



Facultad de Educación
Departamento de Pedagogía Media y Didácticas Específicas
Carrera de Pedagogía para Profesionales
Especialidad Química

***Estequiometría y combustibles fósiles. Propuesta
didáctica con enfoque indagatorio***

Conducente al título de Profesor en Educación Media de Química

Yerco Moreno Urzúa

Didacta: Javiera Soto Quiroz

Santiago de Chile, 2022



“Estequiometría y combustibles fósiles. Propuesta didáctica con enfoque indagatorio”

Yerco Moreno Urzúa¹

RESUMEN

El presente artículo tiene como finalidad dar a conocer el proceso de diseño e implementación de una secuencia didáctica de cinco clases para la asignatura de Ciencias Naturales – eje química de un curso de Primero Medio. Ésta abordó el contenido de estequiometría de reacción aplicada sobre un contexto que permitiera el desarrollo de la siguiente competencia científica global en los estudiantes: justificar por qué los combustibles fósiles son una amenaza para el medioambiente y por qué el hidrógeno verde es una alternativa energética sustentable con proyección, junto con comunicar ese conocimiento para informar y concientizar al resto de la ciudadanía. Cabe señalar que la secuencia plantea un diseño desde un enfoque constructivista y dialoga con elementos pedagógicos como el enfoque socioemocional, el aprendizaje significativo y la evaluación para el aprendizaje (EpA), y elementos didácticos como la indagación y la alfabetización científica. Entre los hallazgos más importantes de la implementación de la secuencia, a raíz de los resultados de aprendizaje obtenidos, se releva el logro parcial de la competencia científica global, lo cual se atribuye a lo complejo del aprendizaje de la estequiometría y al desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

PALABRAS CLAVE: Estequiometría, Gases de efecto invernadero (GEI), combustibles fósiles, hidrógeno verde, alfabetización científica, competencia científica global.

ABSTRACT

The purpose of this article is to publicize the process of designing and implementing a didactic sequence of five classes for the subject of Natural Sciences - chemistry axis of a First Secondary course. This approached the content of applied reaction stoichiometry in a context that would allow the development of the following global scientific competence in students: justify why fossil fuels are a threat to the environment and why green hydrogen is a sustainable energy alternative with projection, together with communicating that knowledge to inform and raise awareness among the rest of the citizenry. It should be noted that the sequence proposes a design from a constructivist approach and dialogues with pedagogical elements such as the socio-emotional approach, meaningful learning and evaluation for learning (Epa), and didactic elements such as inquiry and scientific literacy. Among the most important findings of the implementation of the sequence, as a result of the learning results obtained, the partial

¹ Licenciado en Ciencias de los Alimentos e Ingeniero en Alimentos de la Universidad de Chile. Estudiante del Programa Pedagogía para Profesionales de la Universidad Alberto Hurtado. Taller de Práctica Profesional y Taller de Titulación, guiado por Mg. Javiera Soto Quiroz.

achievement of global scientific competence is highlighted, which is attributed to the complexity of learning stoichiometry and the development of cognitive skills of higher order.

KEY WORDS: Stoichiometry, Greenhouse gases (GHG), fossil fuels, green hydrogen, scientific literacy, global scientific competence.

1. INTRODUCCIÓN

Nadie podría poner en duda que la química es una ciencia que, a lo largo de la historia de la Humanidad, ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la civilización humana (Pardo & Llopis, 1990), y por lo mismo, el rol de los profesores de ciencia debe ser el de hacer notar a los estudiantes su importancia en la vida diaria (Paoloni, 1981). Sin embargo, se ha visto que esta interrelación entre ‘ciencia’ y ‘sociedad’ muchas veces es ignorada por los estudiantes, quienes no son capaces de aplicar en su cotidianeidad los conocimientos científicos que han adquirido como consecuencia de su aprendizaje en las aulas (Yankwich et al., 1984). Lo anterior se debe a que la aplicación práctica que se da a éstos es generalmente nula, ya que se privilegia su abordaje desde un punto de vista academicista y memorístico tanto en su estudio como en su evaluación (Pardo & Llopis, 1990).

El presente artículo busca describir y caracterizar el proceso de diseño e implementación de una secuencia didáctica de cinco clases de química que intenta hacer frente a lo mencionado anteriormente por medio de un enfoque indagatorio, esta se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2022 en un curso de Primero Medio de un establecimiento educacional de alto índice de vulnerabilidad y porcentaje de estudiantes inmigrantes. La secuencia didáctica responde al logro del Objetivo de aprendizaje (OA) número 20 de las bases curriculares para el eje Química de la asignatura de Ciencias Naturales, el cual tiene relación con la estequiometría de las reacciones químicas. Para esto, la secuencia didáctica se elaboró sobre la base de un contexto socio-científico considerado de relevancia y de interés para los estudiantes del curso, que tiene que ver con el estudio de la problemática ambiental asociada al uso de combustibles fósiles en la matriz energética de nuestro país y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que trae consigo, además del estudio de la producción de hidrógeno verde como opción que podría instalarse como alternativa energéticamente sustentable. Todo ello, considerando algunos elementos pedagógico-didácticos que otorguen conformidad a la realidad educativa de los estudiantes, los contenidos disciplinares propios del OA abordado y de los objetivos de aprendizaje específicos propuestos para cada clase de la secuencia.

En cuanto a la estructura de este artículo, se presenta al inicio un diagnóstico institucional y pedagógico, los que permiten aproximarse a las particularidades del espacio educativo y del curso en los que se implementó la secuencia, además de identificar el obstáculo para el aprendizaje que manifiestan los estudiantes del curso, siendo este último el que se desprende del análisis de los diagnósticos. Luego, se presentan los diferentes referentes teóricos que dan sustento al diseño de la secuencia didáctica, según la pertinencia que éstos tienen con las dimensiones pedagógicas, didácticas y disciplinares. A continuación, se presenta una descripción general de las clases que componen la secuencia didáctica y sus respectivas actividades de aprendizaje, junto con los fundamentos que la vinculan con los aspectos pedagógicos, didácticos, disciplinares mencionados antes, así como los desafíos surgidos a la luz de los diagnósticos. Por último, se exhiben algunos de los resultados de aprendizaje de la secuencia didáctica implementada, considerando las evaluaciones aplicadas; además del ejercicio reflexivo realizado en torno al proceso de

diseño e implementación de la secuencia didáctica, destacando fortalezas del proceso y mencionando propuestas de mejora.

Es importante mencionar que todo el proceso de investigación-acción que ha quedado documentado en este artículo, ha sido posible de llevar a cabo por medio de la recopilación de información oficial del establecimiento educativo, documentos institucionales (Proyecto Educativo Institucional y Reglamento Interno de Convivencia Escolar), entrevistas a miembros del equipo del área curricular-pedagógica y a profesores, cuestionarios a los estudiantes del curso, observación etnográfica y registro mediante bitácora.

2. DIAGNÓSTICO DE LA INSTITUCIÓN Y DEL CURSO

2.1 Diagnóstico institucional

El establecimiento educativo objeto de investigación corresponde a un Liceo municipal laico con Administración Delegada que se encuentra ubicado en la comuna de Santiago (RM), específicamente en el Barrio Matta Sur, sector que se caracteriza por configurar un ambiente mayormente industrial y comercial (Fundación de Solidaridad Romanos XII, 2018a). En él se imparte una educación Técnico-Profesional (TP), contando con dos especialidades: electrónica y vestuario y confección textil. Se cuenta únicamente con niveles de Enseñanza Media, existiendo en la actualidad cuatro cursos de 1° Medio y tres cursos en cada uno de los niveles restantes (2°, 3° y 4° Medio). El total de estudiantes en el año 2022 es de 380 estudiantes, de los cuales un 52% corresponde a mujeres y un 48% a hombres. El promedio de estudiantes por curso en el nivel de 1° Medio es de 25, mientras que en el caso de los otros niveles es de 32 (Webclass, 2022).

Según información proporcionada por el establecimiento, el porcentaje de estudiantes migrantes es de un 63% y el de estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE) es de un 11%, mientras que el índice de vulnerabilidad económica (IVE-SINAE) es de un 73% y la categorización del nivel socioeconómico de las familias de los estudiantes es media-baja. En cuanto a indicadores de desempeño académicos, el Sistema Nacional de Evaluación del Desempeño otorgó al establecimiento una categoría de desempeño medio-bajo para el período 2020-2021 (**ver Anexo 9.1**).

El establecimiento cuenta con una infraestructura patrimonial de 4.442 metros cuadrados, en la que se distribuyen los pabellones de salas de clases, oficinas, comedor (en el que se entrega servicio de alimentación proporcionado por JUNAEB), centro de recursos para el aprendizaje (BIBLIOCRA), sala de computación, laboratorio de ciencias, sala de música, talleres para el trabajo práctico de las especialidades TP, cancha, jardines, comedor de funcionarios y sala de profesores. Todas las salas de clases se encuentran equipadas con un computador con acceso a internet y un proyector.

Los inicios del establecimiento datan del 1938, cuando en el Gobierno de Arturo Alessandri se fundó una escuela originalmente pensada para los artesanos de sastrería de la época, la cual se ubicó en calle Huérfanos. En el año 1940, esta escuela se traslada a su actual ubicación y en 1993 es entregada en administración a una fundación perteneciente a la Comunidad de Vida Cristiana (CVX). En el año 2003, se comienza a impartir educación TP al implementar la especialidad de electrónica, y en el año 2006 se logran acreditar las dos especialidades que se imparten hasta la fecha. Actualmente, la fundación administradora del establecimiento también está a cargo de otros tres Liceos ubicados en diversas comunas de la ciudad de Santiago, en todos ellos se promueven los valores cristianos que están plasmados en la declaración de principios de los estatutos de la fundación (Fundación Solidaridad Romanos XII, 2018b; Liceo Industrial de Santiago, 2022).

La visión del establecimiento, según su Proyecto Educativo Institucional (PEI), es la de proyectarse como una institución educativa formadora de personas integrales, que puedan incorporarse al mundo laboral de forma exitosa. En la misma línea, su misión es la de formar a sus estudiantes en responsabilidad, solidaridad, emprendimiento, sana convivencia y participación ciudadana; brindándoles una formación TP que contemple prácticas pedagógicas pertinentes e inclusivas de calidad (Fundación de Solidaridad Romanos XII, 2018a).

Además, el establecimiento se distingue por contar con tres sellos educativos: solidaridad, inclusión y emprendimiento, los que se materializan al orientar la labor educativa con foco en los siguientes valores: diálogo, respeto, responsabilidad y esfuerzo. Otro elemento distintivo es que gran parte de las actividades curriculares del establecimiento se canalizan mediante dos líneas de acción: i) el fortalecimiento de la convivencia escolar, que permite el clima adecuado para la instalación de prácticas pedagógicas centradas en el aprendizaje de calidad de todos sus estudiantes; ii) el apoyo brindado a los estudiantes con NEE.

En lo que respecta a la dimensión pedagógica, el establecimiento adscribe de forma declarativa al constructivismo como enfoque de enseñanza, precisando también que se consideran e incluyen elementos de otras corrientes, los que complementan la visión pedagógica global del establecimiento: el enfoque socioemocional, el aprendizaje significativo y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) (este último aún en proceso de implementación) (Fundación de Solidaridad Romanos XII, 2018a). Así, se manifiesta la intención de la búsqueda del desarrollo integral de los estudiantes, por lo que el currículum se organiza más allá de lo académico, generando aprendizajes pertinentes por medio de estrategias metodológicas diversificadas que se centren en las particularidades de la persona y su colectivo, propiciando capacidades, emociones, habilidades, sentimientos y motivaciones. Todo ello se concreta no solo considerando el trabajo en el aula o taller, sino también incluyendo actividades de reflexión, concientización, recreación y esparcimiento, salidas pedagógicas permanentes, charlas con profesionales y visitas técnicas a empresas, etcétera.

El desarrollo de la labor educativa en el establecimiento es llevado a cabo por un grupo de 48 personas conformado por directivos, docentes, asistentes de la educación y personal colaborador, quienes se organizan en torno a cuatro áreas de gestión: liderazgo, convivencia escolar, curricular-pedagógica y administración. El equipo directivo se caracteriza por ejercer un liderazgo democrático, horizontal y con sustento en la comunicación (Fundación de Solidaridad Romanos XII, 2018a). El trabajo que se realiza en el establecimiento se destaca por ser articulado y colaborativo, aunque no muy anticipado ante la insuficiencia de recursos humanos. Las frases que se suelen escuchar con mayor frecuencia en distintas instancias de encuentro entre los actores de la comunidad escolar que reafirman lo anterior son *“el foco de nuestra gestión siempre está puesto en las personas y en su bienestar”* y *“promovamos siempre el buen vivir”* (ver Anexo 9.2).

