. Eso dio un resultado medianamente bueno, porque mientras respondían, podían ver lo que estaban contestando sus compañeros y por lo tanto hubo sesgo. Desde luego esto es parte del aprendizaje que obtuve yo, puesto que al igual que otros docentes, nos volvimos diestros en el uso de plataformas, aplicaciones y dispositivos sobre la marcha.

Creo que lo del posible sesgo fue especialmente evidente en las preguntas de opción múltiple y no tanto en las que son de preguntas abiertas, porque ahí fue útil analizar las respuestas con los estudiantes, pero quizá lo hubiera mostrado un poco después de al menos la mitad hubiera contestado. Con esto deduzco que debí haber suspendido la proyección cuando ellos respondieran y luego presentar sus respuestas. Y desde luego para mí es el aprendizaje de ensayar el uso de aplicaciones que no conocía, antes de emplearlas frente a grupo. En las figuras 41, 42 y 43 se muestran vistas de pantalla de *Nearpod* que los alumnos veían mientras compartía pantalla. Cabe señalar que en esta clase solo participaron 15 de 25 estudiantes. Como lo mencioné en otro párrafo anterior, la actividad estudiantil en plataforma fue muy limitada.



Figura 41. Pantalla visible a los alumnos de una pregunta insertada en un video que era de opción múltiple.



Figura 42. Respuestas a preguntas abiertas intercaladas en video. En este caso respecto a la evidencia de la formación de agua en la reacción entre hidrógeno y oxígeno.

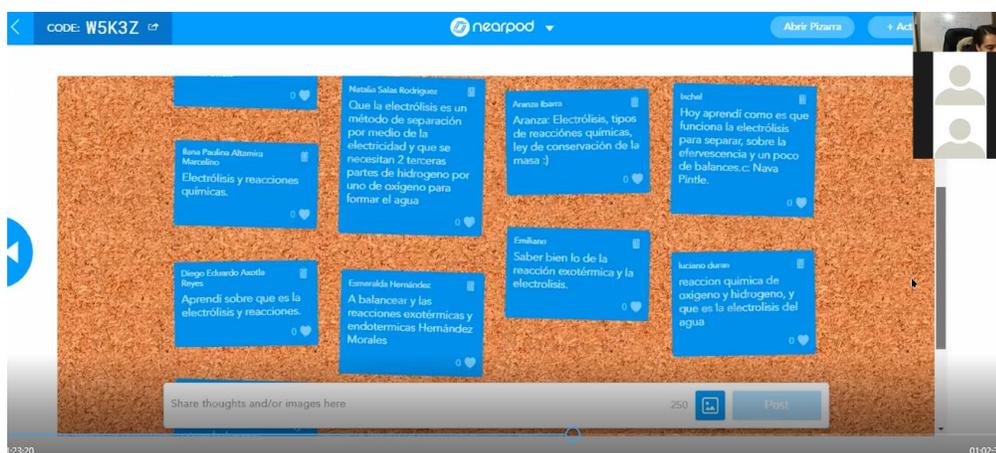


Figura 43. Respuestas en el pizarrón colaborativo de Nearpod.

Es digno de destacar que, los estudiantes expresaron que la dinámica de presentar videos y preguntarles en el momento los obligaba a prestar más atención que lo habitual, y desde ese punto de vista, fue bueno el haber elaborado la presentación como se hizo. Durante la clase, me detuve un momento a revisar si no había dudas, y al responder a una alumna que no comprendió el balanceo de la ecuación de electrólisis del agua porque resulta que se confundió con la imagen del video que muestra los diferentes volúmenes de hidrógeno y oxígeno, dado que creyó que era el nivel de agua y no el nivel de gas lo importante. La Mtra. Méndez apoyó con una explicación del fenómeno usando modelos dibujados en su pizarrón para que comprendieran por qué se obtiene una diferencia de volúmenes en la electrólisis del agua, dado que se obtiene una parte de oxígeno dos de hidrógeno, complementando la explicación que yo hice de las reacciones de formación y descomposición del agua como una introducción al balanceo de ecuaciones.

Luego de su explicación pensé que quizá sí hubiera sido útil introducirla ya sea con modelos o con objetos (clips, por ejemplo), y con ello les hubiera facilitado la comprensión del fenómeno, sin embargo, yo tenía pensado explicar eso un poco más adelante porque estaba incluido en otro material que iba a presentar. La intervención de la Mtra., fue muy oportuna y útil.

Al terminar la clase, solicité a los estudiantes que trajeran clips para la siguiente sesión, pero era posible que, de no conseguirlos, se las ingeniaran para emplear otros materiales que ayudaran a representar a las moléculas, ya sea gomitas, plastilina, etcétera. Lo importante era que fueran de 4 colores distintos.

Para concluir los estudiantes ingresaron una vez más a *Mentimeter* para escribir cómo se habían sentido (*figura 44*), resulta poco explicativo el que pongan una sola palabra, pero resulta interesante ver que la mayoría son palabras positivas. Se les dejó de tarea hacer un mapa de los temas vistos hasta ese momento.

¿Cómo te sentiste hoy?



Figura 44. ¿Cómo me sentí hoy? Sesión 2. Las palabras predominantes fueron "bien" y "entretenido"

Los mapas que elaboraron variaron (*figura 45*), porque algunos hicieron el mapa considerando todos los temas desde el inicio de semestre, otros se ciñeron a lo que estudiaron conmigo, y como puede apreciarse, los estilos son también muy variados. También solicité que me pusieran alguna opinión de cómo iban las clases conmigo, hasta ese momento, pero eso lo incluiré más adelante en mi evaluación final y autoevaluación.

Al terminar, cuando los alumnos se desconectaron, como al final de cada clase, la Mtra. Méndez y yo hicimos comentarios y fue cuando ella me expresó que hubiera preferido que les pusiera el video de la electrólisis al inicio y que las aportaciones de los estudiantes hubieran quedado asentados como lluvia de ideas en una pizarra y aprovechar más dicho video para agotar el tema de electrólisis haciendo énfasis en ella como un caso de reacción endotérmica.

También me dijo que le pareció que el *Nearpod* estaba induciendo las respuestas, porque ellos las veían desde el inicio y discutimos lo que ya comenté respecto a mi inexperiencia con esa aplicación. La otra cuestión era que sugería que aprovechara más las respuestas de los estudiantes respecto a la actividad experimental, analizándolas con ellos.

Por último, algunas preguntas le parecieron algo difíciles de responder (rudas), como una en donde se pregunta lo que se esperaría obtener de la reacción para producir oxígeno. Yo sabía que no necesariamente tendrían por seguro lo que ocurriría, pero quizá serviría para inducir a su razonamiento y para ver cuánta atención estaban poniendo.



Figura 45. Mapas conceptuales de los estudiantes respecto al tema de reacción química.

La Mtra. Méndez me dijo también que le había parecido muy bueno el modo de analizar las respuestas de los alumnos durante la exposición y cómo los cuestioné respecto a lo que habían escrito, y platicamos que en un momento dado fue bueno decirles que el preguntador quién había escrito algo, no era para regañarlos, sino para que ampliaran su respuesta, pues quizá no expresaban todo lo que querían decir por escrito y que la expresión oral podría ayudarles. De igual modo me comentó que le pareció muy bien que mientras ellos describieron que se observaban burbujas durante la electrólisis (en el video), los cuestioné si cuando ellos hervían agua la descomponían, y que dijeran si las burbujas que ahí aparecían eran de hidrógeno y oxígeno o no. Con ello los llevé a que llegaron a la conclusión de que la ebullición del agua es un cambio físico, y que las burbujas al inicio eran de aire y luego de vapor de agua. La Mtra. Méndez comentó que cuando expresé que las reacciones exotérmicas eran luminosas y explosivas, podría entenderse que en todos los casos era así, y que la respiración era un ejemplo en donde no ocurría de esa manera, así que podría ser un punto de partida para hacer la aclaración la siguiente clase.

Insistió en que le pareció que debí haber agotado el tema de electrólisis, como descomposición y luego tocar el tema de adición o formación de agua. Cabe mencionar que ella percibió que había sido mucha información, por un lado, y por otro, que había quedado desvinculado lo de la electrólisis que toqué al inicio





con sus experimentos y luego que el tema empezara con síntesis y que consideraba que no aproveché el ligar sus comentarios con lo que se observaba en los videos. Desde mi punto de vista, quizá podría haber hecho la presentación como ella lo sugirió, pero no cabe duda de que cada uno piensa distinto, y si bien me pareció útil su comentario, yo le dije que quería ver descomposición y adición juntas para luego retomar la electrólisis y la síntesis por separado más adelante. También creo que quizá nos faltó platicar antes con detenimiento cómo iba a ver el tema para que ella me diera sus ideas y yo le comentara lo que yo pensaba al respecto, pero lamentablemente no contamos con el tiempo suficiente para hacerlo, por un lado, y por el otro, en efecto, el tema es largo y puede ser complejo.

Algo que le pareció muy bueno fue que usara la herramienta para inducirles que expresaran “cómo me sentí” y “qué aprendí”. Me dejó la opción de que si quería lo retomara a la siguiente clase o que yo decidiera cómo hacer énfasis en los temas y me platicó cómo lo está explicando con los estudiantes, por ejemplo que ella ve solo electrólisis hasta agotar el tema y luego síntesis para agotar el tema, vimos cómo iba ella y cuál era su avance y cómo iba el mío, finalmente llegamos a la conclusión de que cada quien hace su secuencia didáctica según sus criterios y que lo importante es tener claros los objetivos y que definitivamente son muchos temas qué tocar.

Sesión 3 (28/09/21)

Al inicio usé un video de *YouTube* (shmibarra, 2007) para explicar el proceso de disolución de la sal. Como el video estaba en inglés, solo usé las imágenes mientras lo explicaba y les hacía ver cómo el agua rodea a los iones, dependiendo de las cargas de estos y las cargas parciales de la molécula de agua. Retomé lo que ya sabían respecto a los enlaces iónicos y covalentes y el poder disolvente del agua. Con ello, les expliqué que la disolución solo es una separación de la sal en iones, pero que no es una reacción química. También les expliqué cómo ocurre la desnaturalización de la ovoalbúmina y les mostré las estructuras de grafito y diamante. En realidad, esta parte de la clase la tomé para revisar las respuestas de la actividad de la sesión 1 y explicarles por qué eran unas respuestas las correctas y no otras. Ya analicé lo que los estudiantes respondieron. Una alumna preguntó por qué la separación de mezclas (evaporar el agua) no descomponía a la sal y por qué la disolución no es una reacción química, con lo que la Mtra. Méndez y yo le explicamos la diferencia entre los métodos de separación y la electrólisis y le indicamos que en realidad no se formó ninguna sustancia.

También platiqué los resultados de la actividad experimental. Cuestioné a los estudiantes respecto a que, si ellos decían que el agua era una mala conductora de la electricidad, ¿por qué se recomienda que alguien que se baña o que está mojado no toque cables porque se electrocuta? Se armó una discusión interesante en donde llegamos a la conclusión de que era importante la presencia de los electrolitos, como conductores de la electricidad y que en el caso del cuerpo humano lo que conduce la electricidad son las sales que hay en los líquidos corporales. Cabe destacar que en principio los estudiantes piensan que el agua destilada no es 100 % agua y que el agua que tenemos en el cuerpo sí lo es. La discusión fue guiada a la deducción de que esa agua destilada no contiene iones, aunque es posible que para nosotras como expertas sería más lógico que la deducción hubiera sido al contrario de la que señalaron los alumnos.

Este tiempo que tomé para retomar la actividad experimental lo hice para recuperar lo estudiado en la clase anterior, a raíz de lo que la Mtra. Méndez me retroalimentó al final de la sesión, que ya comenté. A raíz de ello, fue que también enfatiqué que la reacción que hicieron era más que una reacción química (como reporté que habían contestado), sino que en particular se trataba de una reacción de descomposición y endotérmica.



De igual manera, retomé la explicación que ella hizo en el pizarrón para que comprendieran los volúmenes de gas obtenidos como productos de la electrólisis y les mostré con clips cómo es que se pueden ver las proporciones de hidrógeno y oxígeno que se obtienen por cada molécula de agua. En la *figura 46* muestro capturas de pantalla de la clase en donde estoy explicando este tema.



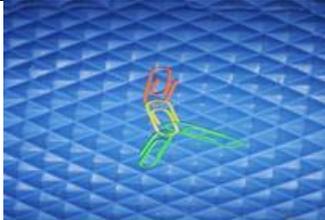
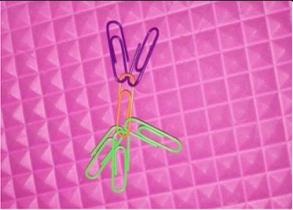
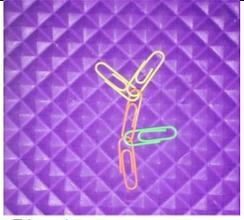
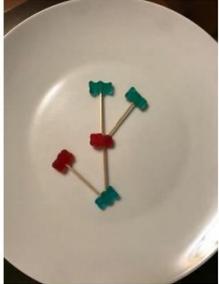
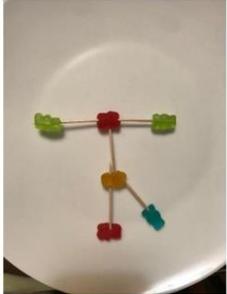
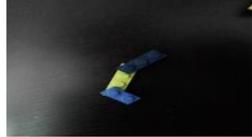
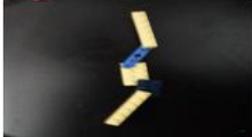
Figura 46. Secuencia explicativa de la ruptura de la molécula de agua para formar las moléculas de O_2 y H_2 en las proporciones correctas, de tal manera que se entienda por qué $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$.

La siguiente actividad fue “El universo RAVAz” (*Anexo 6*), tomada de López (2018). Los estudiantes la llevaron a cabo en equipos y a pesar de que no la hicieron de manera presencial, todos de una u otra forma participaron porque subieron fotografías de sus respuestas en los documentos que entregaron. Originalmente estaba pensada para la siguiente sesión, sin embargo, por la manera como iba la secuencia y considerando que yo estaba explicando la descomposición de agua con los clips, consideré que podría ser una buena consecuencia. A continuación, en la *tabla 13* se muestran los resultados de los estudiantes. Cabe señalar que algunos estudiantes se confundieron porque o no consideraron la condición de que cada objeto (clip) no podría tener más de cuatro enlaces o bien el cálculo de la masa no lo hicieron correctamente, debido a que o bien contaron mal o bien se equivocaron en la multiplicación. Sin embargo, en general puedo decir que se obtuvieron buenos resultados. En algunos casos los estudiantes sustituyeron los materiales y también cuando no encontraron los clips de los colores indicados, los cambiaron e hicieron su clave para obtener las masas y las fórmulas correspondientes a su arreglo. Cada renglón corresponde a los resultados de un solo estudiante.

Tabla 13. Respuestas de algunos estudiantes a la actividad Universo RAVAz para mostrar la diversidad de maneras de representar las moléculas.

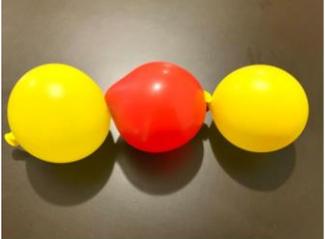
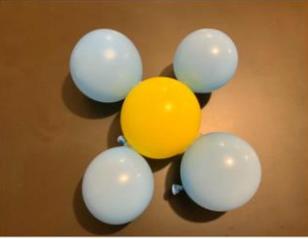
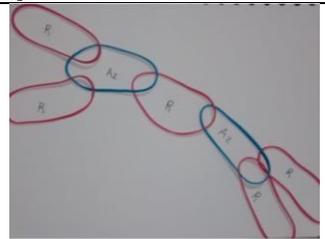
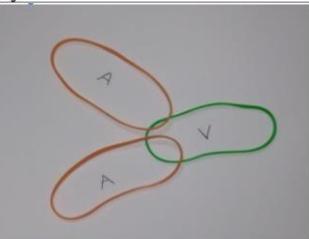
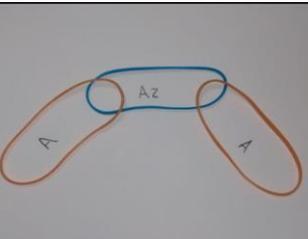
<p>Fórmula: A₂RAz Masa: 67</p> <table border="1"> <tr> <td>16x2=</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>+12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+23=</td> <td>67</td> </tr> </table>	16x2=	32	+12		+23=	67	<p>Fórmula: AzA₂Ro Masa: 56</p> <table border="1"> <tr> <td>16x2=</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td></td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>+1=</td> <td>56</td> </tr> </table>	16x2=	32		23	+1=	56	<p>Fórmula: AzRA Masa: 16 +23 12=</p>
16x2=	32													
+12														
+23=	67													
16x2=	32													
	23													
+1=	56													



 <p>Fórmula: NAV_2 Masa: 30g</p>	 <p>Fórmula: M_2NV_3 Masa: 61g</p>	 <p>Fórmula: $A_2N_2V_1$ Masa: 57g</p>
 <p>Fórmula: R_2AZ_3 Masa: 93g</p>	 <p>Fórmula: R_2V_2AAZ Masa: 65g</p>	 <p>Fórmula: V_3AZ_2RA Masa: 54g</p>
 <p>Fórmula: MA_3 Masa: 48g</p>	 <p>Fórmula: RA_2 Masa: 58g</p>	 <p>Fórmula: A_2AZ Masa: 108 g</p>
 <p>Fórmula: A_2V_2 Masa: $16 \times 2 = 32$ $1 \times 2 = 2$ $= 34$</p>	 <p>Fórmula: Az_2R Masa: $23 \times 2 = 46$ 12 $= 58$</p>	 <p>Fórmula: V_2AR Masa: $1 \times 2 = 2$ 16 12 $= 30$</p>
 <p>Fórmula: V_2A Masa: 18g</p>	 <p>Fórmula: Az_3R Masa: 81g</p>	 <p>Fórmula: $V_4AZ_2R_3A$ Masa: 79g</p>
 <p>Fórmula: VAZ_2 Masa: 47g</p>	 <p>Fórmula: Az_2A_3 Masa: 94g</p>	 <p>Fórmula: V_3R_2 Masa: 27g</p>
 <p>Fórmula: R_2V_2 Masa: 26g</p>	 <p>Fórmula: RA_2 Masa: 44g Use los naranjas en lugar de los amarillos</p>	 <p>Fórmula: A_2V_4 Masa: 36g Use los naranjas en lugar de los amarillos</p>





 <p>Fórmula: RA_2 Masa: 44g.</p>	 <p>Fórmula: R_2VA_2 Masa: 96g.</p>	 <p>Fórmula: AA_2 Masa: 108g.</p>
 <p>Fórmula: R_5A_2 Masa: 106g</p>	 <p>Fórmula: A_2V Masa: 32g</p>	 <p>Fórmula: A_2Az Masa: 55g</p>

Debo resaltar que, en esta actividad, que fue individual, se recibieron 22 trabajos; esto significa que el 85 % de los estudiantes resolvieron esta tarea y por lo tanto, la que tuvo más alta respuesta. Aquí solo se muestran algunas de ellas, y quise mostrar cómo se las ingeniaron para hacer su trabajo, dado que emplearon clips, legos, gomitas de ositos, globos, ligas, popotes, pinzas para ropa y hasta dibujos. Dos sesiones más adelante, comenté con ellos este mismo hecho y les hice notar algunos de los errores más comunes que encontré, desde que no usaron la traducción del lenguaje cuando emplearon materiales de colores distintos a los señalados, errores en la escritura de fórmulas y en el cálculo de la masa así como la vinculación de más de cuatro elementos unidos con uno solo.

Sesión 4 (30/09/21)

En esta sesión hice la presentación de la primera parte de un vídeo introductorio a estequiometría. Cabe señalar que, aunque en reacciones químicas no se estudia propiamente ni introducción a la estequiometría ni razones y proporciones (que de hecho es un tema de primaria), me pareció importante presentarlo porque al final de cuentas, el balanceo de ecuaciones (que sí es un tema que se ve) trata de razones entre los reactivos y productos, y las proporciones, que están directamente relacionadas con aquellas, se revisan en estequiometría, y dicho sea de paso, más adelante volvería a trabajar con los estudiantes para impartirles un tema de leyes ponderales, y en ellas también se manejan razones y proporciones.

En este sentido, el tema pudo haber sido prescindible, si únicamente me hubiera ceñido a todo lo concerniente a reacción química y no hubiera ido más allá. No obstante, también consideré que era una buena ocasión para trabajar con el video, que fue un trabajo que hice para la asignatura de Material Didáctico y quería probarlo como tal. Así que esta fue una buena oportunidad para hacerlo, y debo decir que las respuestas de análisis que me entregaron los estudiantes dan para elaborar un artículo de investigación educativa. En la última parte de esta sesión se comenzó con la proyección del video de *Estequiometría 1* y *Estequiometría 2*, cuyo tema principal son las razones y proporciones. Las preguntas que se hicieron están en el Anexo 7.



En este caso trabajé con la plataforma *PearDeck*, que, aunque no permite introducir videos tal como en *Neapod*, lo interesante es que en este caso sí es fácil controlar lo que pueden ver los estudiantes, así que, aunque estaba proyectando la pregunta, ellos no podían ver lo que los demás estaban respondiendo sino hasta yo lo permitiera con “*Show response*”. Al igual que con *Neapod*, esta plataforma tiene la opción de hacer que la actividad sea al paso de los estudiantes o conforme el profesor lo vaya permitiendo. Esta segunda opción fue la que elegí. Un detalle que me faltó hacer en un principio fue poner el botón de “*start lesson*” para que todos pudieran ir a mi paso. Otro detalle que debí haber ensayado desde antes para evitar contratiempos, pero como comenté anteriormente, este fue aprendizaje sobre la marcha.

Al principio, pausé el compartir pantalla en donde estaba poniendo el video y luego las preguntas, lo cual resultaba un tanto tardado, pero después me di cuenta de que no se pausaba el compartir pantalla en *Zoom* aunque cambiara de pestaña, lo cual ahorró tiempo (a veces si uno cambia de aplicación en *Zoom*, se congela la pantalla y los espectadores no ven el cambio, ni la pantalla nueva). En la *figura 47*, se presenta la pantalla que los estudiantes podían ver, en la parte de abajo es donde se activa para mostrar las respuestas. En la *figura 48* se muestra cómo es que se presentan las respuestas de los alumnos en pantalla para ir analizándolas con ellos.

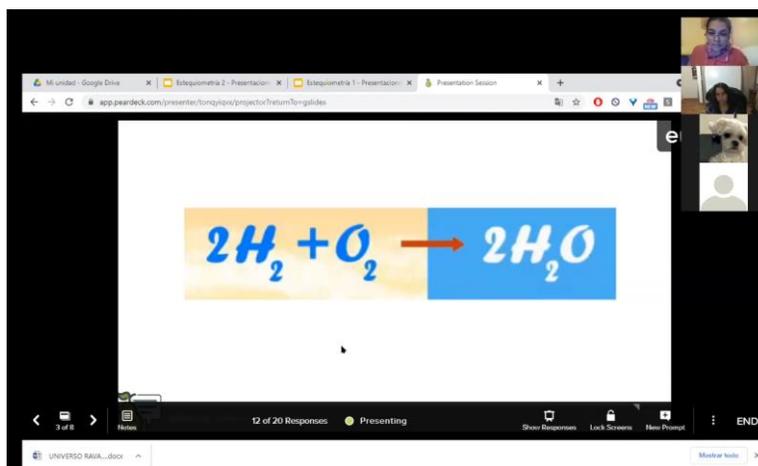


Figura 47. Pantalla de Zoom que ven los estudiantes cuando están respondiendo preguntas en *PearDeck*.

Dividir las cantidades para una solo porción y después multiplicarla por el número de porciones que se necesita ,o también podemos triplicarla y con lo obtenido que es para una porción quitarle esa parte una porción para que nos quede para 23 porciones

Para hacer más porciones, solo necesitamos duplicar la receta y así

Figura 48. Pantalla de Zoom con la vista de las respuestas de los estudiantes (está activada la opción que se ve en rojo “*Show responses*” de la aplicación *PearDeck*).



Conforme íbamos revisando las respuestas de los alumnos, se comentaba lo que leíamos. Como mencioné antes, a veces la Mtra. Méndez y yo solicitábamos que nos ampliaran su respuesta para saber qué estaban pensando, y algunos estudiantes se sentían un poco apenados, pero cuando les volvimos a decir que no era para juzgar ni para regañar, sino para comprender mejor lo que querían decir, se animaron a responder y a participar.

Los profesores de Práctica Docente nos sugirieron percibir cómo nos expresábamos durante la clase. Me di cuenta de que no hago expresiones de aprobación o desaprobación, aunque a veces asiento con la cabeza y en ocasiones los guio para que lleguen a lo que yo quiero, lo cual puede ser bueno, pero también en algunas ocasiones podría ser contraproducente, porque estaría presionándolos, aunque no todos los grupos reaccionan del mismo modo, por lo que en este caso, parece ser que no lo percibieron así.

Al principio, no analicé las respuestas con los alumnos, pero luego recordé que era importante ir comentándolas para retroalimentarlos en ese momento. Les comentamos que sus respuestas contarían como participación, y la Mtra. Méndez hizo hincapié en que para que se tomaran en cuenta debían ser correctas, no obstante al final no calificamos las respuestas porque hacerlo en ese momento nos tomaría mucho tiempo, por eso se hizo de manera general, aunque sí, donde notaba que había alguna confusión o error conceptual importante, hacía la aclaración, como también hacía notar las respuestas correctas o mejor planteadas, de manera que también eso era estimulante en especial para quienes estaban poniendo atención. El análisis de la proyección del video y la conclusión de este lo presento en la sesión 6.

En los comentarios finales la Mtra. Méndez me hizo acotaciones con respecto a cómo le había parecido la clase y qué partes le había parecido más positivas. En general me dijo que todo le había parecido bien, cómo revisé la actividad anterior, y cómo había funcionado la dinámica de revisar las respuestas frente a los estudiantes, y que precisamente la primera pregunta le había dejado dudas y me preguntó cómo quedaría la respuesta a lo que yo le comenté que al final de los videos se manejarían razones y proporciones.

Sesión 5 (01/10/21)

En esta sesión, se trabajó con la actividad que había quedado pendiente (*Anexo 7*), misma que tomé de Castelán, 2012. Mi idea era repasar con ellos el uso de modelos, en este caso dando un paso adelante con respecto a la actividad en la que identificaban mezclas, elementos y compuestos, porque ahora ya no solo tenían que representar moléculas y átomos sino ya empezaban a representar ecuaciones químicas, por lo que considero que formaba parte de la secuencia lógica en la que debíamos desarrollar el tema.

Toda la clase se efectuó con trabajo en equipos y estuve visitándolos para aclararles dudas y resolviendo alguna dificultad con la que se encontraran. Noté que estaban teniendo algunas dificultades conceptuales, pero preferí aclararlas después frente al grupo completo.

Análisis de respuestas

Aunque la discusión de algunas respuestas la hice con los estudiantes en otra sesión, para los fines de este trabajo la haré en este espacio. En algunas de ellas se presentan las capturas de imagen y sobre ellas marqué con un recuadro azul los errores.





1. Ilustra mediante modelos las siguientes representaciones atómicas considerando que la representación del hidrógeno sea \circ y la del oxígeno \bullet

Equipo 1 (que perdió la primera hilera).				Equipo 2			
a) $3O_2$ 	b) $2O_3$ 	c) $3H_2O$ 	d) $2H_2$ 	a) O_2 	b) $2O$ 	c) $2O_2$ 	d) O_3
Equipo 3				Equipo 4			
a) O_2 	b) $2O$ 	c) $2O_2$ 	d) O_3 	a) O_2 	b) $2O$ 	c) $2O_2$ 	d) O_3
e) $3O_2$ 	f) $2O_3$ 	g) $3H_2O$ 	h) $2H_2$ 	e) $3O_2$ 	f) $2O_3$ 	g) $3H_2O$ 	h) $2H_2$
Equipo 5				Equipo 6			
a) O_2 	b) $2O$ 	c) $2O_2$ 	d) O_3 	a) O_2 	b) $2O$ 	c) $2O_2$ 	d) O_3
e) $3O_2$ 	f) $2O_3$ 	g) $3H_2O$ 	h) $2H_2$ 	e) $3O_2$ 	f) $2O_3$ 	g) $3H_2O$ 	h) $2H_2$

Como se puede apreciar, en el primer equipo no tiene una fila de representaciones. En este mismo equipo muestra una representación de ozono que no es incorrecta, aunque se ven separadas las esferas que representan a los átomos, por lo que podría considerarse incompleta. En cuanto al segundo equipo, todas sus representaciones son correctas. El tercer y cuarto equipos elaboraron la estructura g de manera incorrecta, en el primer caso colocan esferas de tal forma que la representación no es H_2O sino HO_2 , mientras que en el segundo separaron las esferas que representan al hidrógeno y a las de oxígeno, por lo que se advierte que no se comprende que se trata de dos moléculas de agua.

Los equipos 2 y 4 hacen una representación del ozono (d) colocando las tres esferas de oxígeno en disposición triangular solo superponiéndolas, el equipo 3 las coloca en forma lineal mientras que el 6 hace la representación similar a la de los equipos 2 y 4, pero une las esferas con líneas. El equipo 5 las pone separadas, por lo que no parecen asumir que es una molécula. Como se puede apreciar, el equipo 3 hace todas sus representaciones en forma lineal con uniones, a excepción de las moléculas de agua que son además incorrectas. De manera similar el equipo 6 une las esferas con líneas, pero prefiere representaciones triangulares.

Dado que esta actividad la tomé de una tesis, también dejé las indicaciones tal cual las escribieron, pero en lugar de "ilustra mediante modelos las siguientes representaciones atómicas considerando que la representación..." Quizá hubiera sido mejor decir "Representa los átomos o moléculas que se indican considerando que el hidrógeno será una esfera blanca y el oxígeno una roja", para evitar la repetición de la palabra "representación" y no confundir con la idea "ilustra mediante modelos" que no es muy clara.





2. Escribe en los espacios en blanco los símbolos de los átomos y moléculas representados en los siguientes diagramas.

Equipo 1 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2HO f) 3H ₂ g) 4H ₂ O h) 3H ₂ 3O ₂				Equipo 2 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2HO f) 3H ₂ g) 4H ₂ O h) 3H ₂ + 3O ₂			
Equipo 3 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2OH f) 3H ₂ g) 4OH ₂ h) 3O ₂ 3H ₂				Equipo 4 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2OH f) 3H ₂ g) 4H ₂ O h) 3H ₂ O ₂			
Equipo 5 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2OH f) 3H ₂ g) 4H ₂ O h) 3O ₂ 3H ₂				Equipo 6 a) 8H b) 5O ₂ c) 5O ₃ d) 3O e) 2HO f) 3H ₂ g) 4H ₂ O h) 3O ₂ + 3H ₂			

En este caso, los estudiantes tenían que escribir las fórmulas que correspondían a las representaciones que se hicieron de átomos o moléculas con esferas rojas y blancas. Como se observa, únicamente el equipo 2 y el 4 no tuvieron errores, y en contraste la representación h fue la que les causó más problemas a los demás equipos, dado que se les hizo difícil expresar que se trata de una mezcla de moléculas diatómicas de hidrógeno y oxígeno; la respuesta correcta es la que escriben los equipos 2 y 4: $3\text{H}_2 + 3\text{O}_2$ o al revés: $3\text{O}_2 + 3\text{H}_2$.

El equipo 3 también tuvo dificultades para expresar lo que había en la representación g, porque escribieron OH₂ en lugar de H₂O. Coincide con que es el mismo equipo que dibujó mal la representación de moléculas de agua en el inciso anterior. Si bien la representación OH₂ es correcta, habría que señalar a los estudiantes, en la revisión, que en toda fórmula los aniones y los cationes tienen una ubicación específica. No obstante lo aprendieron un poco más adelante, porque la Mtra. Méndez se había dado a la tarea de aprovechar las clases de los viernes para enseñar nomenclatura.

3. ¿Qué significa el coeficiente que antecede a los símbolos?

- Equipo 1: El número de veces que se repite cada elemento.
- Equipo 2: El número de partículas involucradas en la reacción.
- Equipo 3: El número de moléculas.
- Equipo 4: El número de veces que se presenta una partícula o molécula.



- Equipo 5: Se colocan antes de las fórmulas además de que son números grandes y también se les conoce como coeficientes estequiométricos estas indican cuántos moles están involucrados. Se modifican para poder equilibrar o balancear la cantidad de átomos en la reacción química.
- Equipo 6: El número de veces que aparece la molécula o átomo.

Es claro que el equipo 5 copió y pegó una respuesta que buscaron en la red, por lo que no hubo esfuerzo de los alumnos para escribirlo con sus palabras. Los demás equipos sí hicieron el esfuerzo de redactar. En sus textos se ve que, aunque hay cierta noción de lo que es el coeficiente, no distinguen si las entidades que están en las ecuaciones químicas son elementos, partículas, moléculas o átomos, por lo que me parece que habría que revisar una vez más con ellos estos conceptos. Ya lo había explicado en clase, pero me parece que no se asimiló.

4. ¿Qué significan los subíndices de las representaciones atómicas?

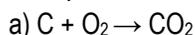
- Equipo 1: El número de átomos del elemento.
- Equipo 2: Las veces que se repiten los átomos de un elemento para formar un compuesto.
- Equipo 3: El número de átomos.
- Equipo 4: Se refiere al número de átomos del elemento en una molécula.
- Equipo 5: Son los átomos que tiene cada elemento y se encuentran del lado derecho y son números pequeños y en ningún momento se modifica.
- Equipo 6: El número de átomos en la molécula.

Nuevamente, el equipo 5 copió y pegó la respuesta. En cuanto a los demás equipos, también es evidente que tienen una idea de lo que son los subíndices, me parece que el equipo 2 y 4 escribieron correctamente la respuesta. En los demás equipos se leen definiciones incompletas o bien que hay una consideración de que cualquier compuesto es una molécula, lo cual es un error conceptual.

5. Considera la siguiente representación simbólica para cada uno de los átomos señalados.

Modelo							
Símbolo	Cu	H	O	C	N	S	Cl

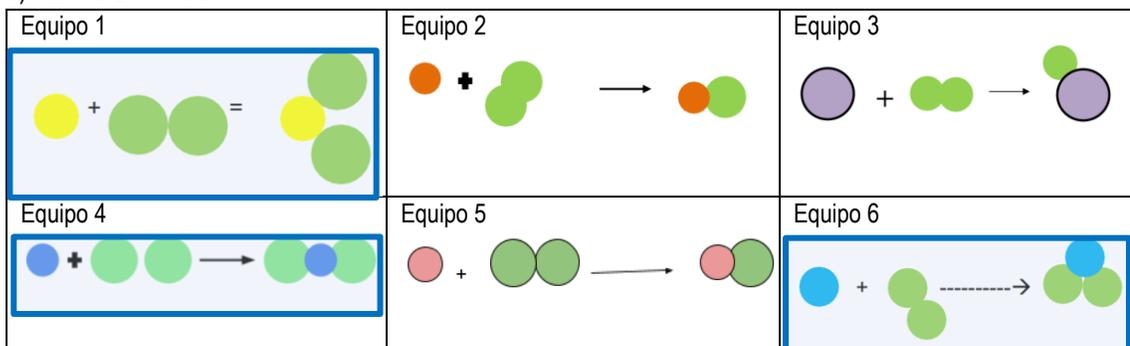
6. Representa mediante modelos las siguientes ecuaciones químicas.



