



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE QUÍMICA
QUÍMICA

ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO DOCENTE SOBRE LOS CONCEPTOS DE ELEMENTO,
COMPUESTO, MEZCLA, ÁTOMOS Y MOLÉCULAS EN SU PRÁCTICA DOCENTE DE LA QUÍMICA
DEL CCH.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:
I. Q. ISAAC HAMUD GONZÁLEZ

TUTOR
DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ
FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

COMITÉ TUTORIAL
DRA. CLARA ROSA MARÍA ALVARADO ZAMORANO
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM
DR. HÉCTOR GARCÍA ORTEGA
FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., ABRIL 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Abstract.

What makes us teachers different from people who studied the same career as us, but who work in the industry? The ability to transform our knowledge (of the discipline) to a knowledge that allows it to be understood by student for their learning. The Pedagogical Content Knowledge proposed by L. Shulman (1986) makes it possible to study how each teacher adapts their knowledge of the subject to knowledge that can be understood by students. In this work, the Pedagogical Content Knowledge of teachers from different campuses of Colegio de Ciencias y Humanidades (College of Sciences and Humanities) in the subject of Chemistry I on the concepts used in the first part of Unit 1 of the program was investigated. It was found that teachers need to use different models to teach the subject of the particle model and that they need to better explain how they carry out each of the activities with the students. It was also discovered that most teachers have a great ability to relate these concepts to the daily life of students and that they have a solid pedagogical basis for each of the actions they take in the classroom.

“mere content knowledge is likely to be as useless pedagogically as content-free skill” Lee S. Shulman, 1986.

Resumen.

¿Qué es lo que nos hace diferentes a los docentes de las personas que estudiaron la misma carrera que nosotros, pero que ejercen en la industria? La capacidad de transformar nuestro conocimiento (de la disciplina) a un conocimiento que lo permita hacer comprensible a los estudiantes para su aprendizaje. El Conocimiento Didáctico del Contenido propuesto L. Shulman (1986) hace posible el estudio sobre cómo cada docente adapta su conocimiento de la asignatura a un conocimiento que pueda ser comprendido por los estudiantes. En este trabajo, se investigó el Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de distintos planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades en la asignatura de Química I sobre los conceptos que se utilizan en la primera parte de la Unidad 1 del programa. Se encontró que los docentes necesitan utilizar distintos modelos para la enseñanza del tema del modelo de partículas y que necesitan explicar mejor cómo llevan a cabo cada una de las actividades con los alumnos. También se descubrió que la mayoría de los docentes cuentan con una gran capacidad para relacionar estos conceptos con la vida cotidiana de los alumnos y que cuentan con una sólida base pedagógica para cada una de las acciones que toman en el aula.

“el simple conocimiento del contenido es tan inútil como la habilidad pedagógica sin contenido” Lee S. Shulman, 1986.

Índice.

Resumen.....	1
Introducción.....	5
Capítulo I. Marco teórico.....	6
1. La enseñanza de los conceptos de elemento, compuesto y mezcla.	
1.1. El programa curricular del CCH Azcapotzalco.....	6
1.2. Dificultades de aprendizaje.....	7
1.3. Concepciones alternativas.....	9
1.4. Propuestas de enseñanza.	
1.4.1 Propuestas de enseñanza sugeridas en la literatura.....	10
1.4.2 Propuesta de enseñanza propia.....	13
2. El conocimiento didáctico del contenido.	
2.1. Origen del conocimiento didáctico del contenido.....	15
2.2 ¿Qué es el CDC?.....	16
2.3 ¿Para qué sirve el CDC?.....	17
2.4 Modelos más importantes del CDC.....	17
Capítulo II. Marco metodológico.....	22
1. Contextualización del problema de estudio.	
1.1. Planteamiento del problema.....	22
1.2. Pregunta de investigación.....	22
1.3. Objetivos.....	22