De las interacciones que es posible observar entre los principales actores de la comunidad educativa, se desprende en términos generales un sentido de integración y pertenencia. De esta forma, es posible distinguir:

- Profesores de gran calidad humana, lo cual se ve materializado en el sentido de colaboración y apoyo que existe entre pares y en el rol de formador cercano a los estudiantes, sabiendo cómo comunicarse con ellos y atendiendo a sus necesidades.
- Estudiantes de naturaleza conductual y actitudinal muy diversa, existiendo realidades muy dispares en cada curso. Lo predominante es encontrarse con climas de aula en los que existen

algunos problemas de convivencia, poco compromiso con los asuntos académicos, uso indiscriminado del celular, faltas de respeto entre pares y hacia profesores, y en ocasiones episodios de violencia y desafíos a la autoridad docente. Igualmente se constata que los estudiantes son inquietos pero participativos, resilientes frente a sus historias de vida (en muchos casos compleja y que el establecimiento no es capaz de abordar) y muy tolerantes, no observándose situaciones de discriminación ni *bullying*, por ejemplo.

- Una comunidad escolar que en su totalidad mantiene un contacto cercano con los apoderados y que se vincula con los otros establecimientos de la fundación educativa y con el entorno (en especial con las empresas, considerando la naturaleza TP del establecimiento).

A partir del análisis y de la reflexión con base en los antecedentes antes expuestos, es posible identificar algunas fortalezas y debilidades en lo concerniente al abordaje del proceso enseñanza-aprendizaje (E-A):

a) Entre las fortalezas:

- Se observa coherencia entre lo que se declara en el PEI y la práctica, en relación con su enfoque de E-A con énfasis en el constructivismo.
- Se cuenta con una sólida estructura del PEI en su dimensión formativa, pues recoge ampliamente habilidades socioemocionales, lo cual favorece positivamente el clima escolar (Valdés et al., 2016).

b) Entre las debilidades:

- Muchos estudiantes cargan con situaciones personales y familiares complejas (consumo de drogas, violencia intrafamiliar, trabajo adolescente, por mencionar algunos).
- Existen climas de aula muy diversos, encontrándose en algunos casos con situaciones que obstaculizan el aprendizaje.

2.1 Diagnóstico de curso

El curso elegido para la implementación de la secuencia didáctica es el 1° Medio C, que está conformado por 26 estudiantes de entre 14 y 16 años, de los cuales 14 son mujeres y 12 son hombres, todos ellos de diferentes nacionalidades: chilenos (10), venezolanos (9), peruanos (3), colombianos (2) y dominicanos (2). Según los registros más actualizados con que cuenta el establecimiento, solo uno de ellos es considerado NEE (manifestando dificultades específicas del aprendizaje, DEA); aunque hay otros tres estudiantes que están siendo evaluados por las educadoras diferenciales. La asistencia promedio del curso es del 90%, una de las más altas en el Liceo, mientras que el rendimiento académico general promedio a la fecha es de un 6,0; no registrándose situaciones de estudiantes con notas deficientes. Particularmente, en la asignatura de química, el rendimiento académico promedio en el primer semestre fue de un 5,9 (**Webclass, 2022**), periodo en el que los estudiantes trabajaron en torno al OA 17 que hace referencia al estudio de reacciones químicas presentes en la vida diaria, junto con sus manifestaciones. En el **Apartado 5** de este artículo, se hace una referencia a los aprendizajes logrados por los estudiantes.

Este curso cuenta con una sala que se encuentra debidamente equipada con mobiliario escolar, computador con acceso a internet, proyector y pizarra. A su vez, se cuenta con un laboratorio de ciencias con equipamiento apropiado para su utilización, aunque no se dispone de suficientes insumos o reactivos para la implementación de clases de experimentación.

En cuanto al clima que se vive al interior de la sala de clases del curso, se aprecia la existencia de un profundo sentido de respeto, participación y colaboración, impresión que comparten tanto los profesores que realizan clases allí como los mismos estudiantes del curso, lo cual queda en evidencia al revisar los resultados de las entrevistas y encuestas que les fueron aplicadas (**ver Anexos 9.3 y 9.4**). Como dato relevante proporcionado por la encuesta de estudiantes (**ver Anexo 9.4**), se consigna que un 86% de los estudiantes del curso manifiesta explícitamente sentirse muy a gusto con el curso, haciendo alusión a aspectos como la solidaridad y colaboración entre compañeros, la buena convivencia, el respeto, el buen comportamiento, etcétera.

Esta percepción del clima de aula también es compartida por el profesor de química, quien además es el profesor jefe del curso. Él manifiesta que los estudiantes mantienen un comportamiento adecuado y un gran interés en los contenidos que aborda, generándose una participación relevante en comparación con otros cursos, aun cuando también reconoce que esta es una asignatura que les genera algo de dificultad. A continuación, se describen brevemente algunos aspectos propios de las interacciones profesor-estudiante y estudiante-estudiante con base en las impresiones que se ha hecho el profesor de química durante sus clases:

- **Profesor - estudiante:** En cuanto al trabajo en aula, el profesor adopta un rol de formador cercano a los estudiantes, escuchándolos de forma activa y valorando sus opiniones.
- **Estudiante – estudiante:** Los estudiantes se muestran, en general, como jóvenes que participan activamente en clase y que se interesan en aprender; que presentan algunas dificultades para trabajar en equipo, pero que cuentan con un gran sentido de comunidad. Respecto a la convivencia entre pares, los estudiantes suelen actuar en gran medida de forma positiva, facilitando el encuentro en el diálogo, manifestando sus ideas y respetando aquellas contrarias a las propias. Un aspecto negativo por considerar es que los estudiantes suelen mostrarse más inquietos de lo habitual durante las clases de química, lo cual se explica por el cansancio que manifiestan en el horario de estas clases.

Respecto de las motivaciones de los estudiantes del curso para el aprendizaje de la química, a pesar de que el 100% de ellos declara que le gusta la asignatura, resulta extremadamente curioso cómo sus impresiones frente a las preguntas de la encuesta '¿Crees que es importante aprender química? ¿Por qué?', se dividen entre quienes reconocen que lo que aprenden en ella tiene un sentido que trasciende el aula, y quienes consideran que el conocimiento no tiene tanta relevancia, o solo la adquiere para aquellos estudiantes que desean continuar estudiando alguna carrera científica. De las respuestas se desprende que, mientras que un 77% se muestra muy receptivo hacia la química, considerando importante su aprendizaje, un 33% manifiesta lo contrario.

Teniendo en cuenta que el establecimiento adscribe al constructivismo como enfoque de E-A, se ha podido observar cómo el profesor de química realiza grandes esfuerzos por poner en práctica de forma gradual un enfoque para el aprendizaje de la asignatura con sustento en la indagación científica y con una visión sobre las Grandes Ideas de la Ciencia; aun cuando él reconoce que al ser un profesor en formación, que se incorporó recientemente al establecimiento y que además no cuenta con experiencias previas en la docencia a nivel escolar, este hecho le ha significado desafiarse en el ámbito profesional, explorando y formando su identidad docente en el transcurso de las clases por medio de lo que él cataloga como una especie de proceso formativo de ensayo-error. De manera adicional, el profesor se muestra muy preocupado en la puesta en práctica de un enfoque socioemocional, haciendo énfasis permanentemente en el buen trato. Estos dos elementos han resonado en los estudiantes, quienes se han mostrado abiertos

y receptivos a las prácticas pedagógicas y didácticas implementadas por el profesor, aunque algunos consideran que éste le falta desarrollar un grado más elevado de autoridad docente.

Mediante observación etnográfica, se ha podido evidenciar que las clases realizadas por el profesor se estructuran en tres momentos: un breve inicio en el que se presentan los objetivos junto con el tema de la clase y se activan conocimientos e ideas previas, para luego dar paso a un desarrollo y a un cierre. Durante el desarrollo de la clase, y dependiendo del contenido a abordar, el profesor suele realizar una presentación de tipo expositiva/interactiva, o bien puede preparar alguna actividad de trabajo colaborativo de carácter formativo. Cualquiera sea el caso, siempre intenta poner a los estudiantes en situaciones desafiantes y/o plantear preguntas que den paso a análisis de tipo crítico/reflexivo, muchas veces apoyándose de recursos multimedia como videos, simuladores, infografías o datos y curiosidades alusivos a la historia de las ciencias, además del uso de TIC's y del laboratorio de ciencias.

Con base en toda la información recogida a partir de este diagnóstico, en primer lugar, se identifican diversos elementos que facilitan el aprendizaje al interior de este curso. Entre ellos, se destaca el bajo número de estudiantes que conforman el curso y los recursos materiales que existen a disposición en la sala de clases, lo cual permite que el profesor pueda proponer actividades recurriendo al uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) y recursos multimedia. Asimismo, se aprecia en términos generales un elevado nivel de concordancia entre el proceso de E-A que lleva a cabo el profesor y lo que el establecimiento expresa en su proyecto educativo, hecho que se materializa al poner como centro la indagación en sus planificaciones e implementaciones de clases, y al mismo tiempo mostrarse cercano con sus estudiantes al interesarse en ellos y movilizarlos en torno a la asignatura.

En contraste con lo anterior, el principal obstáculo para el aprendizaje desde la perspectiva del docente es el uso desmedido e indiscriminado de los teléfonos celulares durante las clases. En este curso, la totalidad de los estudiantes cuenta con teléfono celular y la percepción que ellos tienen sobre su uso es que al menos unas 12 veces lo sacan durante las clases de química para ocuparlo en asuntos que no se relacionan con ellas, lo que se condice con lo que el profesor acostumbra a ver (**ver Anexo 9.4**). Si se tiene en cuenta que la tecnología facilita quehaceres, pero también puede ocasionar algunos problemas relacionados con la dependencia y que afectan en especial a los adolescentes (Félix et al., 2017; Tamayo, 2019), es importante relevar que el uso no mediado de los celulares durante las clases puede provocar aislamiento, bajo rendimiento académico y/o trastornos de la conducta (Echeburúa & Requesens, 2012). Esta situación es algo que divide a los profesores en el establecimiento: mientras que algunos optan por quitar los celulares durante las clases, hay una minoría (siendo uno de ellos el profesor de química), que prefiere no hacerlo. La postura que adopta la encargada del área de gestión curricular-pedagógica (Jefa de UTP) y que siempre transmite al resto de los profesores es que *“en vez de intentar erradicar el uso del celular, hay que hacerlo parte de la clase”* (**ver Anexo 9.2**). En ese sentido, el buen uso y manejo de las tecnologías en la escuela debe incluir la incorporación de medios, métodos y herramientas educativas, que permitan la adaptación e intercambio de conocimientos, convirtiéndose en una oportunidad de interacción entre los estudiantes y profesores (Hernández & Zermeno, 2015).

3. REFERENTES TEÓRICOS DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

3.1 Dimensión pedagógica

Tal como quedó en evidencia a partir de lo expuesto en el diagnóstico institucional, en lo que respecta a la dimensión pedagógica, el establecimiento refiere al constructivismo como enfoque de enseñanza,

precisando también que se consideran elementos adicionales que le dan forma a la visión pedagógica global del establecimiento: el enfoque socioemocional y el aprendizaje significativo (en este apartado se excluirá el ABP ya que no ha sido implementado por completo aún). Todos ellos fueron considerados para dar forma a la secuencia didáctica, por lo que a continuación se realiza una breve revisión teórica:

En el contexto de la pedagogía, el constructivismo corresponde a una corriente que sostiene que el aprendizaje es un proceso mental de construcción o reconstrucción de la realidad por parte de los educandos y que tiene su origen en la interacción con el entorno, otorgándole de esta manera a la educación escolar una consideración social y socializadora (Coll et al., 1993; Herrera, 2009). En otras palabras, la concepción constructivista sustenta que el aprendizaje de un estudiante, tanto en los aspectos cognitivos, sociales y emocionales del comportamiento, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino que una construcción propia que se va produciendo día a día como consecuencia de la interacción de ambos factores (Manterola, 2011), es decir, de sus propias experiencias. Teniendo en cuenta lo anterior, Hatano (1993), plantea los siguientes elementos que caracterizarían a una práctica de enseñanza constructivista: i) Rol activo del estudiante, ii) Construcción de aprendizaje de los alumnos facilitada por interacciones tanto horizontales como verticales, iii) Existencia de puntos de llegada no conocidos de antemano en los procesos constructivos, iv) Motivación por la búsqueda de sentido o por el interés de ampliar la comprensión. El impacto de esta práctica educativa de naturaleza social en el crecimiento personal y el desarrollo humano ha sido estudiado por numerosos autores (Bronfenbrenner, 1987; Vigotsky, 1979).