Equipo 1 	Equipo 2 	Equipo 3
Equipo 4 	Equipo 5 	Equipo 6

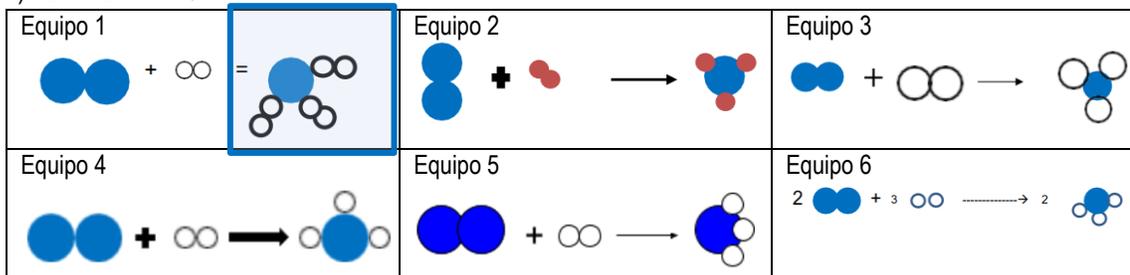
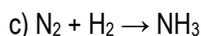
Se observa que, en prácticamente, todos los casos la representación es correcta aunque las proporciones de tamaño, que en este nivel es un detalle un tanto secundario, varían mucho. El equipo 5 representa al O_2 como dos esferas separadas, a pesar de que en los ejercicios anteriores lo hicieron de manera correcta. El

equipo 6 es el único que hace la representación del CO_2 en forma lineal, lo cual es correcto. Es importante destacar que posiblemente es casualidad, dado que no han estudiado nada acerca de geometría molecular, aunque por lógica suena razonable que sea angular. En este ejercicio también habría que cambiar la redacción para que no diga "Representa mediante modelos..." por lo comentado anteriormente.



En este caso, la ecuación química está simplificando la representación real, porque hace parecer que solo un átomo de sodio se combina con una molécula diatómica de cloro para dar cloruro de sodio, además no está balanceada y en el código de colores que se proporcionó al inicio no está incluido el sodio, por lo que los estudiantes hicieron las representaciones eligiendo el color que quisieran para ese átomo.

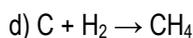
Es evidente que los estudiantes hicieron el intento de balancear la ecuación al hacer su representación porque no les coincidía la cantidad de bolitas que representan el sodio con las de cloro, pero no respetaron la fórmula de NaCl , esto es claro en la mitad de los equipos. Los otros equipos se limitaron a seguir la ecuación tal cual. Cabe señalar que hasta este momento no se ha estudiado el balanceo de ecuaciones, pero que lo ideal hubiera sido haber escrito las ecuaciones balanceadas. Yo omití esa parte, pensando en que podrían confundirse pero parece ser que es más confuso el tratar de ajustar las esferas sin los coeficientes porque no tiene lógica. Por otro lado, la actividad incluye este inciso que en realidad se trata de una sustancia iónica, que no tiene representación de esta manera, pues es una red cristalina. Esto me lleva a la reflexión de que lo ideal es incluir ejemplos de sustancias moleculares y poner las ecuaciones balanceadas para facilitar la resolución y abonar al tema que se verá más adelante.



En la representación del equipo 1 se nota que todavía no hay una comprensión o asimilación de las representaciones de moléculas, por la manera como representan el amoníaco. Esto se comentó con los estudiantes en clase, como se menciona en la sesión correspondiente y se razonó con ellos para que dedujeran cuál era la representación adecuada. Si bien tampoco está balanceada la ecuación inicial, en el

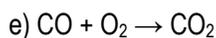


intento de acomodar las bolitas se puede ver que les cuesta trabajo pasar en este caso del H_2 de la molécula de hidrógeno al H_3 en el amoníaco. En contraste, el equipo 6 balanceó la ecuación. Como nota, el equipo 2 cambió el color asignado al hidrógeno.



Equipo 1 	Equipo 2 	Equipo 3
Equipo 4 	Equipo 5 	Equipo 6

En este caso se ve que no hubo dificultades para representar la ecuación, y que incluso, una vez más, el equipo 6 la balanceó. El equipo 2 no respetó el código de color para el hidrógeno.

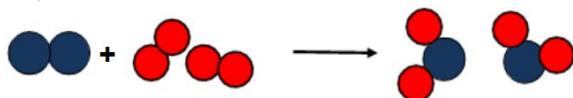


Equipo 1 	Equipo 2 	Equipo 3
Equipo 4 	Equipo 5 	Equipo 6

En el equipo 3 existe una confusión con los colores que representan a la molécula diatómica de oxígeno y usan el color del carbono, y en el producto se observa que confunden CO_2 con $2CO$, lo que evidencia que sigue sin haber distinción entre coeficientes y subíndices. En el caso del equipo 4 se observa nuevamente un intento de balancear las esferas que tienen en los productos para que coincidan con las que hay en los reactivos, ignorando la fórmula del producto que es CO_2 y no CO_3 .

Los demás equipos resuelven correctamente las representaciones e incluso, otra vez, el equipo 6 balancea la ecuación, lo cual muestra un avance importante en los estudiantes.

7. A partir de la representación con modelos, escribe las ecuaciones empleando símbolos según corresponda.



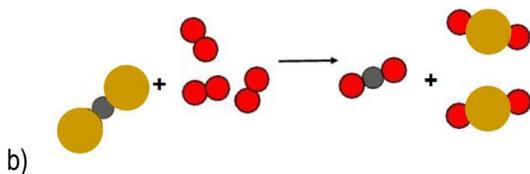
a)

Equipo 1 $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$	Equipo 2 $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$	Equipo 3 $2N + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$
Equipo 4 $Na_2 + 2O_2 \rightarrow 2NaO_2$	Equipo 5 $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$	Equipo 6 $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$





Esta actividad y la siguiente son a la inversa de las anteriores. En este caso el equipo 4 consideró que en lugar de nitrógeno se trataba de sodio, y aunque todavía no tienen los conocimientos para saber que el sodio no forma moléculas diatómicas, ni han estudiado los números de oxidación como para escribir correctamente la fórmula del óxido, ignoraron el color de la representación con esferas en la que el color de las esferas es azul oscuro. En el caso del equipo 3 se vuelve evidente, una vez más, que confunden coeficientes con subíndices porque la representación del nitrógeno es incorrecta, a pesar de que en las esferas hay dos átomos de nitrógeno juntos que los demás interpretaron correctamente como N_2 y no como $2N$. Cabe señalar que nuevamente habría que modificar la redacción de la instrucción y escribir en lugar de “modelos” la palabra “dibujos” para que sea más claro para los estudiantes.



Equipo 1 $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$	Equipo 2 $S_2C + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$	Equipo 3 $2SNa + 3O_2 \rightarrow NaO_2 + 2SO_2$
Equipo 4 $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$	Equipo 5 $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$	Equipo 6 $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$

Nuevamente el equipo 3 muestra confusión entre coeficientes y subíndices, dado que en la representación que hace escribe el 2 de los dos átomos de azufre como coeficiente, en lugar de hacerlo como subíndice. Por otro lado, en lugar de considerar que la esfera gris oscura es carbono, decide ponerla como sodio. En este caso y el anterior ese posible que como en el número 5 se les dijo que faltaba la representación del sodio, ellos tomaron como que en toda la actividad, lo que no identificaran era sodio. Parece ser que aunque en este inciso y el anterior se incluyen los dibujos con el número correcto de moléculas, no son capaces de escribir las representaciones correctamente porque les resulta confuso comprender por qué aquí hay más de una molécula y en los otros incisos no hay números (coeficientes).

En la actividad original, la autora (Castelán, 2012) incluyó los espacios para que los alumnos balancearan las ecuaciones, pero yo los omití porque no se había estudiado el tema todavía. Dado que no se puede poner cosas falsas: o la ecuación simbólica está balanceada o en la representación mediante dibujos los elementos están balanceados y que yo incurri en un error al modificar la actividad, ahora sé que podría haberla aprovechado mejor si la hubiera puesto hasta después del balanceo de ecuaciones corrigiendo además los detalles que noté que están mal de origen.

Tenía pensado retomar la misma actividad más adelante, pero realmente ya no dio tiempo para hacerlo, y como seleccioné otra actividad específica para balanceos, ya no insistí en repetirla. La autora indica en su trabajo que no había incluido al sodio, y analiza que los estudiantes lo agregaron en sus trabajos. Ella lo solicitó como trabajo individual, en este caso lo solicitamos como trabajo en equipo por el tiempo del que disponían para resolverla y porque en CCH se favorece el trabajo en equipo. Otra cosa es que la actividad es empleada por la autora como examen diagnóstico, y en esa secuencia es parte de las actividades de modelado para promover el pensamiento químico como continuación de la actividad de Universo RAVAz y para continuar con el balanceo de ecuaciones.





Un detalle que yo noté y que la autora no menciona es que los colores de las representaciones de las dos ecuaciones del inciso 7 varían con respecto a la clave de colores, en particular el del nitrógeno y el del carbono, por lo que eso pudo haber sido fuente de confusión con los estudiantes y yo misma no lo noté ni corregí antes de aplicar la actividad.

Sesión 6 (05/10/21)

Las respuestas a las preguntas planteadas se muestran a continuación. Son transcripciones de la presentación donde ellos estaban respondiendo sincrónicamente (*Anexo 8*). Conforme iba leyendo las respuestas las comentábamos o pedíamos que nos ampliaran su idea. Nuevamente esto provoca que los alumnos se vean obligados a producir por escrito lo que piensan, así que con ello estoy insistiendo en promover la *literacidad* y la no dependencia de lo literal, toda vez que no les da tiempo de buscar en ningún lado las respuestas, sobre todo porque se refieren a cuestiones que se dijeron en el video. Las respuestas están transcritas tal como los estudiantes las escribieron en la plataforma.

1. Sugiere algún método de resolución para modificar la receta de 8 porciones de pastel para hacer 23 porciones o 13 porciones.

- Dividir las cantidades para una sola porción y después multiplicarla por el número de porciones que se necesita o también podemos triplicarla y con lo obtenido que es para una porción quitarle esa parte una porción para que nos quede para 23 porciones.
- Para hacer más porciones, solo necesitamos duplicar la receta y así obtendríamos una receta para 16, sin embargo nos piden 23 entonces solo multiplicaríamos los ingredientes por 2.8.
- Dividir entre 8 cada cantidad y multiplicar por 13.
- Podemos revisar nuevamente la cantidad de los ingredientes y ver los pasteles enteros que se hacen y después dividirlos o calcularlos entre las rebanadas faltantes.
- ¿Regla de tres? aplicar la regla de tres con todos los ingredientes x ingrediente es a 16 como x es a 23.
- Dividir la receta original (8 porciones) entre 8 para tener la cantidad de una sola porción y multiplicarla por el total de porciones que queremos.
- Yo multiplicaría las cantidades de la receta por 3 para que me salgan 24.
- Se debe dividir o triplica la porción justo como comentó el chico.
- Si es de 23 porciones, doble los ingredientes y si es de 13 agrego poco más de la mitad del doble de ingredientes.
- Convertir todos los ingredientes a fracciones.
- Dividir la cantidad de 16 entre 2 y dividir 2 y así sucesivamente hasta llegar a uno y después nada más sumamos para llegar a la cantidad deseada.
- Dividir para una porción y ocupar los necesarios.
- Para hacer pasteles de 23 porciones de deben hacer $2 \frac{7}{8}$ partes de la receta original. Para hacer el pastel de 13 porciones serían $1 \frac{5}{8}$ de la receta original.
- Dividir las porciones de los ingredientes entre ocho, y multiplicarlos por 13 y/o 23.
- Hacer $\frac{1}{3}$ parte de porción.
- Para hacer más porciones solo se necesita poner el triple de ingredientes, supongo.

En general se puede ver que todos los estudiantes tienen ideas ingeniosas, muchas de ellas son intuitivas y casi la mayoría muestra cierto manejo matemático, por lo que se nota que todos están haciendo algún tipo de razonamiento, el cual también expresan de maneras más o menos claras. Es evidente que todavía no tienen un manejo completo del lenguaje, pero sí se están esforzando en explicar con sus palabras lo que se les solicita, y eso es digno de reconocer.





2. ¿Cuál es la relación entre la ecuación química y la elaboración del pastel?

- Las proporciones.
- Los reactivos representan los elementos o ingredientes que tenemos para elaborar el pastel. Los productos representan el producto terminado, o sea el pastel. De esta misma manera es en química ya que los reactivos son los elementos sin combinar y el producto cuando ya están combinados.
- Que en ambas existen la misma cantidad de productos, pero en el producto es la suma de todos los ingredientes existiendo un balance.
- Proporciones.
- Se complementan porque son necesarias para la creación del mismo pastel. Con las fórmulas se pueden calcular los ingredientes. Es reactivo–ingredientes.
- Que al igual que una reacción química hay distintas sustancias que las componen y al final mezclarlos cambian sus propiedades y forman un producto.
- La proporción igual.
- Que nuestros reactivos sería todo lo que necesitamos para hacer el pastel y los productos sería nuestro pastel ya terminado.
- El orden de reactivos y productos en forma de adición es lo que tienen en común.
- Que se necesitan operaciones para poder saber las cantidades.
- Que tenemos los reactivos que serían igual a los ingredientes y el producto igual a el resultado de la receta que es el pastel.
- Ambos obtienen el resultado.
- Que los dos son fórmulas de una receta.
- Que en ambas se necesita tener una fórmula y un resultado balanceado.
- Los reactivos representan los ingredientes y el producto el pastel terminado.

En estas respuestas se puede ver que, aunque hubo algunos casos en donde no precisaron bien lo que querían decir, al poner solo una o dos palabras (relacionadas con las proporciones), hacen un intento por describir que en la receta los reactivos son los ingredientes de inicio y el producto es el pastel terminado, lo que a grandes rasgos es la respuesta correcta.

3. ¿Por qué se tiene que cumplir con la ley de la conservación de la materia?

- Porque si del lado de los reactivos tenemos cierta cantidad de moléculas, no pueden aparecer en los productos más o menos moléculas, ya que es lo mismo.
- Para que estén bien balanceadas.
- Para que exista un balance y en este caso se transforman los elementos/ingredientes.
- Porque es necesario mantener todas las propiedades para que exista un buen balance.
- Para que la materia no se pierda.
- Porque esta ley provee de sentido a las ecuaciones, y por lo tanto, a todos los cálculos que hagamos con ella.
- Para que exista balance.
- Porque así es el proceso, sino no saldría bien el resultado. Igualmente tomando en cuenta lo que se ocupará.
- Porque no se destruye ni se crea solo se transforma y al transformarla sigue conservando casi las mismas propiedades.
- Para conservar las mismas cantidades.
- Porque solo se transformó.

En esta pregunta la Mtra. Méndez me comentó que tal vez la sintaxis del planteamiento no debía ser “tiene que cumplir” sino “se cumple” porque el planteamiento podría ser confuso y porque de hecho se cumple. En cuanto a las respuestas se constata que, en algunos casos, hay respuestas relacionadas con lo que





aprendieron en secundaria respecto a cómo se recita la ley de la conservación de la materia y también se muestra cierto grado de confusión respecto a que las propiedades de la materia se conservan, lo cual es falso, porque en toda reacción química los productos tienen características completamente distintas a las de los reactivos, lo que se conserva son los átomos, las cantidades, pero no las propiedades, si así fuera, no habría cambio.

4. ¿Cuál es la función de los coeficientes estequiométricos?

- Para que den balance a la ecuación.
- Los coeficientes nos ayudan a poder tener proporcionando los reactivos y los productos ya que a pesar de que hay un proceso de cambios entre los dos, deben contener la misma cantidad de moléculas o de materia.
- Para saber cuántas moléculas hay de dicha sustancia. En este caso, hay 2 moléculas de hidrógeno y...
- Sirven para las ecuaciones balanceadas.
- Sirven para que nos den un resultado, además, que nos dé una relación balanceada.
- Para dar un balance en nuestra ecuación, y dar una proporción.
- Para hacer el cálculo de relaciones de las sustancias para hacer la reacción.
- Indican la proporción y que estén balanceados los reactivos y productos en este caso ingredientes y pasteles terminados.
- Para balancear las ecuaciones.
- Nos permiten calcular y por lo tanto comprender el funcionamiento de las ecuaciones químicas (que representan las reacciones químicas reales) a través de la medición.
- Indican la proporción de reactivos y productos en una ecuación química.
- Es lo que ve las proporciones o medida de las sustancias.
- Sirven para que tenga un balanceo y un producto en la ecuación.
- Para un balance en las ecuaciones.
- El balanceo de las ecuaciones.

Si bien los estudiantes consideran como importante el balanceo de las ecuaciones o el balance de estas, no podemos asegurar si a ciencia cierta comprenden lo que esto significa, sin embargo, como comentó la Mtra. Nadia, se puede ver que ya están teniendo una relación entre la estequiometría de las reacciones y lo que es el balanceo, aunque el tema no se haya desarrollado como tal, lo cual es bueno porque denota que están asimilando los contenidos.

5. Explica con tus palabras qué es una razón.

- La relación que existe entre cantidades dentro de un mismo contexto.
- Son las unidades que hay de una parte en relación con otra.
- Representada como una división, es la relación de proporciones entre dos valores.
- Una razón es algo que nos indica la proporción entre dos cantidades. Por ejemplo si por cada hora recorremos 50 km, la proporción sería 1 a 50.
- La razón o relación que existe entre una cantidad y otra que por cada número está otro con las mismas cantidades.
- Es el factor entre lo que se calcula, se maneja en forma de división. Por ejemplo, la relación entre las tazas de harina de 2:2.
- La razón es la relación que tienen ciertos elementos con otros.
- Es como están relacionadas dos cantidades, por ejemplo cuántos huevos hay por 2 tazas de leche.
- Que si tenemos las mismas porciones en los materiales para obtener el producto.
- Es la comparación entre dos cantidades. Por ejemplo 1:1.
- Es como la comparación de cantidades, es como la relación de la proporción entre dos cantidades.
- Es la relación entre cantidades que presentan una diferencia.





- La comparación entre dos cantidades por medio de una división.
 - Es la relación entre lo que se calcula en forma de división que hay entre otras. Por ejemplo 2:2 o 1:1.
6. Explica con tus palabras qué es una proporción.
- Es la relación que se tiene con una razón.
 - La comparación de la razón.
 - Proporción es la comparación de dos razones.
 - La proporción, es la relación entre las razones. Por ejemplo para saber la proporción de una relación 3 a 4 debemos ponerlo de la siguiente manera: 3:4 3: x y luego multiplicarlos.
 - Es la relación que nos ayuda a comprender la razón por ejemplo por cada perro que tengo debo tener 2 camas (la proporción es 2).
 - Es la relación de las razones comparándolas, precisamente en forma de división que hay entre ellas.
 - Es la comparación de dos razones o entre dos cantidades.
 - Es la comparación de las razones.
 - La relación de las proporciones comparándolas entre sí.
 - Es lo que nos ayuda a saber la relación entre cantidades, es decir una razón.
 - Relación entre las cantidades de una razón.
 - La relación entre las razones.
 - Es una relación o razón constante entre diferentes magnitudes.
 - Relaciona las razones y las compara.
 - Es una relación que se tiene con una razón.
 - Es la relación de las razones.
 - Comparación de razones.
 - Relación de las razones.
 - Relación entre las razones comparándolas.

Aunque en estas respuestas se observa que la definición tiene mucho que ver con lo que se dijo claramente en el video, todavía hay confusión con los términos razón, relación y proporción, incluso en algunos casos hay uso indistinto de las tres palabras. Tal parece que esta respuesta es casi una reproducción de lo dicho y en realidad no hay una asimilación clara del término. Esto es algo que se podría esperar, dado que el término apenas fue introducido y en unos minutos, que han pasado desde que vieron el video y respondieron, no se puede pretender que haya una gran elaboración. No obstante, se puede decir que se cumple con el propósito introductorio.

7. Propón un método para resolver la última pregunta (¿cómo calcular las demás cantidades?)
- Haría una conversión de sus cantidades de enteros/decimales a fracciones.
 - Escribimos: 2:2 (mantequilla y polvo para hornear) = 2:1/2 (huevos y sal), esas son nuestras dos razones. Si despejamos la fórmula y queremos saber las cantidades de mantequilla, tenemos $2 \cdot \frac{2}{2} = 2$.
 - Dependiendo las porciones que se necesitan las relacionaría en forma de comparación, después de este análisis dividiría la cantidad para encontrar la relación entre las cantidades
 - Se podría usar una regla de 3, o se puede generalizar la cantidad de ingredientes de un solo pastel y luego sumarlo con otro (por ejemplo si un pastel me alcanza para 4 personas 2 me alcanzan para 8 personas y así sucesivamente).
 - Utilizar la proporcionalidad.
 - Viendo las razones que hay dividiendo en las 8 porciones y multiplicarlo en las porciones del pastel que se quieren hacer.





- Harina: $2:8 \times 13$ entonces para elaborar un pastel de 13 porciones, necesitamos 3.25 tazas de harina. Mantequilla $2:3 \times 13$ entonces para elaborar un pastel de 13 porciones, necesitamos 3.25 barras de mantequilla.
- No entendí.
- Conversión en fracciones.
- No tengo una idea para hacerlo. No soy buena con problemas que requieren matemáticas.
- Obtener la razón y después relacionarla con la proporción.

Esta pregunta podría haber sido omitida dado que a los chicos ya se les había cuestionado al principio cómo harían los cálculos para preparar pasteles de 13 y 23 porciones, pero de algún modo tiene su utilidad como repaso, puesto que entre la primera proyección y esta segunda habían pasado 5 días. Si los dos videos hubieran sido proyectados en una misma sesión, entonces sí omitiría la pregunta 7 o bien la 1. De todas maneras, como se hace la pregunta después de explicar lo que son las razones y las proporciones, en realidad se esperaría una evolución de su respuesta con respecto a la que dieron al inicio de manera intuitiva y en efecto, se puede ver que hay quienes están empleando proporciones para responder. Otros tantos expresaron que no habían entendido hasta ese momento. Aunque me regresé un poco para revisar la escritura de las proporciones y volví a explicar esa parte, de todas maneras, les hice ver que no debían preocuparse porque más adelante lo retomaríamos (y en efecto, hacia el final del curso expliqué las leyes ponderales y el siguiente semestre estudiarán estequiometría en forma).

8. Responde con tus palabras la pregunta de Rafa ¿cómo se cumple con la ley de la conservación de la materia si la materia está cambiando?

- Porque tenemos los mismos ingredientes combinados con otros pero son los mismos ingredientes.
- Conservando las proporciones.
- Lo que se conserva solo es la cantidad de átomos pero la materia solo cambia.
- La materia no se crea ni se destruye solo se transforma.
- Porque tenemos los ingredientes que tenemos combinados.
- La materia no cambia pero el interior de esta sí.
- Los átomos siguen siendo los mismos, ya que la materia no se crea ni tampoco se destruye solo se transforma.
- A pesar de que la materia se transforma, la cantidad se conserva. Aunque los productos tengan una forma distinta, contienen la misma cantidad de átomos que los reactivos.
- Siempre teniendo al principio y al final la misma cantidad de átomos, de masa. Que cambie el estado físico no cambian los átomos. No se crea ni se destruye, solo se transforma.
- Porque no se habla de que la materia cambie o no, sino que se conserva la misma cantidad de materia.
- La materia cambia de forma pero sigue siendo lo mismo ya que los ingredientes siguen siendo los mismos al principio y al final.
- Se cumple porque la masa no cambia, es decir puede transformarse pero no cambiar.
- No es que cambie la cantidad, si no que conservamos la cantidad de átomos.
- La materia solamente cambia de forma pero sigue teniendo la misma cantidad de átomos. Pues los ingredientes siguen ahí solamente que de distinta manera.
- Lo que se conserva solo es la cantidad de átomos, pero la materia sí está teniendo transformación. "La materia no se crea ni se destruye solo se transforma".
- Pues cambia de forma pero sigue conservando la misma cantidad de materia y no otra.
- Los ingredientes no cambian, sino el resultado del pastel, pero sus átomos se conservan (la materia no se crea ni se destruye solo se transforma).

Aunque para muchos alumnos ha quedado claro que la cantidad de átomos no cambian, es decir que no hay átomos de más ni de menos y que no se puede esperar obtener en los productos algún material que no





se incluyó al inicio, como dice el video: el pastel no puede tener fresas si no estaban en los ingredientes como el agua no puede tener sodio si solo se puso oxígeno e hidrógeno a reaccionar, hay respuestas que incluyen el enunciado de la ley de la conservación de la materia de manera enciclopédica.

Durante la revisión hice énfasis en que no sirve de nada saberse de memoria esa ley si no se entiende su significado de manera profunda. También hay respuestas en donde se confunde la reacción química con una transformación física, lo que también resalté y expliqué.

Otra manera de enunciar la ley de Lavoisier podría ser que se trata de la ley de la conservación de la cantidad de materia para hacer énfasis en que la cantidad de materia que está involucrada en una reacción química no cambia. Otra observación que hago es que tal vez el planteamiento de la pregunta del personaje podría haber sido distinta, para no inducir confusiones, algo así como “¿Cómo se cumple la ley de la conservación de la masa si las sustancias están cambiando? Dado que las palabras materia y sustancia no son sinónimos puesto que la materia permanece antes y después del cambio puesto que las que cambian son las sustancias, unas aparecen y otras desaparecen pero la masa es constante. Esto podría modificarlo en el guion y en la grabación.

9. ¿Qué significa que hay que hacer cálculos de proporciones a partir de porciones?

- Debemos generar razones a partir de las porciones que tenemos en un pastel. As, si el resultado va a superar un entero podemos calcularlo.
- Porque si queremos saber cuántos ingredientes necesitamos para elaborar un número determinado de porciones, debemos de tomar en cuenta una proporción en la que se quieran menos o más porciones para por medio de una razón, sacar el número de ingredientes que requerimos.
- En el caso del pastel las porciones representan la cantidad de masa que tiene cada ingrediente así que el elemento numérico que represente la porción puede ayudar a calcular las proporciones.
- Porque quizá por cada porción tengamos otra.
- Retomando lo que mencionaba hace un momento, los reactivos y productos están relacionados siempre, tomando en cuenta las proporciones.
- Para saber cuántas porciones de ingredientes se usaron.
- Porque si tienes la proporción de tu receta sabrás que cantidad de ingredientes equivalen a cuantas porciones.
- No entendí la pregunta.
- Para que toda porción tenga una proporción igual.
- Tenemos que tener porciones a partir de razones para tener un cálculo exacto, supongo.
- Se toman en cuenta la cantidad general que se necesita en este caso un pastel de 13 porciones se tiene que tomar en cuenta las proporciones de c/u de las porciones.
- Porque por la cantidad de porciones habrá una proporción exacta para la receta.

Para explicar a quien no entendió me regresé a la parte del video en donde se plantea la pregunta. Hice énfasis que recordaran que la receta original era para 8 porciones y que para calcular 13 y 23 porciones había que ver las proporciones de ingredientes necesarios.

Durante la proyección se analizaron las respuestas y les di pistas para llegar a las respuestas que estuvieran más en torno a la idea central, siempre evitando el “síndrome de la respuesta correcta” porque no se trata de que piensen como yo, pero sí que expresen la idea que quieren decir de manera correcta, y sobre todo, que expliquen el fenómeno en cuestión con claridad, así que hice correcciones en lo que decían o en cuestiones como la idea de que es un cambio físico o que los ingredientes siguen siendo los mismos, porque





no es así. Otra cuestión en la que hice énfasis fue en que no recitaran la ley de la conservación de la materia sin comprender de qué se trata, porque todos tendemos a repetir automáticamente leyes o postulados que nos enseñan, pero casi nunca se entiende del todo su significado.

Hacia el final, los estudiantes se adentraron en el uso de las razones y proporciones puesto que ese era el objetivo de este material. Como dato interesante, como el video es de mi autoría y yo soy una de las voces de los personajes, se les hizo curioso reconocermé, aunque el tono de voz del personaje es un poco distinto al que uso habitualmente para hablar.

En la presentación de la primera parte del video llegué hasta la pregunta 5. Al terminar, pregunté a los jóvenes cómo se sintieron en la clase, de manera oral. Sus respuestas, en general, fueron que se sintieron bien a pesar de que al inicio estuvieron algo confundidos y que una vez que entendieron fue fácil para ellos retener la información. Que sintieron interés por el tema, aunque todavía sienten que están un poco confundidos.

Al inicio de la segunda parte hice una breve presentación de lo que significa estequiometría para ampliar la definición. “Estudia relaciones cuantitativas entre reactivos y productos de una reacción”. Indagué con algunos alumnos lo que habíamos visto la clase anterior y, en general, rescataron algunas ideas que efectivamente correspondían a la clase. A partir de lo que respondían yo les hacía más preguntas para que hicieran más explícitas sus respuestas. Hablaron de reacciones de adición y descomposición, endotérmicas y exotérmicas.

En realidad, el video de estequiometría lo presenté en la segunda mitad de la clase 3 y en la primera mitad de la clase 5, pero preferí analizarla en esta clase para que estuviera completa. A final de cuentas prácticamente sí se tomaron las dos horas de clase para analizar el video completo, cuya duración real era de 10 minutos.

En la segunda parte de esta sesión se trabajó en equipos para elaborar un meme o post con el tema que habíamos estudiado. Los resultados se muestran en la *figura 49*. Antes de que comenzaran, la Mtra. Méndez resaltó la parte del video en el que se menciona la importancia de hacer cálculos correctos usando razones y proporciones en la industria química de manera que tuvieran en cuenta eso para que el próximo semestre lo retomaran en el tema que se verá de manera formal.

Yo les hice énfasis en que, aunque no se volvieran expertos, seguirán usando las proporciones por ejemplo en trigonometría y en física y que no se angustien si no comprenden a la primera y no pierdan de vista que es necesario practicar y que es algo que, aunque no tenemos sistematizado ni hecho de manera formal se usan cálculos matemáticos en la cocina siempre que se elabora una receta.

En varios casos se ve que solo adaptaron memes ya existentes, pero es digno destacar que al final el resultado fue ingenioso. En el meme que tiene textos en inglés se les hizo notar que lo mejor era traducirlo dado que es para estudiantes de México. Se les pidió que hicieran comentarios positivos a sus compañeros, y, en realidad, más bien todos se calificaron con 10 y honestamente no se nos hizo fuera de lugar porque todos nos parecieron ingeniosos. Seleccioné esta actividad porque ayuda a resumir ideas, además de que en la actualidad es común usar memes con pequeños chistes o ideas divertidas para subirlos a redes sociales; por otro lado, el tiempo que quedaba no era suficiente para continuar con otro tema nuevo y no era recomendable terminar la clase en ese momento.





Figura 49. Memes con el tema de los videos: razones y proporciones.

La tarea extraclase fue resolver precisamente lo que está en la última diapositiva, de calcular la receta para 13 y 23 porciones. La Mtra. Méndez les dio una idea de cómo hacerlo. En la *tabla 14*, se muestran los resultados de su tarea de hacer los cálculos para 13 y 23 porciones de pastel, como lo plantea la pregunta final del video. Cada fila corresponde al trabajo de un equipo.

En general, se puede ver que no fue difícil para los estudiantes dar con las respuestas, porque una vez que se hizo la explicación en el video, ellos pudieron seguir la misma estrategia y obtuvieron cuánto se necesitaba de cada ingrediente. Fueron pocos cálculos porque hay ingredientes que requieren las mismas cantidades, es decir, harina, azúcar, mantequilla, polvos de hornear y huevos eran 2 (cucharadas, barras, piezas, tazas), mientras que la cocoa y la sal también estaban en la misma relación.

Todos los cálculos resultaron correctos y al comentar con ellos los resultados, algunos dijeron que sus hipótesis (la respuesta que pusieron en las preguntas durante la proyección del video) habían resultado adecuadas.



Tabla 14. Cálculos de los ingredientes para 13 y 23 porciones de pastel.

Para un pastel de 13 porciones encontramos esta solución.

Un pastel de 23 porciones hicimos algo parecido

Para 13 porciones se necesitan

- 3.25 tzs de harina
- 3.25 tzs de azúcar
- 0.8 tzs de cocoa
- 2.4 tzs de leche
- 3.25 barras de mantequilla
- 3.25 cdtas de polvo h.
- 3.25 huevos
- 0.8 cdtas sal

Para 23 porciones se necesitan

- 5.75 tzs de harina
- 5.75 tzs de azúcar
- 1.43 tzs de cocoa
- 4.312 tzs de leche
- 5.75 barras de mantequilla
- 5.75 cdtas de polvo h.
- 5.75 huevos
- 1.43 cdtas sal

Porciones	Harina	Azúcar	Cocoa	Leche	Mantequilla	Polvo para hornear	Huevos	Sal
8	2 tazas	2 tazas	1/2 taza	1 1/2 taza	2 barras	2 cucharadas	2 huevos	1/2 cucharada
13	3 1/4 tazas	3 1/4 tazas	3/4 taza	2 1/2 taza	3 1/4 barras	3 1/4 Cucharadas	3 1/4 huevos	3/4 cucharadas
23	5 3/4 tazas	5 3/4 tazas	1 1/2 taza	4 1/4 taza	5 3/4 barras	5 3/4 Cucharadas	5 3/4 huevos	1 1/2 cucharadas





	8 PORCIONES	13 PORCIONES	23 PORCIONES
2 tazas de harina	$\frac{(13p)(2tz)}{8p} = 3,25 \text{ tz}$	$\frac{(23p)(2tz)}{8p} = 5,75 \text{ tz}$	
2 tazas de azúcar	$\frac{(13p)(2tz)}{8p} = 3,25 \text{ tz}$	$\frac{(23p)(2tz)}{8p} = 5,75 \text{ tz}$	
½ taza de cocoa	$\frac{(13p)(0,5tz)}{8p} = 0,81 \text{ tz}$	$\frac{(23p)(0,5tz)}{8p} = 1,43 \text{ tz}$	
1 ½ tazas de leche	$\frac{(13p)(1,5tz)}{8p} = 2,43 \text{ tz}$	$\frac{(23p)(1,5tz)}{8p} = 4,31 \text{ tz}$	
2 barras de mantequilla	$\frac{(13p)(2tz)}{8p} = 3,25 \text{ barras}$	$\frac{(23p)(2tz)}{8p} = 5,75 \text{ barras}$	
2 cdtas de polvo para hornear	$\frac{(13p)(2tz)}{8p} = 3,25 \text{ cdtas}$	$\frac{(23p)(2tz)}{8p} = 5,75 \text{ cdtas}$	
2 huevos	$\frac{(13p)(2tz)}{8p} = 3,25 \text{ pz}$ Como no se puede dividir un huevo se redondea a 3	$\frac{(23p)(2tz)}{8p} = 5,75 \text{ pz}$ Como no se puede dividir un huevo se redondea a 6	
½ cdta de sal	$\frac{(13p)(0,5tz)}{8p} = 0,81 \text{ cdta}$	$\frac{(23p)(0,5tz)}{8p} = 1,43 \text{ tz}$	

Eligió las cantidades para elaborar un pastel de 13 porciones y otro de 23 usando la lista de porciones para 8

Ingredientes:

- 2tz de harina
- 2tz de azúcar
- ½tz de cocoa
- 1½tz de leche
- 2 barras de mantequilla
- 2 cdtas de polvo para hornear
- 2 huevos
- ½ cdta de sal

Para 13: $\frac{3}{8}$ harina y azúcar, $\frac{3}{8}$ de mantequilla, 3 cdtas y 2 huevos
 $\frac{5}{8}$ de cocoa, $\frac{5}{8}$ de leche y $\frac{5}{8}$ de sal
 $\frac{5}{8} \cdot \frac{x}{13} = 0,81 = \frac{5}{6}$

Para 23: $\frac{5}{8}$ harina y azúcar, $\frac{5}{8}$ de mantequilla, $\frac{5}{8}$ de polvo, 6 huevos
 $\frac{1}{8}$ cocoa, $\frac{15}{8}$ de leche y $\frac{1}{8}$ de sal
 $\frac{2}{8} \cdot \frac{x}{23} = 0,75 = \frac{5}{4}$
 $\frac{5}{8} \cdot \frac{x}{23} = 1,4 = \frac{1}{3}$

Entre los comentarios al final de la clase, la Mtra. Méndez me dijo que le pareció que las preguntas que les planteé durante el video le habían parecido buenas, que algunas de sus acotaciones eran más bien filosóficas y que sus notas eran más para ella que para mí, pero le parecía interesante comentarlo conmigo. Otra cosa que platicamos es que este material daba para mucho trabajo, que se puede presentar en publicaciones cortas.