2. Metodología.	
2.1. Instrumentos de recopilación de datos y método de interpretación.	
2.1.1 Justificación del instrumento de recopilación de datos elegido.....	23
2.1.2 Diseño de los instrumentos de recopilación de datos.	
2.1.2.1. CoRe sobre clasificación de la materia.....	26
2.1.2.2. Cuestionario sobre conceptos centrales.....	27
2.1.2.3. Guiones de entrevista para cada docente.....	28
2.1.3. Diseño del instrumento de interpretación de datos.....	28
2.2. Muestra de profesores.....	35
2.2.1. Profesores que participaron en la investigación.....	36
2.3. Etapas de la interpretación y recopilación de información.....	36
3. Análisis de los resultados de los instrumentos de recopilación con base en la rúbrica de interpretación de datos.....	38
3.1. Respuestas al cuestionario sobre conceptos centrales.	
3.1.1. Importancia del tema.....	38
3.1.2. Importancia del tema a nivel bachillerato.....	39
3.1.3. Conceptos centrales sobre el tema de clasificación de la materia.....	40
3.2. Interpretación de las respuestas a los CoRe´s y a las entrevistas.....	41
3.2.1. Docente 1.....	41
3.2.2. Docente 2.....	49
3.2.3. Docente 3.....	55
3.2.4. Docente 4.....	63

3.2.5. Docente 5.....	70
3.2.6. Docente 6.....	79
4. CDC colectivo local (cCDC).....	88
5. Recopilación de ideas útiles para la enseñanza del tema.....	93
5.1. Importancia del tema.	
5.1.1. Importancia del tema en la vida cotidiana.....	93
5.1.2. Importancia y relación con temas posteriores.....	94
5.2. Situación de partida de los alumnos.	
5.2.1. Conocimientos previos.....	94
5.2.2. Concepciones alternativas.....	96
5.2.3. Dificultades de aprendizaje.....	96
5.3. Dificultades de enseñanza.....	97
5.4. Estrategias de enseñanza.	
5.4.1. Estrategias didácticas.....	98
5.4.2. Materiales didácticos.....	100
5.4.3. Uso de modelos.....	100
5.5. Evaluación y retroalimentación.....	100
6. Conclusiones.....	101
7. Sugerencias para futuras investigaciones.....	102
Bibliografía.....	104
Anexo 1 “CORE sobre clasificación de la materia”.....	108
Anexo 2. Guiones de entrevista para cada docente.....	109

Introducción.

La Dirección General de Planeación (2021) de la UNAM indica que, en el año 2020, ingresaron, únicamente a las facultades de la Universidad, 55, 541 alumnos. De esa cantidad, cerca del 35% se inscribió a carreras relacionadas con ingeniería, matemáticas, medicina, biología, química y física. Únicamente el 11% de este total de alumnos se inscribió a carreras enfocadas a la química o a la biología. Esta falta de interés por la ciencia, asociado al fracaso escolar en estas asignaturas, constituye un problema de especial gravedad, no sólo en México, sino también en Latinoamérica y no sólo por la disminución de candidatos para estudios superiores en el campo de las ciencias, sino también por el aumento en el desinterés y rechazo hacia la propia ciencia. (Gil, 2005)

En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI se señaló que “para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico” (Declaración de Budapest, 1999). Mientras que, en los Estándares de Educación Científica Nacional (National Science Education Standards, 1996), se puede leer en las primeras páginas que *“En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.”* (traducción libre, p. 1)

La mayoría de los bachilleratos mexicanos tienen un gran interés en la formación propedéutica. Al abordar una gran cantidad de contenidos disciplinares, se disminuyen las oportunidades de los alumnos para reflexionar sobre la naturaleza o historia de la ciencia, para desarrollar habilidades experimentales o argumentativas o para lograr un conocimiento contextualizado. En un gran número de casos, la enseñanza científica se ha reducido básicamente a la presentación de conocimiento ya elaborado, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica. (Pérez, 2016)

Esta crítica a la enseñanza propedéutica ya se había discutido en el año 2005. Vazquez Alonso, Acevedo Díaz y Manasseo Mas (2005) mencionan, en la conclusión de su artículo, que la enseñanza propedéutica no llevaría a ninguna parte, sugiriendo modificar las finalidades propedéuticas y otorgando al profesor la responsabilidad de dar sentido a cualquier planificación curricular.

Distintos son los factores que habría que tomar en cuenta para aumentar el interés de los jóvenes por la ciencia. Uno de los factores más importantes es el docente, el vínculo entre el alumno y el conocimiento, el mediador del proceso enseñanza-aprendizaje. En este trabajo, se utilizó el Conocimiento Didáctico del Contenido

(CDC), modelo propuesto por Lee Shulman en 1986, para comprender las acciones de los docentes dentro del salón de clases.

Como objeto de estudio se eligió uno de los primeros temas de los programas de estudio de química de bachillerato: Clasificación de la materia. Este tema representa una de las bases para el estudio detallado de los fenómenos químicos, es aquí en donde los alumnos comprenden la diferencia que existe entre los tres tipos de clasificación de la materia (macroscópico, submicroscópico y simbólico) utilizando el modelo cinético corpuscular como punto de apoyo. Además, es un requisito para el estudio de los temas posteriores como reacción química y estructura de la materia.