Dentro del paradigma constructivista, el aprendizaje puede abordarse mediante la propuesta de Ausubel, que hace referencia al aprendizaje significativo (Arancibia et al., 2005). Este tipo de aprendizaje aborda el proceso de aprendizaje tomando en cuenta factores afectivos tales como la motivación (Díaz-Barriga & Hernández, 2010). El aprendizaje significativo es un proceso a través del cual una nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura del conocimiento que el estudiante ya tiene, para producir una transformación tanto en el contenido que se asimila como en lo que el estudiante ya sabía (Coll & Martí, 2001).

Por lo demás, el enfoque socioemocional hace referencia al aprendizaje que se gesta por medio de un proceso educativo, continuo y permanente, de desarrollo de competencias sociales y emocionales básicas en los estudiantes, tales como reconocer y manejar emociones, desarrollar el cuidado y la preocupación por los otros, establecer relaciones positivas, entre otras. Dicho de otro modo, implica el aprendizaje de competencias emocionales que aumenten la capacidad de los estudiantes de conocerse tanto a sí mismos como a los demás, con el fin de capacitarles para la vida en cuanto a la resolución de problemas con flexibilidad y creatividad (Bisquerra, 2005; Cohen, 2003). En este sentido, el enfoque socioemocional provee a la educación escolar un marco para prevenir problemas y promover el bienestar y el éxito de los estudiantes (Payton et al., 2000). Al tener en cuenta que la escuela representa para los estudiantes el primer espacio público de aprendizaje de códigos de vida comunitaria fuera del hogar (Berger et al., 2009), si en los contextos escolares se privilegia solamente aspectos relacionados con la enseñanza de contenidos, no se generarán experiencias enriquecedoras para su desarrollo personal (Ministerio de Educación de Chile, 2003). Por lo tanto, un mayor énfasis en el desarrollo socioemocional de los estudiantes es relevante desde el punto de vista de la salud mental y el desarrollo integral, e incluso desde un punto de vista académico (Hernández, 2005).

Por último, otros de los elementos pedagógicos que dan sustento a la secuencia didáctica diseñada (como se podrá ver más adelante) son la evaluación para el aprendizaje (EpA) y el uso de las denominadas TICs. Por una parte, la EpA es un modo de concebir la evaluación con foco en el proceso educativo, más que en

el producto o el resultado; haciendo de la evaluación una experiencia de aprendizaje (Moreno, 2016). Por otra parte, las TICs son herramientas que se utilizan en contextos de aula para intercambiar, distribuir, recolectar, almacenar, difundir, transmitir información y para comunicarse (Ministerio de Educación de Chile, 2013). Desde el punto de vista pedagógico, la incorporación de las TICs se relaciona fundamentalmente con los cambios que se han experimentado en el entorno social, en los estudiantes y en la educación, situación que ha generado que, por ejemplo, el MINEDUC haya desarrollado una matriz de Habilidades TIC para el Aprendizaje, cuya implementación considera la adopción de un enfoque constructivista (Ministerio de Educación de Chile, 2013).

3.2 Dimensión didáctica

De la mano del constructivismo, desde una dimensión didáctica surge **el aprendizaje basado en la indagación** como aquel que empleó en la secuencia didáctica y que proviene a partir de una estrategia de enseñanza de las ciencias centrada en el estudiante, relevando al profesor como un guía que lo orienta en la construcción de conocimiento científico a través de actividades concretas que requieren que el estudiante se comprometa en la búsqueda de respuesta a una pregunta de investigación (Reyes-Cárdenas & Padilla, 2012). El auge en el uso de metodologías de enseñanza de las ciencias por medio de la indagación ha provocado un desplazamiento de las metodologías transmisivas tradicionales que suelen fracasar en el logro de los objetivos de aprendizaje, al considerarse poco contextualizadas y muy centradas en los contenidos (Caamaño, 2011).

Relacionado con lo anterior, se ha consensuado que un objetivo deseable para la educación en ciencias es la alfabetización científica (AC) de los estudiantes, esto quiere decir, que el contenido que se les enseña favorezca el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que les permita tener una aproximación racional efectiva frente a problemáticas de la vida cotidiana en donde la ciencia está involucrada y, de esta forma, poder tomar decisiones (Cañal, 2012; González-Weil et al., 2014). Desde esta perspectiva, y relacionándolo con lo antes expuesto, es necesario que el aprendizaje basado por indagación apunte hacia la AC, pues la ciencia junto con el conocimiento que las personas tengan de ella puede favorecer o dificultar el desarrollo de la vida con posterioridad.

En la misma línea, se plantea el concepto de naturaleza de las ciencias (NdC), el que, en términos generales, es entendido como todas aquellas características que posee el conocimiento científico por naturaleza (Lederman et al., 2014). Al respecto, Ryan & Aikenhead (1992) plantean que la NdC involucra todos los aspectos que abarcan el significado de la ciencia, así como las invenciones conceptuales, métodos, convenciones y características epistemológicas propias del conocimiento científico. Asimismo, Ziman (2003), señala que la NdC también hace referencia a los valores y creencias propias de la ciencia, incluyendo sus limitaciones e influencias de diversa índole. Esto último sería consecuencia del carácter humano de la propia ciencia. Así pues, la NdC es una conceptualización que dialoga con el aprendizaje basado en indagación y que al mismo tiempo invita a reflexionar respecto a la forma en que realmente debería concebirse, validarse y reproducirse el conocimiento científico, junto con todo lo que guarda relación con él. De esta manera, el conocimiento científico es repensado y entendido como una forma de conocimiento humano (Cofré, 2012) y que, por ende, goza de los siguientes atributos: es cuestionable (provisorio), empírico, subjetivo, requiere de imaginación y creatividad y está arraigado en la cultura (Lederman et al., 2014).

En el diagnóstico pedagógico se estableció que el obstáculo de aprendizaje a abordar por medio de la implementación de la secuencia didáctica es el uso desmedido e indiscriminado de los teléfonos celulares por parte de los estudiantes, durante las clases. En el marco del enfoque indagatorio de la enseñanza de

las ciencias, han emergido recientemente diversas tendencias educativas que se basan en el uso del juego y de la gamificación como estrategia de enseñanza-aprendizaje (E-A), las que encajan con esta intención de situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje (López & Domènech-Casal, 2018), por lo que se utilizaron en el diseño de la secuencia didáctica. Según Burke (2012), la gamificación corresponde al uso de diseños y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos con el fin de desarrollar aprendizajes competenciales. La gamificación se relaciona de forma significativa con la implantación de las TICs en las aulas, por lo que actualmente existe una gran cantidad de recursos, plataformas y entornos virtuales para sustentar una clase mediante gamificación, convirtiendo el aprendizaje en una actividad inmersiva (Ortiz-Colón et al., 2018). Un ejemplo específico en el que se puede observar materializada la relación entre gamificación y TICs es de la mano del uso de las redes sociales, el que se ha convertido en una herramienta educativa y social innovadora para desarrollar instancias de aprendizaje más atractivas y dinámicas en el aula (Escamilla-Fajardo, 2021). Ahora bien, se pondrá el foco en TikTok, red social que se basa en la creación, edición y publicación de contenido audiovisual, específicamente videoselfies musicales de corta duración (Ceballos, 2021). El uso de TikTok puede traer consigo grandes beneficios en el aula, puesto que abre un abanico de contenidos lúdicos que la convierten en un recurso que va más allá de estar destinado a espacios de ocio y entretenimiento (Escamilla-Fajardo, 2021; Hernández & Zermelo, 2015).

Finalmente, se hace mención del uso de analogías en la enseñanza de las ciencias, recurso alineado con el constructivismo y que también respalda la secuencia didáctica. Una analogía es una comparación de estructuras y/o funciones entre dos dominios (Duit, 1991): un dominio conocido (análogo) y un dominio nuevo o parcialmente nuevo de conocimiento (objetivo). Por tanto, el empleo de analogías como estrategia didáctica permite involucrar a los estudiantes desde su conocimiento previo (Raviolo & Lerzo, 2016). González & Moreno (1998) también señalan que las analogías pueden contribuir a que los estudiantes conecten su mundo con el de las teorías y abstracciones, lo cual les permitiría ver la ciencia como un progreso del conocimiento. Existen varios autores que utilizan la composición dada por una receta de cocina como analogía para enseñar conceptos ligados a la estequiometría. Umland (1984), por ejemplo, utiliza la analogía de una receta de *cupcakes* para introducir los conceptos de reactivo limitante y rendimiento teórico. Asimismo, Haim (2005) profundiza la analogía de la receta de cocina y la aplica a otros conceptos y habilidades químicas, justificando las actividades propuestas desde la teoría de Ausubel como una forma de construir anclajes donde se incorpora el nuevo conocimiento. Por medio del uso concreto de la analogía “química-cocina”, se quiere explicitar el posicionamiento desde un contexto cotidiano en la secuencia didáctica, el cual favorecería el aprendizaje de los estudiantes.

3.3 Dimensión disciplinar

Para esta secuencia didáctica en particular, se seleccionó el OA20 correspondiente al marco curricular priorizado para Primero Medio, el que señala lo siguiente: *“establecer relaciones cuantitativas entre reactantes y productos en reacciones químicas (estequiometría) y explicar la formación de compuestos útiles para los seres vivos, como la formación de la glucosa en la fotosíntesis”* (Ministerio de Educación de Chile, 2020, p. 25). Este OA contribuye a la construcción de tres de las Grandes Ideas (GI) de la Ciencia propuestas por Harlen (2010): GI5 *“todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas*; GI7 *“el movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa”* y GI8 *“tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y esos cambios influyen en las condiciones necesarias para la vida”* (Ministerio de Educación de Chile, 2016, p. 344).

Del OA mencionado antes, se desprende como contenido principal de la química la estequiometría, palabra que viene del griego *stoichion* que significa ‘elemento’ y que refiere al estudio cuantitativo (medición y cálculo) de reactivos y productos en las reacciones químicas (Chang, 2002). Considerando que los reactivos no se encuentran estequiométricamente en cantidades exactas, algunos reactivos se consumen totalmente y otros se presentan en cantidades de excedentes, por lo que al reactivo que se consume primero se le conoce como reactivo limitante, ya que este determina la cantidad total del producto que se forma. Asimismo, al reactivo que se consume parcialmente se le conoce como reactivo en exceso (Trejos, 2021). Independientemente de que las cantidades utilizadas para los reactivos (o productos) se puedan cuantificar en moles, gramos, litros (para los gases) u otras unidades, la estequiometría considera que para calcular la cantidad de productos formados en una reacción química se utilizan moles (Chang, 2002). De esta forma, los cálculos estequiométricos se convierten en elementos básicos de la química, representando la única forma de predecir las cantidades de materia que participan en un cambio químico, haciendo referencia a las relaciones entre el número de moles de dos sustancias químicas reaccionantes (Garritz & Chamizo, 1994).

Con todas las referencias disciplinares señaladas, fue posible articular los aprendizajes de los estudiantes en la secuencia didáctica implementada, en la que específicamente se espera que realicen cálculos estequiométricos del mol de sustancia en otras unidades estequiométricas (número de átomos, número de moléculas, gramos), además de la identificación de reactivo limitante y en exceso y cálculos para la determinación de la cantidad de reactivos necesarios o productos formados a partir de reacciones químicas de combustión de combustibles fósiles y de electrólisis de agua (para la producción de hidrógeno verde). La razón más importante para incorporar este tema en la enseñanza de la química en la escuela es que, además de ser parte de reacciones químicas de importancia para la comprensión de fenómenos con el efecto invernadero, en la vida diaria abundan las situaciones cotidianas que pueden resolverse mediante una estrategia similar de resolución de problemas (Garritz & Chamizo, 1994).

4. DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

La secuencia didáctica diseñada e implementada se enmarca en el logro del OA 20 de las bases curriculares de 1º medio en el eje temático de Química, ya mencionado antes. Para la planificación de las clases y la construcción de las diferentes actividades de aprendizaje, se recurrió a la metodología de Couso (2013) para el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes, por medio del planteamiento de la siguiente competencia científica: *‘justificar por qué los combustibles fósiles son una amenaza para nuestro medio ambiente y por qué, en cambio, el hidrógeno verde es una alternativa energética sustentable con proyección; junto con comunicar ese conocimiento para informar y concientizar al resto de la ciudadanía’*. Para tal efecto, se definió como contexto de trabajo el uso potencial del hidrógeno verde en reemplazo de los combustibles fósiles, para la reducción de GEI en Chile. De manera adicional, y con la intención de introducir elementos de gamificación, se planteó a los estudiantes un escenario ficticio en el que debían simular ser una Comisión de Medio Ambiente de la Cámara de Senadores, cuya misión era discutir acerca del uso de combustibles fósiles como fuente de energía y analizar sus impactos ambientales y sociales a nivel local; para luego conocer en profundidad el hidrógeno verde y las ventajas que nos entrega como fuente de energía limpia con proyección en Chile. El fin último de todo el trabajo de la Comisión, era que los Senadores desarrollaran las competencias necesarias para elaborar un material audiovisual que sirviera para informar, educar y concientizar a la ciudadanía respecto de por qué el hidrógeno verde es una buena oportunidad para nuestro país, junto con proponer una idea de Proyecto de Ley que ellos aprobarían para promover alternativas energéticas más sustentables y reducir el uso de combustibles fósiles. Para todo ello, contaban con el apoyo del profesor en su rol de asesor, quien simulaba ser un “profesional experto

en la materia” que dirigía y orientaba el trabajo de la Comisión durante las sesiones (clases). De esta forma, se le otorgó a la secuencia didáctica una relevancia científico-social, de manera que los estudiantes se dieran cuenta de que los aprendizajes adquiridos son de utilidad para la actuación en el mundo real.

Fueron cinco las clases que se planificaron para la secuencia didáctica, cada una de ellas con una duración de 90 minutos. De estas clases se desprenden una serie de objetivos de aprendizaje que tributan al logro del OA mencionado antes, además de los conocimientos, habilidades y actitudes científicas que se esperan desarrollar y sus respectivos indicadores de evaluación. En la **Tabla 1**, se presenta una descripción general la secuencia didáctica y las clases que la componen, la que incluye las actividades de aprendizaje principales de cada una, el objetivo específico a lograr y el nivel de la progresión de conocimiento al que responden. Para revisar el guion conjetural la secuencia completa, en donde se describen de manera detallada las actividades de aprendizaje para cada momento de la clase (y se incluyen los recursos pedagógicos y didácticos utilizados), ver **Anexo 9.5**.

Tabla 1: Descripción general de las clases de la secuencia didáctica.

Clase 1	Nombre: ¿Por qué el uso de combustibles fósiles como el petróleo es considerado un problema ambiental en Chile? Introduciendo a la Comisión de Medio Ambiente a la estequiometría y al uso de combustibles fósiles.
	Descripción: Se utiliza como recurso principal un video-reportaje sobre los combustibles fósiles en Chile, con el que se busca que los estudiantes problematicen su uso. Luego, se introduce el concepto de estequiometría y su relación con el contexto analizado, por medio de una guía de trabajo que los estudiantes deben desarrollar.
	Objetivo: Explicar qué es la estequiometría y cuál es su implicancia en contextos sociocientíficos como el uso de combustibles fósiles en Chile, por medio de la revisión de medios de información audiovisuales.
	Habilidad cognitiva: Explicar.
	Nivel de progresión: La estequiometría estudia las relaciones cuantitativas entre reactantes y productos en una reacción química.
Clase 2	Nombre: ¿En qué se parece una reacción química a la preparación de un sándwich? Facilitando la comprensión de la estequiometría de reacción a la Comisión de Medio Ambiente.
	Descripción: Se contextualiza sobre las analogías y su utilidad en el aprendizaje de la química, para luego utilizarlas como recurso para resolución de una guía de trabajo que considera las propuestas de receta de sándwich de Raviolo & Lerzo (2016) y la del simulador Phet, para la determinación de cantidades de materia en reactivos y productos y predecir qué ocurre si se alteran dichas cantidades. A partir de lo anterior, se pretende conceptualizar las ideas de reactivo limitante y en exceso.
	Objetivo: Analizar las relaciones estequiométricas que se dan en las reacciones químicas para la identificación de reactivos limitante y en exceso, a través del uso de analogías.
	Habilidad cognitiva: Analizar.
	Nivel de progresión: i) Es posible relacionar los coeficientes estequiométricos de una ecuación química balanceada con el número de moléculas o moles de las sustancias que intervienen en ella, ii) Los coeficientes estequiométricos de una ecuación establecen una relación estequiométrica que determina las cantidades de reactivos que reaccionan y las cantidades de productos que se forman, iii) Un reactivo limitante determina la cantidad de moléculas o moles de producto formado durante una reacción química, mientras que el reactivo en exceso es aquel que no reacciona completamente.

Clase 3	Nombre: ¿Qué es el hidrógeno verde y por qué se considera una alternativa energética limpia con proyección en Chile? Experimentando con la reacción química base del hidrógeno verde junto a la Comisión de Medio Ambiente.
	Descripción: Por medio de una actividad práctica en el laboratorio de Ciencias, se espera hacer visible la estequiometría de la reacción de electrólisis de agua. Posteriormente, por medio de la exhibición de un video, los estudiantes comprenden que la electrólisis del agua es la base de la producción de hidrógeno verde, siendo este combustible una alternativa energética sustentable. Para finalizar, se realiza en una guía de trabajo un cálculo estequiométrico para la determinación de la cantidad de agua que se necesita para producir 1Kg de hidrógeno verde.
	Objetivo: Descubrir, por medio de la experimentación, la reacción de electrólisis del agua y su relación con la producción de hidrógeno verde, junto con aplicar la estequiometría en la observación y determinación de la cantidad de productos formados en dicha reacción.
	Habilidades cognitivas: Descubrir, aplicar.
	Nivel de progresión: i) Es posible realizar una conversión entre moles y gramos de sustancia (y viceversa) por medio de la masa molar, ii) A partir de la ecuación química de una reacción, se puede obtener su relación estequiométrica, a partir de la cual es posible determinar cantidades de reactivos y productos que reaccionarán (ya sea en moles con en gramos).
Clase 4	Nombre: ¿Cómo podemos calcular la cantidad de GEI que generamos con el uso de combustibles fósiles? Facilitando la estimación de emisiones a la Comisión de Medio Ambiente para la toma de decisiones a nivel local.
	Descripción: Los estudiantes forman grupos de trabajo y resuelven una guía que incluye una situación-problema en la que deben realizar cálculos estequiométricos a partir de una reacción química de combustión, para la determinación de la cantidad de CO ₂ emitido durante un viaje realizado en un vehículo con motor de combustión interna. Se concluye con una reflexión que les permita a los estudiantes justificar cuál es el impacto ambiental asociado a los GEI.
	Objetivo: Aplicar los conocimientos adquiridos previamente para calcular la emisión de CO ₂ de un vehículo de combustión interna y justificar el impacto ambiental que genera el uso de combustibles fósiles.
	Habilidades cognitivas: Aplicar, calcular, justificar.
	Nivel de progresión: A partir de cálculos estequiométricos, se puede identificar el reactivo limitante/en exceso y determinar las cantidades (en moles o en gramos) de reactivos y productos formados.
Clase 5	Nombre: ¿Qué mensaje podemos transmitir a nuestra ciudadanía para la generación de conciencia respecto de la emisión de GEI? Trabajando en la elaboración de un material audiovisual informativo.
	Descripción: Los estudiantes realizan un trabajo colaborativo que les permita crear un material audiovisual para informar a la ciudadanía acerca de los perjuicios asociados al uso de combustibles fósiles y de las ventajas de convertir al hidrógeno verde en un sustituto energético, utilizando sus conocimientos sobre estequiometría. A su vez, los estudiantes proponen alguna medida de mitigación ambiental de los GEI.
	Objetivo: Crear un material audiovisual que permita comunicar a la ciudadanía las ventajas del uso del hidrógeno verde por sobre el de los combustibles fósiles, además de desarrollar alguna propuesta de mitigación ambiental que permitan reducir las emisiones de GEI.
	Habilidades cognitivas: Crear, comunicar, desarrollar.
	Nivel de progresión: N/A.

En cuanto a aspectos relacionados con la evaluación, la secuencia didáctica contempla para las cuatro primeras clases un método de evaluación formativo que considera el desarrollo de guías de trabajo y Tickets de salida, mientras que para la última clase se emplea un instrumento de evaluación sumativo para la creación de un material audiovisual, en grupos. En todos los casos, se concibe la evaluación desde el enfoque EpA.

5. FUNDAMENTACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

5.1 A partir de los diagnósticos institucional y de curso

A raíz de las necesidades formativas identificadas en el diagnóstico institucional y, más específicamente, en el diagnóstico de curso, esta secuencia didáctica busca abordar el uso del celular en clase por parte de los estudiantes, obstáculo que dificulta especialmente el aprendizaje de los estudiantes del curso. Se piensa que el uso intencionado, mediado y regulado de los dispositivos móviles por parte de los estudiantes podría influir significativamente desde la perspectiva de la psicología del aprendizaje, en cuanto a la generación de procesos metacognitivos, formando en las aulas estudiantes autónomos en cuanto al autoconocimiento, autocontrol y autorregulación de sus procesos de aprendizaje, incorporando de esta forma los aportes de los estudios sobre metacognición en el ámbito de la escuela (Gandini, 2018).

Por lo anterior, el diseño de la secuencia se llevó a cabo relevando la indagación científica y la gamificación como enfoque de enseñanza y estrategia pedagógica respectivamente, las que fueron consideradas de forma conjunta para enfrentar el obstáculo antes mencionado. Para ello, concretamente se plantearon diversas actividades en donde se intenciona el uso del celular para ciertos momentos de las clases, mientras que en los momentos en que no este no era requerido, los estudiantes, en su rol de Senadores, debían considerar guardarlo para enfocarse en las labores a desarrollar por la Comisión. Para resguardar el cumplimiento de esto último, también se incorporó el uso de TIC's (como la herramientas Padlet® y Kahoot!®) en ciertos momentos de la clase y el de una matriz de evaluación de desempeño senatorial, la que, además de evaluar el uso correcto del celular, consideraba también otros aspectos como asistencia y puntualidad a las sesiones, participación y cumplimiento en la realización de las actividades.

5.2 A partir del marco teórico pedagógico

Tal como se ha mencionado en otros apartados de este artículo, uno de los aspectos interesantes de la secuencia didáctica es que sus clases se llevaron a cabo bajo el escenario ficticio en el que los estudiantes simulaban ser una comisión de Medio Ambiente de la Cámara de Senadores, en donde se hacía necesario adquirir un determinado conocimiento científico para poder generar una discusión sobre la problemática que se debía abordar. De esta forma, se quiso hacer visible la puesta en práctica de un enfoque constructivista, en donde los estudiantes tenían un rol que cumplir y por ende eran ellos los protagonistas del trabajo realizado la Comisión, mientras que el profesor-asesor sólo asumía un rol de guía. Al mismo tiempo, la definición de roles de Senadores contribuyó también a intencionar un enfoque socioemocional, en donde cada uno de los estudiantes-Senadores tenía un papel importante en el logro del objetivo, por lo que los aportes de cada uno cuentan y deben ser considerados y respetados.

En cuanto a aspectos relacionados con la evaluación en la secuencia didáctica, previo a la primera clase se firmó con los estudiantes un 'contrato didáctico' (disponible en el guion conjetural, **ver Anexo 9.5**), con el que se consensuaron diversos elementos vinculados con la cultura evaluativa propuesta para estas clases.

De manera adicional, al momento de evaluación sumativa, se contempló el uso de instrumentos para la co-evaluación y auto-evaluación, los que también fueron revisados y consensuados con los estudiantes de manera previa.

5.3 A partir del marco teórico didáctico

En la misma línea de lo expuesto en el punto anterior, que se haya planteado un rol de estudiante-Senador, cuyo trabajo le permitiera a cada uno hacer su trabajo de informar a la ciudadanía y al mismo legislar sobre asuntos ambientales de importancia para el país, facilitó el abordaje de elementos didácticos clave como la indagación, la alfabetización científica y las implicancias éticas, sociales y políticas de la ciencia, conectando esto último con las características del conocimiento científico (NOS).

A su vez, se destaca la incorporación de metodologías como el uso de analogías (segunda clase), de aprendizaje basado en una situación-problema contextualizada en una situación real (cuarta clase) y del uso de la red social Tik-Tok para la generación de un producto evaluado sumativamente, lo cual permitió el involucramiento activo de los estudiantes en la comprensión de los contenidos. Adicionalmente, la incorporación de la analogía permitió el fortalecimiento necesario de los conocimientos previos de los estudiantes, teniendo en cuenta los resultados que arrojó la aplicación de un instrumento para la recolección de ideas y conocimientos previos, los que se pueden ver en el **Anexo 9.6**.