La Mtra. Méndez y yo también comentamos algo que nos pareció muy interesantes: cuando estamos balanceando, ¿estamos hablando de razones o proporciones? Porque en varios artículos que hemos revisado se habla de proporciones. Llegamos a la conclusión de que, aunque era más común decir proporciones, lo correcto es señalar que se trata de razones y que en los cálculos estequiométricos sí se trata de proporciones. No lo habíamos hecho consciente ese detalle y reparamos en que, hasta el momento, lo hemos dicho mal. Esto se comentó con los alumnos, pero hasta que se tocó el tema de balanceo de ecuaciones y desde luego no con la profundidad con la que lo platicamos nosotras.

Otra cuestión es que comentamos el no perder de vista los límites de la analogía de la receta de cocina con la ecuación química de manera que quede claro que si bien es muy útil empezar a estudiar estequiometría con recetas hay que delimitar hasta dónde se va a emplear la analogía hacerlo evidente para los estudiantes.

Sesión 7 (07/10/21)

Durante la sesión primero revisé la actividad de *Kahoot!* en la cual había tenido muy poca participación (25 %), al parecer porque se les había hecho complicada (Anexo 9). En realidad, yo tomé como modelo





unas actividades de secundaria en línea para razones y proporciones, por lo que me parece que hay que hacer más ejercicios con ellos. Por otro lado, es curioso que a pesar de que se les había hecho difícil, a la hora de verla en grupo opinaron que era más fácil de usar la lógica para resolver. En el anexo, están menos diapositivas de las que usé, en realidad resolví paso por paso cada inciso. Al final, pensé que al igual que en la ocasión anterior, quizá hubiera puesto menos problemas de manera que se animaran a contestar, pero en ese momento consideré que no era tan difícil y que tal vez con un poco más de incisos sería más reto para ellos.

Cabe mencionar que descubrí que los estudiantes no tienen manejo de la proporcionalidad directa e inversa o, al menos, no lo identifican como tal, por lo que consideré necesario abordar la explicación con detalle durante la clase para que posteriormente lo retomáramos ya sea en estequiometría o en alguna otra actividad en el siguiente semestre. La realidad es que invertí bastante tiempo en esta explicación por lo que posiblemente pude haber omitido este tema.

La siguiente actividad fue tomada de Balocchi *et al*, (2005a) quienes, además de presentar un documento en el que destaca especialmente la utilidad del aprendizaje cooperativo, que de algún modo se implementó a lo largo de toda esta secuencia, lo que me pareció de gran utilidad fue que incluye un cuadernillo en el que hay actividades para representar átomos, moléculas y ecuaciones químicas usando clips. Dado que ya habíamos hecho la actividad del Universo RAVAz y la actividad de modelado tomada de Castelán (2012), consideré que debíamos continuar en la misma línea y aprovechar esta actividad como introducción al balanceo de ecuaciones.

Durante la clase leí con ellos los postulados que prácticamente son los de Dalton y les recordé que ya habían visto que son limitados, pero tienen su utilidad didáctica. Expliqué todo paso por paso y después los organicé para que respondieran las preguntas. La actividad completa está en el *Anexo 10*.

La Mtra. Méndez hizo hincapié en la ley de la conservación de la materia en las representaciones del postulado 9 e hicimos una mención de que originalmente son mezclas pero que depende de las condiciones de la reacción para que no se quede como tal, dado que en algún momento una de las alumnas dijo que había una mezcla en una reacción química. Se hizo la aclaración de que no siempre todas las reacciones se llevan a cabo al 100 %, y que en ocasiones sí hay alguno de los reactivos que sobran. Otra cuestión importante que fue necesario que recalcáramos es que no se deben modificar los subíndices de las fórmulas porque evidentemente se pierde la identidad de las sustancias que están participando y que al momento de balancear las ecuaciones no se deben cambiar estos subíndices para que se ajuste el número de núcleos.

Al final, comentamos que al parecer la pregunta 4 les estaba costando más trabajo porque no habían comprendido cómo hacer la representación de los clips de colores con símbolos, por lo que les recordamos que, en el Universo RAVAz, habían usado las letras correspondientes a los colores de los clips, y que ahí podrían hacer algo similar. También se recalcó la idea de que estamos usando la idea de núcleos y no átomos, y que cuando decíamos trinuclear o dinuclear era equivalente a decir triatómico o diatómico pero que era preferible usar la nomenclatura de núcleos y no de átomos. Otra cuestión que parece que les costó trabajo comprender fue la expresión “agregado de átomos individuales” por lo que retomamos la idea del cobre que son átomos juntos, y que comparten electrones. Quizá hubiera ayudado mostrar el modelo de *cores* sumergidos en el mar de electrones.

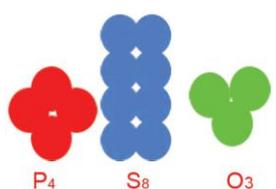
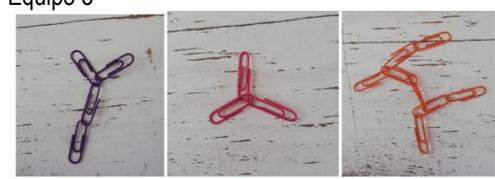




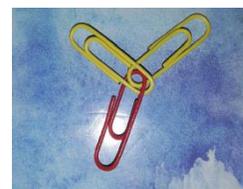
El trabajo fue presentado por la mayoría de los alumnos (5 equipos). A continuación, se presentan las respuestas.

1. Representa con clips o figuras geométricas las moléculas de P₄ (fósforo), S₈ (azufre) y O₃ (ozono). Las representaciones son muy variadas, lo que denota creatividad. En el equipo 2, es evidente que los miembros del equipo se repartieron las tareas. Todas las representaciones se pueden considerar válidas, dado que no conocen las representaciones más comunes de estas moléculas. Cabe destacar las representaciones del equipo 1 y 4 son muy regulares, es decir, muestran un orden geométrico. Como se ve, el equipo 5 no presentó la representación del ozono.

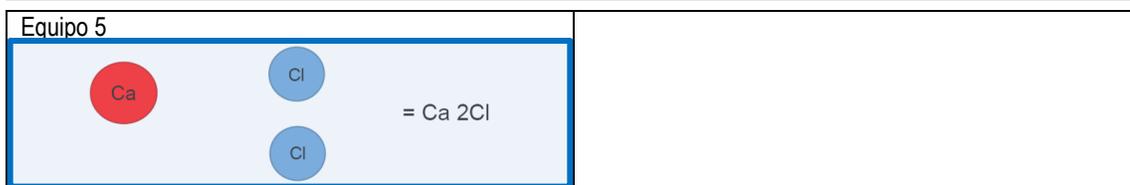
En la sesión de revisión les mostré cómo son esos modelos y, destacué sus aciertos así como sus zonas de oportunidad, dado que como se verá más adelante, hay algunas confusiones.

<p>Equipo 1</p>  <p>P₄ S₈ O₃</p>	<p>Equipo 2</p>  <p>P₄ (fósforo) S₈ (Azufre) O₃ (ozono)</p>						
<p>Equipo 3</p>  <p>P₄ O₃ S₈</p>	<p>Equipo 4</p> <table border="1" data-bbox="836 892 1412 1039"> <thead> <tr> <th>FÓSFORO</th> <th>AZUFRE</th> <th>OZONO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FÓSFORO	AZUFRE	OZONO			
FÓSFORO	AZUFRE	OZONO					
							
<p>Equipo 5</p>  <p>P₄ S₈</p>							

2. ¿Cómo sería la representación de calcio y cloro que en ese orden están asociados en una razón de 1:2 o 1/2?

<p>Equipo 1</p> $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$	<p>Equipo 2</p> 
<p>Equipo 3</p> 	<p>Equipo 4</p>  <p>Por uno de calcio hay dos de cloro.</p>





En la representación del equipo 5 se puede ver que prevalece una confusión entre coeficientes y subíndices, porque si bien las estructuras de bolitas son correctas, la fórmula no lo es, dado que colocan el 2 antes del cloro para indicar que hay dos núcleos de este, en lugar de usar el subíndice al lado del símbolo del cloro, como en la primera respuesta, que es de otro equipo. Esta misma situación se repitió en los balanceos de ecuaciones que se estudiaron más adelante y que retomaré entonces. Cabe señalar que este ejemplo no fue muy afortunado. Los autores usaron una sustancia iónica, por lo que la ecuación es muy difícil de representar con bolitas o clips porque es una red cristalina. Quizá mejor hubieran incluido una sustancia molecular.

3. ¿Qué significa, expresado como razón, que la fórmula del óxido de cobre I sea Cu_2O ?

- Equipo 1: Que por uno de oxígeno hay dos de cobre 1:2, 2:1 o 2/1
- Equipo 2: Que por una molécula de oxígeno hay dos moléculas de cobre.
- Equipo 3: Que por cada dos moléculas de cobre hay una de oxígeno. 2:1 o $\frac{2}{1}$
- Equipo 4: Significa que por cada uno de oxígeno tienen que haber dos de cobre.
- Equipo 5: Sin respuesta.

Cada renglón contiene la respuesta de un equipo distinto. Se puede ver que en la respuesta de los equipos 2 y 3, a pesar de que tienen la idea correcta de la proporción en la que se combinan ambos elementos, usan la palabra molécula para hacer referencia a que son átomos. En la de los equipos 1 y 4 no indican qué entidades son las que se combinan. Considero que habría que recalcar a qué unidades nos estamos refiriendo para evitar este tipo de errores conceptuales.

4. Expresa como ecuación esta combinación:

Aunque en un principio parecía que era una duda general lo que tenían que hacer en este inciso, prácticamente todos lo resolvieron bien, excepto el cuarto equipo que puso una ecuación cualquiera, porque claramente no comprendieron la idea, pese a que se les comentó que tenían que hacerlo como en la actividad del Universo RAVAz.



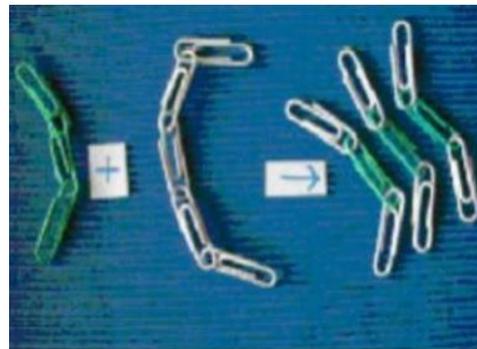
Equipo 1 $\text{X}_3 + 3\text{Y}_2 \rightarrow 3\text{XY}_2$	Equipo 2 $\text{A}_3 + 3\text{B}_2 \rightarrow 3\text{AB}_2$	Equipo 3 $\text{V}_3 + 3\text{P}_2 \rightarrow 3\text{VP}_2$
Equipo 4 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$	Equipo 5 V = clips verdes B = clips blancos $\text{V}_3 + 3\text{B}_2 \rightarrow 3\text{VB}_2$	





5. ¿Cuál es el error en esta representación?

- Equipo 1. Los átomos están enlazados de una forma extraña y la masa no se está conservando, pues hay más productos que reactivos.
- Equipo 2. El error es que en el producto B₅ si está representado pero en el reactivo hay 3B₂ no está balanceada la ecuación.
- Equipo 3. Que en el reactivo son 5 clips blancos y en el producto son 6 clips blancos, entonces no es una ecuación balanceada.
- Equipo 4. El producto final no es proporcional a los que se usan.
- Equipo 5. El error está en que en los reactivos hay 5 blancos, y en el producto hay 6. No se respeta la ley de la conservación de la materia.

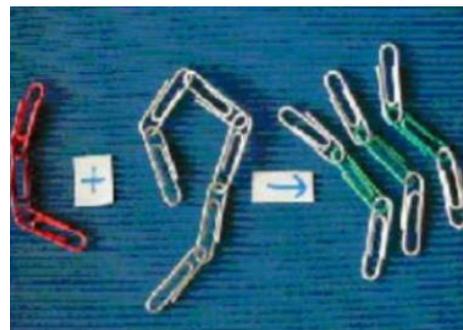


En esta respuesta se puede constatar que ya hay una noción de la ley de la conservación de la materia y de una ecuación balanceada, porque pueden identificar la diferencia en el número de clips de reactivos y productos.

Se ve que el equipo 1 tuvo dificultades para expresar qué querían decir con que los átomos están enlazados de forma extraña, pero es evidente que notan que hay error. El equipo 4, también tuvo dificultad para expresar la idea, porque faltó hacer referencia a los reactivos.

6. ¿Cuál es el error en esta representación?

- Equipo 1. Los reactivos no corresponden al producto que se muestra, además que la estructura en cadena no es natural.
- Equipo 2. Tiene error porque su producto son átomos rojos R₃ que al reaccionar está dando 3V ahora son diferentes átomos, esto es completamente mal, ya que en los reactivos no hay ningún V.
- Equipo 3. Que no se usan los mismos colores (elementos) en los reactivos ni en el producto.
- Equipo 4. Esta dado como producto un reactivo distinto al que está en la ecuación.
- Equipo 5. En el reactivo hay un elemento diferente al que se representa en el producto. No se respeta la ley de la conservación de la materia.



En estas respuestas se puede ver que para el equipo 1 no es natural o normal que haya uniones de clips en cadena, lo cual podría ser equivalente a como se unen los átomos de carbono en los compuestos orgánicos, y esto me hace pensar que por eso consideraron que no era correcta la estructura en el inciso anterior (esa es su idea de que el enlazamiento entre átomos es extraño).

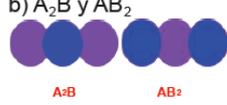
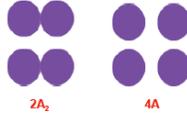
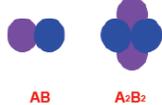
En todos los casos identificaron correctamente el error, dado que los clips rojos están en los reactivos pero no en los productos.

7. Selecciona un color de clip para simbolizar a A y otro distinto para B. Representa las siguientes combinaciones simbólicas con clips y explica cuál es la diferencia entre las dos opciones en cada caso.

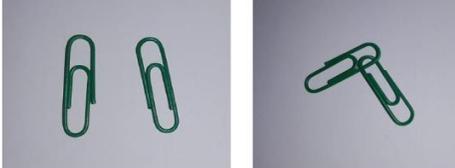
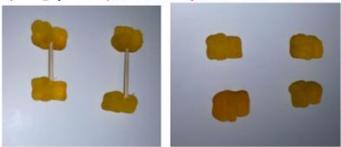
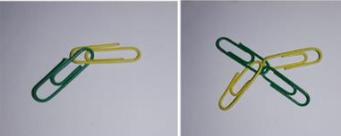
a) 2A y A₂b) A₂B y AB₂c) 2A₂ y 4Ad) AB y A₂B₂



Equipo 1.

<p>a) $2A$ y A_2</p>  <p>b) A_2B y AB_2</p> 	<p>c) $2A_2$ y $4A$</p>  <p>d) AB y A_2B_2</p> 
--	---

Equipo 2.

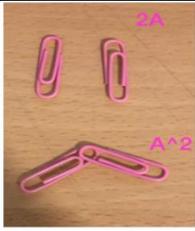
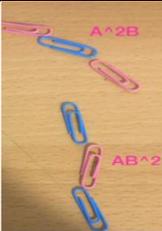
<p>a) $2A$ y A_2</p>  <p>En $2A$ son 2 átomos de A individuales y A_2 es una molécula formada por 2 átomos de A.</p>	<p>b) A_2B y AB_2</p>  <p>En A_2B es una molécula formada por 2 átomos de A y 1 átomo de B. AB_2 es una molécula formada por 2 átomos de B y 1 átomo de A.</p>
<p>c) $2A_2$ y $4A$ (en esta representación A son amarillas)</p>  <p>En $2A_2$ son 2 moléculas formadas cada una por 2 átomos de A, en cambio en $4A$ representa 4 átomos individuales de A.</p>	<p>d) AB y A_2B_2</p>  <p>En AB es una molécula formada por 1 átomo de A y 1 de B. Mientras que A_2B_2 es una molécula formada por 2 átomos de A y 2 átomos de B.</p>

Equipo 3.

A= AZUL
B= VERDE

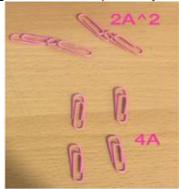
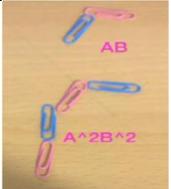
<p>$2A$ y A_2</p> <p>La primera son dos átomos individuales y la segunda es una molécula dinuclear.</p>	
<p>A_2B y AB_2</p> <p>Ambos tienen una nomenclatura diferente.</p>	
<p>$2A_2$ y $4A$</p> <p>En la primera son dos moléculas dinucleares y en la otra son cuatro átomos individuales.</p>	
<p>AB y A_2B_2</p> <p>En la primera es un compuesto formado por A y B, en la segunda es un compuesto formado por moléculas dinucleares.</p>	

Equipo 4.

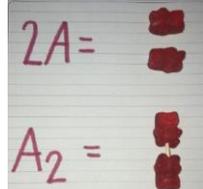
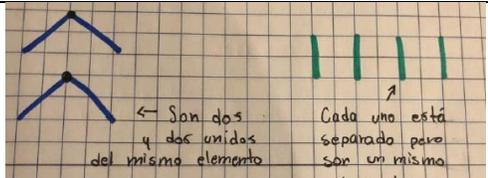
 <p>Diferencia: $2A$ simboliza dos clips de A separados y A^2 simboliza 2 clips de A juntos.</p>	 <p>Diferencia: A^2B se refiere a dos clips de A juntados con uno de B y AB^2 se refiere a dos clips de B juntados con un clip de A.</p>
---	--





 <p>Diferencia: $2A^2$ se refiere a dos veces dos clips de A enlazados y $4A$ se refiere a 4 clips de A separados</p>	 <p>Diferencia: AB se refiere a un clip de A enlazado a uno de B y A^2B^2 se refiere a dos clips de A y dos clips de B enlazados</p>
--	--

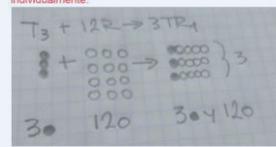
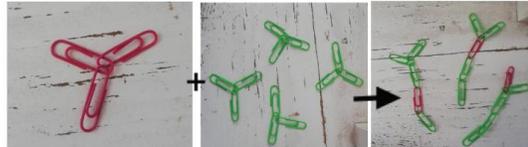
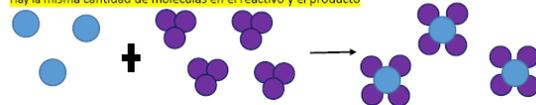
Equipo 5.

Como se aprecia, todos los equipos hicieron una representación correcta en las cuatro actividades, lo que demuestra comprensión de las expresiones usando coeficientes y subíndices, esto es en representaciones sencillas.

8. Se tienen dos elementos, T y R que al combinarse forman TR_4 . Si T se presenta como un agregado de átomos individuales y R lo hace como moléculas trinucleares, ¿cuál de las siguientes ecuaciones representa la reacción estudiada? Argumenta tu respuesta (Tip: haz las representaciones con clips para seleccionar la opción más adecuada).

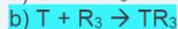
- a) $3T + 4R_3 \rightarrow 3TR_4$ b) $T + R_3 \rightarrow TR_3$ c) $3T + 4R_3 \rightarrow 3T_3R_4$ d) $T_3 + 12R \rightarrow 3TR_4$

<p>Equipo 1</p> <p><i>Incorrecta</i> La respuesta es d) $T_3 + 12R \rightarrow 3TR_4$, porque junto con el inciso a, es el único que nos da como resultado TR_4. Se descartó la respuesta a, ya que al representar en un modelo esta ecuación química, notamos que los átomos R se encuentran en tros, lo que no permite que se enlacen en cuartetos con T. Por otra parte, en el inciso d, los átomos R se encuentran individualmente.</p> 	<p>Equipo 2</p> <p>a) $3T + 4R_3 \rightarrow 3TR_4$ b) $T + R_3 \rightarrow TR_3$ c) $3T + 4R_3 \rightarrow 3T_3R_4$ d) $T_3 + 12R \rightarrow 3TR_4$</p> 
<p>Equipo 3</p> <p>a) $3T + 4R_3 \rightarrow 3TR_4$ Hay la misma cantidad de moléculas en el reactivo y el producto</p> 	<p>Equipo 4</p> <p>Nosotros hemos creído que la C es la que mejor representa la reacción mencionada y ha sido representada de la siguiente manera. Los clips azules son T y los otros materiales son R</p> 





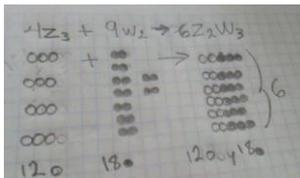
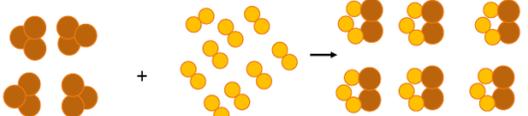
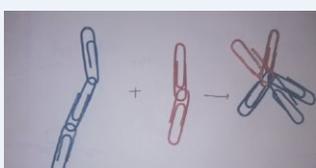
Equipo 5



Por que T es un átomo individual por lo tanto no tiene subíndice. Y R es una molécula trinuclear

Si bien el segundo y tercer equipo dan con la respuesta correcta, el tercer equipo representa de manera adecuada la ecuación usando sus modelos. El argumento del primer equipo es válido, pero se nota que hay una confusión con la posibilidad de que las moléculas trinucleares puedan formar después moléculas con cuatro átomos. El segundo equipo muestra en sus modelos que no comprende correctamente cómo es que se representan los agregados de tres átomos individuales, aunque en el resto de la actividad haya tenido respuestas correctas. El cuarto equipo no identificó que el producto era TR_4 por lo que, a pesar de que los reactivos son los que se indicaron, el producto no. En el último equipo se puede ver que la razón de escoger la segunda opción es que no comprendieron la idea de agregado de átomos individuales, por lo que escogen un solo átomo y por lógica la molécula trinuclear les parece que se representa con el segundo reactivo, lo que no notan es que el producto no es el que se les indicó.

9. La reacción entre los elementos Z y W da como resultado un compuesto con fórmula Z_2W_3 . Se sabe que Z es un elemento molecular trinuclear y W es un elemento molecular dinuclear. ¿Cuál sería la ecuación que representa la reacción? Usen los clips.

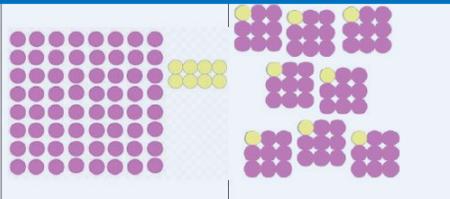
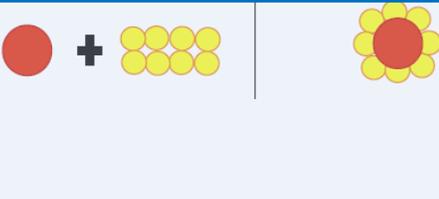
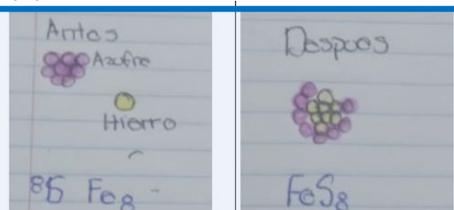
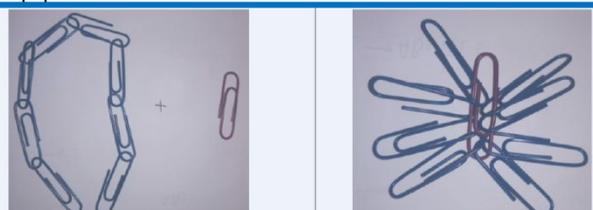
<p>Equipo 1.</p> $4Z_3 + 9W_2 \rightarrow 6Z_2W_3$ 	<p>Equipo 2.</p> Z_2W_3
<p>Equipo 3.</p> $4Z_3 + 9W_2 \rightarrow 6Z_2W_3$ 	<p>Equipo 4.</p> 
<p>Equipo 5</p> $Z_3 + W_2 \rightarrow Z_3W_2$ 	

En este caso la respuesta correcta la tienen el primero y el tercer equipo, dado que no solo representan adecuadamente que Z es elemento molecular trinuclear y W es un elemento molecular dinuclear, sino que obtienen el producto solicitado y balancean la ecuación, y su modelo corresponde con la ecuación. El segundo equipo solo puso la fórmula, pero al parecer olvidaron hacer la representación de la reacción, mientras que el cuarto y quinto equipos parecen haber confundido la representación solicitada. El cuarto equipo sí da con el producto, pero representa mal los reactivos y el quinto equipo representa bien los reactivos, pero el producto no. Me parece que en todas estas representaciones los autores trabajan con



cuestiones abstractas, y por ello es difícil para los estudiantes entender qué están haciendo y por ende no es significativo el aprendizaje que están adquiriendo.

10. Se hacen reaccionar azufre y hierro. El azufre consiste en moléculas octanucleares y el hierro es un conjunto de átomos individuales. Forman un compuesto cuya fórmula es FeS. Se ponen en contacto azufre y hierro a razón de una molécula de azufre por 8 átomos de hierro. Selecciona dos colores de clips para representar la situación.

<p>Equipo 1.</p> 	<p>Equipo 2. Sin respuesta.</p>
<p>Equipo 3.</p> 	<p>Equipo 4.</p> 
<p>Equipo 5.</p> 	

En ninguno de los casos los estudiantes hacen una representación correcta, aún a pesar de que en el primer inciso representaron una molécula de azufre octanuclear. Todos se fueron con la finta del texto como estaba redactado, y quizá para evitar el error hubiera sido útil que dijera precisamente que la molécula de azufre es octanuclear. El equipo 2 ni siquiera respondió. La respuesta correcta es una representación que corresponda a esta ecuación: $8\text{Fe} + \text{S}_8 \rightarrow 8\text{FeS}$. En la actividad no se incluyó la ecuación, por lo que aunque se describe en qué consisten las especies involucradas, es abstracto para los estudiantes. Por otro lado, hay un error en la descripción del hierro porque no son átomos individuales, es un metal, por lo que la representación debería ser la de los cores en el mar de electrones. Por último el sulfuro de hierro es una sustancia iónica, y se repite la dificultad que representa el que sea una red cristalina.

A pesar de que me pareció que la actividad propuesta por Balocchi, *et al* (2005a) era muy útil porque no solo ayuda a repasar la representación de los compuestos con el uso de clips como continuación a la actividad del Universo RAVAz y consideré adecuado considerarla en esta parte, resulta que trae errores, sus ecuaciones son abstractas y no favorece el aprendizaje significativo, por lo que podría incluirla nuevamente pero haciendo las correcciones que he mencionado para mejorar los resultados.



Sesión 8 (8/10/21)

Aunque se tenía planeado este tema desde un principio, fue necesario introducir esta hora de clase como adicional para alcanzar a completar el tema de balanceo de ecuaciones.

Al principio, se les presentaron un par de adivinanzas tomadas de Garritz y Chamizo, 2001, las cuales se encuentran en el *Anexo 11*. Solo se les presentó la primera parte y se solicitó a los estudiantes que la resolvieran por equipos, lo cual fue una dinámica corta y después se les pidió que compartieran sus respuestas.

En la socialización de las deducciones de los alumnos para resolver las adivinanzas todos tuvieron muy buena participación además de que, en general, lograron resolver los acertijos. Después de revisar las respuestas y pedir a los estudiantes que las argumentaran, revisamos la segunda parte del texto. Las preguntas quedaron pendientes para resolverlas después.

Antes de continuar con la clase, presenté un video corto (Ciencias 2021) con dibujos animados en donde explican brevemente la ley de la conservación de la materia. Me pareció útil porque no solo explica que la masa se conserva cuando hay una reacción química, sino que también menciona que antes de Lavoisier, Lomonosov ya la había propuesto. Además, menciona algunos aspectos introductorios a la estequiometría, Hice aclaraciones respecto a algunos detalles en el video.

En seguida expliqué lo que es balancear ecuaciones. Las diapositivas están en el *Anexo 12*. Al terminar la clase la Mtra. Méndez me comentó que se le había hecho muy tradicional el modo de explicar y que ella sugería usar otro método, aunque evidentemente la explicación no era incorrecta, pero para los estudiantes se vuelve mecánico. Ella sugería usar animaciones o representaciones de bolitas por ejemplo como lo hacen en una aplicación de Objetos UNAM aunque es un tanto larga.

Comentamos que podría ser de utilidad usar ese material para reforzar lo que estuvimos viendo, aunque ella ya no veía necesario que lo presentáramos ahora. Lo que se le hizo muy bueno fue que en los ejemplos que empleé hice que los chicos repasaran la nomenclatura que habían estudiado con su profesora en sus clases de los viernes.

Comentábamos que, aunque en apariencia el balanceo de ecuaciones es un tema sencillo, aun tratándose de balanceo por tanteo o por inspección, pero en realidad les cuesta mucho trabajo. La Mtra. Méndez consideró que la actividad de la sesión anterior resultó muy útil y que deberíamos sacarle más jugo para aprovechar que los alumnos ya conocen las representaciones de las ecuaciones con clips.

Notamos algunas confusiones de los estudiantes en cuanto al uso de coeficientes y subíndices, lo cual también es evidente en las respuestas que presento a continuación. En esta ocasión fueron siete equipos los que presentaron trabajo. En la actividad se les pidió hacer las representaciones antes de balancearlas y después de balancearlas para que notaran la diferencia en el número de átomos al principio y al final y cómo se cumple con la ley de la conservación de la materia.

El número 12 era un reto para ellos, porque en realidad se balancea mejor con otro método y los incisos 13 y 14 eran opcionales, aunque resultaban ser las ecuaciones que correspondían a las adivinanzas.



1. $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

<p>Equipo 1.</p> <p>Balanceado. $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>	<p>Equipo 2.</p> <p>Balanceada $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>
<p>Equipo 3.</p> <p>$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanceada : $2\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$</p>
<p>Equipo 5.</p> <p>$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>1. $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$</p> <p>$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>1. $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$</p> <p>$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$</p>	

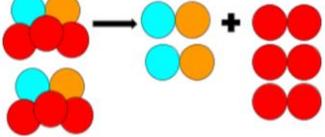
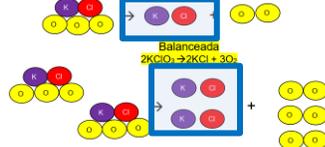
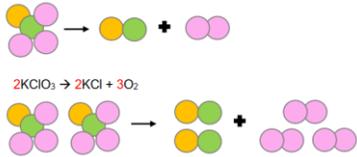
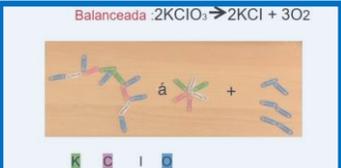
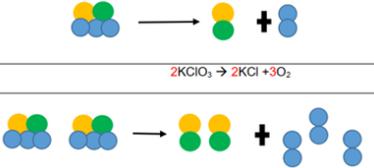
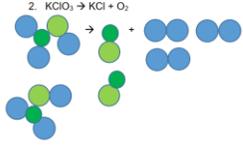
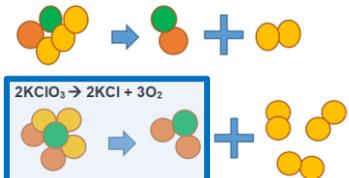
El equipo 4 está cometiendo un error importante al intentar balancear introduciendo el coeficiente en la fórmula del producto, a pesar de que se hizo hincapié en que las fórmulas nunca se deben alterar durante el balanceo para ajustar las ecuaciones. Esto puede indicar que no se ha comprendido la importancia de los coeficientes y tampoco de la relación real entre los núcleos que forman parte de los compuestos en una reacción química.

Otra cuestión es que, en el producto, la representación final es igual a juntar todo, lo cual es incorrecto porque son $2\text{Al}_2\text{O}_3$, no Al_4O_6 , como aparenta que es la representación de este equipo. En este equipo hay un error en su simbología, porque aparece una \rightarrow en lugar de una flecha.

El equipo 6 presenta una representación incorrecta porque en lugar de poner los 4 núcleos de aluminio separados los agrupa de dos en dos, como si fuera una molécula diatómica. El producto también está mal modelado porque junta los átomos presentes en él en lugar de separar las dos entidades de óxido de aluminio. El equipo 7 hace mal la representación de las dos entidades de óxido de aluminio en la ecuación balanceada.



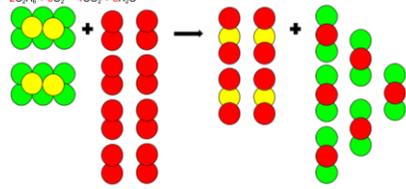
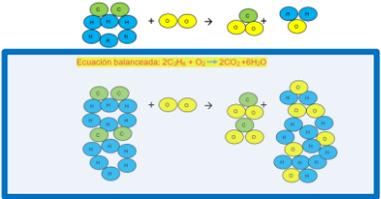
2. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$

<p>Equipo 1.</p> <p>Balanceado. $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$</p> 	<p>Equipo 2.</p> 
<p>Equipo 3.</p> 	<p>Equipo 4.</p> 
<p>Equipo 5.</p> 	<p>Equipo 6.</p> <p>$2\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$</p>  <p>$2\text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 + 2\text{KCl}$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>$2\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$</p> 	

En estas representaciones se observa en primer lugar que el equipo 2 coloca las esferas que representan al KCl separadas, por lo que incurre en un error conceptual, porque si estuviera intentando mostrarlo como iones, aun así, no coloca las cargas. En el caso del equipo 4 aunque balancean correctamente la ecuación, la representación con clips es incorrecta porque el KClO_3 parece un conglomerado de núcleos al igual que el KCl y no los ponen por separado.

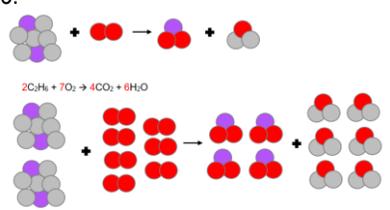
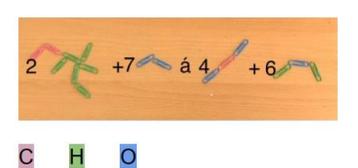
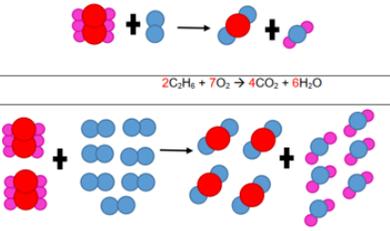
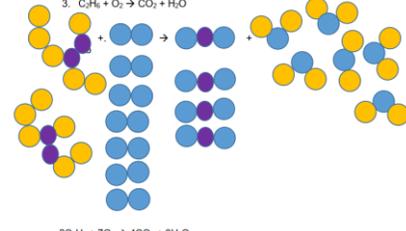
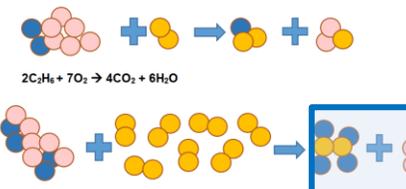
Cabe notar que, en el equipo 6, invierten el orden de los productos en la representación con esferas con respecto a la ecuación. El equipo 7 presenta, en lugar de la representación de 2KClO_3 , K_2ClO_3 y en vez de 2KCl , algo que equivale a K_2Cl , lo que denota una confusión entre coeficientes y subíndices.