Capítulo 1. Marco teórico.

1. La enseñanza de los conceptos de elemento, compuesto y mezcla.

1.1 El programa curricular del Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco.

El plan de estudios del CCH se encuentra dividido por semestres, en los cuales, las asignaturas de Química I y Química II se enseñan en el primer y segundo semestre, respectivamente; mientras que las asignaturas de Química III y Química IV son de carácter optativo y se enseñan en el quinto y sexto semestre, respectivamente. Estas dos últimas están enfocadas a los alumnos que planean ingresar a alguna de las carreras correspondientes al Área de Físico-Matemático y de las Ingenierías o al Área de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Los conceptos que se estudiaron en este trabajo de investigación corresponden a la asignatura de Química I. Además, en el programa de estudios, estos conceptos son parte de los primeros que deben enseñarse ya que proporcionan la base para la comprensión de los futuros aprendizajes en la disciplina.

La Unidad 1 del programa curricular lleva por título “Agua, sustancia indispensable para la vida”. El primer propósito específico que se enuncia en el programa es el siguiente:

Programa de estudio de Química I-II (2016):

Al finalizar la unidad, el alumno comprenderá los conceptos de elemento, compuesto, mezcla, reacción química, enlace y estructura de la materia, a través del estudio de las propiedades del agua, para explicar la importancia del agua en la naturaleza y entender en un primer acercamiento las transformaciones químicas con base en el modelo atómico de Dalton (p.17).

Durante el desarrollo de la Unidad 1, el docente debe enseñar los estados de agregación de la materia, los cambios de estado y la naturaleza corpuscular de la materia antes que los conceptos de elemento, compuesto y mezcla. Incluso, durante el desarrollo de la Unidad 1, no se indica que el docente deba enseñar el concepto de elemento, únicamente, se indica enseñar el concepto de compuesto (Aprendizaje 5) y el concepto de mezcla (Aprendizaje 6). En la parte correspondiente a la evaluación, sí se pide evaluar la comprensión del concepto de elemento. Posteriormente, de acuerdo con el programa curricular, se deben enseñar los conceptos de reacción química, enlace y los modelos atómicos de Dalton y Bohr.

1.2 Dificultades de aprendizaje.

En este capítulo, y en el siguiente, se resumen las principales dificultades de aprendizaje y concepciones alternativas relacionadas con el tema “Clasificación de la materia”.

Tabla 1. Dificultades de aprendizaje.

Dificultad de aprendizaje	Autores que la citan	Ejemplos con relación a esta dificultad
El vocabulario de la química con significados muy específicos.	Kind, 2004. Abdo y Taber, 2009.	Para que los alumnos puedan comprender algunas de las definiciones de “elemento”, deben apreciar que la materia se comprende de pequeñas partículas que se combinan entre sí o conocer el significado de “átomo”. Los alumnos deben conocer el significado de los subíndices y los superíndices para comprender la notación de una fórmula química. Palabras cotidianas como “elemento”, “sustancia”, “disolución” o “reacción” tienen significados muy específicos en la química.
Poca familiarización con los distintos niveles de representación.	Johnstone, 1982, 1993 Briggs y Holding, 1986. Gabel, 1999. Sanger, 2000. Talanquer, 2001. Kind, 2004.	Entrevistas a estudiantes de 15 años mostraron que entienden la naturaleza macroscópica de un elemento por frases como: “un elemento es una sustancia simple” o “un elemento es una forma de una sustancia química”, sin embargo, los estudiantes no logran utilizar un diagrama de partículas para representarlo. Hasta la edad cercana a 14 años, parece que los niños sólo confían en información