5.4 A partir del marco teórico disciplinar

El objetivo de aprendizaje que se abordó en esta unidad didáctica guarda relación con el estudio de las relaciones cuantitativas en reacciones químicas de importancia para los seres vivos. A raíz de aquello, la secuencia didáctica promueve el aprendizaje de conceptos claves en estequiometría, tales como: estequiometría de reacción, relaciones estequiométricas, reactivos limitante y en exceso, reacciones químicas de combustión de combustibles fósiles y de electrólisis del agua para la producción de hidrógeno verde, y cálculos estequiométricos para la determinación de las cantidades de reactivos o producto en una reacción química.

Asimismo, la unidad didáctica abordó el análisis estequiométrico de reacciones químicas de impacto ambiental, específicamente aquellas asociadas al uso de combustibles fósiles y a la producción y uso de hidrógeno verde, relacionadas directamente con el fenómeno del calentamiento global y cambio climático. De esta forma, se construyó un contexto socio-científico que permitiera el trabajo con reacciones químicas que tuvieran relación tanto con la vida cotidiana como con la ciencia, la industria y la tecnología, todo ello mediante el uso de variados recursos que se ajustaran a las características e intereses de los estudiantes del curso. Con esto se buscó contribuir a la construcción de vínculos entre el conocimiento científico y el mundo real, fomentar el pensamiento crítico e incentivar la participación de los estudiantes en la construcción de significados, relevando nuevamente la intención de posicionarse desde un enfoque de enseñanza constructivista y situado. Esto último es necesario de destacar, ya que se cree que el diseño de las clases debía permitirles a los estudiantes trabajar de forma autónoma pero mediada, y de esta forma ser conscientes de lo que están aprendiendo y lo que no, poder detectar sus dificultades y buscar o pedir las ayudas necesarias para superarlas (Furman y De Podestá, 2010).

6. RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y REFLEXIÓN DEL PROCESO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

6.1 Resultados de aprendizaje

Tal como se señaló en el apartado en el que se describe de manera general la secuencia didáctica, fueron varias las tareas de desempeño realizadas por los estudiantes. En cada una de las cuatro primeras clases se aplicaron dos instrumentos de evaluación formativos: una guía de trabajo (de desarrollo individual en la primera clase y de desarrollo grupal en las restantes) y un Ticket de salida de respuesta individual. En la última clase, en cambio, se dio inicio a una evaluación sumativa, la cual continuó y concluyó en clases posteriores.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de resultados de aprendizaje obtenidos de la secuencia didáctica, para efectos del análisis que se realiza en este artículo sólo se seleccionaron los que se mencionan a continuación, considerados los de mayor significancia en función de la competencia específica global y la progresión de conocimiento establecidas, además de la relevancia de los objetivos específicos de cada clase para el logro del OA de las bases curriculares:

6.1.1 Ticket de salida clase 1

En las **Tablas 2 y 3** se muestran los resultados de aprendizaje obtenidos del Ticket de salida de la primera clase, el cual consta de dos preguntas que evaluaron de manera formativa la capacidad de los estudiantes de explicar, por una parte, qué es la estequiometría, y por otra, de qué manera esta se relaciona con la problemática en estudio.

De los resultados de la **Tabla 2** se observa que más de la mitad de los estudiantes que respondieron el ticket de salida lograron posicionarse en los desempeños 'óptimo' y 'satisfactorio', lográndose el objetivo de explicar qué es la estequiometría y asociándola al estudio de las reacciones químicas desde una perspectiva cuantitativa. Al revisar todas las respuestas, uno de los errores más recurrentes cometidos por los estudiantes fue el de asociar la estequiometría al 'estudio' de las reacciones químicas, pero sin agregar que en este caso eso ocurre desde una perspectiva cuantitativa.

Ahora bien, al revisar los resultados de la **tabla 3**, es posible notar que más de la mitad de los estudiantes además fue capaz de transferir lo aprendido sobre estequiometría al contexto de estudio específico de la secuencia didáctica, en este caso asociándola al conocimiento científico que permite la determinación de emisiones de GEI como el CO_2 a la atmósfera, en reacciones como la combustión. Los errores cometidos en esta pregunta son de la misma índole que los de la primera, pues se observan respuestas en donde se hace mención a frases como 'estudio de los GEI', 'estudio de la emisión de GEI', sin otorgarle una concepción cuantitativa al estudio.

En general, podría mencionarse que estos resultados son el reflejo de una clase que se llevó a cabo de forma óptima, sin la ocurrencia de incidentes críticos que entorpecieran su desarrollo.

Tabla 2: Resultados Ticket de salida clase 1 - primera pregunta: '¿Qué es para ti la estequiometría?'

Descriptores de logro	Óptimo	Satisfactorio	Base	Insuficiente
Indicadores	Se define la estequiometría como la rama de la química que permite la determinación cuantitativa de reactivos y productos en una reacción química como la combustión del octano (que produce CO ₂)	Se logra definir la estequiometría, pero la definición presenta alguna de las siguientes deficiencias en forma de errores u omisiones: - No se menciona que corresponde a una rama de la química. - No se especifica que el estudio de la reacción es cuantitativo.	La definición de estequiometría presenta las dos deficiencias mencionadas en el descriptor anterior, o bien hace referencia solamente a la implicancia que tiene en el contexto de estudio.	No se entrega ningún elemento que permita definir correctamente la estequiometría, o bien, se menciona "no sé" o no hay respuesta.
Porcentajes de logro obtenidos (n=18)	44,4% (8 estudiantes)	27,8% (5 estudiantes)	11,1% (2 estudiantes)	16,7% (3 estudiantes)
Respuesta de ejemplo	"La estequiometría es la parte de la química con la que se hacen cálculos para saber cantidad de reactivos y productos"	"Es el estudio de los reactivos y productos en una reacción química"	"Es el estudio de las reacciones químicas"	"La estequiometría para mí es algo para saber qué es cada cosa, por ejemplo, la gasolina o alguna otra cosa"

Tabla 3: Resultados Ticket de salida clase 1 - segunda pregunta '¿Qué información relevante podría brindar la estequiometría para comprender el problema asociado al uso de combustibles fósiles y a la emisión de GEI?'

Descriptores de logro	Óptimo	Satisfactorio	Base	Insuficiente
Indicadores	Se explica que la estequiometría permite la determinación de la cantidad de GEI emitido a la atmósfera a partir de una determinada reacción química.	Se explica que la estequiometría sirve para medir los GEI, pero sin hacer referencia a la determinación de la cantidad de GEI como producto de una reacción química.	Se explica que la estequiometría sirve para el estudio de los GEI, pero sin hacer referencia a la determinación de la cantidad de GEI como producto de una reacción química.	No se entrega ningún elemento que permita explicar correctamente la implicancia de la estequiometría, en el contexto estudiado, o bien, se menciona “no sé” o no hay respuesta.
Porcentajes de logro obtenidos (n=18)	50,0% (9 estudiantes)	11,1% (2 estudiantes)	22,2% (4 estudiantes)	16,7% (3 estudiantes)
Respuesta de ejemplo	“Determinar la cantidad de gas contaminante como el CO ₂ ”	“La medición de los GEI”	“El estudio de las emisiones de combustibles fósiles	“No sé”

6.1.2 Guía de trabajo clase 3

La tercera clase, que se realizó en el Laboratorio de Ciencias, consideró un trabajo práctico de electrólisis de agua realizado en grupos, que permitiera observar la proporción en la que se forman los gases hidrógeno y oxígeno (productos de la reacción) en función de lo establecido por la ecuación química de la reacción. Para mediar la ejecución del trabajo práctico por parte de los estudiantes, la guía de la clase incluyó un primer apartado en donde se propuso una actividad diseñada a partir de la metodología POE (predecir-observar-explicar), con sustento en las siguientes preguntas:

- ¿Qué creen que le ocurrirá al agua si sumergimos en ella dos cables con corriente eléctrica?
- Describan detalladamente lo que ocurre.
- Dibujen lo observado.
- ¿Por qué ocurre esto con el agua?

La incorporación de esta metodología dio excelentes resultados, ya que permitió que el trabajo práctico se alejara de situaciones en las que los estudiantes solo siguen un procedimiento o instructivo tipo “recetario”, lográndose en este caso que los estudiantes se apropiaran de la experiencia y la actividad fuera abordada bajo el prisma de la indagación, fomentando al mismo tiempo el desarrollo de las habilidades de aprendizaje propuestas.

En un segundo apartado de la guía se plantearon tres preguntas, las dos primeras tuvieron que ver con la identificación de los productos de la reacción de electrólisis. Los resultados de aprendizaje obtenidos se muestran en la **Tabla 4**, mientras que en las **Figuras 1 y 2** se aprecian dos respuestas representativas de lo que se vio en términos generales entre los grupos de estudiantes.

Figura 1: Respuesta de ejemplo – Guía de trabajo clase 3.

‘¿Dónde se observan los productos formados en la reacción química de electrólisis de agua?’

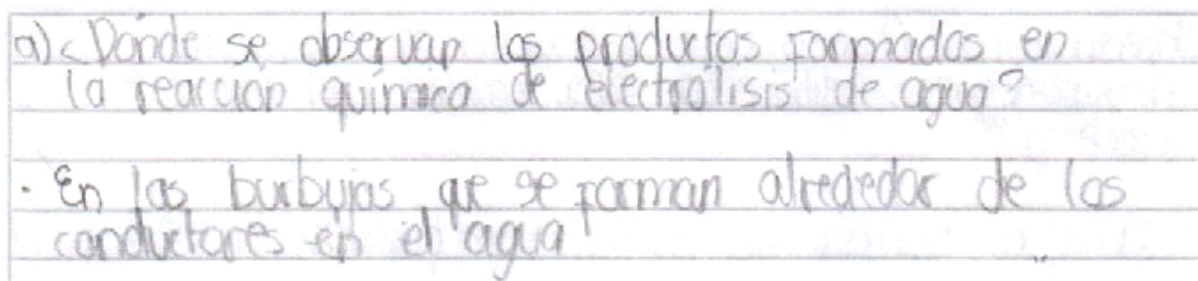
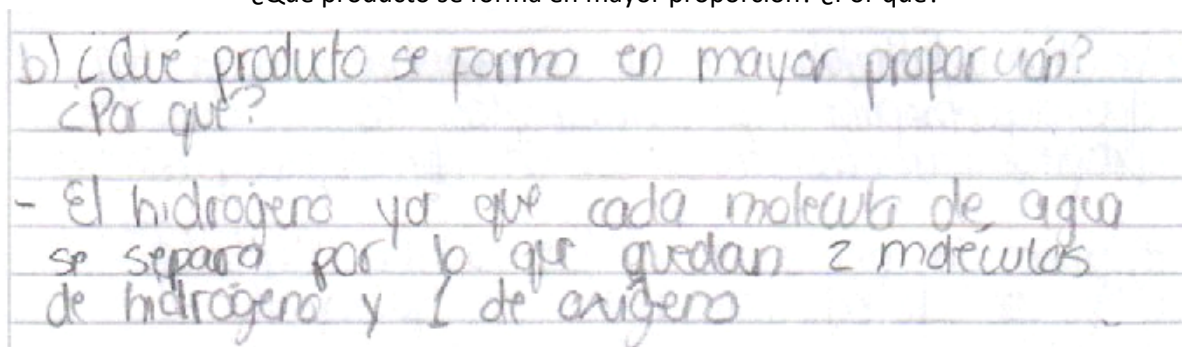


Figura 2: Respuesta de ejemplo – Guía de trabajo clase 3.

‘¿Qué producto se forma en mayor proporción? ¿Por qué?’



Con excepción de un grupo que no respondió correctamente la segunda pregunta, todos los grupos supieron responder a estas dos primeras preguntas, aun cuando las respuestas a las preguntas orientadoras de la primera parte (metodología POE) fueron muy diversas.

Una última pregunta del segundo apartado de la guía tuvo relación con un cálculo estequiométrico, el primero que les tocó hacer a los estudiantes durante esta secuencia. Para facilitar el trabajo de esta parte de la guía, se entregaron las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es la ecuación química balanceada del proceso de electrólisis del agua?
- ¿Cómo podemos determinar la masa molar del agua, del hidrógeno y del oxígeno? Sabemos que las masas molares de sus elementos son: $H = 1 \text{ g/mol}$; $O = 16 \text{ g/mol}$.
- ¿Cómo podemos convertir las masas molares del agua, hidrógeno y oxígeno en gramos en esta reacción?
- Si 1 Kg equivale a 1000 gramos ¿Cómo podemos determinar los Kg de agua que se necesitan para formar 1 Kg de hidrógeno verde?

Los resultados de aprendizaje logrados, que también se observan en la **Tabla 4**, dan cuenta que solo dos grupos lograron determinar que, para producir 1 Kg de hidrógeno verde mediante electrólisis, se requieren 9 Kg de agua. La principal dificultad detectada en los estudiantes fue la determinación de las masas molares, necesarias para realizar la equivalencia entre masa (gramos) y cantidad de sustancia (moles) que permita continuar con el procedimiento algorítmico. Esto se puede observar también en las **Figuras 3, 4 y 5**.