3. $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

<p>Equipo 1.</p> <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 8\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p> 	<p>Equipo 2.</p> 
---	---

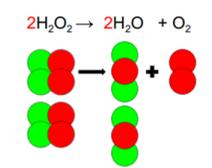
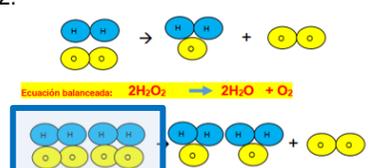
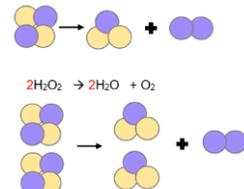
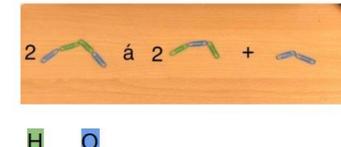




<p>Equipo 3.</p>  <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanced: $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>  <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>$3\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p>  <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>$3\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p>  <p>$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$</p>	

En este caso el equipo 2 representa bien los compuestos de la ecuación sin balancear, pero a la hora de hacer el balanceo no sabe cómo representar el número de especies que corresponden a los coeficientes, por lo que pone todas juntas, como si fueran una sola cosa, es decir que 2CO_2 es representado como si fuera C_2O_4 , lo mismo con el agua porque no pone por separado 6 moléculas de agua, sino una maraña donde hay 12 átomos de hidrógeno y 6 de oxígeno. El equipo 4, al igual que el 1, no hace las representaciones antes del balanceo, pero el detalle es que a diferencia del equipo 1, en lugar de multiplicar las entidades una vez hecho el balanceo, solo pone números antes de cada especie, por lo que es difícil ver si comprendieron bien el ejercicio. En el caso del equipo 7 la representación de 4CO_2 la convierte en C_2O_2 y no saben representar las 6 moléculas de agua, porque confunden $6\text{H}_2\text{O}$ con 6H_2 y un O, como si el coeficiente solo afectara al primer elemento y no a toda la molécula.

4. $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

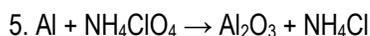
<p>Equipo 1.</p> <p>$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p> 	<p>Equipo 2.</p>  <p>Ecuación balanceada: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p>
<p>Equipo 3.</p>  <p>$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanced: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p>  <p>$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p>



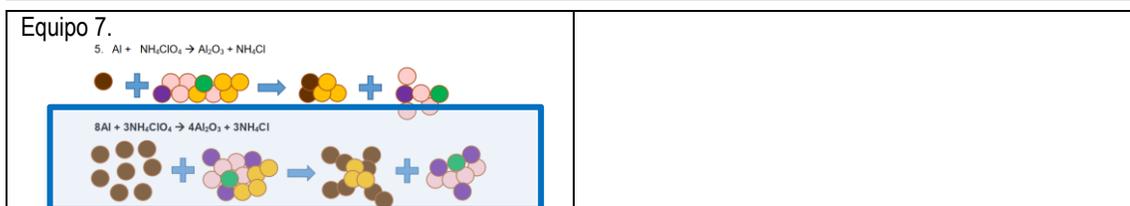
<p>Equipo 5.</p>	<p>Equipo 6.</p>
<p>Equipo 7.</p>	

El equipo 2 parece estar considerando que las dos moléculas de agua oxigenada son parte de una gran molécula con 8 átomos totales. En la representación del equipo 6 no se ven bien separadas las representaciones de las especies que participan en la ecuación.

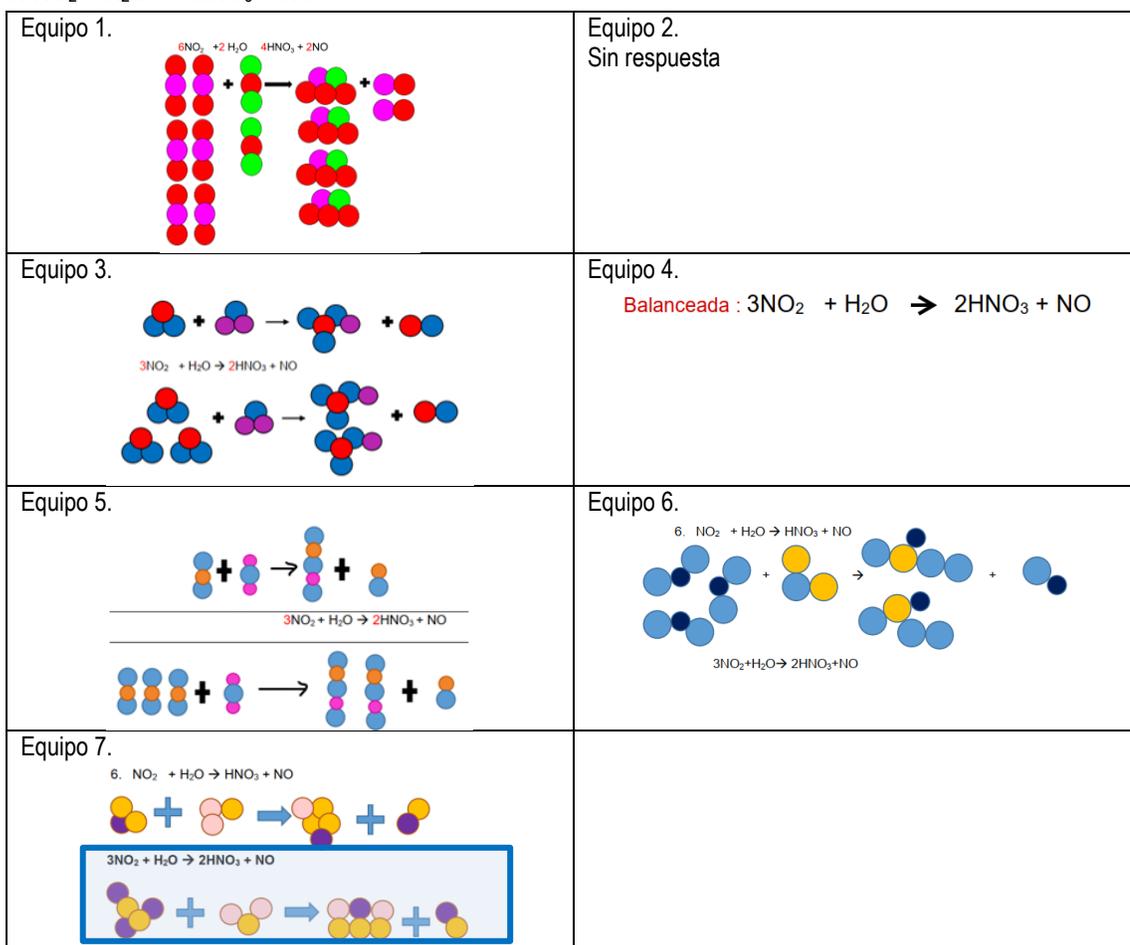
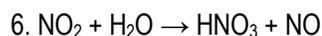
El equipo 7 nuevamente comete el error en la ecuación balanceada porque considera que el coeficiente solo afecta al H_2 y separa la molécula, lo mismo pasa en el agua en donde dibuja 2 moléculas de H_2 y un oxígeno. Finalmente, en lugar de conservar el O_2 como en la representación inicial, separa los dos núcleos de oxígeno.



<p>Equipo 1.</p>	<p>Equipo 2.</p>
<p>Equipo 3.</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanceada: $8Al + 3NH_4ClO_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 3NH_4Cl$</p>
<p>Equipo 5.</p>	<p>Equipo 6.</p>

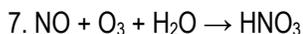


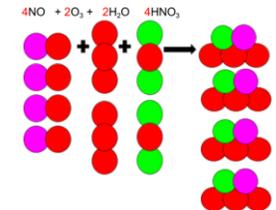
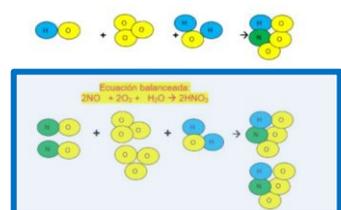
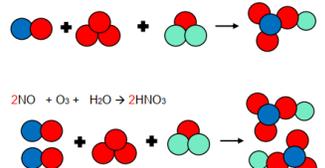
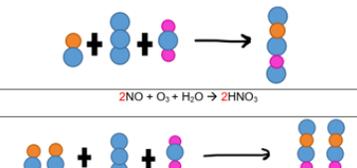
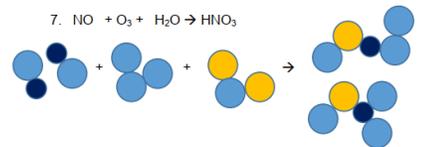
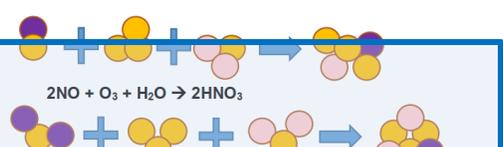
En este inciso se observa que el equipo 2 considera al NH como una sola entidad por lo que la representación de NH_4 la hace como si fuera $4NH$. Nuevamente vemos la confusión al hacer los modelos de la ecuación balanceada. El equipo 5 muestra representaciones que son distintas a las de los equipos 1 y 3, pero es claro que sí hacen la distinción de entidades, es decir, tampoco hacen marañas de núcleos. Sus modelos son creativos. En el equipo 7 se repite el mismo error que en los demás ejercicios. No separan las entidades considerando los coeficientes, por lo que aunque en su representación sin balancear es correcta, al balancear se equivocan en la elaboración de modelos.



A partir de aquí el equipo 4 ya no hace representaciones, aunque la ecuación está bien balanceada. Se repiten los errores del equipo 7.

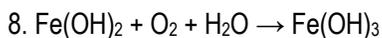


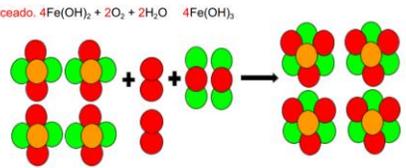


<p>Equipo 1.</p>  <p>$4\text{NO} + 2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$</p>	<p>Equipo 2.</p>  <p>Equación balanceada $2\text{NO} + 2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$</p>
<p>Equipo 3.</p>  <p>$2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanceada : $4\text{NO} + 2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>$7. \text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$</p>  <p>$2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>$7. \text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$</p>  <p>$2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$</p>	

En este inciso, el equipo 2 no es consistente con el color que le asignó al inicio al nitrógeno, porque en la ecuación balanceada le da el color verde, cuando en la ecuación no balanceada era azul. Además, su balanceo es incorrecto. El equipo 4 hace un balance incompleto porque el ácido nítrico no tiene coeficiente, por lo que no está balanceado. Continúa la misma confusión con el equipo 7, en donde se ve que hace “marañas” de bolitas sin identificar qué es lo que está representando.

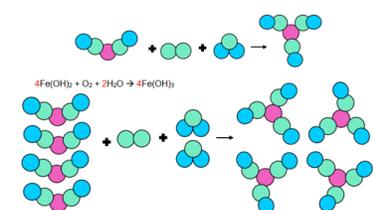
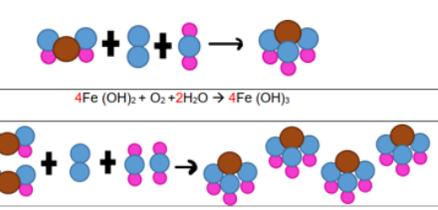
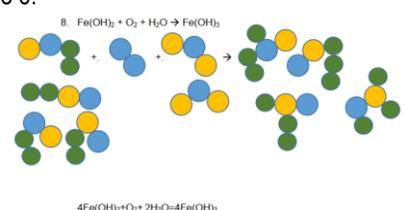
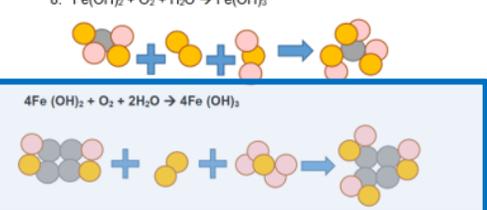
En este sentido cabe preguntarme si con esta actividad estaré introduciendo concepciones alternativas o errores conceptuales, dado que, como lo retomaré más adelante, he empleado tanto sustancias iónicas como moleculares, lo cual no es correcto.



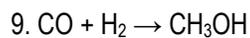
<p>Equipo 1.</p> <p>Balanceado. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$</p> 	<p>Equipo 2.</p> <p>Sin respuesta</p>
--	---------------------------------------

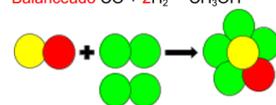
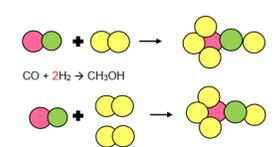
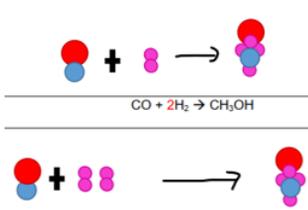
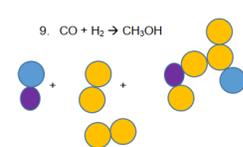




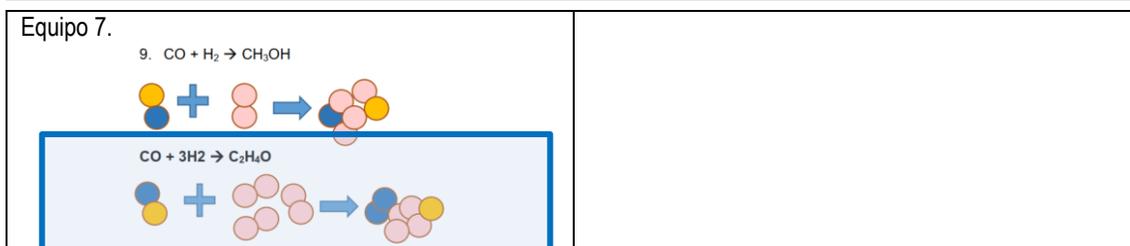
<p>Equipo 3.</p>  <p>$4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$</p>	<p>Equipo 4. Sin respuesta</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$</p>	<p>Equipo 6.</p>  <p>$4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>8. $\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3$</p>  <p>$4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$</p>	

A partir de aquí el equipo 2 ya no completó la actividad. Casi todos los equipos responden correctamente, excepto el 7.

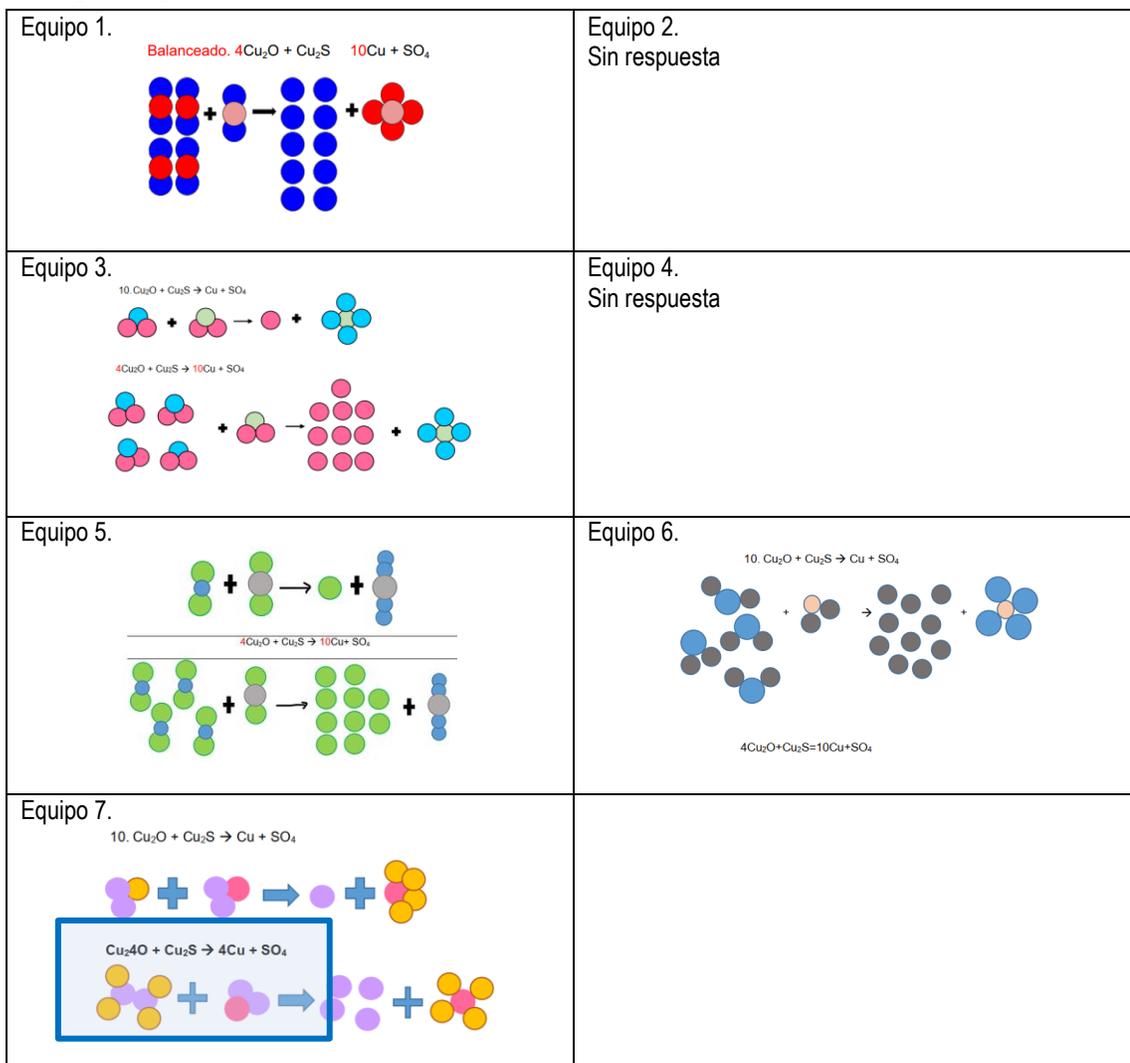


<p>Equipo 1.</p> <p>Balanceado $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$</p> 	<p>Equipo 2. Sin respuesta</p>
<p>Equipo 3.</p>  <p>$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$</p>	<p>Equipo 4. Sin respuesta</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>9. $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$</p>  <p>$\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$</p>





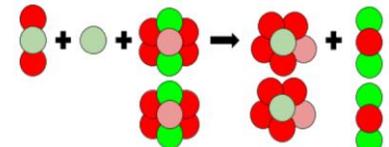
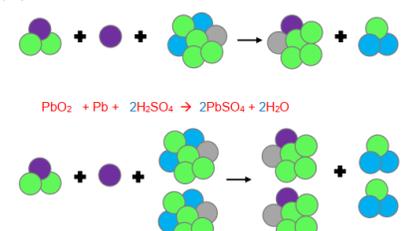
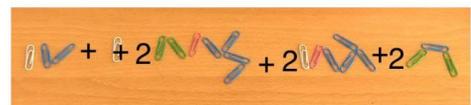
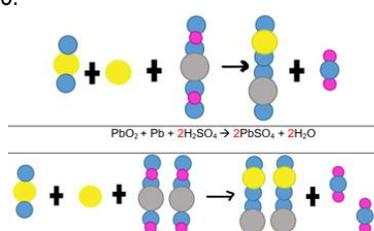
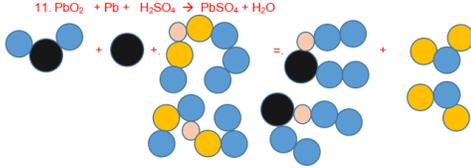
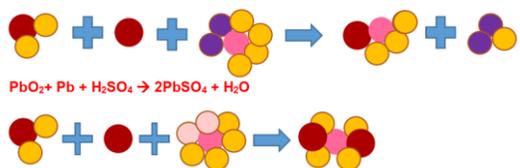
El equipo 7 resuelve el balanceo modificando la fórmula del producto.



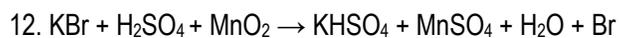
El equipo 7 modifica las fórmulas de las entidades participantes en la ecuación balanceada, por lo que es errónea su respuesta.

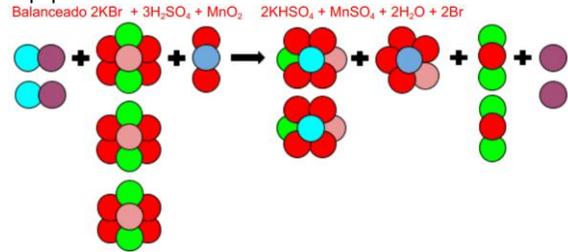




<p>Equipo 1. Balanceado. $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> 	<p>Equipo 2. Sin respuesta</p>
<p>Equipo 3. $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> 	<p>Equipo 4. Balanceada : $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> 
<p>Equipo 5. $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> 	<p>Equipo 6. $11. \text{PbO}_2 + \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p>  <p>$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p>
<p>Equipo 7. $11. \text{PbO}_2 + \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p>  <p>$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p> 	

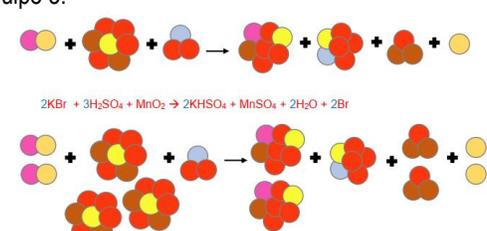
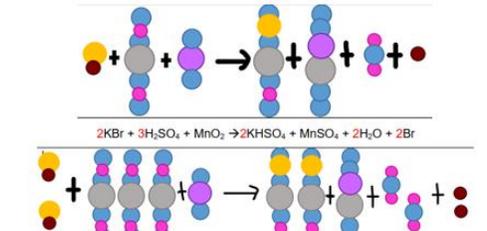
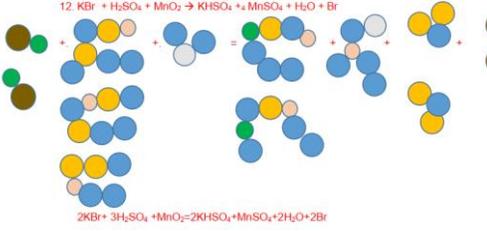
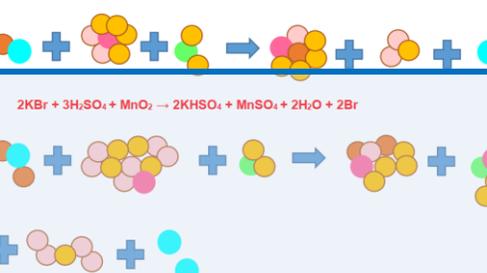
Además de los errores ya mencionados, el equipo 7 no es consistente con los colores de las representaciones de los núcleos comparando la ecuación sin balancear con la ecuación balanceada. Algo que sí vale la pena considerar es que a pesar de que todos los modelos de las ecuaciones balanceadas están mal en el equipo 7, hicieron el intento de completar todo el ejercicio, a diferencia del equipo 2 o el equipo 4 que lo hizo, pero no completó las representaciones, por lo que será necesario repasar con el grupo el procedimiento para evitar errores a futuro, ya que el siguiente curso aprenderán el balanceo por REDOX y también comenzarán a hacer cálculos estequiométricos.

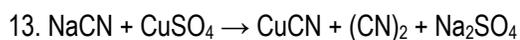


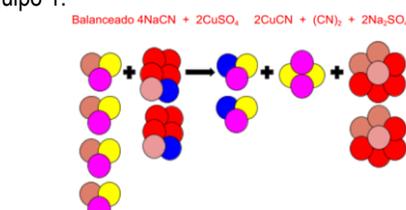
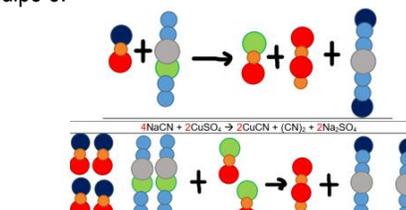
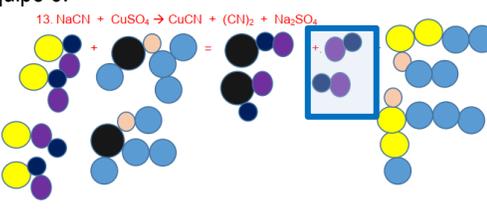
<p>Equipo 1. Balanceado $2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}$</p> 	<p>Equipo 2. Sin respuesta</p>
--	------------------------------------





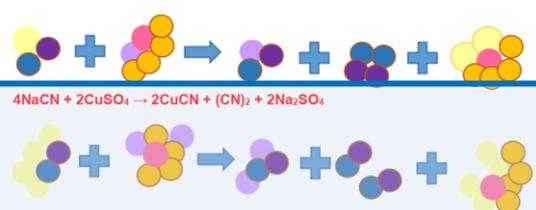
<p>Equipo 3.</p>  <p>$2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanceada : $2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>$12\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$</p>  <p>$2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 = 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$</p>
<p>Equipo 7.</p> <p>$12\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$</p>  <p>$2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$</p>	



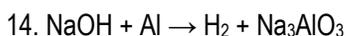
<p>Equipo 1.</p> <p>Balanceado $4\text{NaCN} + 2\text{CuSO}_4 \rightarrow 2\text{CuCN} + (\text{CN})_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$</p> 	<p>Equipo 2.</p> <p>Sin respuesta</p>
<p>Equipo 3.</p> <p>Sin respuesta</p>	<p>Equipo 4.</p> <p>Balanceada : $2\text{NaCN} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuC}_3\text{N}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$</p>
<p>Equipo 5.</p>  <p>$4\text{NaCN} + 2\text{CuSO}_4 \rightarrow 2\text{CuCN} + (\text{CN})_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$</p>	<p>Equipo 6.</p> <p>$13. \text{NaCN} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCN} + (\text{CN})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$</p>  <p>$4\text{NaCN} + 2\text{CuSO}_4 = 2\text{CuCN} + (\text{CN})_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$</p>

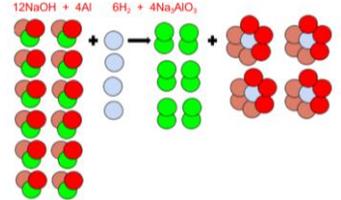
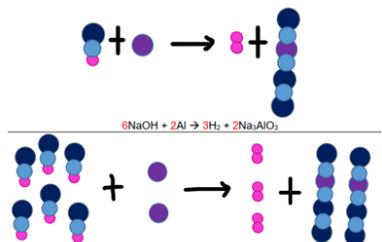
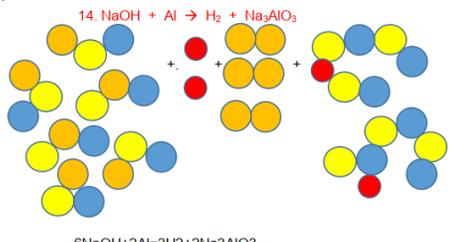
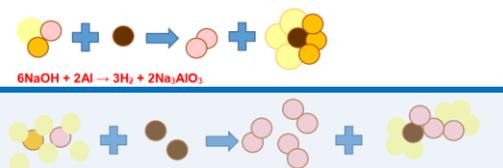




<p>Equipo 7. 13. $\text{NaCN} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCN} + (\text{CN})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$</p> 	
--	--

Nuevamente en este inciso se observa que el equipo 4 altera la fórmula del cianuro para intentar balancear la ecuación. Es evidente que es erróneo. El equipo 6 presenta la representación del $(\text{CN})_2$ como si fuera 2CN .



<p>Equipo 1. $12\text{NaOH} + 4\text{Al} \rightarrow 6\text{H}_2 + 4\text{Na}_3\text{AlO}_3$</p> 	<p>Equipo 2. Sin respuesta</p>
<p>Equipo 3. Sin respuesta</p>	<p>Equipo 4. Balanceada: $4\text{NaOH} + 4\text{Al} \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{Na}_3\text{AlO}_3$</p>
<p>Equipo 5. $6\text{NaOH} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{Na}_3\text{AlO}_3$</p> 	<p>Equipo 6. $14. \text{NaOH} + \text{Al} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Na}_3\text{AlO}_3$</p>  <p>$6\text{NaOH} + 2\text{Al} = 3\text{H}_2 + 2\text{Na}_3\text{AlO}_3$</p>
<p>Equipo 7. $14. \text{NaOH} + \text{Al} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Na}_3\text{AlO}_3$</p> 	

En la representación del equipo 6 hay un pequeño error en la escritura del aluminato de sodio ya que el 3 del subíndice junto al sodio tiene tamaño de coeficiente, al igual que en el subíndice del hidrógeno.

En general los equipos 1, 5 y 6 tienen correctas sus representaciones aunque cada uno usa los acomodos y colores que consideraron adecuados, es interesante ver que el equipo 1 hace representaciones más bien compactas y en forma "de flor", el equipo 5 hace representaciones haciendo arreglos verticales, mientras que el equipo 6 hace arreglos amorfos. En contraste el equipo 7 muestra confusiones en todos sus modelos de las ecuaciones balanceadas.





El equipo 2 no completó todo el ejercicio mientras que el 4 hizo un poco más que el equipo 2, y usó clips para sus representaciones.

El ejercicio estuvo bastante largo, a la hora de planearlo pensé que era necesario que practicasen lo más que se pudiera, pero no consideré que el solicitar todas las representaciones con modelos alargaría aún más la actividad y otra cuestión es que si no hubo una comprensión real del tema, los errores se siguen manifestando una y otra vez, lo que sucedió con el equipo 7, así que quizá lo más conveniente sea pedir la mitad de los ejercicios y revisarlos, y si el tiempo lo permite, hacer que repasen con la otra mitad.

Esta actividad la planteé yo, pero no consideré que las sustancias iónicas entrañaban la dificultad ya mencionada, por lo que las representaciones resultan incorrectas. Por otro lado, me parece que para favorecer la comprensión del uso de los coeficientes debería escribirlos separados de las especies químicas para que no confundan las representaciones, en los ejemplos que se señalaron. Otra cuestión es que aunque solicité que hicieran las representaciones con clips, casi nadie lo hizo así, sino que utilizaron esferas (bolitas), lo que causa confusión porque no se dan cuenta de que faltan o sobran algunas de ellas al balancear mal, así que creo que hay que hacer más énfasis en que es indispensable usar los clips.

Sesión 9 (12/10/21)

Por sugerencia de la Mtra. Méndez, al inicio de la clase revisé con los alumnos algunas de las tareas anteriores, empezando por la del Universo RAVAZ, comentando lo que me pareció que era más relevante que notaran, porque había varias cuestiones que denotaban más que errores, falta de comprensión de algunos aspectos que es importante que se aclararan. No profundizaré en esta presentación porque ya lo comenté en las sesiones correspondientes, pero sí lo menciono porque me parece que fue de mucha utilidad y, sobre todo, porque resalté lo que también hicieron bien, por lo que resultó una retroalimentación positiva.

Después retomé los balanceos que habíamos visto la clase anterior y los volví a presentar pero con modelos de bolitas, para que vieran qué era lo que se esperaba de ellos en la actividad de la clase anterior, e incluso les mostré las respuestas de dicha actividad y les comenté que podrían corregir su tarea y volver a entregarla como versión 2, esta fue sugerencia de la Mtra. Méndez para ayudarles a que comprendieran mejor el tema, pues a final de cuentas lo que más nos importa es el aprendizaje y no tanto que saquen un 6 o un 10, pero con todo y la oferta, solamente dos equipos rehicieron su tarea, y los que lo hicieron no habían tenido errores en sus representaciones. También les mostramos una actividad interactiva de PHET *Interactive Simulations*.

En la segunda parte de la clase, comencé con energías de enlace, pero me pareció importante relacionar la energía de activación con una cuestión motivacional, por lo que presenté al inicio un video que aparentemente no tenía ninguna relación con química (Canal libros animados, 2018), pero al final los estudiantes apreciaron que hubiera incluido temas que fueran más allá de la clase. De hecho, tomamos unos minutos para comentar lo que ellos habían aprendido de ese video.

Las capturas de la presentación de esta sesión están en el *Anexo 13*. En dicha presentación incluí videos de YouTube (TedEd, 2015; Mario Israel Rojas Luna, 2019; JarJarMMX, 2015 y Science News, 2020).

Explicé cómo se calcula la energía de enlace haciendo la suma de enlaces rotos y enlaces formados y después restándolos para identificar si la reacción es endotérmica y exotérmica. La Mtra. Méndez hizo comentarios relativos a la energía que se requiere para romper o la que se libera al formar enlaces.





De igual manera que con las sesiones anteriores les solicité que completaran en el *Jamboard* ¿Qué aprendí hoy? Y ¿Cómo me sentí hoy? Cuyas capturas están en las *figuras 50 y 51*.

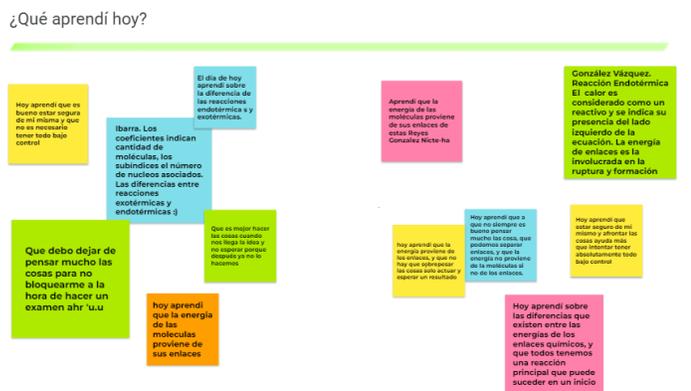


Figura 50. Colaboración de los estudiantes en el Jamboard respecto a lo que aprendieron en esa sesión.

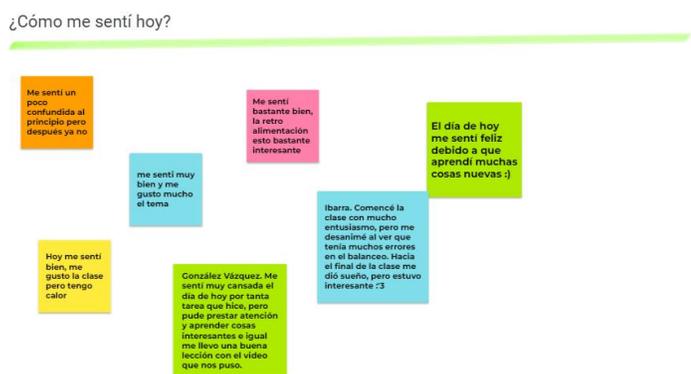


Figura 51. Colaboración de los estudiantes en el Jamboard respecto a cómo se sintieron en esa clase.

Sesión 10 (14/10/21)

En esta clase, vimos a grandes rasgos la definición de mol para dar paso al cálculo de masas molares de manera formal, para redondear lo que se hizo en la actividad del Universo RAVAz. La presentación está en el *Anexo 14*. Consideré que era importante tocar este tema, aunque no estuviera en la planeación al inicio porque de todas maneras lo van a usar en el futuro y, como en esta secuencia di una introducción a la estequiometría, me pareció que era importante enseñarlo a los alumnos.

Los estudiantes resolvieron la actividad del *Anexo 15* que fue un repaso puesto que debían identificar reacciones endotérmicas y exotérmicas una vez que hicieran el cálculo de energías de enlace, y calcular masas molares.

En dicho anexo se puede observar que también hay espacios para que ellos respondieran por escrito algunas preguntas, volviendo a mi interés en la literacidad y la no dependencia de lo literal, de hecho, hice énfasis en que no copiaran las respuestas de ningún lado.

Las respuestas de dicha actividad se muestran y analizan a continuación. Se recibieron trabajos de 7 equipos, aunque de ellos uno solo hizo la mitad (los mismos alumnos que en la actividad de modelado solo resolvieron 4 incisos).





1. Clasifiquen las reacciones a continuación como endotérmicas o exotérmicas, e indiquen cuál es la energía de reacción, con el signo que le corresponde.