	<p>Taber, 2013. Ordenes, 2014. Gkitzia, 2020.</p>	<p>sensorial cuando razonan acerca de la materia. En realidad, no emplean ideas abstractas, tales como las que se refieren a las partículas para responder cuestiones relacionadas con las propiedades de la materia.</p> <p>Los estudiantes, en los primeros niveles de química, no manejan el uso ni el significado de la notación química. Por ejemplo, no conocen la diferencia entre “estado líquido de la materia” o “disolución acuosa”.</p> <p>Los estudiantes únicamente recuerdan fórmulas moleculares básicas de memoria como H₂O u O₂, pero no comprenden el significado.</p>
<p>Atribuir propiedades físicas de la materia a los átomos.</p>	<p>Ben-Zvi, 1986 Kind, 2004. Chandrasegaran <i>et al.</i>, 2007. Ordenes, 2014.</p>	<p>Los estudiantes atribuyen las propiedades físicas del cobre, como su color o su estado de agregación a átomos individuales.</p> <p>Las partículas pueden explotar, quemarse, contraerse, expandirse o cambiar de forma.</p>
<p>Categorizar la materia con base en pruebas de sus características físicas.</p>	<p>Briggs y Holding, 1986</p>	<p>Los estudiantes consideran a una sustancia como un elemento con base en pruebas como: “ningún elemento puede tener un punto de fusión superior a 200°C” o “los elementos no pueden separarse en nada, excepto por cromatografía”.</p>
<p>Escasa comprensión del fenómeno de dilución.</p>	<p>Renström et al, 1990. Gkitzia, 2020.</p>	<p>En las representaciones los alumnos no dibujan las moléculas de agua, no dibujan los electrolitos separados o dibujan las moléculas de agua alrededor de un conjunto grande del soluto.</p>
<p>Pensar que los métodos físicos funcionan para transformar elementos en compuestos o viceversa.</p>	<p>Osborne y Cosgrove, 1983 Kind, 2004.</p>	<p>Se puso a hervir agua en una olla eléctrica y se les preguntó a los estudiantes: “¿de qué están hechas las burbujas?” 40% contestó que de oxígeno e hidrógeno. En un experimento sobre condensación explicaron que el hidrógeno y el oxígeno se mezclaban para formar las gotas de agua.</p>
<p>La problemática del uso común de la palabra “sustancia”.</p>	<p>Ahtee y Variola, 1998 Adbo y Taber, 2004. Ordenes, 2014.</p>	<p>Los estudiantes llegan a intercambiar la palabra “sustancia” por “elemento” o “átomo”. Además, existen estudiantes que consideran como una sustancia a un gran número de materiales. Los estudiantes no comprenden que el término “sustancia” se refiere a un material “puro”.</p>

El significado de la palabra “puro”.	Ahtee y Variola, 1998 Ordenes, 2014.	Los estudiantes piensan que para que algo sea “puro” no tuvo que haber pasado por ningún proceso químico.
Considerar todas las mezclas como mezclas heterogéneas.	Sanger, 2000.	En distintas representaciones de mezclas los alumnos consideran lo siguiente: “Como todos tienen cosas diferentes que no están unidas, entonces es una mezcla heterogénea, para que sea homogénea, todos deben ser iguales”.
La asociación de elementos distintos como una sola partícula.	Ordenes, 2014. Gkitzia, 2020.	Los estudiantes representan al cianuro (CN ⁻) o al agua (H ₂ O) como una sola partícula, pensando que las moléculas sólo pueden estar formadas por un tipo de átomos.
Confundir el oxígeno con el aire atmosférico.	Griffiths and Preston, 1992. Gkitzia, 2020.	En una representación del oxígeno gaseoso una alumna dibuja también moléculas de nitrógeno argumentando lo siguiente: “Sé que en el aire también hay nitrógeno, por lo que puse nitrógeno”.
La unión de los átomos en los distintos estados de agregación.	Adbo y Taber, 2009. Ordenes, 2014. Gkitzia, 2020	Los estudiantes piensan que, en el estado gaseoso, los átomos de un compuesto se encuentran separados o que, si los átomos se encuentran unidos, entonces el material debe ser sólido o líquido.
La sustancialización de las propiedades de la materia.	Ngai et al, 2014. Gkitzia, 2020.	Los estudiantes ven la propiedad metálica de una sustancia como la presencia de un material separable que le otorga dicha propiedad al material.

1.3. Concepciones alternativas.

Tabla 2. Concepciones alternativas.