Aun cuando no todos los grupos lograron dar con el resultado final, esta parte de la clase fue interesante ya que hubo un grupo de estudiantes que se cuestionó cuán sustentable es la producción de hidrógeno verde, si la interpretación del resultado pareciera indicar que la huella hídrica del proceso es elevada. Esto motivó, por ejemplo, a que el inicio de la cuarta clase se destinara a aclarar esa interrogante.

Tabla 4: Resultados segunda parte guía clase 3

Pregunta 1 (n = 5)		
¿Dónde se observan los productos formados en la reacción química de electrólisis de agua?		
	Sí	No
Identifican la formación de productos en la reacción de electrólisis	100,0% 5	0,0% 0
Pregunta 2 (n = 5)		
¿Qué producto se forma en mayor proporción? ¿Por qué?		
Identifican de manera empírica el producto que se forma en mayor proporción	80,0% 4	20,0% 1
Pregunta 3 (n = 5)		
¿Cuántos Kg de agua se necesitarían para producir 1 Kg de H ₂ verde?		
Plantean la ecuación química balanceada	100,0% 5	0,0% 0
Determinan las masas molares del agua, del hidrógeno y del oxígeno	60,0% 3	40,0% 2
Convierten de gramos a moles	40,0% 2	60,0% 3
Establecen relación estequiométrica	40,0% 2	60,0% 3
Expresan el resultado final en términos correctos (conversión de unidades de masa)	40,0% 2	60,0% 3

Figura 3: Resultados pregunta 1 (en orden de grupos)

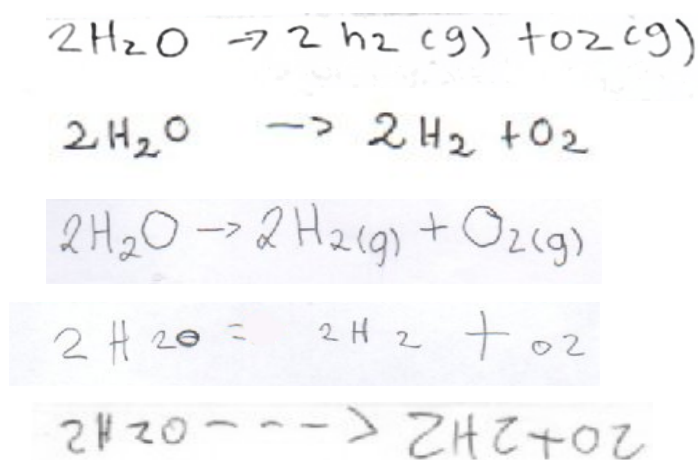


Figura 4: Resultados pregunta 2 (en orden de grupos)

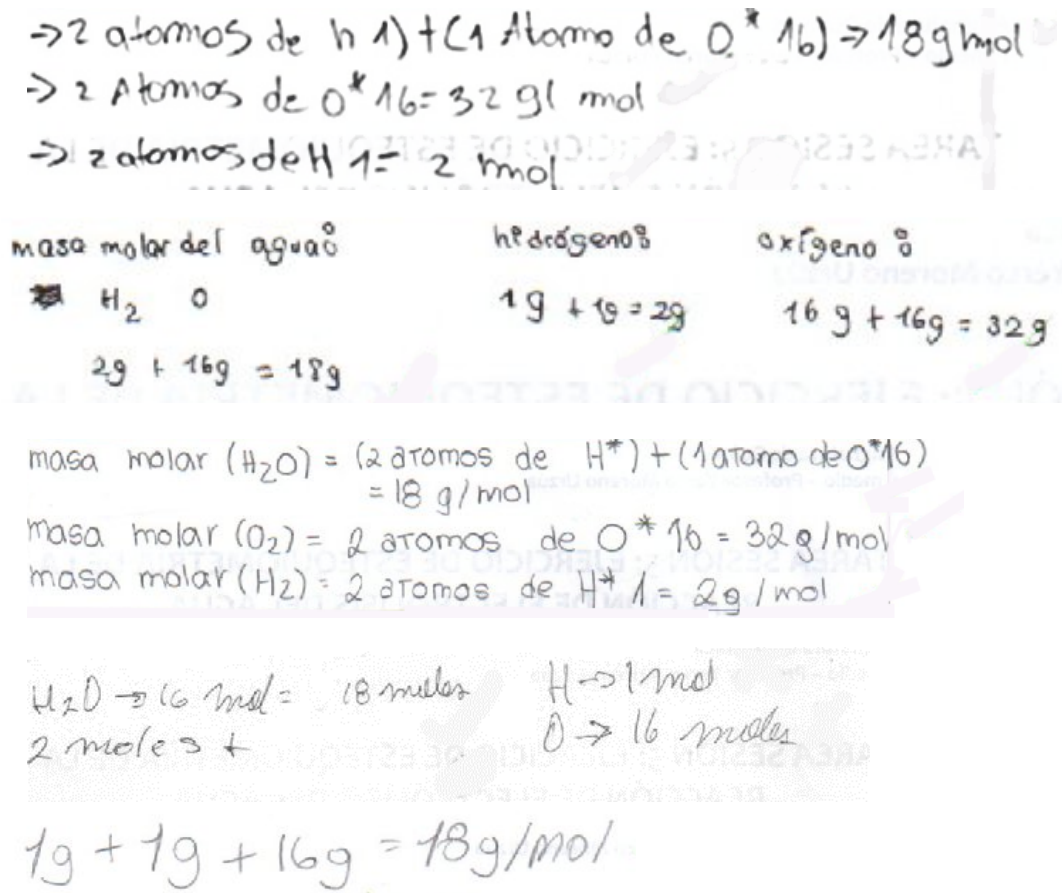
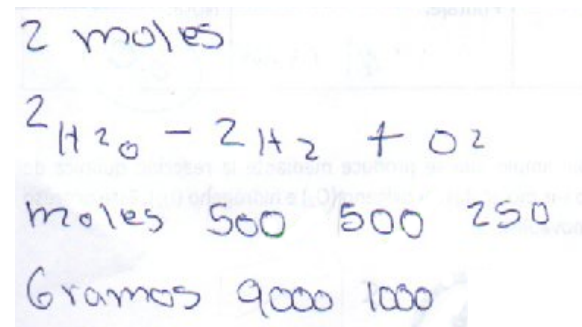
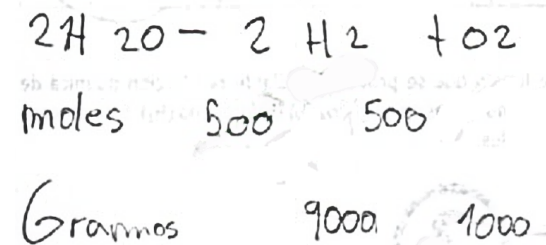


Figura 4: Resultados pregunta 3 (en orden de grupos)



Con el fin de abordar todas las dificultades detectadas durante esta clase y las anteriores, y considerando que a esta clase en especial se ausentaron varios estudiantes del curso, se tomó la determinación de realizar una clase extra antes de continuar con la cuarta clase de la secuencia didáctica. Esto también permitió enfrentar de mejor manera las clases siguientes.

6.1.3 Evaluación sumativa clase 5

En la última clase, se inició un trabajo para la elaboración de un video en grupos, luego de tener una clase en la que se determinó la emisión de CO₂ en un vehículo que realiza un trayecto hasta el Congreso Nacional. El contenido del video debía cumplir con lo siguiente:

- Explicar la problemática asociada al uso de los combustibles fósiles en Chile y contrastarla con el uso del hidrógeno verde.
- Mencionar y explicar al menos un conocimiento químico que provenga de la estequiometría y que sustente lo explicado anteriormente. Puede ser una cifra, un cálculo, la información proveniente de una ecuación química, etc.
- Proponer una idea de Proyecto de Ley que aprobarían como grupo de Senadores/as para mitigar el impacto provocado por el uso de combustibles fósiles.

Como esta evaluación era de carácter sumativo y por tanto se contaba con un instrumento de evaluación, fueron los criterios de dicho instrumento los que se utilizaron para la presentación de resultados de aprendizaje en este artículo, estos pueden observarse en las **Tablas 4, 5 y 6**.

Tabla 4: Resultados primer criterio de evaluación de contenido del video.

PRIMER CRITERIO DE EVALUACIÓN: Contextualización				
Descriptores de logro	Óptimo	Satisfactorio	Base	Insuficiente
Indicadores	Se explica la problemática ambiental y se vincula con el efecto invernadero.	Se explica la problemática ambiental y se establecen vinculaciones parciales con el efecto invernadero	Se explica la problemática ambiental y se nombran ciertas relaciones con el efecto invernadero.	Se explica superficialmente la problemática actual y no se vincula con el efecto invernadero.
Porcentajes de logro obtenidos (n= 6)	66,7% (4 grupos)	0,0% (0 grupos)	33,3% (2 grupos)	0,0% (0 grupos)

De lo que se aprecia en la **Tabla 4**, es posible notar que solo hubo dos grupos que no lograron poner en contexto la problemática en estudio, refiriéndose en sus videos únicamente al hidrógeno verde como alternativa energética sustentable. En cambio, el resto de los grupos supo enmarcar de manera apropiada el problema en el uso de combustibles fósiles y el efecto provocado por los GEI en la atmósfera, para luego referirse al hidrógeno verde.

Tabla 5: Resultados segundo criterio de evaluación de contenido del video.

SEGUNDO CRITERIO DE EVALUACIÓN: Manejo conceptual				
Descriptores de logro	Óptimo	Satisfactorio	Base	Insuficiente
Indicadores	Se menciona y se explica claramente al menos un conocimiento estequiométrico que dé sustento a la explicación de la problemática.	Se menciona y se explica al menos un conocimiento estequiométrico que dé sustento a la explicación de la problemática, pero presenta algunas imprecisiones.	Sólo se menciona un conocimiento estequiométrico que dé sustento a la explicación de la problemática (no se explica).	No se menciona ni se explica un conocimiento estequiométrico que dé sustento a la explicación de la problemática.
Porcentajes de logro obtenidos (n= 6)	50% (3 grupos)	16,7% (1 grupo)	0% (0 grupos)	33,3% (2 grupos)

Los tres grupos con desempeño ‘satisfactorio’ que se aprecian en la **Tabla 5** lograron introducir un conocimiento estequiométrico que le diera sustento a su material audiovisual, el cual provino de las mismas situaciones-problema revisadas en las clases anteriores. Para ello, estos grupos realizaron cálculos previos a la incorporación de los datos al guion del video, con ayuda del profesor. Hubo un grupo, en cambio, que sólo mencionó cuestiones que sí tienen que ver con conocimiento proveniente de la química, pero no explícitamente con la determinación cuantitativa de reactivos y/o productos (ecuaciones químicas, fórmulas químicas, reacciones de combustión, etc). Los otros dos grupos no mencionaron nada relacionado con la estequiometría, limitándose exclusivamente a abordar la problemática desde una visión general.

Tabla 6: Resultados tercer criterio de evaluación de contenido del video.

TERCER CRITERIO DE EVALUACIÓN: Contextualización				
Descriptores de logro	Óptimo	Satisfactorio	Base	Insuficiente
Indicadores	Se presenta una propuesta de Proyecto de Ley que es coherente con el contexto de la problemática y que está respaldada teóricamente para ser viable.	Se presenta una propuesta de Proyecto de Ley respaldada teóricamente para ser viable, sin embargo, no es coherente con el contexto expuesto de la problemática.	Se presenta una propuesta de Proyecto de Ley, no obstante, no es respaldada teóricamente y no es coherente según el contexto expuesto de la problemática.	La propuesta de Proyecto de Ley no es clara ni respaldada o no se presenta propuesta de Proyecto de Ley.
Porcentajes de logro obtenidos	16,7% (1 grupo)	33,3% (2 grupos)	16,7% (1 grupo)	33,3% (2 grupos)

(n= 6)				
--------	--	--	--	--

La propuesta de una idea de Proyecto de Ley fue, a juzgar por los resultados que se muestran en la **Tabla 6**, algo que se les dificultó a los estudiantes, pues solo un grupo logró hacerlo correctamente. Hubo dos grupos que mencionaron ideas que no estaban directamente relacionadas con el ámbito energético (reciclaje y reutilización). Otro grupo, en cambio, mencionó una idea de incentivar el uso de la bicicleta, pero no lo planteó como Proyecto de Ley, sino que como sugerencia/recomendación. Hubo un grupo que no mencionó nada al respecto, mientras que otro sólo aportó un dato alusivo a que se dejarían de fabricar autos a gasolina a partir del año 2024.