- $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 890 \text{ kJ}$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 65.3 \text{ kJ} \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2220 \text{ kJ}$
- $2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s}) + 219 \text{ kJ}$

En este inciso casi todos indicaron correctamente que solo la b es endotérmica, excepto en dos equipos. Uno de ellos intentó hacer cálculos en los incisos c y d. Aunque en este caso solo se trataba de identificar el lugar en el que estaba el dato de la energía involucrada, para que dijeran si era endotérmica o exotérmica, también hubiera sido recomendable incluir solo reacciones moleculares para ser consistentes con las otras reacciones y no causar confusiones en relación con la manera de representarlas con clips, por ejemplo.

2. Calculen las energías de enlace de estas reacciones y clasifíquenlas como endotérmicas o exotérmicas. Recuerden revisar si están bien balanceadas, si no es así, deben balancearse antes de efectuar los cálculos. Apóyense en la tabla de ENERGÍAS DE ENLACE al final de esta actividad. Fíjense en las estructuras de las moléculas involucradas para identificar todos los enlaces.

En estos incisos, solo dos equipos presentaron el desarrollo completo de los cálculos y con ello se puede ver que tuvieron errores en la cuenta de los enlaces porque no consideraron la multiplicación por el coeficiente y en otros casos hacen mal la suma. El equipo que entregó la mitad de la actividad no efectuó los cálculos y los otros 4 equipos solo escribieron la ecuación balanceada y la respuesta final. Las respuestas fueron en su mayoría incorrectas. Aunque no fue posible saber en qué se equivocaron los equipos que no entregaron cálculos, con los que sí lo hicieron se observan errores aritméticos, más que de comprensión de cómo se cuentan los enlaces.

3. Calculen las masas molares de estas sustancias.

En este inciso se observa que todos los equipos resolvieron los ejercicios y que hubo errores mínimos derivados de un conteo incorrecto, pero aquí sí se puede considerar que se comprendió el tema. Esta tabla fue elaborada por la Mtra. Méndez para sus demás grupos.

4. Respondan lo siguiente.

a) Definan con sus palabras qué es energía de activación.

- Equipo 1. Es la energía que se necesita para que se pueda producir una reacción química.
- Equipo 2. Es energía que se necesita para que funcione un sistema.
- Equipo 3. Que es el impulso que necesitan las moléculas para poder tener una relación.
- Equipo 4. Es la energía mínima que se necesita para que una reacción química se dé.
- Equipo 5. Es la energía que se necesita emplear para iniciar una reacción química.
- Equipo 6. Es la barrera de energía que las moléculas deben salvar para que los reactivos formen un complejo activado o reacción química.
- Equipo 7. Es la energía necesaria para que se rompa la barrera y que se logre producir una reacción química.

Aunque, en general, las respuestas denotan comprensión de la idea general, el equipo 3 da una respuesta más alejada de lo que se espera, porque no se entiende qué es lo que quieren decir por impulso, es decir, si lo están entendiendo como el término que se usa en física, y la idea de “tener una relación” realmente no tiene que ver con la reacción química, por lo que pienso que quizá lo escribieron mal o más bien no han





entendido la idea. También puede ser que lo que quisieron decir era “reacción” o “interacción” pero no encontraron la palabra exacta. En contraste, el equipo 6 usa incluso la idea del complejo activado. El equipo 7 no especifica qué barrera es a la que se refieren, aunque sí se les mencionó y es posible que hayan captado la idea.

b) Definan con sus palabras qué es una reacción exotérmica y una endotérmica.

- Equipo 1. Una reacción exotérmica es aquella que libera más energía de la que absorbe, y endotérmica significa que, para producirse, requiere más energía de la que libera.
- Equipo 2. La reacción exotérmica desprende energías mientras que la endotérmica absorbe energía.
- Equipo 3. La reacción exotérmica desprende calor, a lo que la reacción endotérmica lo absorbe.
- Equipo 4. Una reacción exotérmica es cuando se libera o desprende energía térmica en forma de calor. Una reacción endotérmica es cuando la energía de los reactivos es menor que la de los productos, absorbe energía en forma de calor.
- Equipo 5. Reacción endotérmica: es la reacción que absorbe la energía (luz o calor) para obtener un producto. Reacción exotérmica: es la que desprende energía como luz o calor.
- Equipo 6. Cuando una reacción cambia la energía no siempre es la misma, cuando una reacción es endotérmica se absorbe energía, mientras tanto en una exotérmica se libera energía.
- Equipo 7. La reacción exotérmica es cuando una sustancia hace reacción con otra y se desprende cierta energía, ya sea luz o calor. Mientras que la reacción endotérmica es la que necesita de cierta energía para reaccionar.

En general todos los equipos dan respuestas similares, de manera que definen a la reacción endotérmica como la que “absorbe” energía y la exotérmica como la que la libera. El equipo 4 da una respuesta más completa porque considera la energía de productos y reactivos.

c) ¿Por qué al invertir una reacción química el valor de la energía también se invierte (si era negativo se vuelve positivo, por ejemplo)?

- Equipo 1. Por qué la energía liberada pasa a ser absorbida y la energía absorbida pasa a ser liberada, ya que es un proceso opuesto.
- Equipo 2. Pues al invertir los valores también cambia sus porcentajes y cambian sus signos.
- Equipo 3. Sin respuesta.
- Equipo 4. Porque primero en la ecuación van los enlaces rotos y luego los enlaces de reacción así da una reacción exotérmica. Pero si se invierten quedarían los enlaces de reacción primero después los rotos así al restar no faltaría energía y nos daría una reacción endotérmica.
- Equipo 5. Porque cuando se invierten posiciones, el producto deja de ser producto para tomar el papel de los reactivos y así lo mismo con los reactivos (cambia a ser producto).
- Equipo 6. Es debido a la termoquímica, representa la diferencia de energía interna entre su estado final y su estado inicial.
- Equipo 7. Porque es proporcional, ya que si una baja la otra igual y viceversa, es decir desciende y asciende de la misma forma.

Las respuestas más aproximadas son las de los equipos 1 y 5. Tienen claro el lugar de los productos y reactivos y lo que significa invertir el lugar de estos en una ecuación. La respuesta del equipo 7 también es aproximada, pero falta claridad en su idea, porque no supieron decir que quieren decir con que una baja y la otra igual o que descienden y ascienden.

El equipo 4 trata de explicar su idea, pero no concreta con claridad lo que quieren decir, aunque hablan de enlaces rotos. El equipo 6 usa el término de termoquímica, pero por la manera de usar los términos de





estados final e inicial se puede pensar que no lo escribieron ellos, sino que lo copiaron y pegaron porque no se les habló de estados iniciales y finales. Los más alejados de la idea son los estudiantes del equipo 2, porque hablan de porcentajes lo cual no tiene que ver con el tema.

d) Escriban un párrafo que refleje lo que aprendieron en este tema.

- Equipo 1. Entendimos mejor el funcionamiento de la energía en la teoría, aclaramos los conceptos de reacciones endotérmicas y exotérmicas, además de su importante relación con la energía de reacción, los enlaces químicos, y otros conceptos importantes que las explican. Aprendimos temas que no teníamos claros, especialmente la ecuación que representa la energía de enlace y como este nos ayuda a clasificar reacciones. Además, nos superamos, porque no entendíamos nada de esta tarea, y aun así la terminamos.
- Equipo 2. Aprendimos a identificar y saber que las reacciones exotérmicas son es una reacción química que desprende energía, ya sea como luz o calor en cambio la reacción endotérmica es una reacción química que absorbe energía normalmente en forma de calor, también aprendimos a sacar las masas molares de los elementos de la tabla periódica.
- Equipo 3. Aprendimos que el subíndice indica el número de núcleos que tiene un elemento. Aprendimos que cuando la energía de un enlace es positiva tenemos una reacción endotérmica, y cuando tenemos una energía de enlace negativa es una reacción exotérmica. Cuando hablamos de una reacción endotérmica refiere a que esta absorbe el calor, y si hablamos de reacción exotérmica, esta desprende calor. Aprendimos que los balanceos son muy importantes en una ecuación y reacción química para que esta funcione como se espera.
- Equipo 4. En la energía sí hay una diferencia de esta misma se le puede llamar a las reacciones exotérmicas y endotérmicas en esta la energía se absorbe y se almacena mientras que en la exotérmicas la energía es menor a la de los productos. También aprendimos que para sacar la masa molar de un compuesto debemos sumar las masas molares de los núcleos que lo componen.
- Equipo 5. Aprendimos a diferenciar entre una reacción exotérmica y endotérmica, a como balancear ecuaciones, a calcular masas molares.
- Equipo 6. Lo que aprendimos de este tema fue fortalecer nuestros conocimientos para poder obtener la energía antes y después de las reacciones al igual que podemos calcular la masa molar de las moléculas.
- Equipo 7. Identificamos las reacciones endotérmica y exotérmica, las endotérmicas son las que necesita de cierta energía para reaccionar y las exotérmicas son las que al generarse la reacción se desprende cierta energía, ya sea luz o calor.

Se puede leer que las respuestas que dan los alumnos son bastante adecuadas, y que, aunque hay algunos detalles que corregir respecto a cómo entienden algunos términos, sí se puede decir que hubo una asimilación del tema y que además hicieron un buen esfuerzo por escribirlo con sus palabras, por lo que puedo decir que se cumplió el objetivo de la actividad y se logró que se expresaran por escrito para explicar lo que aprendieron.

Al final solicité que respondieran un crucigrama, que se muestra en el *Anexo 16*, con todo y sus respuestas, así como la evaluación final, que es la misma que la diagnóstica y una autoevaluación y coevaluación (*Anexo 17*) cuyos resultados analizo a continuación.

Al final de la sesión la Mtra. Méndez les preguntó qué les habían parecido las clases. En general, recibí comentarios positivos.

Consideraron que habían sido dinámicas las clases y agradecieron que se les contestaran las preguntas de inmediato, que les habían gustado los juegos y las dinámicas porque no todas las clases habían sido de explicaciones. Que hacerlos participar hacía que no se distrajeran. No obstante, les pareció que, en las





presentaciones, a veces sí se cansaron, pero que les había parecido excelente que hubiera subido las presentaciones para que las repasaran. También consideraron que el ritmo de las clases había sido muy adecuado. En el *Anexo 18* presento la evaluación que hizo la Mtra. Méndez a mi práctica docente.

Análisis de la evaluación final

En esta evaluación, únicamente participaron 7 estudiantes, a diferencia de la evaluación diagnóstica. En las respuestas se puede ver que hay una diferencia considerable entre ambas. No obstante, tal vez, dada la diferencia de participantes con respecto a la evaluación diagnóstica, quizá sería recomendable tomar al azar 7 de aquellas evaluaciones para hacer la comparación, pero eliminar las respuestas dadas en aquella ocasión me parece que omitiría algunas de las respuestas que son dignas de analizar y de observar.

Pregunta 1. 6/7 estudiantes contestaron correctamente, que la proporción era 100 a 24, expresado de distintas maneras. Quien no contestó correctamente dijo que quizá era que estaban en primer lugar de la lista.

Pregunta 2. 6/7 alumnos contestaron correctamente, que los dos estaban en la misma cantidad: 3 a 3. Uno respondió que estaban en razón de 4 a 3, lo cual es incorrecto.

Pregunta 3. 7/7 estudiantes respondieron de diversas maneras que la relación era 4 a 8 o que era el doble de huevos con respecto a la cantidad de acitrón.

Pregunta 4. 7/7 alumnos contestaron, de distintas maneras, que eran 125 nueces.

Pregunta 5. Las respuestas que se obtuvieron fueron las siguientes. Se puede constatar que todas de una u otra forma expresan lo básico en relación con lo que es una reacción química.

- Una reacción química, es en donde 2 o más elementos con aguda de energía, reaccionan y producen una nueva sustancia.
- Es una reacción que altera su estructura y el producto no es igual a los reactivos
- Es un proceso por el que dos o más sustancias cambian para dar lugar a nuevas. Ocurre una transformación en la que se pueden ver cambios de color, cambio de temperatura, desprendimiento de gases, entre otros.
- Es donde los enlaces químicos entre átomos se rompen, cambiando su estructura molecular para así poder formar nuevas sustancias
- Es cuando dos o más sustancias se mezclan se separan o forman un compuesto
- Es cuando una sustancia cambia su estructura interna, es decir se transforma en alguna otra cosa y ya no puede regresar a su estado original, un ejemplo puede ser cuando se cocina un corte de carne, al momento de que se cocina, no vuelve a estar crudo.
- Es el procedimiento el que dos reactivos o más se mezclan / juntan en cantidades y estados específicos para que te den un producto(s) el cual va a tener la misma cantidad de átomos que los reactivos además de ser del mismo tipo.

Pregunta 6. También se puede constatar que las respuestas obtenidas contienen lo esencial que describe a la ecuación química.

- Una ecuación química, es la representación de la reacción química.
- Es una representación de lo que pasa en una reacción química y los cambios que hay entre los compuestos.
- Es la representación o descripción de una reacción química. Donde están las sustancias que reaccionan y las que se originan.





- Es la expresión simbólica de una reacción química donde se puede visualizar los elementos (sustancias) que se encuentran (reactivos) y en lo que se transforman (productos)
- Es la forma en la que se describe una reacción química
- Es la representación de una reacción química
- Es la manera en la que escribes una reacción, volviéndola más fácil de leer entender y registrar

Pregunta 7. En las respuestas se puede notar una evolución respecto a las obtenidas en la evaluación diagnóstico, porque los alumnos escriben correctamente el nombre de las especies que están en la ecuación mostrada, indican el estado en el que están presentes y muestran un buen grado de dominio del lenguaje químico.

- 2 moléculas de hierro (en estado sólido) mezcladas con 3 moléculas de agua en estado gaseoso; reaccionan y producen óxido de hierro en estado sólido y 3 moléculas de hidrógeno en estado gaseoso.
- Esto representa la oxidación del hierro al hacer contacto con el agua.
- Hierro más Agua da como producto Óxido de Hierro III más Hidrógeno
- 2 moléculas de hierro sólido combinadas con 3 moléculas de óxido de hidrógeno en estado gaseoso reaccionan y producen óxido de hierro sólido con 3 moléculas de hidrógeno en gas.
- 2 moléculas de hierro sólido combinadas con 3 moléculas de óxido de hidrógeno en estado gaseoso reaccionan y producen óxido de hierro sólido con 3 moléculas de hidrógeno en gas
- Dos átomos de hierro (sólido) más tres compuestos de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (gaseoso) es igual a un compuesto de dos átomos de hierro y tres de oxígeno (sólido) más tres compuestos de dos átomos de hidrógeno (gaseoso)
- 2 moléculas de Hierro sólido más 3 moléculas de agua en estado gaseoso es igual a 5 átomos de óxido férrico en estado sólido más 3 moléculas de hidrógeno con 2 átomos en estado gaseoso.
- 2 unidades de hierro en estado sólido más 3 unidades de la mezcla de 2 hidrógenos y un oxígeno todo en estado gaseoso TE DA 2 unidades de hierro con 3 unidades de oxígeno todo en estado sólido más 3 unidades de la mezcla de dos hidrógenos en estado gaseoso.

Pregunta 8. En este caso, en la *figura 52* se puede ver que casi la mitad identifican que sí hay precipitado, que es el óxido de hierro. No obstante, todavía hay quienes consideran que el hidrógeno es precipitado o que no hay. En este caso puede deberse a que no les ha quedado claro que la expresión (s) es la manera de indicar que hay un precipitado, y que (g) no lo es. Es posible que sea necesario reforzar el hecho de que la indicación del estado físico de las especies participantes da la pista para saber si es o no un precipitado.

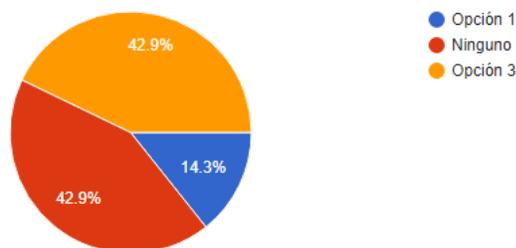


Figura 52. Distribución porcentual de las respuestas a la pregunta 8.

Puedo concluir que se logró un cambio significativo en las respuestas, dado que en este caso prácticamente el 95 % de las preguntas tuvieron respuestas correctas, lo cual me hace pensar que hubo un buen aprovechamiento de los estudiantes y que los temas fueron bien comprendidos, o al menos los que se reflejan en esta evaluación.





Evaluación del final del tema (autoevaluación y coevaluación)

Esta evaluación constó de dos partes: una autoevaluación, para que los estudiantes estimen su desempeño, y la segunda parte fue una evaluación para mí, de manera que ellos expresaran cómo habían sentido mi desempeño. Se contó con 14 respuestas de 26 alumnos. La evaluación fue hecha con escala de Likert, donde el 1 corresponde a “no fue así nunca” y el 5 “sí fue así siempre”. Hubo también algunas preguntas abiertas.

En la primera parte, las primeras dos preguntas eran para que asentaran su nombre y el correo electrónico, por lo que se analizan las respuestas a partir de la tercera pregunta (que aquí se muestra como 1). A continuación, se presentan las respuestas. La evaluación está en el *Anexo 15*.

En las *tablas 15 y 16* se muestran las respuestas que se obtuvieron con la escala de Likert. La primera se refiere a la autoevaluación de los estudiantes (preguntas 1 a la 9) y la segunda a la coevaluación de la maestra (a partir de la pregunta 17). A continuación, se transcriben las respuestas a las preguntas abiertas.

Se puede ver que en la pregunta 3 hay más variaciones y respuestas con valores bajos, lo cual coincide con que hubo participación baja, en repetidas ocasiones eran los mismos estudiantes los que participaban y a veces había que forzar a algunos a responder. Esto también se relaciona con la pregunta 8, en donde ellos mismos reconocen que no siempre preguntaron lo que no entendieron, así como en la pregunta 9 en la que también se refleja que no participaron regularmente. En la pregunta 7 se puede ver que no todos tienen apuntes en orden.

Tabla 15. Autoevaluación de los alumnos.

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9
Alumno 1	****	****	**	****	****	****	***	***	**
Alumno 2	****	****	**	****	****	****	***	*	****
Alumno 3	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Alumno 4	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Alumno 5	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Alumno 6	****	***	****	****	****	****	****	***	****
Alumno 7	****	****	**	****	****	****	***	***	**
Alumno 8	****	****	**	****	****	****	**	*	**
Alumno 9	****	***	**	****	**	****	**	***	****
Alumno 10	****	****	*	****	****	****	**	****	*
Alumno 11	****	****	**	****	****	****	****	****	****
Alumno 12	****	****	**	****	****	****	****	****	**
Alumno 13	****	****	****	****	****	****	**	****	****
Alumno 14	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Tabla 16. Coevaluación a la profesora.

	Pregunta 17	Pregunta 18	Pregunta 19	Pregunta 20	Pregunta 21	Pregunta 22
Alumno 1	****	****	**	****	****	****
Alumno 2	****	****	***	****	****	****
Alumno 3	****	****	**	****	****	****
Alumno 4	****	****	***	****	****	****
Alumno 5	****	****	****	****	****	****
Alumno 6	****	****	**	****	****	****
Alumno 7	****	****	****	****	****	****
Alumno 8	****	****	**	****	****	****
Alumno 9	****	****	***	****	****	****
Alumno 10	****	****	**	****	****	****
Alumno 11	****	****	**	**	****	****
Alumno 12	****	****	****	****	****	****
Alumno 13	****	****	****	****	****	****
Alumno 14	****	****	****	****	****	****





En la pregunta 19 se puede ver que en general las tareas no les parecieron difíciles: nadie marca 5, y son pocos los que marcan 4. En la pregunta 20 hay quienes dicen que no se les aclararon sus dudas, pero en relación con la tabla anterior, casi nadie preguntó si no entendía, con todo y que varias veces se les preguntó si había dudas o si había algo que volver a explicar. Puede ser que haya sido por falta de confianza, aunque yo he estado con ellos desde el inicio de semestre. En cuanto a las preguntas abierta.

¿Qué necesito hacer para mejorar mi desempeño?

- Tomar más apuntes y preguntar si no entiendo
- Participar más y preguntar mis dudas
- Ordenar mejor mis apuntes
- Hacer los trabajos individuales 😞
- Seguir así de bien y tener más paciencia con mi equipo
- No distraerme cuando se colocan medios visuales en pantalla y tratar de calmar mis nervios cuando me encuentro bajo presión respecto a la hora de entrega de un trabajo.
- Participar más y organizar mejor mis tiempos y mis apuntes
- prestar más atención y animarme más a participar
- No distraerme
- tomar más apuntes
- poner más atención y estudiar lo que no sé
- Anotar los más importantes de mis clases y poner más atención aparte de preguntar mis dudas en el momento.
- Poner más empeño y atención en clases.

En las preguntas de coevaluación a sus compañeros de equipo en general respondieron a todo que sí, y que estaban bien. Algunos comentarios que vale la pena rescatar son:

- Podemos comunicarnos más y yo me comprometo a participar en lo que pueda
- La mayoría de las veces si participan. pero hay ocasiones en las que no entienden algunos temas pero siempre tratamos de apoyarnos entre nosotros y explicar lo que no se entiende.
- Sí, siento que en mi equipo siempre existe esa actitud positiva en la que nos apoyamos para lograr el mejor desempeño en nuestro trabajo.
- Sí, normalmente en cada trabajo alguien diferente se encarga de la presentación para que el trabajo es equipo sea justo. :)
- Pienso que tenemos una muy buena relación en nuestro equipo. Me comprometo a seguir trabajando con la misma responsabilidad.
- Dar mi opinión, respetando la de los demás para llegar a un acuerdo estable
- No, no todos. Mayormente decidimos Valeria y yo porque los demás no responden.
- No, a veces sólo están ahí y no aportan.
- Realmente no sé cómo mejorar, al hablarlo no se pone en práctica lo que se queda como acuerdo. Pues. yo me comprometo a seguir trabajando de buena forma como hasta ahora lo he hecho, intento ser más tolerante pero bueno. a veces no queda en mí hacer que los demás mejoren y tengo que comprender eso.
- Todos participan (a excepción de 1 que no habla de manera colaborativa)
- Siempre y cuando no se presenten problemas de fuerza mayor se cumplen los acuerdos tomados en equipo.
- La mayoría del tiempo se mantiene un estado de ánimo alegre y positivo, y logramos entablar un lazo amistoso entre mi equipo :)
- Se toma en cuenta las ideas propuestas por todos sobre cómo realizar el trabajo, y así logramos extender creatividad y entregar un trabajo bien hecho y bonito.





- Siento que todo en mi equipo está perfecto, sería solo cuestión de que el nuevo integrante también empiece a contribuir y no se cohíba. Seguir manteniendo la armonía tan bonita que tenemos en mi equipo, es a lo que yo me comprometo
- creo que estamos así que me comprometo a seguir trabajando así
- teniendo más comunicación y me comprometo a poner más atención para dar mejores resultados en mis trabajos en equipo
- Casi siempre, como en un 90 % participan mis compañeros
- Me comprometo a no platicar tanto
- ser más participativo
- la verdad somos muy buen equipo <3
- Me comprometo a hablar más
- conociéndonos mejor
- Casi siempre llegamos a ponernos de acuerdo
- Más o menos a veces llegan un poco tarde a hacer su parte
- El estrés de trabajo en equipo siempre está pero en general todos nos intentamos llevar bien
- Yo me comprometo a no estresarme demasiado y hacer siempre mi parte del trabajo además de ayudar a los de en lo que no entiendan
- A no separarnos el trabajo si no hacerlo en conjunto

En cuanto a las preguntas de coevaluación a la maestra (Profesora López), indicaron lo siguiente:

23. ¿Qué te gustó más de la clase?

- Que es muy dinámica
- Las actividades que no ponía hacer que si no ponía atención no podía contestarla y eso me ayudó mucho
- Lo que más me gusto de la clase, fueron todas las actividades didácticas en las que trabajamos ya que pienso que esto me ayudó a involucrarme más en la materia y me dio más oportunidad de participar. Así mismo, pienso que la maestra nos da las clases con entusiasmo y responde todas nuestras dudas. Sus clases me motivaron mucho a aprender. De igual forma, pienso que la maestra tiene ideas muy creativas como la actividad del universo RAVAS y disfruté mucho de sus clases.
- Las actividades interactivas
- Las explicaciones claras y también las páginas interactivas, igual que cuando tenía duda siempre explicó de una forma sencilla con la que pude comprender bien en tema.
- Los juegos tan dinámicos que se realizaban durante la clase y como la profesora se detenía en cada apartado para preguntar nuestras dudas y explicarnos cada cosa que se veía en el tema de esta unidad. También considero que fue muy agradable al hacernos responder sobre cómo nos sentíamos al finalizar sus clases.
- Las actividades dinámicas
- lo dinámica que era
- Las actividades en la clase
- fueron muy interactivas
- El ritmo
- como explica el tema
- Que fueron muy dinámicas
- Las actividades

24. ¿Qué crees que podría mejorar la maestra?

- Todos podemos mejorar pero creo que en este tiempo lo hizo bien
- pues en ni opinión la forma de enseñar de la maestra es muy buena y no le cambiaría nada





- Pienso que sus clases están muy bien pero en mi opinión, en las actividades de equipo sería conveniente que nos proporcionara más tiempo para la entrega debido a que a veces es difícil ponernos de acuerdo para realizarlas a cierta hora. Fuera de eso, pienso que sus clases son muy buenas.
- Cuando este presentando y se detenga, que haga preguntas sobre el tema
- Las presentaciones de *Power*, a veces las sentía un poco largas. Pero en general nada me parece que se deba mejorar, sólo que siga así de bien siempre.
- Considero que todo está perfecto por el momento.
- Creo que las clases dinámicas le funcionan muy bien así que yo pondría más de esas
- en lo personal me gustó bastante como trabajó, no propondría algo
- el Moodle
- en nada, sabe enseñar los temas
- No sé en general yo creo que las clases se me hicieron muy cómodas y dinámicas no les encuentro algo de malo
- Nada, creo que así está muy bien
- Nada, lo hace muy bien

Comentarios adicionales (incluye opiniones en otras actividades)

- Gracias por enseñarnos de una forma amena y divertida :D
- Gracias por la enseñanza, paciencia y nuevos conocimientos. :)

Me han gustado las clases de la Maestra Vero porque he aprendido cosas que no me enseñaron en la secundaria, en lo personal lo que más me ha gustado es el experimento de la electrolisis, porque se me hace increíble como el agua se puede separar por medio de energía, separando un enlace fuerte.

Comentario: la última clase me pareció especialmente agradable por que nos permitió interactuar de una forma rápida, cómoda, incitando la participación, pero sobre todo, tuvo un buen ritmo: revisábamos los videos rapidamente y la manera en que la maestra dirigió la clase fue exelente, resolví muchas dudas sobre la electrolisis.

En lo personal me gustaron mucho las clases, las dinámicas que se dieron duarte estas y las actividades fueron entretenidas.

Comentario sobre las clases:

El tema que más me gustó de estas clases, fueron las reacciones exotérmicas y endotérmicas ya que aprendí que para que dos o más sustancias reaccionen, necesitamos energía como la flama o las chispas. Opino que fue muy interesante ver el experimento donde al hacer contacto con la flama, el gas que había dentro de la botella generó una pequeña explosión.

En lo personal, disfrute mucho las clases que nos dio la maestra Verónica ya que a pesar de que fueron muchos temas y 2 horas, se me hizo muy ameno la clase debido a los juegos y dinámicas que implementó.

Pienso que fue una muy buena estrategia implementar los juegos de cuestionarios ya que eso nos motiva a aprender.



5. Conclusiones, recomendaciones y reflexiones finales

“No se puede enseñar nada a un hombre, solo se le puede ayudar a descubrirse a sí mismo”.
Galileo Galilei (1564–1642)



5.1. Conclusiones

- El uso de herramientas digitales (en total usé 9 de ellas) fueron eficientes para impartir la clase, por los resultados obtenidos en cada una de las tareas, trabajos y evaluaciones de los estudiantes.
- Gracias a las herramientas digitales fue posible poner de manifiesto algunas deficiencias cognitivas (aprendizajes previos) en las ideas que expresaban los alumnos en actividades de inicio.
- El uso de las herramientas digitales facilitó la dinámica de la clase, así como la comprensión de los estudiantes respecto a los temas estudiados y jugó un papel importante en la motivación, participación y atención que prestaron a las sesiones.
- El incorporar a las sesiones el uso de herramientas digitales desde luego implica dedicar más tiempo a la preparación de clase que el simple uso de pizarrón, puesto que no solo se seleccionan videos adecuados o lecturas o actividades, sino que el planear cuestionarios adicionales o elaborar presentaciones en distintas plataformas, hace necesario el despliegue de creatividad y el ensayo anticipado para el uso de los recursos.
- Algunas de las herramientas digitales empleadas fueron incorporadas por la Mtra. Méndez en su práctica docente en las sesiones subsecuentes, así como la dinámica en la que se pregunta a los docentes cómo se sintieron en esa clase.
- La incorporación de las herramientas digitales en el marco de la pandemia de SARS-CoV-2 ayudó a mantener el interés en los estudiantes y permitió que se les mostraran imágenes, videos y otros apoyos gráficos que normalmente no se consideran en la práctica presencial en aula; dichas herramientas pueden ser de utilidad, aunque se vuelva a la modalidad mixta o presencial, de manera que se amplíe el abanico de opciones y se ofrezca mucho más que clases de pizarrón. Esta secuencia se puede adaptar para que siga funcionando en el futuro, aunque las clases ya no sean solo en línea.
- La crisis sanitaria ha forzado a que haya un cambio de paradigma en la manera de impartir clases, además de las modificaciones en las dinámicas de interacción, los repositorios de tareas, la comunicación constante gracias al correo electrónico y el *WhatsApp*, definitivamente crearon un entorno educativo ubicuo (*u-learning*) que favoreció que hubiera constante interacción entre los tres componentes del contrato didáctico (triángulo cognitivo).
- A pesar de que originalmente pensé que estaba usando TIC, en realidad incorporé todas las modalidades de ellas: TAC, TEP, TRIC y como docente accedí al modelo de TPACK, puesto que conjunté todos los elementos que las componen.
- De acuerdo con los elementos considerados por Chiu, et al (2008) para evaluar si se está teniendo un aprendizaje significativo, considero que en general esta secuencia cumple con todos los aspectos enumerados.
- A pesar de que se plantearon algunas actividades que podrían haber generado cierto grado de conflicto conceptual, no hubo evaluaciones para identificar si hubo cambio conceptual o modificación representacional porque al final no se planearon, no obstante es posible ver, al menos de manera cualitativa que los estudiantes integraron muchos de los conceptos aprendidos a su repertorio conceptual.





- La planeación original fue ampliamente superada por la dinámica de las clases. Los dos temas seleccionados para impartir resultaron más extensos de lo esperado porque se introdujeron muchos temas adicionales para ir encadenando los conocimientos de manera más sólida, aunque algunas actividades podrían haber sido prescindibles, considero que no hubo paja ni tiempos muertos a lo largo de las clases.
- La dinámica de las clases y el avance de los alumnos requirió de la incorporación de más temas, actividades, explicaciones y trabajo dentro y fuera del aula porque se crearon zonas de desarrollo próximo, gracias a las cuales, las zonas de desarrollo real o actual evolucionaron. Cada actividad fue eficaz como andamiaje para que los estudiantes aumentaran en sus conocimientos actuales. Cabe señalar que el grupo con el que trabajé mostró una actitud muy participativa y proactiva, lo que también facilitó la dinámica de las clases y el avance en los temas. Los alumnos consideraron que las sesiones tuvieron un buen ritmo, fueron dinámicas y expresaron gusto por las actividades interactivas. De acuerdo con ellos, no hubo actividades especialmente difíciles.
- Hay sesiones que podrían suprimirse, como las que se emplearon para analizar el video y las dos sesiones de los viernes y con ello no hubiéramos llegado a 10 sesiones, También podría haber reducido las actividades de diagnóstico y reducir el tiempo que me tomé en hacer las retroalimentaciones en las sesiones que lo hice, porque en algunos casos se fueron a media hora, lo cual contribuyó al aumento de horas-clase. Al final de esta sección se muestra una planeación “ideal” de esta secuencia ajustada a las horas que inicialmente se habían considerado y acotadas a los temas en cuestión.
- De acuerdo con Velázquez (2021), aunque al inicio se puede percibir que los estudiantes dependen de lo literal, al copiar las respuestas solicitadas de Internet, con el tiempo se puede ver que hacen un esfuerzo cada vez mayor por escribir sus respuestas y construirlas a partir de lo que van aprendiendo, esto se pone de especial relevancia en las respuestas que fueron escribiendo en la secuencia 4, a partir del video.
- Los estudiantes se sintieron motivados durante las sesiones, lo cual es evidente en la calidad de los trabajos entregados y en la participación general, a pesar de que hubo al menos un 20 % de estudiantes que no accedieron a las actividades en línea y sigue habiendo poca participación porque no preguntan sus dudas.
- El factor afectivo jugó un papel importante en la dinámica de las clases, no solo porque participaron en los pizarrones colaborativos expresando cómo se habían sentido en cada sesión, sino también porque tanto la Mtra. Méndez como yo, siempre los tratamos con respeto, cariño y los escuchábamos abiertamente sin hacer ningún comentario negativo respecto a sus dudas o temores. De hecho, en un par de ocasiones tuvimos conversaciones con estudiantes, de manera privada, para solucionar algunas cuestiones relativas a su rendimiento y a las inquietudes que nos expresaron sus compañeros de equipo por su actitud o baja participación. Cabe señalar que la Mtra. Méndez es muy cariñosa y dulce en su trato con los alumnos, yo lo soy, pero no uso tantas palabras cariñosas como ella, eso es cuestión de estilos personales.
- Es necesario reforzar los temas de balanceo de ecuaciones y escritura de fórmulas para que no haya confusión entre coeficientes y subíndices. Hay que repasar el tema de razones y proporciones para que no tengan dificultad al estudiar de manera formal los cálculos estequiométricos.





- La incorporación de los temas relacionados con estequiometría, aunque prescindibles en este momento, resultaron de gran utilidad en las sesiones de Práctica Docente 3, en donde sí se abordaron los cálculos estequiométricos, propiamente dichos, porque al ligarlos con el tema de reacción química (en repaso), tomaron sentido y fue posible impartir el tema en tan solo tres sesiones.
- La actividad práctica que se seleccionó funcionó como un incipiente intento de actividad de indagación más guiada que abierta. Dadas las circunstancias, en las que los estudiantes tuvieron que trabajar desde casa sin guía directa, puede considerarse que tuvo buenos resultados.
- El incorporar en esta práctica docente, aunque de manera incipiente, la investigación-acción y la docencia reflexiva me ayudó a detectar oportunidades de mejora en mis clases. A pesar de que cuento con 15 años de experiencia docente en clases presenciales, tenía más de 10 años sin impartir clases de manera formal, no había tenido oportunidad de verme en acción y analizar mis modos de trabajo y desde luego las generaciones son muy diferentes a las de aquellos tiempos. Sobre todo, mis clases nunca habían sido impartidas con herramientas digitales, pues no se contaba con tantas opciones como las hay en la actualidad, por lo que me resultó muy novedosa esta modalidad y si en algún momento volviera a estar en aula, seguramente no sería lo mismo que en aquel entonces.
- Respecto a la cuestión afectiva, a pesar de que en la bibliografía que revisé se recomienda que los docentes tengan equilibrio emocional para hacer un mejor papel frente a grupo, por lo que sé, no es un aspecto relevante en las escuelas: el apoyo psicopedagógico es más para los alumnos que para los docentes. Si bien cada uno es responsable de su manejo emocional y de procurarse ayuda terapéutica, cuando se juzga necesario, la interacción diaria con la dinámica escolar puede desgastar las relaciones, y generar distintos estados de molestia, agotamiento, fastidio o decepción (entre otros), por mucho que haya manejo de la frustración o dominio de las emociones. Me parece que es urgente que en todos los planteles escolares se cuente con más apoyo a los docentes. En mi caso particular no hubo ningún problema relacionado con este punto, en gran parte porque yo no era la responsable directa del grupo, pero en años en que sí lo fui, decidí dejar la docencia precisamente por agotamiento emocional.