6.2 Reflexión del proceso de la secuencia didáctica

A partir del diseño e implementación de la secuencia didáctica presentada en este artículo, se hace posible levantar algunas reflexiones acerca de las fortalezas, dificultades y desafíos del proceso, con las cuales generar propuestas de mejora para una actuación docente futura. Para ello, se recurrirá a la trayectoria formativa, las competencias desarrolladas según el Perfil de egreso de la Carrera de Pedagogía para Profesionales (**Universidad Alberto Hurtado, 2018**) y los aprendizajes profesionales que trajo consigo el proceso como tal.

Para comenzar, se destaca que la calidad de las relaciones interpersonales que se dan normalmente entre los estudiantes del curso y que se dieron también durante la implementación de la secuencia didáctica, son reflejo de un buen clima de aula, aun cuando la realidad del establecimiento da cuenta de un grado altísimo de vulnerabilidad y de multiculturalidad. Esta situación se le atribuye al manejo pedagógico con el que cuenta el docente de química (que a su vez es el profesor jefe del curso), el que siempre promueve elementos como el sentido de pertenencia a la escuela, normas sanas de convivencia, participación estudiantil y altas expectativas académicas, lo que claramente influye en el desempeño escolar (Cornejo & Redondo, 2001; Kornblit et al., 2008). De esta forma, se identifica como fortaleza del docente la puesta en práctica de un enfoque socioemocional, pero también al mismo tiempo cada uno de los elementos pedagógicos, didácticos y disciplinares que se consideraron en la secuencia didáctica, lo cual queda mucho más en evidencia al revisar detalladamente el guion conjetural.

Ahora bien, al situarse específicamente sobre las concepciones alternativas que existen en el aprendizaje de la estequiometría, contenido central de la secuencia didáctica, Castelán & Hernández (2009) señalan que este núcleo conceptual de la química escolar es particularmente complejo para los estudiantes, debido a que para su comprensión absoluta se deben manejar ciertos conceptos básicos que considerados abstractos (mol, peso atómico, peso molecular, reactivo limitante y en exceso, fórmula empírica, fórmula molecular, etc.); además de contar con un dominio acabado del lenguaje químico (simbología, nomenclatura, ecuaciones químicas). A ello, se le suma el manejo que se debe tener de la matemática, pues tal como plantea Kind (2004), este punto también es una causa de las dificultades que surgen por parte de los estudiantes, por lo que es altamente improbable que un estudiante adquiera conocimientos acerca de las relaciones molares que ocurren en una reacción química si no es capaz de manejar los números correctamente, por ejemplo. En la misma línea, Nurrenbern & Pickering (1987) han comprobado que, aunque los estudiantes sepan resolver correctamente problemas empleando algoritmos o ecuaciones, no siempre visualizan ni comprenden los conceptos químicos que hay detrás. Todo lo anterior permite justificar los resultados de aprendizaje obtenidos como consecuencia de la implementación de la secuencia, que no fueron los esperados por el docente. Si a eso se le suma que también se aspiraba al logro de una competencia específica global que consideraba habilidades cognitivas de orden superior, una propuesta de mejora sería la construcción de una progresión de conocimientos que considere más niveles,

o bien, que la misma sea abordada considerando más clases. No obstante lo anterior, se cree que el enfoque competencial sí fue efectivo para la promoción de la indagación, la alfabetización científica, el desarrollo de habilidades, actitudes, e incluso para la superación del obstáculo de aprendizaje detectado.

Por último, se señala que es difícil saber con precisión el logro de los aprendizajes esperados a nivel individual, teniendo en cuenta que varias de las evaluaciones realizadas durante la secuencia didáctica fueron de carácter grupal. Teniendo en cuenta aquello, una propuesta de mejora sería considerar la aplicación de un pre-test y un post-test que aporte más información cuantitativa que permite sustentar un análisis más profundo, mientras que otra propuesta sería fortalecer las capacidades para la construcción de instrumentos evaluativos, ya que se reconoce en aquello una debilidad.

7. CONCLUSIONES

El diseño de secuencia didáctica presentado en este artículo tiene sustento en los hallazgos realizados en los diagnósticos institucional y pedagógico, y también es coherente con todos aquellos elementos propuestos en los referentes teóricos; lo cual da cuenta de una propuesta contextualizada que responde completamente a los principios educativos de la institución e incorpora intereses y expectativas de los estudiantes.

La implementación de la secuencia y los resultados de aprendizaje exhibidos permiten inferir que el logro de la competencia científica global planteada para la secuencia didáctica no se consiguió de forma absoluta, considerando que no todos los grupos de estudiantes alcanzaron desempeños óptimos en los criterios de evaluación del producto final esperado. Lo anterior, hace pensar en lo que complejo que se vuelve para los estudiantes el aprendizaje de la estequiometría y el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, aunque de todas formas se cree que la secuencia didáctica sí fue efectiva en términos del logro de las habilidades y actitudes propuestas, así como también de la superación del obstáculo de aprendizaje definido.

8. BIBLIOGRAFÍA

Arancibia, V., Herrera, P. & Strasser, K. (2005). *Manual de Psicología Educacional*. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Agencia de Calidad de la Educación (2018). *Informe de Resultados Educativos Liceo Industrial A-22 de Santiago*.

Berger, C., Milicic, N., Alcalay, L., Torretti, A., Arab, M. P., & Justiniano, B. (2009). Bienestar socio-emocional en contextos escolares: la percepción de estudiantes chilenos. *Estudios sobre educación*, (17), 21-43.

Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (54), 95-114.

Bronfenbrenner, U. (1987). *La ecología del desarrollo humano*. Paidós.

Burke, B. (2012). *Gamification 2020: what is the future of gamification?* Stanford: Gartner.

- Caamaño, A (2011). Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de Innovación Educativa*, (207), 17-21.
- Cañal, P. (2004) La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y Educación*, 16(3), 245-257.
- Castelán, M., & Hernández, G. (2009). Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. Consultado el 03 de julio de 2022 en: <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/carteles/1398-F.pdf>
- Ceballos, Y. (2021). Tik tok como innovación educativa en el ipem N° 193. Tesis de maestría, Universidad Siglo 21.
- Chang, R. (2002). *Fundamentos de Química*. McGraw Hill. Séptima edición.
- Cofré, H. (2012). La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista Chilena de Educación Científica*, 11(1), 12-21.
- Cohen, J. (2003). *La inteligencia emocional en el aula: Proyectos, estrategias e ideas*. Troquel
- Coll, C., Martí, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (1993). *El constructivismo en el aula*. Editorial Graó.
- Coll, C., & Martí, E. (2001). La explicación de los procesos educativos desde una perspectiva psicológica. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación II Psicología de la educación escolar* (pp. 67-88). Alianza Editorial.
- Cornejo, R., & Redondo, J. (2001). El clima escolar percibido por los alumnos de enseñanza media. *Última Década*, 15, 11-52.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (74), 12-24.
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (3ra Ed.). Mc Graw Hill.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Echeburúa, E. & Reuquesens, A. (2012). Adicción a las redes sociales. *Ediciones Pirámide*, 11-75.
- Escamilla-Fajardo, P., Alguacil, M., & López-Carril, S. (2021). Incorporating TikTok in higher education: Pedagogical perspectives from a corporal expression sport sciences course. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2021.100302>
- Felix, V., Mena, L., Ostos, R., & Acosta, M. (2017). Nomofobia como factor nocivo para los hábitos de estudio. *Revista de filosofía y cotidianidad*, 3(6), 23-29.

- Fundación de Solidaridad Romanos XII (2018a). *Proyecto Educativo Liceo Industrial de Santiago*. Consultado el 15 de mayo de 2022 de <https://wwwfs.mineduc.cl/Archivos/infoescuelas/documentos/8814/ProyectoEducativo8814.pdf>
- Fundación de Solidaridad Romanos XII (2018b). *Nuestra Historia*. Recuperado el 17 de mayo de 2022 de <http://romanosxii.cl/nuestra-historia/>
- Gandini, F. (2018). Metacognición y aprendizaje. En A.M. Palacios, M.A. Pedragosa y M. Querejeta (Eds.). *Encuentro en la encrucijada: Psicología, Cultura y Educación* (pp. 53-64). EDULP. (Libros de Cátedra. Sociales).
- Garritz, A., & Chamizo, J. (1994). *Química*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- González, B., & Moreno, T. (1998). Las analogías en la enseñanza de las Ciencias. La Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria. *II Simposio sobre la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, (pp. 204-206). Simposio del Colegio Oficial de Biólogos, Ediciones.
- González-Weil, C., Gómez, M., Ahumada, G., Bravo, P., Salinas, E., Avilés, D., Pérez, J. L. & Santana, J. (2014). Principios de desarrollo profesional docente construidos por y para profesores de ciencia: una propuesta sustentable que emerge desde la indagación de las propias prácticas. *Estudios pedagógicos*, 40(especial), 105-126.
- Haim, L. (2005). Finding chemical anchors in the kitchen. *Journal of Chemical Education*, 82(2), 228-230.
- Harlen, W. (2003). *Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*. Ediciones Morata.
- Hatano, G. (1993). Time to merge Vygotskian and constructivist conceptions of knowledge acquisition. En: E. Forman, N. Minick y C. Addison Stone (Eds.), *Contexts for learning. Sociocultural dynamics in Children's development*. Oxford University Press.
- Hernández, P. (2005). ¿Puede la inteligencia emocional predecir el rendimiento? Potencial predictor de los moldes mentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 45-62.
- Hernández, B., & Zermeno, M. (2015). Percepciones de los profesores sobre el uso de tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Escuela Primaria. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/57/774>
- Herrera, Á. M. (2009). El constructivismo en el aula. *Innovación y experiencias educativas*, 10. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_14/ANGELA%20MARIA_HERRERA_1.pdf
- Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química, col. Aula XXI. Santillana/Facultad de Química-UNAM.

- Kornblit, A., Adaszko, & D., Di Leo, P. (2008). Clima social escolar y violencia: un vínculo explicativo posible. Un estudio en escuelas medias argentinas. En C. Berger & C. Lisboa (Eds.), *Violencia escolar: estudios y posibilidades de intervención en Latinoamérica* (pp. 109-138). Editorial Universitaria.
- Liceo Industrial de Santiago (2022). *Nuestra Historia*. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de <https://industrialdesantiago.cl/nuestra-historia/>
- Lederman, N. G., Bartos, S. A., & Lederman, J. S. (2014). The Development, Use, and Interpretation of Nature of Science Assessments. In M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 971-997). Dordrecht: Springer.
- López, V., & Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 2(1), 34-44.
- Manterola, M. (2011). *Psicología educativa. Conexión con la sala de clases*. Ed. Universidad Blas Cañas.
- Ministerio de Educación de Chile. (2003). *Criterios para una política de transversalidad. Santiago: Comisión de Transversalidad*. MINEDUC.
- Ministerio de Educación de Chile. (2013). Matriz de habilidades tic para el aprendizaje. MINEDUC.
- Ministerio de Educación de Chile. (2016). Ciencias naturales: Programa de estudio Primero Medio. MINEDUC.
- Ministerio de Educación de Chile. (2020). Priorización curricular Covid-19 Ciencias Naturales: 1° Básico a 4° Medio. MINEDUC.
- Ministerio de Educación de Chile. (2022). *Ficha Establecimiento*. Mineduc. Recuperado el 17 de mayo de 2022 de: <https://www.mime.mineduc.cl/explorer>
- Moreno, T. (2016). Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje: reinventar la evaluación en el aula. UAM, Unidad Cuajimalpa.
- Nurrenbern, S. & Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e pesquisa*, 44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Paoloni, L., 1981. Chemistry as Part of Culture: a Challenge to Chemical Education, *European Journal of Science Education*, Vol. 3, pp. 139-144.
- Pardo, J., & Llopis, R. (1990). Importancia de la química descriptiva en la enseñanza de la química. Propuesta de un modelo para su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 282-286.

- Payton J. M: Wardlaw, D. M., Graczyk, P. A., Bloodworth, M. R., Tompsett, C. J., & Weissberg, R. P. (2000). Social and emotional learning: A framework for promoting mental health and reducing risk behaviors in children and youth. *Journal of School Health*, 70(5) 179-185.
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.
- Tamayo, E. (2019). *Dispositivos móviles en el aula de clase: ¿oportunidad o riesgo?* Tesis de Magíster de Psicopedagogía. Escuela de Educación y Pedagogía. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Trejos Rivera, J. (2021). *Enseñanza de la estequiometría a través de UEPS basadas en la indagación y situaciones problema*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Valdés, A., Marambio, J., & Mena, I. (2016). Consecuencias naturales y lógicas: una alternativa formativa frente a la transgresión de normas. www.valoras.uc.cl.
- Umland, J. (1984). A recipe for teaching stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 61(12), 1036-1037.
- Universidad Alberto Hurtado. (2018). Perfil de Egreso Pedagogía para Profesionales. UAH.
- Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Crítica.
- Webclass (2022). Webclass. <https://proyecto.webescuela.cl/sistema/webclass/>
- (Webclass, 2022).
- Yankwich, P., Eberhardt, W., Lavalle, D., & Schwartz, A. (1984). Recommendations of the ACSCE Task Force, *Journal of Chemical Education*, Vol. 61, pp. 845-847.