5.1.1. Secuencia didáctica reajustada

En esta sección presento la planeación original pero ajustada a lo que hubiera sido ideal dentro de mi práctica docente. Queda en 6 sesiones de 120 minutos para los dos temas seleccionados.

Aprendizaje 12. Demuestra que el agua es un compuesto al realizar su descomposición y su síntesis en el laboratorio, lo que posibilita ejercitar las habilidades relativas al trabajo experimental, planteamiento de hipótesis, manejo de equipo, comunicación oral y escrita, fomentando el orden y respeto durante las actividades. (N3)

Actividades de inicio y desarrollo (tema 1, reacción química)

Sesión 1 (120 minutos)

1. Actividades de exploración	
Objetivo de aprendizaje	Establecer la diferencia entre cambio químico y cambio físico. Introducción a las reacciones químicas y su simbología.
Recursos	Actividad en <i>Kahoot!</i> , 2 actividades escritas, presentación en PPT y actividad en <i>Jamboard</i>
Descripción de las tareas	
Actividad	Tiempo
Trabajo previo a la clase <ul style="list-style-type: none"> Profesor: elaborar las actividades para la clase. Estudiante: accede a la plataforma <i>Kahoot!</i>: https://kahoot.it/02429412 (Revisar documento en Word: "Ingresa a la plataforma Kahoot!") y resolver la actividad (tiempo libre) 	
Trabajo durante la clase 1 (INICIO DE SESIÓN) <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Da la bienvenida y planteamiento de lo que se trabajará en estas clases. Revisa los resultados de la actividad previa de <i>Kahoot!</i> para evaluar la claridad de los estudiantes respecto a la diferencia entre cambio físico y químico. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Comenta sus respuestas y dudas. Efectúa una actividad por equipos para diagnosticar y recuperar algunos conceptos que serán de utilidad para el desarrollo del tema (Documento de Word: "Actividad Sesión 1"). Se discuten dudas respecto a las dos actividades conforme los estudiantes trabajan. 	5 min. 20 min. 20 min.
2. Introducción de nuevos puntos de vista para la modelización	
Descripción de las tareas	
Actividad	Tiempo
2. (DESARROLLO DE SESIÓN) <ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Presenta conceptos básicos relacionados con las reacciones químicas, a la vez que se exploran algunos videos durante la misma (Presentación PowerPoint: "Reacción química sesión 2"). <ul style="list-style-type: none"> Definición de reacción y ecuación química. Simbología de las ecuaciones químicas. Reacciones exotérmicas y endotérmicas Reacciones de síntesis y descomposición 	30 min.
3. (CIERRE DE SESIÓN) <ul style="list-style-type: none"> Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja en <i>Jamboard</i> https://bit.ly/3jPTGv0 para recapitular lo aprendido. 	10 min.





	<ul style="list-style-type: none"> Profesor <ul style="list-style-type: none"> Explica la actividad extraclase (Documento en Word: "Actividad experimental sesión 2"). 	10 min.
	Trabajo extraclase: Actividad experimental	
Evidencias de aprendizaje	Productos de la resolución de las actividades. Entrega de informe de la actividad extraclase	
Forma de evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Actividades de desarrollo (tema 1, reacción química)**Sesión 2 (120 minutos)**

3. Actividades de síntesis		
Objetivo de aprendizaje	Revisar las reacciones de electrólisis y formación del agua.	
Recursos	<i>Nearpod</i>	
Descripción de las tareas		
	Actividad	Tiempo
	Trabajo previo a la clase	
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara la clase. Estudiante: debe haber resuelto la actividad indicada en la sesión anterior. 	
	Trabajo durante la clase	
	1. (INICIO DE SESIÓN)	
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Revisa dudas de la tarea anterior. Se discutirá lo que obtuvieron en la actividad experimental. 	25 min.
	2. (DESARROLLO DE SESIÓN)	
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja con <i>Nearpod</i> (https://bit.ly/3zRGTxH) para analizar la reacción de formación de agua y luego la de descomposición. Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Responde a las preguntas que se presentan durante la exposición y comenta sus dudas. 	50 min.
	3. (CIERRE DE SESIÓN)	
	<ul style="list-style-type: none"> Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Trabaja en pizarrón colaborativo al final del <i>Nearpod</i> para que escriba algo que aprendió en esa sesión. Trabaja con la actividad de inicio de sesión 3. 	15 min. 25 min.
	Trabajo extraclase	
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor: prepara siguiente sesión. Estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Elabora un mapa conceptual por equipo de los conceptos revisados en estas ligas. Debe trabajar en <i>Padlet</i> o <i>Canva</i>. Traer a la siguiente clase una caja de clips de colores o bien que busquen materiales que puedan embonar: tornillos y tuercas de dos tamaños, gomitas de 4 colores y palillos, plastilina de cuatro colores y palitos. 	
Evidencias de aprendizaje	1. Resolución de preguntas durante la exposición. 2. Participación en el pizarrón colaborativo.	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Sesión 3 (120 minutos)

4. Actividades de aplicación y generalización	
Objetivo de aprendizaje	Reconocer dónde hay reacción química y cómo se representa





Recursos	Clips, documento en PDF			
Descripción de las tareas				
Actividad	Tiempo			
Trabajo previo a la clase				
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: prepara actividad • Estudiante: responde las actividades solicitadas en la clase anterior. 				
Trabajo durante la clase				
1. (INICIO DE SESIÓN)				
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Presenta actividad RavAz (Documento en PDF: "Universo RavAz SESION 3") 	10 min.			
2. (DESARROLLO DE SESIÓN)				
<ul style="list-style-type: none"> • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Responde actividad RavAz • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisa los resultados de la actividad. ○ Explica los aspectos relacionados con la reacción química y la ecuación química retomando las actividades de las dos sesiones anteriores. 	30 min.			
3. (CIERRE DE SESIÓN)				
<ul style="list-style-type: none"> • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Comparte su sentir y sus dudas durante la clase de manera oral. ○ Recapitula lo que ha aprendido. 	50 min.			
Trabajo extraclase				
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: prepara siguiente sesión • Estudiante: revisa sus respuestas y sube sus resultados al Moodle. 			20 min.	
Evidencias de aprendizaje	1. Actividad de inicio. 2. Informe de la actividad RavAz.			
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.			

Sesión 4 (Actividades de cierre tema 1: Reacción química) (120 minutos)

4. Actividades de aplicación y generalización		
Objetivo de aprendizaje	Estudiar la ley de la conservación de la materia y el balanceo de ecuaciones.	
Recursos	Presentación de PearDeck, video en Drive	
Descripción de las tareas		
Actividad	Tiempo	
Trabajo previo a la clase		
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: Prepara tema. • Estudiante: Responde actividades de esta página: https://bit.ly/3h7HNPh. Tiene 10 minutos para contestar y se les pedirá que den cuántas respuestas buenas obtuvieron. La actividad se modificó y se presentó en Kahoot! (05496290). Los estudiantes lo hicieron extraclase y en esta sesión se revisaron las respuestas. 		
Trabajo durante la clase		
1. (INICIO DE SESIÓN)		
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Discute con los estudiantes los resultados de la actividad de Kahoot! y aclara dudas. • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Comparte algunas de sus dificultades y pregunta cuestiones que no haya comprendido. 	30 min.	
2. (DESARROLLO DE SESIÓN)		
<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: 	25 min.	





	<p>nm. Este es de un trabajo presentado en enero de 2020. Para más información para el docente: https://bit.ly/2VuH2s4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Toma nota de los aspectos que enfatiza el profesor y aclara dudas. <p>2. (DESARROLLO DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Presenta la tabla de energías de enlace (Documento de PDF: "ENERGÍAS DE ENLACE") ○ Explica el tema y el procedimiento de cálculo (Documento de PowerPoint: "CALCULO DE ENERGÍA DE REACCIÓN SESIÓN 7"). ○ Explica cómo se calculan las masas molares, de manera formal, aunque ya se había hecho de manera informal en la actividad "El universo RAVAZ" ○ Explica el procedimiento y aclara las dudas que hubiera. • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Toma nota y pregunta sus dudas. <p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Solicita a los estudiantes efectuar por equipos ejercicios de aplicación (Documento en Word: "EJERCICIO FINAL ENERGÍA DE REACCIÓN SESIÓN 5"). ○ Verifica en las salas sus procedimientos y razonamientos. • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Responde la actividad en salas de Zoom. ○ Responder en <i>Jamboard</i> ¿cómo me sentí? Y ¿Qué aprendí? 	
	Trabajo extraclase	
	Profesor: prepara evaluación final.	
Evidencias de aprendizaje	1. Entrega de la actividad de energía de reacción. 2. Participación en el pizarrón colaborativo	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	

Actividades de desarrollo y de cierre (tema 2, enlace)**Sesión 6 (120 minutos)**

3. Actividades de síntesis/ 4. Actividades de aplicación y generalización		
Objetivo de aprendizaje	Repaso	
Recursos	Presentación en <i>PowerPoint</i> , actividad escrita, crucigrama.	
Descripción de las tareas		
	Actividad	Tiempo
	Trabajo previo a la clase	
	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: prepara tema. • Estudiante: repasa los temas estudiados en esta secuencia. 	
	Trabajo durante la clase	
	1. (INICIO DE SESIÓN)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisa con los estudiantes los resultados de actividades anteriores de manera que haga ver los errores más frecuentes y a qué se deben dichas confusiones. • Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Externa sus dudas y planteamientos específicos. 	20 min.
	2. (DESARROLLO DE SESIÓN)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Presenta una actividad en la que los estudiantes repasarán el balanceo de ecuaciones y la representación con modelos así como 	50 min.





	<p>cálculos de energías de enlace. Se les solicita resolverla por equipos.</p> <ul style="list-style-type: none">○ Guiará las actividades de los estudiantes. <ul style="list-style-type: none">● Estudiante:<ul style="list-style-type: none">○ Efectúa la actividad. <p>3. (CIERRE DE SESIÓN)</p> <ul style="list-style-type: none">● Profesor:<ul style="list-style-type: none">○ Hace un recuento de lo visto y se retroalimenta a los estudiantes.○ Se les pide que digan qué aprendieron y cómo se sintieron, que lo escriban en <i>Jamboard</i>.● Estudiante:<ul style="list-style-type: none">○ Externa sus puntos de vista.	35 min.
	Trabajo extraclase Profesor: revisa las evaluaciones. Estudiante: Responderá su autoevaluación y coevaluación.	
Evidencias de aprendizaje	1. Entrega de actividad final. 2. Entrega de autoevaluación, coevaluación y evaluación de la docente.	
Forma de Evaluación	Participación propositiva. Entrega de productos solicitados.	





5.2. Recomendaciones

- A pesar de que respeté la redacción de las actividades que yo no diseñé, es recomendable revisar con cuidado las instrucciones e indicaciones que se incluyen para redactarlas de manera que sean más accesibles para los estudiantes.
- Es mejor que si se han usado los clips para una actividad, insistir en seguir usándolos para que cumplan con su función, mejor que el empleo de bolitas dibujadas, porque no se tiene consistencia con los modelos que se emplean para hacer las representaciones macroscópicas.
- En todos los casos en que se hagan representaciones de ecuaciones químicas es mejor que sean de sustancias moleculares y no iónicas para no cometer errores con la representación. Por otro lado, a pesar de que no se haya estudiado el balanceo de ecuaciones, es importante presentar las ecuaciones completas, es decir, con coeficientes para abonar al tema y para acostumbrar a los estudiantes a la sintaxis correcta de las ecuaciones.
- En caso de que hubiera otra oportunidad de planear una secuencia didáctica de esta naturaleza, es importante incorporar las herramientas digitales con toda la intención de usarlas como TIC; TAC o TEP e intencionalmente favorecer que el entorno en el que se trabaja sea *u-learning* o de otra naturaleza, pero con todos los elementos claramente definidos.
- Si hubiera ocasión, sería recomendable ampliar las posibilidades de las actividades experimentales indagatorias y hacer que los estudiantes se volvieran más autónomos, de manera que se acercaran a un nivel 4 de indagación. Desde luego este nivel y el 5 ya corresponden a educación superior y a operaciones cognitivas avanzadas, pero se puede ir entrenando este modo de trabajo desde ahora.
- Otra cuestión que consideraría en una nueva oportunidad sería la de planear con toda intención actividades para promover el cambio representacional, más que el conceptual para mejorar el bagaje conceptual de los estudiantes e integrar todas sus concepciones así como generar oportunidades para que puedan producir explicaciones adecuadas en distintos contextos.

5.3. Reflexiones finales

- En mis presentaciones de clase de Práctica Docente, donde mostré videos de mis clases, me hicieron comentarios de que mi voz sonaba ruda a momentos. Desde mi punto de vista, siendo yo quien habla y quien piensa lo que está diciendo, mi intención no era en ningún momento ser ruda. Desde mi sentir sí soy imperativa, y contundente, aunque también estoy pensando relativamente rápido, para que no se me pierdan las ideas. Quizá debo ir un poco más despacio y moderar mi tono de voz (algo que me parece un poco difícil, porque de hecho lo he intentado). No obstante, los estudiantes no expresaron haberse sentido agredidos o que hubiera sido poco amable con ellos.
- Creo que mi dominio de los temas resultó adecuado. En realidad, me siento bastante a gusto con ello, porque considero que desde hace tiempo sé de lo que estoy hablando y sé hacia dónde voy en cada una de mis exposiciones. Me siento satisfecha con ello y considero que, aunque hubiera sido el caso, no me es difícil estudiar un tema y dominarlo si no lo sé desde un principio, así como tampoco me causa problema explicar a los estudiantes una y otra vez algo que no entienden; es decir que no suelo ser impaciente en ese sentido.





- El trabajo en salas de *Zoom* no siempre permitió el monitoreo adecuado del trabajo de los estudiantes, porque muchos de ellos no comparten sus trabajos en pantalla pese a que se les solicitó, sino que trabajan en simultáneo en documentos de *Drive*. Desde luego, tampoco sustituye la interacción personal cuando se está en aula presencial. Aún más: el trabajo en línea no sustituye de ninguna manera el trabajo presencial, aunque las ventajas de la incorporación de herramientas digitales hace que se mantenga un ritmo adecuado y el solicitarles que se conecten en simultáneo facilita mucho el mostrarles videos o hacer cuestionarios con ellos, lo que podría ser difícil de incorporar al aula presencial, si la escuela no cuenta con una conexión a la red de buena velocidad o no tienen cañones y computadoras suficientes para trabajar de manera ágil y sostenida. Definitivamente la interacción cara a cara es importantísima, porque se pueden observar las expresiones que tienen cuando no comprenden algo, o se puede saber cómo están. En este grupo, pese a ser muy bueno, ningún alumno abrió su cámara, aunque en algún momento se les pidió. Creo que es un comentario generalizado entre los docentes lo difícil que resulta hablar frente a cuadros negros. No es fácil saber si el estudiante está ahí, si está tomando nota, si está trabajando. Por solidaridad, la Mtra. Méndez y yo mantenemos abiertas nuestras cámaras para no sentirnos solas, y tener un interlocutor a la vista: ese es el gran defecto de este modo de trabajo.
- Debo señalar también que muchas veces me sentí abrumada porque no sabía cuánto tiempo me tardaría con alguna actividad y, aunque al final acabé empleando un poco más del doble de tiempo que el que pensé al inicio, la paciencia, el apoyo y los comentarios de la Mtra. Méndez fueron muy útiles para mí, Me parecieron muy enriquecedoras las conversaciones que sostuvimos al final de las clases porque independientemente de que ella lo recalcará, sabía que sus observaciones no eran para hacerme sentir mal, sino al contrario, fueron muy enriquecedoras porque hay detalles que uno, estando al frente, no siempre observa.
- Tanto la Mtra. Méndez como mis profesores de Práctica Docente hicieron énfasis en que consideraban que yo tenía mucha empatía con los estudiantes y vocación, por lo que me recomendaron retomar la docencia en bachillerato. No obstante, aunque yo tengo bastante experiencia frente a grupo, realmente no continué haciéndolo porque al haber estado en escuelas particulares, me resultó agotador lo concerniente al control de grupo y lamentablemente en esos lugares no se toma tan en serio ni la disciplina ni el que un estudiante repruebe por no saber nada. Los directivos prefieren mantener a un alumno por problemático que sea en cualquier sentido, y por ello cada vez se volvió más difícil y desgastante ser maestra. Quizá una de mis áreas de oportunidad sea volver a explorar la docencia en este nivel.
- Más allá de mi experiencia previa, no cabe duda de que no tenemos todo aprendido de antemano. Para mí, tanto como para la Mtra. Méndez, fue novedoso el incorporar herramientas digitales a la enseñanza, y el retomar una dinámica grupal luego de algunos años fuera de las aulas, fue interesante, porque no solo es bueno para actualizarse en muchos ámbitos, sino que los jóvenes tienen un modo de pensar muy distinto a los adultos y, dado que me dedico a elaborar materiales educativos, el refrescar mi interacción con los estudiantes me hace retomar mis puntos de vista respecto a lo que funciona y no funciona con ellos. Ese, tal vez, es uno de los mayores aprendizajes que me llevo de esta experiencia.
- La secuencia didáctica llevó una línea adecuada para ir del punto de partida al punto final, lo cual quedó evidenciado en la evaluación parcial, efectuada por la Mtra. Méndez. El promedio general de los





estudiantes fue 7.76, hubo tres alumnos que sacaron menos de 6 (5.73 y dos 5.86) y hubo tres estudiantes que salieron por arriba del 9 (9.09, 9.17 y 9.62), lo cual me parece que muestra que hubo un aprovechamiento si no excelente, bastante bueno, gracias a los avances que se lograron. A continuación, se muestran a la izquierda las calificaciones del primer examen, el cual fue elaborado por la Mtra. Méndez a partir de sus clases de pizarrón y solo con ayuda del *Moodle*. Si bien hay un reprobado menos que en el segundo examen, se puede ver que hay 4 estudiantes con calificaciones que están por arriba del 6, y ninguno llega al 9. En el segundo examen, hay tres reprobados con calificaciones cercanas al 6, pero hay tres estudiantes que llegaron por arriba del 9. Si bien el promedio general subió 31 centésimas la descripción que hice da cuenta de que en efecto hubo mejoras en el aprovechamiento de los estudiantes al usar las dinámicas planeadas. Cabe mencionar que el primer examen corresponde al primer periodo, es decir, del inicio del semestre donde también está el factor relacionado con el acostumbramiento de los alumnos al sistema, dado que apenas vienen de la secundaria. Las mejoras no son extremas, pero las hay. De hecho, habría muchos detalles más para discutir al respecto.

ELIAS ELISEO	8.48	VALERIA	8.64
MELANY PAOLA	5.44	NATALIA	8.64
BRISA DESIREE	6.71	NATALIA	7.70
VALERIA	8.29	ILANA PAULINA	5.76
VIRGINIA ESTEFANY	8.23	EDUARDO	7.58
NATALIA	7.85	BRISA DESIREE	8.56
LUIS JOAQUIN	7.22	ANGEL EDUARDO	7.48
LUISA FERNANDA	7.53	VIRGINIA ESTEFANY	8.64
LUCIANO	4.11	ANTONIO	7.48
IVAN ISMAEL	7.28	LUIS JOAQUIN	8.61
FRIDA IXCHEL	7.09	MELANY PAOLA	5.83
ESMERALDA	8.23	FRIDA IXCHEL	6.42
ANTONIO	8.48	HIROMY	9.62
ILANA PAULINA	7.85	VICTOR	9.17
BEATRIZ	7.53	LUISA FERNANDA	6.89
ANGEL EDUARDO	8.29	ELIAS ELISEO	8.11
CARLOS EMILIANO	8.61	SHAYTANYA MARAREL	8.24
HIROMY	8.99	BEATRIZ	9.09
SHAYTANYA MARAREL	6.33	ESMERALDA	7.50
KARINA GABRIELA	7.47	CARLOS EMILIANO	7.64
VICTOR	6.08	NICTE HA	5.83
NICTE HA	6.39	KARINA GABRIELA	7.35
EDUARDO	7.59	LUCIANO	7.42
NATALIA	8.73	IVAN ISMAEL	7.94
	7.45		7.76



6. Referencias

"Me parece haber sido sólo un niño jugando en la orilla del mar, divirtiéndose y buscando una piedra más lisa o una concha más bonita de lo normal, mientras el gran océano de la verdad yacía ante mis ojos con todo por descubrir"
Isaac Newton (1642 – 1727)



1. Álvarez, A. y Del Río, P. (1990). "Capítulo 6. Educación y desarrollo: la teoría de Vygotsky y la Zona de Desarrollo Próximo". En Palacios G, J., Marchesi U, A. y Coll S, C. (Comps.). *Desarrollo Psicológico y Educación*. España: Alianza Editorial.
2. Andersson, B. (1990). "Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16)". *Studies in Science Education* 18[1]. 53-85.
3. Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
4. Baez P, C. I y Clunie B, C. E. (2019). "Una mirada a la educación ubicua". *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 22[1]. 325-344.
5. Balocchi, E, et al. (2005a). "Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte I. El aprendizaje cooperativo. Anexo: cuadernillo 'la reacción química y su representación'". *Educación Química* 16[3]. 469-485.
6. Balocchi, E., et al. (2005b). "Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte II: Concepciones alternativas de 'reacción química'". *Educación Química* 16[4]. 550-567.
7. Bastidas, J. A. (2018). "La enseñanza reflexiva: un enfoque para la enseñanza de las disciplinas del conocimiento". *Hechos y proyecciones del lenguaje* 24[4]. 70-89.
8. Bello, S. (2004). "Ideas previas y cambio conceptual". *Educación Química* 15[3]. 210-216.
9. Boillos P, M. M. (2020). "Las caras del plagio inconsciente en la escritura académica". *Educación XXI* 23[2]. Universidad Nacional de Educación a distancia. 211-229.
10. Bonfil O, M. (2004). "Hasta el agua pura es pura química". *¿Cómo ves?* 62. Sección Ojo de mosca.
11. Bruner, J. (1961). "The Act of Discovery". *Harvard Educational Review*. 4[21]. 1-9.
12. Burbles, N. C. (2014). "Los significados de 'Aprendizaje ubicuo'". *Archivos Analíticos de Políticas Educativas (AAPE)/ Education Policy Analysis Archives (EPAA)*. Universidad de San Andrés y Arizona State University 22[104]. 1-11.
13. Cabral P, I. (2001). "Alfabetismo científico y educación". *Contexto Educativo: revista digital de investigación y nuevas tecnologías, OEI* 18. 1-14.
14. Caldeiro, G. P. y Schwartzmann, G. (2013). "Aprendizaje ubicuo. Entre lo disperso, lo efímero y lo importante: nuevas perspectivas para la educación en línea". *I Jornadas Nacionales y III Jornadas de experiencias e investigación en educación a distancia y tecnología educativa (PROED)/FLACSO*. Disponible en: <https://bit.ly/3MlqWzY>
15. Canal Cayerchem. (15 de marzo de 2012). *Hydrogen and oxygen make water*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/33TbYGS>
16. Canal Cienciabit: Ciencia y Tecnología (26 de septiembre de 2017). *Electrólisis del Agua. Descomposición del Agua mediante Electricidad* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/i-0aEPtEzwY>
17. Canal Ciencias (19 de abril de 2021). *Ley de conservación de masa* [Archivo de video]. YouTube. <https://bit.ly/3nEkpfb>





18. Canal Experimento a la vista. (15 de noviembre de 2019). Voltámetro de Hofmann. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3o4BsYu>
19. Canal HerrPingui (2009). *Formation of Sodium Chloride*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/34eTpN9>
20. Canal JamJarMMX. (21 de abril de 2012). *GCSE Science Revision – Breaking Bonds*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3KQMbzC>
21. Canal Libros Animados. (23 de agosto de 2018). *El poder de los 5 segundos por Mel Robbins– Resumen animado (libros animados)*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3KP8tSq>
22. Canal Mario Israel Rojas Luna (2011). *VOL II 21 Las reacciones exotérmicas*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3g6wPce>
23. Canal Mario Israel Rojas Luna (2020). *VOL II 22 Las reacciones endotérmicas*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3IEoU1Q>
24. Canal Mario Israel Rojas Luna. (28 de octubre de 2019). *Química Enlaces Químicos*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3H8lpR6>
25. Canal Science News. (17 de enero de 2020). *Watch chemical bonds forming and breaking in a molecule | Science News*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3HgFWmE>
26. Canal shmibarra (7 de mayo de 2007). *Disolución sal de mesa* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/-HCRm5HX1hc>
27. Canal TedEd. (20 de enero de 2015). *¿Cómo se genera una reacción química? – Kareem Jarrah*. [Archivo de video]. Youtube. <https://bit.ly/3IOyhw9>
28. Carey, S. (1992). “The Origin and Evolution of Everyday Concepts”. En R. Giere & H. Feigl (Eds.). *Cognitive Models of Science*. (15-89). University of Minnesota Press.
29. Caruso, M. F., *et al* (1998). “Construcción del concepto de reacción química”. *Educación Química* 9[3]. 150-154.
30. Castelán S, M. O. (2012). *Unidad didáctica para abordar el tema de estequiometría con alumnos de bachillerato*. Tesis MADEMS Química. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
31. CCH. (2016). Programas de estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I–II. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
32. Chamizo, J. A. (2009). “Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos”. *Educación Química* 20[1]. 6-11.
33. Chastrette, M. y Franco, M. (1991). “La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo”. *Enseñanza de las Ciencias* 9[3]. 243-247.
34. Chi, M. T. H., Sloita, J. D. y De Leeuw, N. (1994). “From Things to Processes: A Theory of Conceptual Change for Learning Science Concepts”. *Learning and Instruction* 4. 27-43.
35. Chiu, P. *et al*. (2008). “The Ubiquitous Learning Evaluation Method Based on Meaningful Learning”. *Education, Computer Science*. Disponible en <https://bit.ly/3EAZPUY>





36. Clark, I. (2011). "Formative Assessment: Assessment Is for Self-regulated Learning". *Educational Psychology Review* 24. 205-249.
37. Coll, C. (2021). "Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades". En Carneiro, R. Toscano, J. C. y Díaz, T. (Coords). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: OEI/Fundación Santillana (Metas Educativas). 113-126
38. Da Cruz F, L. (2021). "Las condiciones de la innovación para la incorporación de las TIC en la educación". En Carneiro, R. Toscano, J. C. y Díaz, T. (Coords.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: OEI/Fundación Santillana (Metas Educativas). 127-138
39. Dávila A, M. A., et al. (2017). "Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia y las emociones en alumnos de educación secundaria". *Enseñanza de las Ciencias*. Número extraordinario. 3977-3983.
40. Dávila A, M. A., et al. (2018). Factores afectivos y cognitivos en el aprendizaje de los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de educación secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*. 44. Universidad Pedagógica Nacional/Red de Ciencia y Tecnología 91-110.
41. De la Mata, C., Álvarez, J. B. y Alda, E. (2011). "Ideas alternativas en las reacciones químicas". *Revista Didácticas Específicas* 5. 1-19.
42. De Manuel T, E. (enero-marzo 2004). "Química cotidiana y currículo de química". *Anales de la Sociedad Española de Química*. Segunda época. 25-32.
43. Díaz-Barriga A. F. y Hernández R. G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª. Ed. México: Mc. Graw Hill Interamericana.
44. Díaz-Barriga A, F. y Núñez C, P. (2008). "Formación y evaluación de profesores novatos: Problemática y retos". *Reencuentro: análisis de problemas universitarios* 52. 49-61.
45. Díaz-Barriga, F. (2021) "TIC y competencias docentes del siglo XXI". En Carneiro, R. Toscano, J. C. y Díaz, T. (Coords). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: OEI/Fundación Santillana (Metas Educativas). 139-154.
46. DiSessa A. A. y Sherin, B. L. (1998). "What changes in conceptual change?". *International Journal of Science Education* 20[10]. 1155-1191.
47. Es-examples. (s.f.). *Modelando Elementos, Compuestos y Mezclas*. StoryboardThat. Recuperado el 10 de noviembre de 2021, de <https://bit.ly/3wTNdnY>
48. Farre, A. S. y Lorenzo, G. (2009). "Conocimiento pedagógico del contenido: una definición desde la química". *Educación Química* 15[2]. 103-113.
49. Fernández, M. B. y Johnson M, D. (2015). "Investigación-acción en formación de profesores: desarrollo histórico, supuestos epistemológicos y diversidad metodológica". *Psicoperspectivas. Individuo y sociedad* 14[3]. 93-105.
50. Flores, F. (2004). "El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas". *Educación Química* 15[3]. 256-268.





51. Furió C., Azcona R. y Guisasola, J. (2006). "Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada". *Enseñanza de las Ciencias* 24[1]. 43-58.
52. Furió C., y Furió C. (2000). "Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos". *Educación Química* 11[3]. 300-308.
53. Galagovsky, L. R. *et al* (2003). "Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla". *Enseñanza de las Ciencias* 21[1]. 107-121.
54. Galagovsky, L. R., Di Giacomo, M. A. y Alí, S. (2015). "Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto". *Ciência & Educação (Bauru)* 21[2]. 351-360.
55. Galagovsky, L., y Giudice, J. (2015). "Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos". *Ciência & Educação (Bauru)* 21[1]. 85-99.
56. García F, H. (1991). "Reflexiones en defensa de la química". *Educación Química* 2[1]. 8-10.
57. García F. A. Facultad de Química, UNAM. [Reflexiones Sobre la Enseñanza de las Ciencias]. (2021, 10 diciembre). *Cómo fomentar la literacidad química* [Video]. YouTube. <https://bit.ly/3fgRCtd>
58. García, N. E. y Fernández, M. C. (2017). "TIC, TAC, TEP, TRIC". Colaboración 30. *Junta de Andalucía*. Disponible en <https://bit.ly/3EkIRLc>
59. Garritz R, A. (2009). "La afectividad en la enseñanza de la ciencia". *Educación Química*. 8ª. Convención nacional y 1ª. Internacional de profesores de ciencias naturales. Conferencias plenarias. 212-219.
60. Garritz, A y Chamizo, J. A. (2001). *Tú y la Química*. México: Pearson Educación (Serie Awli).
61. Garritz, A. (2006). "Naturaleza de la ciencia e indagación. Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano". *Revista Iberoamericana de Educación* 42. 127-152.
62. Garritz, A. (2010). "La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre". *Educación Química* 21[1]. 2-15.
63. Garritz, A. (2011). "Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación". *Tecné, Episteme y Didaxis: TEA*. Número extraordinario. Quinto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 43-56.
64. Garritz, A. (2012). "Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química". *Educación Química* 23[4] 458-464.
65. Garritz, A. y Mellado, V. (2014). El conocimiento didáctico del contenido y la afectividad. En Garritz, A., Daza, S.F. y Lorenzo, G. (Eds.). *El conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Alemania: Editorial Academia Española. 229-264.
66. Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). "El conocimiento pedagógico del contenido". *Educación Química* 15[2]. 98-102.
67. Garritz, R. A. (2007). *Química: ¿Tiene que ver con sustancias o con procesos? Un inventario valioso para los profesores de química*. En portal de la Red Universitaria de Aprendizaje. Recuperado el 17 de noviembre de 2021, de <https://bit.ly/2WwEqlt>





68. González R, L. y Crujeiras P, B. (2016). "Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias* 34[3]. 143-160.
69. Hernández M, G., et al. (2016). "Capítulo 3. El corazón de la química. Estudio de las reacciones químicas". En Bello G, S. (Coord.). *Unidades didácticas en temas torales de la química*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. 59-97.
70. Hernández, M. R., et al. (2014). "Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) en la enseñanza-aprendizaje de la química orgánica a través de imágenes, juegos y videos. *Formación Universitaria* 7[1]. 31-40.
71. Hewson, P. W. (1981). "A Conceptual Change Approach to Learning Science". *European Journal of Science Education* 3[4]. 383-396.
72. Hidalgo P, S. E., Orozco A, M. S., Daza R, M. T. (2015). "Trabajando con aprendizaje ubicuo en los alumnos que cursan la materia de tecnología de la información". *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 6[11]- 2-17 pp.
73. James, F. y Augustin, D. S. (2018). "Improving teachers' pedagogical and instructional practice through action research: potential and problems". *Educational Action Research* 26[2]. 333-348.
74. Johnson, P. (2000). "Childrens' understanding of substances, part 1: recognizing chemical change". *International Journal of Science Education*. 2[7]. 719-737.
75. Johnstone, A. H. (1991). "Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem". *Journal of Computer Assisted Learning* 7. 75-83.
76. Johnstone, A.H. (2010). "You can't get there from here". *Journal of Chemical Education* 87[1]. 22-29.
77. Kauffman G. B. (1992). "Quimifobia". *Educación Química* 3[2]. 140-144.
78. Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Aula XXI. Santillana. México.
79. Lacolla, L., Meneses V, J. A. y Valeiras, N. (2013). "Las representaciones sociales y las reacciones químicas: Desde las explosiones hasta Fukushima". *Educación Química* 24[3]. 309-315.
80. Lacolla, L., Meneses V, J. A. y Valeiras, N. (2014). "Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes". *Enseñanza de las Ciencias* 32[3]. 89-109.
81. Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó (Investigación educativa, 179).
82. Laudonia, I, et al (2017). "Action Research in Science Education-An analytical review of the literature". *Educational Action Research* 26[3]. 480-495.
83. López C, A. (2018). *Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la estequiometría en el bachillerato, una propuesta didáctica para enfrentarlas*. Tesis MADEMS Química. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
84. López, W. y Vivas, F. (2009). "Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado". En *Educere, Investigación arbitraria*, 45(13), 491-499 pp.





85. Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). "In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice". *Journal of Research in Science Teaching* 41[4]. 370-391.
86. Macondes F, D. et al. (2022). "Implementation of Inquiry-Based Science in the Classroom and Its Repercussion on the Motivation to Learn Chemistry". *Journal of Chemical Education* 99. 578-591.
87. Marín M, N. (2003). "Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. 43-55.
88. Marín M, N. Solano M, I. y Jiménez G, E. (1999). "Tirando del hilo de la madeja constructivista". *Enseñanza de las Ciencias* 17[3]- 479-492.
89. Mellado A, V., et al (2014). "Las emociones en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 32[3]. 11-36.
90. Montes S, M. E. y López B, G. (2017). "Literacidad y alfabetización disciplinar: enfoques teóricos y propuestas pedagógicas". *Perfiles Educativos* 39[155]. 162-178.
91. Nakhleh, M. B. (1992). "Why some students don't learn chemistry. Chemical misconceptions". *Journal of Chemical Education* 69[3]. (191-196).
92. Neressian, N. (1992). "How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science." En Giere R. (editor). *Cognitive models of science* (Minnesota Studies In Philosophy of Science Vol. XV). University of Minnesota Press, Minneapolis, USA. 3-44.
93. Obaya V, A. y Ponce P, R. (2007). "La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas". *ContactoS* 63. 19-25.
94. Onrubia, J. (1999). "Enseñar: crear zonas de desarrollo próximo en intervenir en ellas". En Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras M., Onrubia, J., Solé, I., Zabala, A. *El constructivismo en el aula*. España: Graó.
95. Rodríguez P, M. J. (2008). "Capítulo 1. La teoría del aprendizaje significativo". En Rodríguez P, M. J. (Org.). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. España: Ediciones Octaedro.
96. PHET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. (s.f.). Balanceo de Ecuaciones Químicas. <https://bit.ly/3ASCTPb>
97. Pintrich, P. R. (2003). "A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts". *Journal of Educational Psychology* 95[4]. 667-686.
98. Posner, G. J., et al. (1982). "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education* 66[2]. 211-227.
99. Pozo, J. I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. España: Visor libros.
100. Pozo, J. I. (2007). "Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional". En Pozo, J. I, y Flores, F. (Eds.). *Cambio Conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado libros. OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá.