9. ANEXOS

9.1 Formato de entrevista realizada a dos miembros del equipo del área curricular-pedagógica y sistematización de la información obtenida.

Descripción y objetivo de la entrevista: Durante el segundo semestre me corresponde planificar e implementar una secuencia de clases en el 1°C, en el marco de la evaluación final de mi proceso de titulación (recuerden que actualmente estoy estudiando Pedagogía y este es mi último año). Para poder llevarlas a cabo de la mejor manera posible, primero necesito recopilar datos e información relevantes acerca del Liceo Por tal motivo, te pido que por favor respondas a las preguntas que te mencionaré a continuación ¡Te lo agradeceré muchísimo!

La entrevista será grabada, pero se mantendrá la confidencialidad.

- A tu juicio ¿cómo describirías a la cultura escolar del Liceo?
- Menciona dos aspectos positivos y dos negativos de la cultura escolar del Liceo
- ¿Cuál es tu impresión respecto a los tipos de relaciones y a la comunicación que existen entre los diversos actores que componen la comunidad escolar en el Liceo?
- Desde tu perspectiva ¿Cuáles consideras que son los elementos distintos de la enseñanza en el Liceo?
- ¿Cuáles crees que son las fortalezas y debilidades del equipo docente del Liceo?
- ¿Cuáles crees que son las fortalezas y debilidades de los estudiantes del Liceo?

Entrevistas realizadas el 17 de mayo de 2022	
Citas 1: Subdirectora de Gestión Curricular (Jefa de UTP)	<p><i>“Nuestra cultura escolar tiene el sello de ser inclusiva”</i></p> <p><i>“También hay un profundo sentido de empatía y solidaridad”</i></p> <p><i>“(En el Liceo) se hace un trabajo articulado y colaborativo”</i></p> <p><i>“Los elementos positivos de nuestra enseñanza son: el dominio disciplinar de los docentes (...), el vínculo estudiante-profesor y el énfasis en lo socioemocional, capacidad de hacer significativo el aprendizaje aplicándolo a la práctica”</i></p>
Citas 2: Trabajador Social (integrante dupla psico-social)	<p><i>“Este Liceo funciona de buena manera por medio del respeto”</i></p> <p><i>“Hay estudiantes que presentan dificultades para enfrentar la diversidad de culturas que existe en el Liceo (lo que se traduce en problemas convivenciales)”</i></p> <p><i>“Existe una buena relación entre los estudiantes y los profesores”</i></p> <p><u>Información adicional proporcionada por el entrevistado:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de estudiantes migrantes: 63% ▪ Estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE): 11% ▪ Índice de vulnerabilidad económica (IVE-SINAE): 73% ▪ Categorización del nivel socioeconómico de las familias de los estudiantes: media-baja

9.2 Sistematización de información obtenida mediante bitácora.

Registros de bitácora realizados entre el 21 de marzo y el 24 de octubre de 2022	
Cantidad de veces que la directora mencionó la siguiente frase en sus discursos: <i>"el foco de nuestra gestión siempre está puesto en las personas y en su bienestar"</i>	10
Cantidad de veces que la directora mencionó la siguiente frase en sus discursos: <i>"promovamos siempre el buen vivir"</i>	4
Cantidad de veces que la Jefa de UTP mencionó la siguiente frase en sus discursos: <i>"en vez de intentar erradicar el uso del celular, hay que hacerlo parte de la clase"</i>	6

9.3 Formato de entrevista realizada a tres profesores que hacen clases en el curso y sistematización de la información obtenida.

Profesores: les quiero contar que durante el segundo semestre me corresponde planificar e implementar una secuencia de clases en el 1°C, en el marco de la evaluación final de mi proceso de titulación (recuerden que actualmente estoy estudiando Pedagogía y este es mi último año). Para poder llevarlas a cabo de la mejor manera posible, primero necesito recopilar datos e información relevantes acerca del curso. Y para ello, les pido que por favor accedan a esta breve entrevista, la cual será grabada, pero se mantendrá la confidencialidad ¡Se los agradeceré muchísimo!

- Menciona la asignatura que realizas en el curso
- Cuéntame cuál es tu impresión acerca del curso. Considera aspectos disciplinarios y académicos
- En tu experiencia personal con el curso, ¿Qué facilidades identificas en la enseñanza y en el aprendizaje de los estudiantes del curso?
- ¿Qué obstáculos identificas en la enseñanza y en el aprendizaje de los estudiantes del curso?
- Por último, cuéntame brevemente sobre las estrategias de enseñanza que te han dado mejores resultados con el curso

Entrevistas realizadas el 16 de mayo de 2022	
Cita 1: Profesora de Tecnología	<i>"(Los estudiantes) académica y conductualmente responden muy bien"</i>
Cita 2: Profesora de Inglés	<i>"El curso cuenta con buena rutina de estudio, (...), los estudiantes son responsables y respetuosos, muy motivados hacia el aprendizaje"</i>
Cita 3: Profesor de Física	<i>"(El curso es) excelente en todo sentido. Solo cuesta en ocasiones que se mantengan en orden, ya sea por su buena convivencia o ganas de participar. No presentan ninguna desventaja desde lo académico y en general son muy responsables"</i>

9.4 Formato de cuestionario aplicado a todos los estudiantes del curso y sistematización de la información obtenida

Queridos/as estudiantes: Les quiero contar que durante el segundo semestre estaré haciendo con ustedes una serie de clases de química que serán evaluadas por la Universidad en la que estudio, para mi proceso

de titulación (recuerden que actualmente estoy estudiando Pedagogía y este es mi último año). Para poder llevarlas a cabo de la mejor manera posible, primero necesito recopilar algunos datos e información relevantes. Por ello, les pido que por favor respondan este breve cuestionario ¡Se los agradeceré muchísimo!

- a) Indica tu edad
- b) Indica tu género
- c) Indica tu nacionalidad
- d) En caso de que tu nacionalidad no sea chilena, menciona desde hace cuánto tiempo estás viviendo en Chile
- e) Cuéntame tu opinión acerca del curso
- f) ¿Te gusta la asignatura de química? ¿Por qué?
- g) ¿Crees que es importante aprender química? ¿Por qué?
- h) ¿Crees tener algún interés que se relacione con lo que se enseña en química? ¿Cuál?
- i) ¿Crees que existen dificultades en el curso para el aprendizaje de la química o de las otras asignaturas? ¿A qué crees que se deben esas dificultades?
- j) ¿Qué piensas acerca del profesor de química? ¿Cómo crees que son tus clases? Intenta mencionar al menos una fortaleza y una debilidad, respondiendo con total sinceridad
- k) Menciona tres intereses / pasatiempos / actividades a las que te gusta dedicar tu tiempo libre
- l) Por último, ¿Cuántas veces crees que sacas tu celular durante las clases de química?

Cuestionario aplicado entre el 15 y 16 de mayo de 2022 (ver link)	
Selección citas pregunta e)	<p><i>"Es muy agradable (el curso) ya que hacemos chistes entre todos y nos tenemos confianza"</i></p> <p><i>"Es un muy buen curso ya que todos son muy respetuosos y generosos"</i></p> <p><i>"Me parece un buen curso, muy tranquilo y buena onda"</i></p> <p><i>"Es muy buen curso, a veces un poco desordenado, pero está pasable comparados con otros cursos"</i></p> <p><i>"(El curso) es muy bueno, hay buena convivencia y todos son respetuosos"</i></p>
Selección citas pregunta g)	<p><i>"Sí, porque (la química) sirve para muchas actividades cotidianas"</i></p> <p><i>"Sí, porque (la química) es parte de la ciencia y sin ella no sería nada el ser humano"</i></p> <p><i>"Sí, porque aporta muchos conocimientos y nos permite saber qué tipos de químicos estamos consumiendo"</i></p> <p><i>"Sí, porque hay muchas cosas en la vida cotidiana que tienen que ver con química"</i></p> <p><i>"Creo que depende más bien de lo que estudies"</i></p> <p><i>"Importante no tanto... es bueno saber cosas, pero no todo, porque no veo necesaria (la química) porque en nuestra vida común no la necesitamos mucho. No digo que sea mala la materia, pero no es importante"</i></p> <p><i>"Depende del sitio, ya que algo químico que pase en la vida cotidiana no es muy a menudo"</i></p>
Selección citas pregunta i)	<p><i>"Yo creo que la dificultad se debe a que algunos se desconcentran en la clase"</i></p> <p><i>"A veces (los estudiantes) se ponen a gritar mucho o interrumpen a los profesores"</i></p> <p><i>"Sí (existen dificultades) y creo que se deben a las distintas formas de distracción y aprendizaje"</i></p> <p><i>"Creo que no existen dificultades, aunque no tod@s aprendemos al mismo ritmo"</i></p>

	<i>“Sí (existen dificultades) y se debe a qué tal vez no les llama mucho la atención la clase de química u otras clases, por lo cual les aburre y no prestan atención”</i>
Selección citas pregunta j)	<i>“El profe es súper buena onda y me gusta su asignatura”</i> <i>“Pienso que nuestro profesor hace un muy buen trabajo como maestro de química, sus clases son dinámicas, entretenidas y (a veces) entendibles, además ayuda a quienes no comprenden bien la asignatura. La fortaleza que tiene es que es un profesor muy empático, y sinceramente no se me ocurre ninguna debilidad”</i> <i>“Es un buen profe, lo malo de él creo que es que le cuesta controlar a algunos alumnos, pero está de pana el profe”</i> <i>“Es muy bueno (el profe), la verdad me gusta mucho la energía positiva que maneja, me gusta también porque si no entiendes algo te lo explica con detalle y paciencia”</i> <i>“Es un buen profesor, sólo necesita tener un poco más de carácter. Su fortaleza es lo muy buen profesor y persona que es”</i> <i>“(El profesor) hace clases entretenidas, una fortaleza es que es buena onda y la debilidad es que algunos alumnos se aprovechan de eso”</i>

9.5 Guion conjetural para la planificación de la secuencia didáctica

Acceder al [link](#)

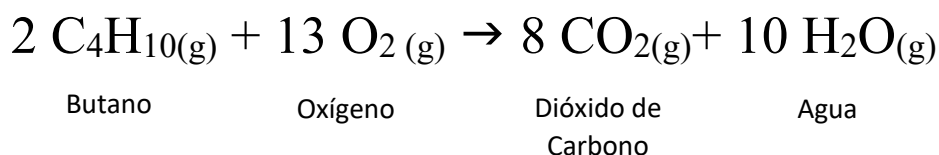
9.6 Instrumento de recolección de ideas y conocimientos previos – Sistematización de resultados pregunta 1

Para ver instrumento completo, acceder al [link](#)

PREGUNTA 1

Muchos incendios ocurren debido a la explosión de los balones de gas licuado que manejamos en nuestras casas. El gas licuado es una mezcla de varios componentes, entre ellos encontramos el **butano**. La combustión completa del butano es una reacción química que produce dióxido de carbono y agua, y por supuesto, una gran cantidad de calor.

La ecuación que representa la reacción química de la combustión del butano es la siguiente:



A partir de la ecuación química, responde a las preguntas que se indican a continuación:

Preguntas	% respuestas correctas (n = 22)
a) Indica cuáles son los reactantes y cuáles son los productos en esta reacción química.	54,5% (12 respuestas)

b) ¿Cuántas moléculas de dióxido de carbono se forman?	59,1% (13 respuestas)
c) ¿Cuántos átomos de oxígeno tiene la molécula de oxígeno?	54,1% (12 respuestas)
d) ¿Qué significa para ti que el butano tenga una fórmula química C_4H_{10} ? ¿Qué información nos entrega esa representación simbólica?	59,1% (13 respuestas)
e) ¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en todas las moléculas de agua que se forman?	40,9% (9 respuestas)

N° de preguntas respondidas correctamente	% de estudiantes (n=22)
5	27,3% (6 estudiantes)
4	18,2% (4 estudiantes)
3	4,5% (1 estudiante)
2	18,2% (4 estudiantes)
1	9,1% (2 estudiantes)
0	22,7% (5 estudiantes)