101. Pozo, J. I., Gómez C, M. A., Limón, M y Sanz S, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. España: Centro de Publicación del Ministerio de Educación y Ciencia (CIDE).
102. Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. España: Morata.
103. Ramón R, R. (2013). "Las teorías de Schön y Dewey: hacia un modelo de reflexión en la práctica docente". *Revista Cinzontle*. Sección Ecos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Educación y Artes.
104. Ramos M, A. (2020). "Enseñar química en un mundo complejo". *Educación Química* 31[2]. 91-101.
105. Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P. (2011). "Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8. 240-254.
106. Raynaudo, G., y Peralta, O. (2017). "Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky". *Liberabit* 23[1]. 137-148.
107. Reyes, F., Garritz, A. y Vargas, M. (2005). "Conocimiento pedagógico del contenido en profesores mexicanos sobre el concepto de reacción química". *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra VII Congreso. 1-5.
108. Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). "La indagación y la enseñanza de las ciencias". *Educación Química* 23[4]. 415-421.
109. Rodríguez-Moneo, M. y Aparicio, J. J. (2004). "Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias". *Educación Química* 15[3]. 270-280.
110. Rodríguez T, J. P. y Gallardo P, O. A. (2020). "Perfil docente con visión inclusiva: TIC-TAC-TEP y las habilidades docentes". *Memorias del Encuentro Internacional de Educación e Ingeniería (EIEI)*. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). 1-8 pp.
111. Ruiz F., M (2009). "Dependencia de lo literal". En *Evaluación de lengua escrita y dependencia de lo literal*. (1.ª ed., pp. 7-36). España: Grao (Biblioteca de textos 264. Didáctica de la lengua y la literatura). Recuperado de <https://bit.ly/3tkDg39>
112. Salas-Rueda, R. A. (2019). "Modelo TPACK: ¿Medio para innovar el proceso educativo considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático?" *Entre Ciencias: Diálogos en la sociedad del conocimiento* 7[19]. UNAM. 1-29.
113. Sánchez B, G. y Valcárcel P. M. V. (1993). "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales". *Enseñanza de las Ciencias* 11[1]. 33-44.
114. Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. España: Síntesis Educación.
115. Sepúlveda, L. (2014). *La incorporación de la tecnología en la enseñanza de la química. Trabajo de grado para la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Medio Ambiente*. Colombia: Universidad del Valle.





116. Serrano G, J. M. y Pons P, R. M. (2011). "El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación". *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 13[1]. 1-27.
117. Sherer, R., Tondeur, J. y Siddiq, F. (2017). "On the quest for validity: testing the factor structure and measurement invariance of the technology- dimensions in the Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) model". *Computers & Education* 112. 1-17.
118. Shulman, L. S. (1986). "Those who understand knowledge growth in teaching". *Educational Researcher* 15[2]. 4-14.
119. Shunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. México: Pearson (6a. Ed.).
120. Sjöström, J y Talanquer, V. (2014). "Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization". *Journal of Chemical Education* 91. 1125-1131.
121. Sosa F, P. (2017). "Yo, químico". *Revista ¿Cómo ves?* 224. 30-33.
122. Sosa F, P. J. y Méndez V, N. T. (2011). "El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla". *Educación Química* 8. 44-51.
123. Strike, K. A. y Posner, G. J. (1985). "A Conceptual Change View of Learning and Understanding". En West, L. H. T. and Leon P. A. (Eds.). *Cognitive Structure and Conceptual Change*. (211-231). Academic Press Inc.
124. Suárez G, O. (2020, abril). "México: ciencia en tiempos de pandemia". *Contralínea*. <https://bit.ly/3qXSPL4>
125. Talanquer, V. (2004). "Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?". *Educación Química* 15[1]. 52-58
126. Talanquer, V. (2005). "El químico intuitivo". *Educación Química* 16[4]. 540-547.
127. Talanquer, V. (2006). "Commonsense Chemistry: a Model for Understanding Students' Alternative Conceptions". *Journal of Chemical Education* 83[5]. 811-816.
128. Talanquer, V. (2013). "Chemistry Education: Ten Facets to Shape Us". *Journal of Chemical Education* 90. 832-838.
129. Talanquer, V. (2017) "Tres elementos fundamentales en la formación de docentes de ciencias". *Tecné, Episteme y Didaxis. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología* 41. 186-196.
130. Tiberghien, A. (1994). "Modeling as a basis of analysing teaching-learning situations". *Learning and Instruction* 4[1]. 71-88.
131. Tobin K. y Tippins, D. (1995). "Constructivism as a Referent for Teaching and Learning". En Tobin K. (Ed). *The Practice of Constructivism in Science Education*. (1-21). London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
132. Treagust, D. F. y Chandrasegaran, A. L. (2009). "Models and Modeling in Science Education 4". En Gilbert, J. K. y Treagust, D. F. (Eds.). *Multiple Representations in Chemical Education*. Springer Neherlands.
133. UNIR (Universidad Internacional La Rioja). (2020). "La metodología TPACK: en qué consiste este modelo y cuáles son sus ventajas". *Revista Educación*. Disponible en <https://bit.ly/3KWYJd5>.





134. Universidad Nacional Autónoma de México. DGTIC. (2015). Apoyo Académico para la Educación Media Superior. Química. *Reacción Química*. <https://bit.ly/3o2tE9S>
135. Vallejo et al. (2017). “Una experiencia de innovación en educación superior con TICs: método de indagación guiada, trabajo en grupos colaborativos”. *Virtual Educal Brasil*. 1-7.
136. Velasco R, M. A. (2017). “Las TAC y los recursos para generar aprendizaje”. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)* 3[2]. Edición especial. 771-777.
137. Velázquez Z., A. (2021). “La dependencia de lo literal y la enseñanza de la filosofía”. En Monroy N, Z, León-Sánchez, R y Álvarez D de L, G (Eds.). *Indagaciones cognoscitivas acerca de la enseñanza de la filosofía y de la ciencia*. (51-62). México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Psicología. DGAPA.
138. Venegas, F. (2021, marzo). “Vacunas COVID: entre la alfabetización científica y la ignorancia racional”. *Desconcierto.cl*. Sección Opinión. <https://bit.ly/3t41YVb>.
139. Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé-López, V. (2017). “El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión”. *Cadernos de Pesquisa* 47[164]. 586-611.
140. Vieira T, T. (2003) “El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico-cultural”. *Universidades. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe*. 26. 37-43.
141. Vosnadiou, S. (1994). “Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change”. *Learning and Instruction* 4. 45-69.
142. Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. y Novak, J. D. (1994). “Research on alternative conceptions in science”. En Gabel, D. L. (Ed.). *Handbook of Research of Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*. New York: Macmillan Publishing Company. 177-210.
143. Wolff E, C., et al (2016). “Teacher vision: expert and novice teachers’ perception of problematic classroom management scenes”. *Instructional Science* 44. 243-265.
144. Woolfolk, A. (2010). *Psicología Educativa*. México: Pearson Educación. 1ª. Ed. 648 pp.
145. Zeichner, K. M. (1993). “El maestro como profesional reflexivo”. *Cuadernos de Pedagogía* 220. 44-49.



7. Anexos

“La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos”.
Albert Einstein (1879–1955)



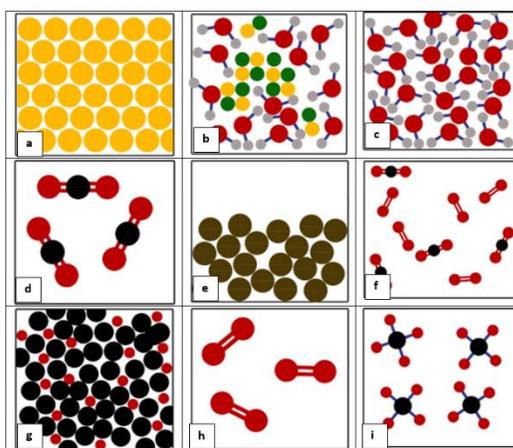
Anexo 2.

Actividad sesión 1

1. ¿En cuáles de las siguientes situaciones hay un cambio químico y en cuáles se trata de un cambio físico? Argumenta tus respuestas.

Disolver sal en agua	El grafito se convierte en diamante	Un huevo se cuece
----------------------	-------------------------------------	-------------------

2. En las siguientes imágenes se ilustran tres mezclas, tres compuestos y tres elementos. Determina a qué grupo pertenece cada una. A continuación argumenta tu respuesta, indicando cuál fue el criterio de clasificación que usaste.



Elementos: _____, mezclas: _____, compuestos: _____

Argumentación: _____

3. Define los conceptos. No consultes ninguna fuente.

Material: _____

Átomo: _____

Enlace químico: _____

Electrones de valencia: _____

Razón: _____

Proporción: _____





<p>16.</p> <p>b) Reacciones de descomposición Son aquellas en donde a partir de una sustancia se obtienen dos o más. Es inversa a la reacción de combinación y ocurre cuando hay suficiente energía como para romper enlaces. De manera general:</p> <div style="text-align: center;">$AB \rightarrow A + B$</div> <p></p>	<p>17.</p> <div style="text-align: center;"><p>$2\text{HgO}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$</p><p>Oxido de mercurio (II) Mercurio Oxígeno</p></div> <p></p>	
--	---	--





Anexo 4.

Actividad experimental: Electrólisis

Objetivo.

Efectuarás una electrólisis con materiales de fácil adquisición.

Material

- Dos trozos de mina de grafito del calibre de un lápiz
- Dos cables con pinzas de caimán de los dos lados o dos tramos de cable de 30 cm.
- Si no se usan pinzas de caimán, entonces se necesita cinta de aislar o cinta masking tape
- Una pila de 9V
- Agua para plancha
- Sal común
- Un recipiente transparente y bajo

Importante: trabaja en un lugar ventilado. Trata de que no haya flamas abiertas cerca de donde estés. Coloca un plástico en la mesa donde trabajarás para protegerla.

Hipótesis

Lee todo el procedimiento y escribe una predicción indicando lo que crees que pasará.

Procedimiento

1. Con cuidado quita la madera de un lápiz para obtener la mina. Deberás tener dos tramos de al menos 6 centímetros o bien usa una mina para portaminas. De preferencia no uses puntillas de 0.5 o 0.7 porque son demasiado delgadas y se podrían romper con facilidad.
2. Si no tienes dos cables con pinzas de caimán, usa dos tramos de cable común. Con cuidado pela ambos extremos dejando un tramo de 3 cm sin plástico.
3. Conecta cada trozo de grafito a uno de los cables ya sea usando la pinza de caimán o enrollando el extremo del cable alrededor de la mina, en este caso asegúrala con una vuelta de cinta de aislar o cinta tipo masking tape. Si no tienes, puedes usar otro tipo de cinta adhesiva pero da dos vueltas más para aislar el cable.
4. Agrega agua de plancha al recipiente.
5. Conecta los extremos de cada cable a uno de los polos de la pila cuidando que los extremos con grafito no se junten. Si usas cables sin pinza, también enrolla el cable en cada polo y asegúralo con cinta, para que no se zafe.
6. Con cuidado introduce los extremos con grafito al agua, sin que se toquen. Observa si hay algún cambio visible.
7. Saca los grafitos del agua y otra vez, cuida que no se toquen.
8. Agrega una cucharada de sal de mesa al agua y revuelve bien.
9. Vuelve a introducir los grafitos al agua y observa si hay algún cambio. Si es así, registra todo lo que percibas. Mantén el aparato conectado por un máximo de 2 minutos.
10. Saca las minas del agua y desconecta los cables de la pila. El agua se puede tirar al drenaje pero deja circular agua de la llave por 30 segundos.
11. Si necesitas más información, ve el video. Solo es para que tengas más idea de cómo se debe hacer el experimento.





Resultados

Explica lo que sucedió en la primera prueba con el agua de plancha sola y después cuando agregaste la sal. Incluye todo lo que hayas percibido: olores, cambios de color, cambio de temperatura o aparición de gases. También incluye fotografías de todo el procedimiento conforme ibas elaborando tu dispositivo.

Discusión de resultados y conclusiones

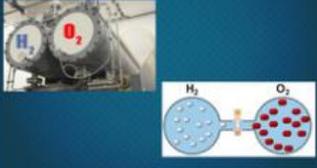
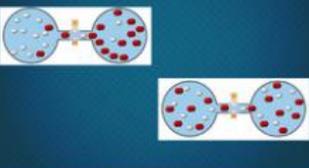
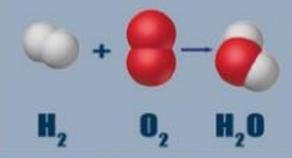
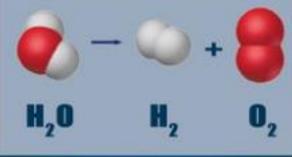
Responde las preguntas

1. ¿Qué sucedió al introducir los grafitos en el agua de plancha sola? ¿Por qué crees que fue así?
2. ¿Qué observaste al introducir los grafitos en el agua con sal? ¿A qué se debió?
3. ¿Hay alguna evidencia de cambio químico? Si es así, descríbela.
4. ¿Qué le pasó al agua en este proceso? ¿Por qué?
5. ¿Qué tipo de reacción ocurrió?
6. ¿Se cumplió tu predicción? ¿Por qué si o por qué no?
7. ¿Tuviste alguna dificultad durante este experimento? Si fue así, descríbela.
8. ¿Qué aprendiste de esta experiencia?



Anexo 5.

Diapositivas sesión 2.

<p><i>El agua</i></p> 	<p><i>Hidrógeno y oxígeno</i></p> 	<p><i>Al cabo de un tiempo...</i></p> 
	<p>Hydrogen & Oxygen</p> 	<p><i>Reacción de formación de agua</i></p> 
<p><i>Reacción de descomposición de agua</i></p> 		<p>En resumen</p> <p>$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ Adición</p> <p>$H_2O \rightarrow H_2 + O_2$ Descomposición</p>
<p>Pero...</p> <p>¿Qué significa esa diferencia de volúmenes?</p> 	<p>Por cada volumen de oxígeno hay dos volúmenes de hidrógeno.</p> <p>Y por lo tanto, la ecuación:</p> $H_2O \rightarrow H_2 + O_2$ <p>¡Es incorrecta!</p> <p>Porque no indica las proporciones en las que se combinan oxígeno e hidrógeno.</p>	<p>¿Y entonces?</p> <p>Para eso sirven los COEFICIENTES en las ecuaciones, para indicar las proporciones en las que se combinan las especies químicas. Así que la ecuación queda así:</p> $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ <p>Y desde luego en el otro sentido es exactamente lo mismo:</p> $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
<p><i>Ley de la conservación de la materia</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Propuesta por Antoine Laurent Lavoisier en 1789.• En una reacción química los átomos no se crean ni se destruyen.• Todos los átomos presentes en los reactivos también lo están en los productos.• Las ecuaciones químicas deben mostrar la ley de la conservación de la materia (masa): BALANCEÁNDOLAS. 	 <p>Collaborate Board</p>	



Anexo 6.

El universo RAVAz

Imagina que tus compañeros y tú son parte de una importante misión espacial fuera de nuestra galaxia. Lamentablemente, han sido succionados por un hoyo negro que los ha proyectado a un universo paralelo al nuestro. En este extraño universo sólo existen cuatro elementos sin combinarse: R, A, V y Az. Para que pueda aparecer la vida es necesario que se formen nuevas y variadas sustancias. Tú y tus compañeros tienen que ayudar a formarlas. Afortunadamente, los átomos en este universo son tan grandes, que pueden apreciarse a simple vista. Y por lo mismo, pueden enlazarse unos con otros “a mano”.

Cada elemento está formado por átomos de distinto color: el elemento R por átomos rojos. El elemento A por átomos amarillos. El elemento V por átomos verdes. El elemento Az por átomos azules.



La misión de ustedes es enlazar unos átomos con otros para formar las moléculas de las nuevas sustancias. Pero... ¡cuidado!, la computadora de la nave espacial ha detectado que las moléculas donde algún átomo esté enlazado directamente a más de 4 átomos, no podrán ser estables. En la pantalla se muestra un ejemplo de molécula estable y otro de una molécula inestable para dicho universo.

También es necesario que lleven un registro minucioso de las nuevas sustancias que creen. Para ello se requiere apuntar la fórmula correspondiente a cada nueva sustancia. Por ejemplo, la fórmula de una sustancia cuyas moléculas estén formadas por dos átomos rojos y uno amarillo será: R_2A y la fórmula de un compuesto con dos átomos verdes y cinco azules será V_2Az_5 . Ahora sí, intrépidos químicos intergalácticos, ¡a sintetizar nuevas sustancias químicas!

Registro de sustancias

Dibuja las “sustancias” construidas con clips de colores. Registra la fórmula que las representa. Calcula la masa de las “sustancias”, para ello considera las siguientes masas: clip verde: 1 g; clip rojo: 12 g; clip amarillo: 16 g; clip azul: 23 g.

Fórmula: Masa:	Fórmula: Masa:	Fórmula: Masa:
-------------------	-------------------	-------------------





Anexo 7.

Actividad del 1 de octubre

Nombre: _____ Grupo: _____

1. Ilustra mediante modelos las siguientes representaciones atómicas considerando que la representación del hidrógeno sea \circ y la del oxígeno \bullet

a) O_2	b) $2O$	c) $2O_2$	d) O_3
e) $3O_2$	f) $2O_3$	g) $3H_2O$	h) $2H_2$

2. Escribe en los espacios en blanco los símbolos de los átomos y moléculas representados en los siguientes diagramas.

a)	b)	c)	d)
e)	f)	g)	h)

3. ¿Qué significa el coeficiente que antecede a los símbolos? _____

4. ¿Qué significan los subíndices de las representaciones atómicas? _____

5. Considera la siguiente representación simbólica para cada uno de los átomos señalados.

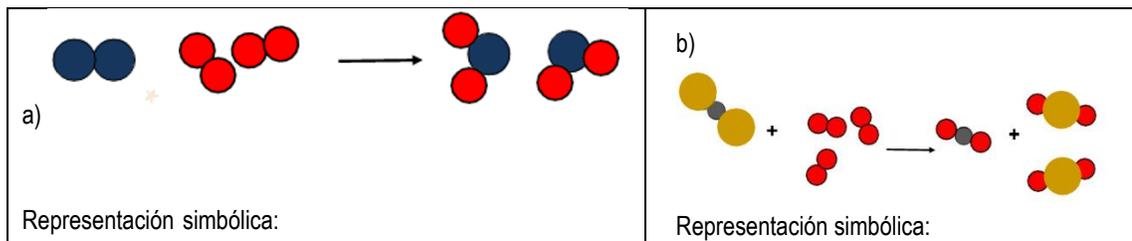
Modelo							
Símbolo	Cu	H	O	C	N	S	Cl

6. Representa mediante modelos las siguientes ecuaciones químicas.

a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ Modelo:	b) $Na + Cl_2 \rightarrow NaCl$ Modelo:
c) $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$ Modelo:	d) $C + H_2 \rightarrow CH_4$ Modelo:
e) $CO + O_2 \rightarrow CO_2$ Modelo:	



7. A partir de la representación con modelos, escribe las ecuaciones empleando símbolos según corresponda.





Anexo 8.

Preguntas de análisis para los videos de Estequiometría 1 y Estequiometría 2 (Razones y proporciones).

<p>1.</p> <p>Razones y proporciones (Introducción a la estequiometría)</p>	<p>2.</p> <p>10 Porciones 23 Porciones 13 Porciones</p> <p>Sugiere algún método de resolución para modificar la receta de 8 porciones de pastel para hacer 23 porciones o 13 porciones.</p>	<p>3.</p> <p>¿Cuál es la relación entre la ecuación química y la elaboración del pastel?</p> $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
<p>4.</p> <p>¿Por qué se tiene que cumplir esta ley?</p> <p>LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA</p>	<p>5.</p> <p>¿Cuál es la función de estos coeficientes?</p> <p>Estequiometría</p> <p>COEFICIENTE ESTEQUIOMÉTRICO</p> $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	<p>6.</p> <p>Explica con tus palabras qué es una razón</p> <p>Razones</p>
<p>7.</p> <p>Explica con tus palabras qué es una proporción</p> <p>HABIZNA DE TEBZO 5kg = \$50 = ?</p>	<p>8.</p> <p>Propón un método para resolver la última pregunta.</p>	<p>9.</p> <p>Razones y proporciones 2 Estequiometría 2</p>
<p>10.</p> <p>Responde con tus palabras la pregunta de Rafa: ¿cómo se cumple con la ley de la conservación de la materia si la materia está cambiando?</p> <p>La materia cambia</p>	<p>11.</p> <p>¿Qué significa que hay que hacer cálculos de proporciones a partir de porciones?</p> <p>CÁLCULO DE PROPORCIONES A PARTIR DE 13 Porciones 23 Porciones</p>	<p>12.</p> <p>Efectúa los cálculos para elaborar un pastel de 13 porciones y otro de 23 usando la lista de ingredientes para 8 porciones.</p> <p>Entrega tus cálculos en una hoja aparte y súbelos al Moodle con la sintaxis que ya conoces.</p>





Anexo 9

Diapositivas de la presentación de la segunda actividad de Kahoot!

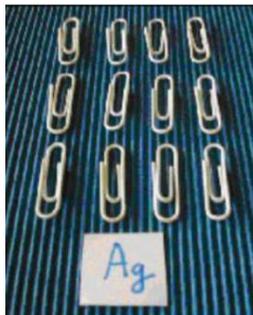
<p>A Lucy le recetaron un medicamento. Debe tomar una cápsula cada 8 horas. ¿Cuántas cápsulas ha tomado en dos días?</p> 	<p>A Lucy le recetaron un medicamento. Debe tomar una cápsula cada 8 horas. ¿Cuántas cápsulas ha tomado en dos días?</p>  <p>1 cápsula cada 8 horas es igual a 3 cápsulas en 1 día, entonces</p> $\frac{3 \text{ cápsulas}}{1 \text{ día}} = \frac{x}{2 \text{ días}}$ $\frac{(2 \text{ días})(3 \text{ cápsulas})}{1 \text{ día}} = 6 \text{ cápsulas}$	<p>En una fiesta hay 5 mujeres por cada 3 hombres. Si en la zona de comida hay 45 hombres, ¿cuántas mujeres habrá?</p>  $\frac{5 \text{ mujeres}}{3 \text{ hombres}} = \frac{x}{45 \text{ hombres}}$ $\frac{(5 \text{ mujeres})(45 \text{ hombres})}{3 \text{ hombres}} = 75 \text{ mujeres}$															
<p>¿Cuál de estas es una relación de proporcionalidad directa?</p>  <p>PROPORCIONALIDAD DIRECTA</p> <p>Las cantidades son directamente proporcionales cuando una de ellas varía y la otra varía en la misma proporción o una disminuye y la otra disminuye en la misma proporción.</p> $y = kx$ <p>k es la constante de proporcionalidad y variable dependiente x variable independiente</p>	<p>PROPORCIONALIDAD DIRECTA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>hora (h)</th> <th>precio (p)</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>150</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>450</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> </tbody> </table> <p>Constante de proporcionalidad $Y = 150 \cdot X$</p> <p>¡SUPER FÁCIL!</p>	hora (h)	precio (p)	Y	1	150	150	2	300	300	3	450	450	4	600	600	<p>¿Cuál de estas es una relación de proporcionalidad directa?</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajadores en una construcción y el tiempo en que levantan una pared. La velocidad a la que se viaja y el tiempo para llegar al destino. El número de pasteleros y la cantidad de pasteles que pueden elaborar. La presión ejercida sobre un gas y el volumen del mismo.
hora (h)	precio (p)	Y															
1	150	150															
2	300	300															
3	450	450															
4	600	600															
<p>¿Cuál es el valor de la razón "4 es a 5"?</p>	<p>¿Cuál es el valor de la razón "4 es a 5"?</p> $\frac{4}{5} = 0.8$	<p>De estas proposiciones matemáticas, ¿cuál es una proporción?</p> <p>a) $\frac{5}{8} = \frac{7}{6}$ b) $\frac{10}{7} = \frac{20}{15}$</p> <p>c) $\frac{4}{3} = \frac{1}{2}$ d) $\frac{5}{7} = \frac{10}{14}$</p>															
<p>¿Qué número falta para que esta expresión sea una proporción?</p> $\frac{3}{4} = \frac{15}{x}$	<p>La edad entre Luis y Ger está en razón 5 a 4. Si Ger tiene 12 años, ¿cuál será la edad de Luis?</p> 	<p>La edad entre Luis y Ger está en razón 5 a 4. Si Ger tiene 12 años, ¿cuál será la edad de Luis?</p>  $\frac{5 \text{ LUIS}}{4 \text{ GER}} = \frac{x}{12}$ $\frac{(5)(12)}{4} = 15 \text{ años LUIS}$															
<p>Por 6 fichas se canjean 3 docenas de chocolates. ¿cuántos chocolates se obtendrán al canjearlos por 5 fichas?</p>  <p>6 fichas 3 docenas Pero... 3 docenas de chocolates son 36 piezas. Y me piden ¿cuántos chocolates?</p>	<p>Por 6 fichas se canjean 3 docenas de chocolates. ¿cuántos chocolates se obtendrán al canjearlos por 5 fichas?</p>  $\frac{6 \text{ fichas}}{36 \text{ chocolates}} = \frac{5 \text{ fichas}}{x}$ $\frac{(36 \text{ chocolates})(5 \text{ fichas})}{6 \text{ fichas}} = 30 \text{ chocolates}$	<p>En un puesto de frutas, las peras se venden a 3 por 5 pesos. ¿Cuántos pesos se pagará por 2 docenas de peras?</p>  <p>3 peras 5 pesos</p> <p>Otra vez: 2 docenas de peras son 24 peras, entonces:</p>															
<p>En un puesto de frutas, las peras se venden a 3 por 5 pesos. ¿Cuántos pesos se pagará por 2 docenas de peras?</p>  $\frac{3 \text{ peras}}{5 \text{ pesos}} = \frac{24 \text{ peras}}{x}$	<p>Para alimentar 8 cabras se necesitan 44 kg de pasto. ¿A cuántas cabras se podrá alimentar con 110 kg de pasto al día?</p> 	<p>Para alimentar 8 cabras se necesitan 44 kg de pasto. ¿A cuántas cabras se podrá alimentar con 110 kg de pasto al día?</p>  $\frac{8 \text{ cabras}}{44 \text{ kg}} = \frac{x}{110 \text{ kg}}$ $\frac{(8 \text{ cabras})(110 \text{ kg})}{44 \text{ kg}} = 20 \text{ cabras}$															
<p>PROPORCIONALIDAD INVERSA</p> <p>antecedente → 1 2 ← antecedente consecuente → 6 3 ← consecuente</p> <p>El antecedente de la primera razón se aumentó al doble. El consecuente de la primera razón se disminuyó a la mitad.</p> <p>En este tipo de proporcionalidad, el antecedente aumentó mientras que el consecuente disminuyó, en la misma proporción.</p>	<p>Constante de Proporcionalidad Inversa</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pintores</th> <th>Horas</th> <th>$k = x \cdot y$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>30</td> <td>(6)(30) = 180</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>20</td> <td>(9)(20) = 180</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>15</td> <td>(12)(15) = 180</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>9</td> <td>(20)(9) = 180</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los productos son constantes.</p>	Pintores	Horas	$k = x \cdot y$	6	30	(6)(30) = 180	9	20	(9)(20) = 180	12	15	(12)(15) = 180	20	9	(20)(9) = 180	<p>Las magnitudes son inversamente proporcionales cuando...</p> <p>PROPORCIONALIDAD INVERSA</p>  <p>a) Al aumentar una, la otra disminuye. b) Al disminuir una, la otra aumenta. c) Al aumentar una, la otra aumenta. d) Al disminuir una, la otra disminuye.</p>
Pintores	Horas	$k = x \cdot y$															
6	30	(6)(30) = 180															
9	20	(9)(20) = 180															
12	15	(12)(15) = 180															
20	9	(20)(9) = 180															



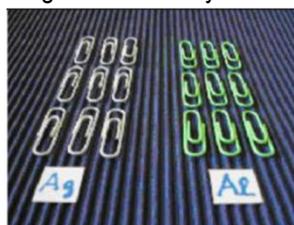
Anexo 10

Reglas de las reacciones químicas

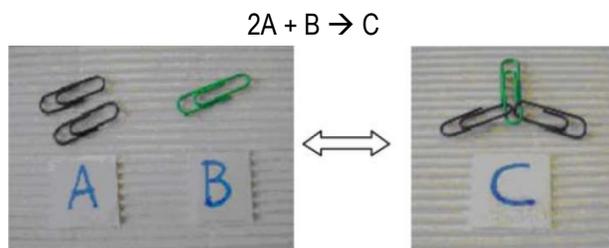
1. Toda la materia está formada por átomos.



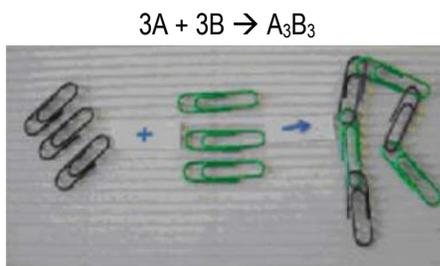
2. Los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí y diferentes a los de otro elemento.



3. Los átomos de elementos distintos pueden asociarse formando compuestos. Los compuestos a su vez pueden separarse formando sustancias más simples.

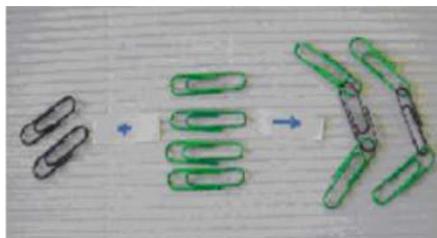


4. Cuando los átomos se asocian para formar compuestos o cuando estas asociaciones se separan en sustancias más simples, los átomos mantienen su identidad.

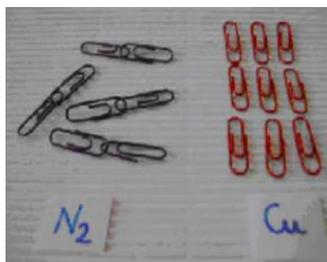


5. Los átomos no se crean ni se destruyen. En una reacción los átomos de las sustancias de partida se intercambian y se rearreglan formando otras sustancias: El número de átomos de A antes de la flecha debe

ser igual al número de átomos del elemento A después de la flecha. Lo mismo sucede con los átomos del elemento B.



6. Los elementos tienen un solo tipo de átomos. Se representan por un símbolo que a veces tiene subíndice, que indica que los átomos se encuentran asociados en la naturaleza.



7. Los coeficientes no son lo mismo que los subíndices. El coeficiente indica cuantas moléculas o átomos individuales hay, mientras que el subíndice indica cuántos átomos están asociados entre sí.

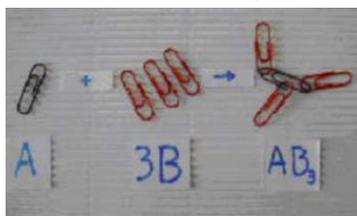


8. Los compuestos son sustancias que tienen átomos de al menos dos elementos diferentes: tienen al menos dos tipos de átomos asociados químicamente.



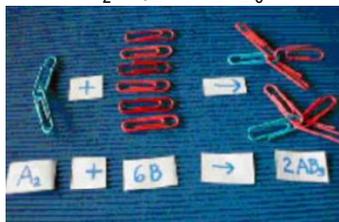
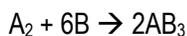
NaCl es la fórmula de un compuesto que nos indica que la proporción de átomos de sodio y la razón en la que están relacionados es 1:1 o, es decir que por $\frac{1}{1}$ cada átomo de sodio hay uno de cloro.

9. Para expresar la reacción de un elemento A con uno B, sabiendo que lo hacen en una proporción $\frac{nA}{nB} = \frac{1}{3}$ se usa una ecuación como la siguiente que representa simbólicamente lo que ocurre.

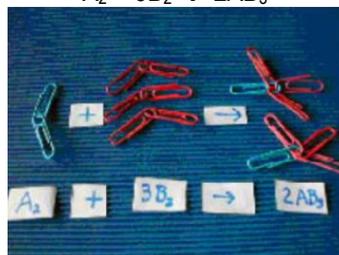
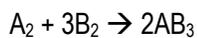


Suponiendo que para la reacción anterior se indicara que:

- El elemento A presenta a sus átomos asociados en unidades de 2 átomos (moléculas binucleares).
- El elemento B es un agregado de átomos individuales.
- El compuesto obtenido tiene una molécula cuya fórmula es AB_3 .
- La ecuación se debe proponer así:



- Si nos dijeran que el elemento B también está asociado en moléculas dinucleares, entonces la ecuación sería:



Actividades

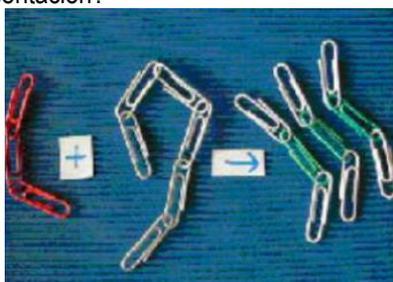
1. Representa con clips o figuras geométricas las moléculas de P_4 (fósforo), S_8 (azufre) y O_3 (ozono).
2. ¿Cómo sería la representación de calcio y cloro que en ese orden están asociados en una razón de 1:2 o $\frac{1}{2}$?
3. ¿Qué significa, expresado como razón, que la fórmula del óxido de cobre I sea Cu_2O ?
4. Expresa como ecuación esta combinación:



5. ¿Cuál es el error en esta representación?



6. ¿Cuál es el error en esta representación?



7. Selecciona un color de clip para simbolizar a A y otro distinto para B. Representa las siguientes combinaciones simbólicas con clips y explica cuál es la diferencia entre las dos opciones en cada caso.

- a) $2A$ y A_2
- b) A_2B y AB_2
- c) $2A_2$ y $4A$
- d) AB y A_2B_2

8. Se tienen dos elementos, T y R que al combinarse forman TR_4 . Si T se presenta como un agregado de átomos individuales y R lo hace como moléculas trinucleares, ¿cuál de las siguientes ecuaciones representa la reacción estudiada? Argumenta tu respuesta (Tip: haz las representaciones con clips para seleccionar la opción más adecuada).

- a) $3T + 4R_3 \rightarrow 3TR_4$
- b) $T + R_3 \rightarrow TR_3$
- c) $3T + 4R_3 \rightarrow 3T_3R_4$
- d) $T_3 + 12R \rightarrow 3TR_4$

9. La reacción entre los elementos Z y W da como resultado un compuesto con fórmula Z_2W_3 . Se sabe que Z es un elemento molecular trinuclear y W es un elemento molecular dinuclear. ¿Cuál sería la ecuación que representa la reacción? Usen los clips.



10. Se hacen reaccionar azufre y hierro. El azufre se presenta como moléculas octanucleares y el hierro es un conjunto de átomos individuales. Forman un compuesto cuya fórmula es FeS. Se ponen en contacto azufre y hierro a razón de una molécula de azufre por 8 átomos de hierro. Selecciona dos colores de clips para representar la situación.





Anexo 11

Adivinanzas

Resuelve estos problemas a partir de la información que se te da:

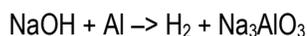
Problema 1

- Los hijos de Luis tienen, cada uno, una paloma.
- A su vez, cada hijo de Juan tiene una cotorra.
- Al hacer intercambio de mascotas entre ellos, cada dos hijos de Luis se quedan con una cotorra, y cada hijo de Juan con una paloma, aunque un número par de palomas sale volando y escapa.
- ¿Es verdad que Luis tiene el doble de hijos que Juan?
- ¿Es verdad que Luis tiene, por lo menos, cuatro hijos?

Problema 2

- Varios cazadores, con un perro y un rifle cada uno, son asaltados por unos bandidos.
- Cada bandido obtiene tres perros y tres rifles.
- Los cazadores, para protegerse, regresan a casa en parejas.
- ¿Cuál es el número mínimo de cazadores y bandidos que pudo intervenir en esta historia?

Si puedes resolver estos problemas, entonces sabes balancear reacciones químicas, pues están diseñados a partir de las siguientes reacciones no balanceadas:



Preguntas

- ¿Quién hace el papel del aluminio en la segunda adivinanza?
- ¿Y el del cianuro (CN) en la primera?
- ¿Puedes escribir ambas adivinanzas con tus propios símbolos, como si se tratara de una reacción química?

En efecto, el balanceo de reacciones tiene una estructura matemática idéntica a la de una adivinanza. ¡No es nada fuera de este mundo!



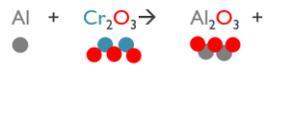
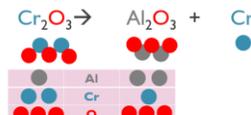
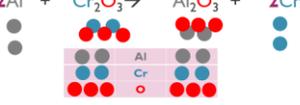
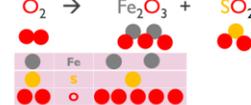
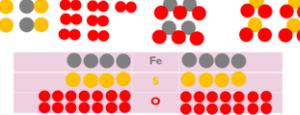


Anexo 12

Diapositivas de balanceo de ecuaciones

<p>BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS MÉTODO DE TANTEO</p>	<p>PARA EMPEZAR</p> 	<p>¿QUÉ ES BALANCEAR?</p> <ul style="list-style-type: none"> Es equilibrar los átomos presentes en una ecuación química de manera que se cumpla con la ley de la conservación de la materia, en el entendido de que no puede haber nada en los productos que no esté en los reactivos. El nombre deriva de la idea de que estamos usando una "balanza" que se debe equilibrar. Recuerda que una ecuación química se usan coeficientes estequiométricos para expresar las PROPORCIONES en las que se combinan las especies químicas que participan en la reacción que se trata. 																														
<p>EJEMPLO 1</p> $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$	<p>EJEMPLO 1</p> $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$ <table border="1" data-bbox="763 619 925 682"> <tr><td>2</td><td>Al</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cr</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>O</td><td>3</td></tr> </table>	2	Al	2	2	Cr	2	3	O	3	<p>EJEMPLO 2</p> $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ <table border="1" data-bbox="1185 619 1274 682"> <tr><td>Fe</td></tr> <tr><td>S</td></tr> <tr><td>O</td></tr> </table>	Fe	S	O																		
2	Al	2																														
2	Cr	2																														
3	O	3																														
Fe																																
S																																
O																																
<p>EJEMPLO 2</p> $2\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_2$ <table border="1" data-bbox="397 808 552 871"> <tr><td>2</td><td>Fe</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>S</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>O</td><td>5</td></tr> </table>	2	Fe	2	2	S	2	2	O	5	<p>EJEMPLO 2</p> $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$ <table border="1" data-bbox="763 808 917 871"> <tr><td>4</td><td>Fe</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>S</td><td>4</td></tr> <tr><td>14</td><td>O</td><td>14</td></tr> </table>	4	Fe	4	4	S	4	14	O	14	<p>EJEMPLO 3</p> $\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$												
2	Fe	2																														
2	S	2																														
2	O	5																														
4	Fe	4																														
4	S	4																														
14	O	14																														
<p>EJEMPLO 3</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ <table border="1" data-bbox="397 997 552 1081"> <tr><td>2</td><td>Ag</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>N</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>Cu</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cl</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>O</td><td>6</td></tr> </table>	2	Ag	2	2	N	2	1	Cu	1	2	Cl	2	3	O	6	<p>EJEMPLO 3</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ <table border="1" data-bbox="763 997 917 1081"> <tr><td>2</td><td>Ag</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>N</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>Cu</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cl</td><td>2</td></tr> <tr><td>6</td><td>O</td><td>6</td></tr> </table>	2	Ag	2	2	N	2	1	Cu	1	2	Cl	2	6	O	6	
2	Ag	2																														
2	N	2																														
1	Cu	1																														
2	Cl	2																														
3	O	6																														
2	Ag	2																														
2	N	2																														
1	Cu	1																														
2	Cl	2																														
6	O	6																														

Segunda versión

<p>BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS MÉTODO DE TANTEO</p>	<p>EJEMPLO 1</p> $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$ 	<p>EJEMPLO 1</p> $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$ 
<p>EJEMPLO 1</p> $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$ 	<p>EJEMPLO 2</p> $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 	<p>EJEMPLO 2</p> $\text{FeS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 
<p>EJEMPLO 2</p> $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$ 	<p>EJEMPLO 3</p> $\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 	<p>EJEMPLO 3</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 





Anexo 13

Presentación de cálculos de energía de enlace

ERGIÍA DE ACTIVACIÓN

Es más fácil tener ideas innovadoras que innovaciones exitosas. Sin la energía de activación necesaria, las ideas se quedan en el limbo y jamás suceden.

Energía de reacción

Energía interna

Es el conjunto de las energías que poseen los moléculas. Estas pueden ser de rotación, vibración y traslación. Un buen punto de partida es indicar que son diferentes de reactivos a productos. Al producirse una diferencia de energía se indica y el signo de la reacción, es posible clasificar las reacciones como **endotérmicas** y **exotérmicas**.

Energía de activación

Para que haya una reacción química tiene que producirse un complejo activado. Para lograr esto hay que vencer una barrera energética denominada energía de activación.

Esta energía de activación es el desahorro de energía de la reacción. Una vez superada esta barrera la reacción en las condiciones dadas continuará hasta llegar a término.

En las reacciones químicas se rompen unos enlaces y se forman otros nuevos. Para calcular el balance energético hay que tener en cuenta que la **ruptura de enlaces de los reactivos consume energía**, y que la **formación de enlaces de los productos libera energía**.

Esta energía puede ser eléctrica, sonora, luminosa, etc. pero normalmente se trata de energía térmica. Si en el balance energético se libera más energía de la que se consume, estamos ante un proceso **exotérmico** y si se consume más energía de la que se libera, estamos ante un proceso **endotérmico**.

En los procesos **endotérmicos** esta energía absorbida se **disipa** como energía química en los productos de la reacción, y en los procesos **exotérmicos** la energía de los productos es menor que la de los reactivos, así que la reacción se da con **liberación de calor**.

Reacción exotérmica **Reacción endotérmica**

Reacción exotérmica

En este caso el calor es considerado un producto, aunque no interviene. Como tal, es preciso indicar del lado derecho de la ecuación, en las condiciones dadas:

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 483.64 \text{ kJ}$$

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 571.66 \text{ kJ}$$

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 571.66 \text{ kJ}$$

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 571.66 \text{ kJ/mol}$$

Reacción endotérmica

El calor es considerado como un reactivo y se indican su presión del lado izquierdo de la ecuación (de los reactivos) y por lo tanto se escribe así:

$$2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 483.64 \text{ kJ} \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$

$$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 571.66 \text{ kJ/mol}$$

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 585.2 \text{ kJ}$$

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 585.2 \text{ kJ/mol}$$

La energía de enlace es la energía involucrada en la ruptura y formación de enlaces en una reacción química.

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

$$E_{\text{reacción}} = \sum \text{Enlaces rotos} - \sum \text{Enlaces formados}$$

Algunos valores de energía de enlace (kJ/mol)					
Enlaces sencillos					
C-H	413	H-H	436	O-H	463
C-C	348	N-H	391	F-F	155
C-N	293	N-O	201	O-F	190
C-O	358	N=O	479	Cl-F	253
C=O	799	N=O	220	Cl-Cl	242
C=C	614	N-O	200	O-I	204
C≡C	839	N≡N	945	Br-Br	193
C≡N	891	N≡N	418	Br-I	220
C-S	276	H-H	436	S-H	339
C-S	259	H-C	413	S-O	327
C-S	340	H-O	463	S-O	500
S-S	226	H-S	366	S-Cl	253
S-O	544	H-I	298	S-Br	222
S-Cl	325	H-Br	366	S-I	178
S-Br	226	H-I	298	I-Cl	208
S-I	301			I-Br	175
Br-Br	193			I-I	151
Br-I	220				
I-Cl	208				
I-Br	175				
I-I	151				
Enlaces múltiples					
C=C	614	N=N	418	O=O	495
C≡C	839	N≡N	945	S=S	523
C≡N	891	N≡O	467	S=S	428
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				

¿Cuántos enlaces hay de cada tipo?

ENLACES EN REACTIVOS

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

2 enlaces H-H 1 enlace O-O

Enlaces sencillos					
C-H	413	N-H	391	O-H	463
C-C	348	N-H	391	O-F	190
C-N	293	N-O	201	O-Cl	204
C-O	358	N=O	479	O-Br	220
C=O	799	N=O	220	O-I	204
C=C	614	N-O	200	Br-Br	193
C≡C	839	N≡N	945	Br-I	220
C≡N	891	N≡N	418	S-H	339
C-S	276	H-H	436	S-O	327
C-S	259	H-C	413	S-O	500
C-S	340	H-O	463	S-Cl	253
S-S	226	H-S	366	S-Br	222
S-O	544	H-I	298	S-I	178
S-Cl	325	H-Br	366	I-Cl	208
S-Br	226	H-I	298	I-Br	175
S-I	301			I-I	151
Br-Br	193				
Br-I	220				
I-Cl	208				
I-Br	175				
I-I	151				
Enlaces múltiples					
C=C	614	N=N	418	O=O	495
C≡C	839	N≡N	945	S=S	523
C≡N	891	N≡O	467	S=S	428
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				

¿Cuántos enlaces hay de cada tipo?

ENLACES EN PRODUCTOS

$$\rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

4 enlaces O-H

¿Cuántos enlaces hay de cada tipo?

ENLACES EN REACTIVOS: ENLACES ROTOS

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

2 enlaces H-H 1 enlace O-O

436 kJ/mol 495 kJ/mol

Enlaces sencillos					
C-H	413	N-H	391	O-H	463
C-C	348	N-H	391	O-F	190
C-N	293	N-O	201	O-Cl	204
C-O	358	N=O	479	O-Br	220
C=O	799	N=O	220	O-I	204
C=C	614	N-O	200	Br-Br	193
C≡C	839	N≡N	945	Br-I	220
C≡N	891	N≡N	418	S-H	339
C-S	276	H-H	436	S-O	327
C-S	259	H-C	413	S-O	500
C-S	340	H-O	463	S-Cl	253
S-S	226	H-S	366	S-Br	222
S-O	544	H-I	298	S-I	178
S-Cl	325	H-Br	366	I-Cl	208
S-Br	226	H-I	298	I-Br	175
S-I	301			I-I	151
Br-Br	193				
Br-I	220				
I-Cl	208				
I-Br	175				
I-I	151				
Enlaces múltiples					
C=C	614	N=N	418	O=O	495
C≡C	839	N≡N	945	S=S	523
C≡N	891	N≡O	467	S=S	428
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				
C=O	799				

¿Cuántos enlaces hay de cada tipo?

ENLACES EN PRODUCTOS: ENLACES FORMADOS

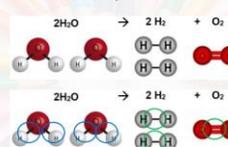
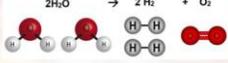
$$\rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

4 enlaces O-H

436 kJ/mol





<p>El cálculo se hace así:</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol</p> <p>Resultado</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol</p> <p>Resultado</p> <p>Total de energía</p>	<p>El cálculo se hace así:</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol 872 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol 495 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1367 kJ/mol</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol 1852 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1852 kJ/mol</p> <p>Total de energía</p>	<p>El cálculo se hace así:</p> <p>$E_{\text{reacción}} = \Sigma \text{Enlaces}_{\text{reactivos}} - \Sigma \text{Enlaces}_{\text{productos}}$</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol 872 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol 495 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1367 kJ/mol</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol 1852 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1852 kJ/mol</p> <p>Total de energía</p> <p>Restar</p>
<p>El cálculo se hace así:</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol 872 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol 495 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1367 kJ/mol</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol 1852 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1852 kJ/mol</p> <p>Total de energía -485 kJ/mol</p>	<p>$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$</p>  <p>El resultado: -485 kJ indica que se liberan 485 kJ de energía al formar 2 moléculas de agua.</p> <p>Por lo tanto se trata de una reacción EXOTÉRMICA</p>	<p>finora con la reacción opuesta</p> <p>$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$</p> 
<p>El cálculo es opuesto al anterior:</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol</p> <p>Resultado</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol</p> <p>Resultado</p> <p>Total de energía</p>	<p>$E_{\text{reacción}} = \Sigma \text{Enlaces}_{\text{reactivos}} - \Sigma \text{Enlaces}_{\text{productos}}$</p> <p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol 1852 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1852 kJ/mol</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol 872 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol 495 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1367 kJ/mol</p> <p>Total de energía</p> <p>Restar</p>	<p>Reactivos: energía requerida para romper enlaces</p> <p>Enlaces O-H 4 × 463 kJ/mol 1852 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1852 kJ/mol</p> <p>Productos: energía liberada en la formación de enlaces</p> <p>Enlaces H-H 2 × 436 kJ/mol 872 kJ/mol</p> <p>Enlaces O-O 1 × 495 kJ/mol 495 kJ/mol</p> <p>Resultado (Σ) 1367 kJ/mol</p> <p>Total de energía 485 kJ/mol</p>
<p>$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$</p>  <p>El resultado: 485 kJ indica que se requiere de 485 kJ de energía para romper 2 moléculas de agua.</p> <p>Por lo tanto se trata de una reacción ENDOTÉRMICA</p>		





Anexo 14

Cálculo de masas molares

CÁLCULO DE MASAS MOLARES

¿QUÉ ES?

- Es la masa de los átomos de un elemento considerando una cantidad fija de ellos, un "paquete", mejor conocido como mol.
- Se calcula usando la masa atómica de los elementos, expresada en gramos por mol (g/mol).
- El dato necesario para hacer el cálculo se toma de la tabla periódica, usando el valor de la masa atómica.
- Por simplicidad se usan números redondos; es decir que si la masa reporta un valor de .5 se considera el siguiente número.

EJEMPLO 1

Núcleos de cada elemento	Resolución (cálculos)	Resultado (con unidades)
H_2O 3 núcleos de hidrógeno por cada núcleo de oxígeno	H: $2 \frac{g}{mol} \times 2 = 4 \frac{g}{mol}$ O: $16 \frac{g}{mol} \times 1 = 16 \frac{g}{mol}$ $4 \frac{g}{mol} + 16 \frac{g}{mol} = 20 \frac{g}{mol}$	$20 \frac{g}{mol}$

EJEMPLO 2

Núcleos de cada elemento	Resolución (cálculos)	Resultado (con unidades)
H_2SO_4 2 núcleos de hidrógeno por cada núcleo de azufre y por cuatro núcleos de oxígeno.	H: $2 \frac{g}{mol} \times 2 = 4 \frac{g}{mol}$ S: $32 \frac{g}{mol} \times 1 = 32 \frac{g}{mol}$ O: $16 \frac{g}{mol} \times 4 = 64 \frac{g}{mol}$ $4 \frac{g}{mol} + 32 \frac{g}{mol} + 64 \frac{g}{mol} = 100 \frac{g}{mol}$	$100 \frac{g}{mol}$

EJEMPLO 3

Núcleos de cada elemento	Resolución (cálculos)	Resultado (con unidades)
$Sc_2(PO_3)_2$ 3 núcleos de escandio, 2 núcleos de fósforo y 6 núcleos de oxígeno	Sc: $45 \frac{g}{mol} \times 3 = 135 \frac{g}{mol}$ P: $31 \frac{g}{mol} \times 2 = 62 \frac{g}{mol}$ O: $16 \frac{g}{mol} \times 6 = 96 \frac{g}{mol}$ $135 \frac{g}{mol} + 62 \frac{g}{mol} + 96 \frac{g}{mol} = 293 \frac{g}{mol}$	$293 \frac{g}{mol}$

EJEMPLO 4

Núcleos de cada elemento	Resolución (cálculos)	Resultado (con unidades)
$(NH_4)_2Cr_2O_7$ 2 núcleos de nitrógeno, 8 núcleos de hidrógeno, 2 núcleos de cromo y 7 núcleos de oxígeno	N: $14 \frac{g}{mol} \times 2 = 28 \frac{g}{mol}$ H: $1 \frac{g}{mol} \times 8 = 8 \frac{g}{mol}$ Cr: $52 \frac{g}{mol} \times 2 = 104 \frac{g}{mol}$ O: $16 \frac{g}{mol} \times 7 = 112 \frac{g}{mol}$ $28 \frac{g}{mol} + 8 \frac{g}{mol} + 104 \frac{g}{mol} + 112 \frac{g}{mol} = 252 \frac{g}{mol}$	$252 \frac{g}{mol}$





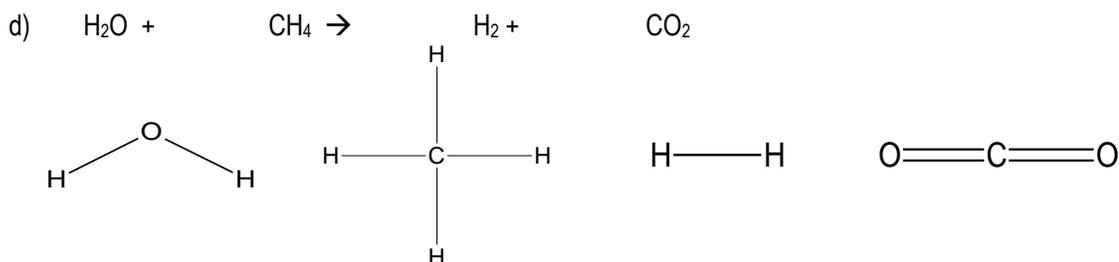
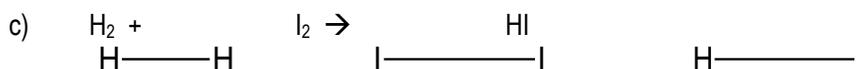
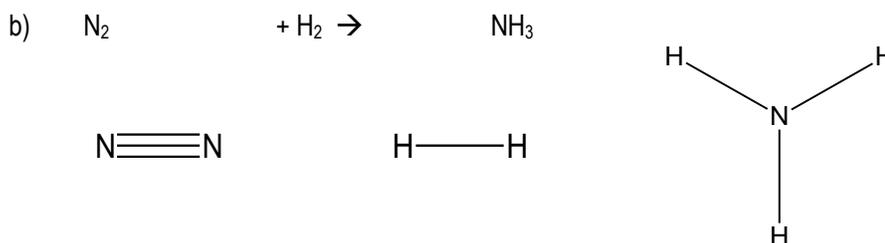
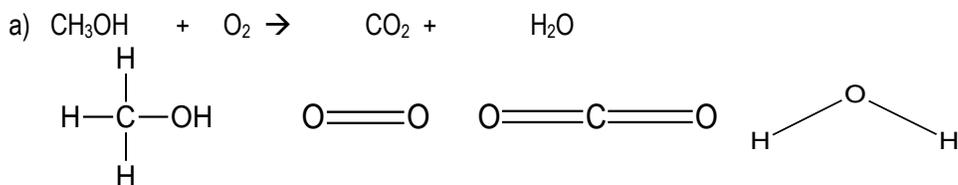
Anexo 15

Actividad de cálculo de masas molares y energías de enlace

1. Clasifiquen las reacciones a continuación como endotérmicas o exotérmicas, e indiquen cuál es la energía de reacción, con el signo que le corresponde.

- a) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 890 \text{ kJ}$
 b) $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 65.3 \text{ kJ} \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 c) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2220 \text{ kJ}$
 d) $2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s}) + 219 \text{ kJ}$

2. Calculen las energías de enlace de estas reacciones y clasifíquenlas como endotérmicas o exotérmicas. Recuerden revisar si están bien balanceadas, si no es así, deben balancearse antes de efectuar los cálculos. Apóyense en la tabla de ENERGÍAS DE ENLACE al final de esta actividad. Fíjense en las estructuras de las moléculas involucradas para identificar todos los enlaces.



3. Calculen las masas molares de estas sustancias:

Fórmula	¿Cuántos núcleos hay de cada elemento?	¿Cómo lo resolviste? Cálculos	MASA MOLAR (poner unidades)
O_2			
H_2SO_4			
$\text{Ca}(\text{OH})_2$			





CuCO_3			
AlH_3			
NaHSO_4			
N_2O_5			
HBr			
CaS			
C_3H_8			
V_2O_5			
KMnO_4			
$\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$			

4. Respondan lo siguiente.

- Definan con sus palabras qué es energía de activación.
- Definan con sus palabras qué es una reacción exotérmica y una endotérmica.
- ¿Por qué al invertir una reacción química el valor de la energía también se invierte (si era negativo se vuelve positivo, por ejemplo)?
- Escriban un párrafo que refleje lo que aprendieron en este tema.





Anexo 16

Crucigrama

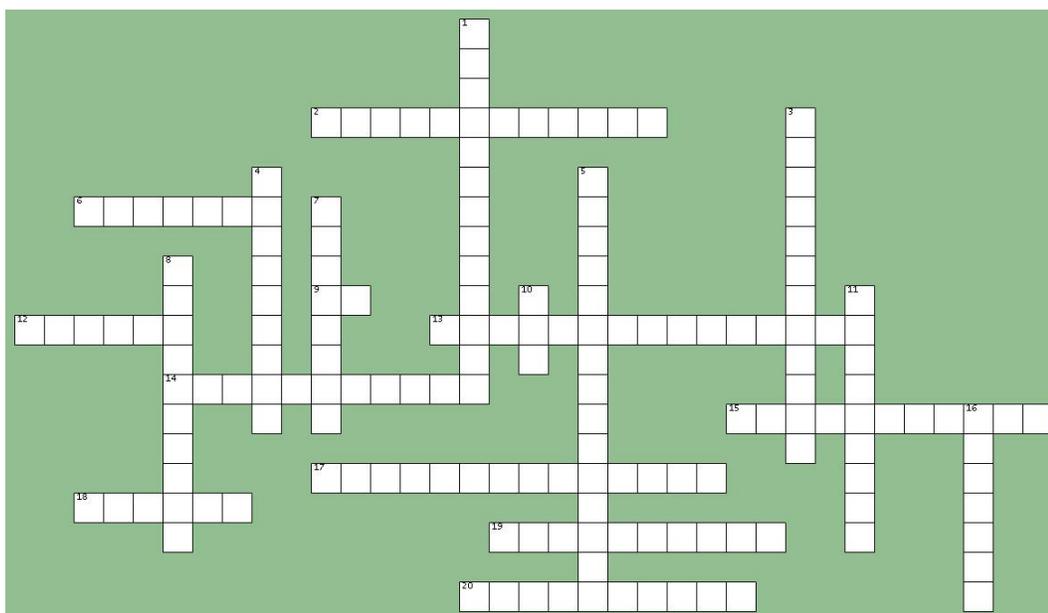
Resuelve el crucigrama. Hay algunas respuestas que llevan dos palabras y se escriben sin espacio. Por ejemplo: aislantetermico.

HORIZONTALES

- Descomposición del agua por medio de electricidad.
- Es aquel cambio que modifica la composición de la materia.
- Par de letras que indican que una sustancia está en disolución acuosa.
- Cambio que no modifica la composición de la materia.
- Escritura formal de una reacción química.
- Reacción que necesita más energía de activación para iniciar, la temperatura del medio desciende. Se expresa con signo positivo.
- Es un sólido insoluble en el medio de la reacción.
- Reacción en donde a partir de una sustancia se producen dos. Se le llama también de análisis.
- Símbolo que equivale al signo de "igual" en matemáticas
- Energía necesaria para que ocurra una reacción química y llegue hasta el estado de transición.
- es la energía que se calcula restando la de los enlaces rotos a la de los enlaces formados

VERTICALES

- Reacción que siempre produce una sustancia en estado gaseoso.
- Se les llama así a las relaciones entre razones.
- Científico ruso que propuso primero la ley de la conservación de la materia.
- Nombre formal de un cambio químico.
- Proceso por el que se equilibran los átomos en ambos lados de una ecuación química.
- Reacción que la energía liberada va hacia el medio y necesitan poca energía de activación. Se expresan con signo negativo.
- Signo que indica que "se agrega a" o "que acompaña a"
- Científico que propuso la ley de la conservación de la materia.
- Reacción en la que a partir de dos sustancias se produce una tercera. Se le llama también de síntesis.





Anexo 17

Autoevaluación y coevaluación

Autoevaluación. Selecciona la respuesta que más se adapte a tu manera de pensar. Trata de contestar con total honestidad. Esta evaluación no cuenta para tu calificación final pero sí es útil para saber qué hace falta mejorar y qué ha funcionado bien.

1. Me conecté puntualmente a mis clases.
2. Puse atención en todas las sesiones.
3. Participé activamente en todas las clases.
4. Hice todas las tareas solicitadas.
5. Participé de manera propositiva en los trabajos en equipo.
6. Terminé las actividades que se me asignaron tanto de manera individual como en equipo.
7. Tengo apuntes y están en orden.
8. Pregunté lo que no entendí.
9. Participé regularmente en las clases con buenas aportaciones.
10. ¿Qué necesito hacer para mejorar mi desempeño?

Coevaluación de compañeros. En esta sección evaluarás a tus compañeros de equipo.

11. Mis compañeros participan en la toma de acuerdos del equipo.
12. Mis compañeros cumplen con los acuerdos que se toman.
13. Mis compañeros participan en todas las actividades que se nos asignan.
14. Mis compañeros tienen actitud positiva y logramos apoyarnos adecuadamente.
15. Mis compañeros colaboran en la presentación de los trabajos.
16. ¿Cómo podemos mejorar nuestra relación de equipo? ¿A qué me comprometo yo?

Coevaluación a la profesora Verónica. Aquí escribirás tus opiniones respecto al trabajo de la profesora en estas clases.

17. La profesora nos trató con respeto.
18. El material presentado por la profesora me sirvió para aprender los temas.
19. Las tareas propuestas por la profesora fueron difíciles.
20. La profesora aclaró mis dudas.
21. Me gustaron las clases.
22. Siento que aprendí.
23. ¿Qué te gustó más de la clase?
24. ¿Qué crees que podría mejorar la maestra?

Muchas gracias por tu participación.





Anexo 18

Evaluación de la Maestra Nadia Teresa Méndez Vargas a la práctica docente de la Q. Verónica María López Pérez.

EVALUACIÓN DE PRÁCTICA DOCENTE 2

Estimada¹ Asesora:

Para otorgar su evaluación (que corresponde al 50 % de calificación de la asignatura) a la estudiante de la MADEMS–Química–CU que llevó con usted la asignatura de *Práctica Docente 2* sírvase considerar los siguientes rubros² (se sugiere calificar cada uno mediante un número, en una escala del 1 al 10):

1. Participó activamente en la planeación de las clases	<u>10</u>
2. Participó activamente en el proceso de evaluación	<u>10</u>
3. Impartió, al menos, un tema asignado por el asesor	<u>10</u>
4. Tuvo un buen manejo de grupo	<u>10</u>
5. Se comportó de forma respetuosa con los estudiantes	<u>10</u>
6. Cumplió con todas las actividades asignadas por el asesor	<u>10</u>
7. Fue propositivo y siempre estuvo dispuesto a colaborar	<u>10</u>
8. Asistió regularmente a las sesiones	<u>10</u>

Con base en lo anterior, anote la calificación que le otorga a la alumna, así como la demás información que se solicita a continuación:

Fecha: 22 de noviembre 2021

Estudiante Madems: Verónica María López Pérez

Nombre de la asesora: Nadia Teresa Méndez Vargas

Lugar: Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur

Grupo: 166 Semestre: 1ro Horario: Ma, Jue (7-9 pm) y Vie (7-8 pm)

de alumnas: 26

Calificación: 10 DIEZ

Finalmente, en la siguiente página, sírvase elaborar una descripción de las actividades realizadas por la estudiante Madems en la Práctica Docente, así como de todo aquello que considere importante y que haya contribuido a la calificación que le asignó. También indique si estaría dispuesto a recibirle nuevamente en el siguiente semestre.

¹ En este texto se usa el género femenino para referirse tanto a mujeres como a varones

² Si considera que hace falta alguno más, por favor añádale





La alumna Verónica María López Pérez cumplió satisfactoriamente con los puntos que marcan las rúbricas de evaluación de la MADEMS.

1. Entregó en tiempo y en forma la planeación de su clase.
2. Atendió mis observaciones y sugerencias a su planeación.
3. La secuencia consideró dos aprendizajes del Programa de Química I.
4. Acudió puntualmente a las sesiones de trabajo.
5. Con las actividades de su secuencia promovió el aprendizaje de los alumnos.
6. Fue empática con los alumnos, atendió dudas, evaluó sus trabajos y los realimentó después de dicha actividad.
7. Fue evaluada “muy bien” por los alumnos.

De Reza Martínez Virginia Estefany 166A
Me han gustado las clases de la Maestra Vero porque he aprendido cosas que no me enseñaron en la secundaria, en lo personal lo que más me ha gustado es el experimento de la electrolisis, porque se me hace increíble como el agua se puede separar por medio de energía, separando un enlace fuerte.

Curso: Química I CCH Sur (2022-1) NTMV
Tarea: Mapa de reacción química
Ver todos los envíos

VALERIA ARTEAGA GONZALEZ
valeriaarteaga322@alumno.cch.unam.mx
Fecha esperada: 30 de September de 2021, ...

Página 5 de 5

Entrega

Enviado para califi
Calficado
La tarea fue enviar
Los estudiantes no

Arteaga_Va

Comentarios (C

Calificación

100.00

Comentario sobre las clases:

El tema que más me gustó de estas clases, fueron las reacciones exotérmicas y endotérmicas ya que aprendí que para que dos o más sustancias reaccionen, necesitamos energía como la flama o las chispas. Opino que fue muy interesante ver el experimento donde al hacer contacto con la flama, el gas que había dentro de la botella generó una pequeña explosión.

En lo personal, disfrute mucho las clases que nos dio la maestra Verónica ya que a pesar de que fueron muchos temas y 2 horas, se me hizo muy ameno la clase debido a los juegos y dinámicas que implementó.

Pienso que fue una muy buena estrategia implementar los juegos de cuestionarios ya que eso nos motiva a aprender.

8. Lo más importante es que la profesora atendió mis sugerencias; al concluir cada clase, compartí con ella mis inquietudes sobre su trabajo, todas, fueron atendidas.

Presento un resumen de las sesiones:

Inició con una breve introducción del tema y su contexto en el que se desarrollaron los dos aprendizajes: Agua.

Realizó actividades diagnósticas oportunas, ejercicios para evaluar el avance de los alumnos y en su etapa de cierre, una evaluación global de todo el tema con apoyo de un crucigrama.





Durante las clases, siempre mostró disposición para atender dudas, trabajar con equipos pequeños en las salas de zoom. Promovió la participación de los alumnos y el trabajo en equipos e individual.

Utilizó una serie de recursos tecnológicos, innovadores, creativos e interactivos, que facilitó el trabajo y el aprendizaje de los alumnos. **Debo destacar que estas acciones me motivaron a implementar en mi docencia mejores recursos tecnológicos con mis grupos, valoro esta aportación de la alumna Verónica a mi trabajo en el aula virtual.**

Al finalizar cada clase, usábamos algunos minutos para evaluar la clase, considero que esta actividad fue valiosa para la profesora, ya que en la sesión siguiente recuperaba tales sugerencias con los alumnos. Algunos comentarios fueron los siguientes: en una presentación, había una imagen de $KI + Pb(NO_3)_2$, los alumnos no tienen referente para señalar que sea un cambio físico o químico. Con el recurso de *nearpod* al poner las respuestas de los alumnos, se produce una inducción, así el ejercicio pierde el propósito. Sugerí usar modelos de esferas para representar la electrólisis del agua; en el ejercicio de ¿qué aprendí? sugerí que les solicitara a los alumnos que fueran más precisos en su redacción sobre qué aprendieron. El ejemplo de los clips fue muy rápido y yo detecté que los alumnos no habían comprendido el modelo. Le sugerí que al inicio de las clases:

- a. Revisara las tareas que se dejaron: ya sea realimentar algunos aspectos que se identificaron al evaluarlas y revisarlas en su conjunto.
- b. Recuperar lo que han visto y más si tiene secuencia con lo que se verá.

Aspectos a considerar.

1. Se trataron muchos contenidos, más de los que marcan los dos aprendizajes: masa molar, balance de ecuaciones, cambio físico y químico, razones y proporciones, estequiometría, fórmulas. Sin embargo, la alumna se ajustó a su planeación la cual considera una secuencia con los tópicos señalados. Estoy segura que ella detectó tal situación.
2. La recomendación para la alumna Verónica, es ajustarse al aprendizaje, es decir, construir una secuencia con pocas actividades pero que permitan al alumno construir los contenidos disciplinarios procedimentales y de valores que marque cada aprendizaje. No importan que se diseñen muchas secuencias. Con ello se evita saturar de contenidos a los alumnos.

Finalmente, la alumna Verónica, siempre mostró disposición para atender mis sugerencias.

Nadia Teresa Méndez Vargas

Nombre y firma de la Asesora de Práctica docente





Uso de recursos y materiales

Utilizó recursos didácticos de manera adecuada
 Empleó técnicas de enseñanza acordes al objetivo de aprendizaje
 Incorporó recursos y materiales innovadores

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X

Al concluir la clase

Evaluación y afirmación de contenidos

Evaluó con equidad e imparcialidad
 Realizó la evaluación de manera objetiva
 Proporcionó actividades para reafirmar conocimientos
 Entregó oportunamente las correcciones y observaciones de los trabajos derivados de la clase
 Finalizó la clase en tiempo

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X
					X
					X

Valoración del alumnado

Empatía
 Manejo de la voz
 Lenguaje corporal
 Dominio del contenido
 Motivación

	Cumple	No cumple
Empatía	X	
Manejo de la voz	X	
Lenguaje corporal	X	
Dominio del contenido	X	
Motivación	X	

Nombre completo del alumno: Verónica María López Pérez

Campo de conocimiento del alumno: Química

Nombre de la institución de realización de la práctica docente: _____

Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur

Fecha o periodo de realización de la práctica docente: 21 de septiembre al 19 de octubre 2021

Evaluación global del alumno MADEMS (numérica) 10

Nombre completo del profesor supervisor Nadia Teresa Méndez Vargas

Entidad de adscripción del profesor supervisor Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur





Maestría en Docencia para la Educación Media Superior
Rúbrica de evaluación de Práctica docente

Este formato deberá ser llenado en su totalidad por el profesor supervisor.

Evaluación de la Práctica Docente II de la alumna Verónica María López Pérez

Inicio de la clase

Presentación

- Fue puntual al iniciar la clase
- Indicó la planeación de la clase
- Informó a los estudiantes los criterios de evaluación

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X

Durante la actividad académica

Actitud docente

- Propició un ambiente de respeto y confianza
- Manifestó apertura para la comunicación y diálogo
- Mostró control de grupo
- Aclaró las dudas planteadas por los alumnos

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X
					X

Conocimiento y dominio de los contenidos

- Mostró dominio del contenido de la clase
- Explicó el tema de forma clara y concisa
- Contextualizó el contenido

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X

Habilidades pedagógicas

- Implementó estrategias de enseñanza
- Detectó las ideas o conocimientos previos de los estudiantes
- Generó un aprendizaje autorregulado
- Proporcionó instrucciones claras para realizar las actividades
- Logró la participación activa e interés de los alumnos
- Relacionó los contenidos de las actividades implementadas con actividades académicas del Nivel Medio Superior

5	6	7	8	9	10
					X
					X
					X
					X
					X
					X