Concepción alternativa	Autores que la citan	Ejemplos de la concepción.
Sólo una mezcla puede contener átomos de distinto tipo.	Briggs y Holding, 1986 Sanger, 2000 Adbo y Taber, 2004, 2009. Ordenes, 2014.	Los estudiantes consideran cualquier diagrama que contenga diferentes símbolos para los átomos, en la posición que fuera, como la representación de una mezcla.
La unión de dos átomos, sin importar su tipo,	Kind, 2004. Stains y Talanquer, 2007.	En los elementos moleculares, como el O ₂ o el H ₂ , al haber dos partículas

indica la presencia de un compuesto.	Ordenes, 2014. Gkitzia, 2020.	juntas, los alumnos pensaban que se trataba de un compuesto.
En una representación de partículas, el conjunto de distintos compuestos químicos es, también, un compuesto químico y no una mezcla.	Kind, 2004. Adbo y Taber, 2004.	En una representación donde hay tres tipos distintos de compuestos químicos, los alumnos creen que eso continúa siendo un compuesto químico, piensan que cuando exista un tipo de partícula solitaria entonces sería una mezcla.
Los átomos solitarios representan un elemento químico, aunque sean de distinto tipo.	Kind, 2004. Stains y Talanquer, 2007. Gkitzia, 2020.	En una representación donde haya dos o más tipos de elementos químicos, los alumnos creen que continúa siendo un elemento químico y no una mezcla. Sería una mezcla hasta que exista un tipo de partículas que se encuentren unidas.

1.4. Propuestas de enseñanza.

1.4.1. Propuestas de enseñanza sugeridas en la literatura.

Distintos investigadores como Vogelezang (1987) o Loeffler (1989) sugieren que el aprendizaje de estos conceptos debe comenzar con la enseñanza del concepto “sustancia”, esto, incluso, antes de aprender los conceptos de “átomo” y “molécula”. Se deben proporcionar bases claras sobre este significado para poder utilizarlo en una estrategia de enseñanza. También, se sugiere que la enseñanza de estos tres conceptos básicos siempre esté acompañada de imágenes visuales, ya que éstas ayudarán a los estudiantes a comprender la visión científica aceptada de la materia.

Taber (2009) plantea que una de las mayores dificultades con la que se enfrentan los alumnos es el uso de los símbolos para la representación, por lo que un aprendizaje significativo de estos temas debe venir acompañado de una comprensión clara de los símbolos. Como si de un segundo idioma se tratase, los estudiantes deben aprender el idioma y utilizarlo para así comprenderlo. Por ello, es importante que los docentes tengan en cuenta que los estudiantes novatos luchan por consolidar un modelo de partículas, por lo que se deben utilizar los tres niveles simultáneamente.

Distintos estudios, como el que se presenta a continuación, sugieren enseñar estos conceptos con ayuda del tema de reacción química, buscando que los estudiantes no se enfoquen en el aprendizaje de la terminología, sino que se presenten eventos químicos para que los estudiantes piensen en explicaciones de lo que ven.

Los educadores holandeses Vos y Verdonk (1987a) proponen una estrategia titulada "Un nuevo camino a las reacciones". Esta técnica consta de cinco etapas y comienza ayudando a los estudiantes a distinguir entre un cambio físico y un cambio químico para, posteriormente, darse cuenta de que, los cambios químicos ocurren en una escala microscópica entre los átomos. Estos educadores realizan reacciones químicas para llevar a cabo en cada una de las cinco etapas. También crean conflictos cognitivos en los estudiantes, sosteniendo que:

Para Vos y Verdonk (1987b)

El papel del maestro es hacer que sea más difícil, no más fácil, que el alumno abandone su idea anterior. La nueva visión sobre las sustancias debería ser una victoria personal del alumno y algo de lo que estar orgulloso ... (p.693)

Las etapas propuestas por estos autores son las siguientes:

1. Reconocer la formación de una nueva sustancia.
2. Extender este pensamiento a otras reacciones.
3. Mostrar reacciones relacionadas con la generación de calor.
4. Presentar la idea de que las partículas se reorganizan cuando se producen reacciones químicas (en esta etapa los estudiantes comprenden la tendencia de las sustancias a conservar su identidad durante una reacción química y que la creación de nuevos enlaces implica la formación de nuevas moléculas).
5. Ilustrar los principios apoyándose en la descomposición de malaquita.

La última estrategia de enseñanza, reportada en la literatura, que se presentará en esta investigación es la de Gkitzia (2020), quien estudió la capacidad de los estudiantes para navegar entre los tres distintos niveles de la química. El estudio sugiere pedir a los estudiantes que representen un material utilizando el lenguaje simbólico y las representaciones submicroscópicas, como prueba de que comprenden los conceptos químicos. En la misma evaluación se pide que pasen del nivel simbólico al macroscópico o al submicroscópico o viceversa. Recordando que la capacidad de los estudiantes para transformar una representación de un nivel a otro no garantiza que puedan lograr la transformación inversa inversa.

La estrategia de comenzar el tema definiendo a qué nos referiremos en la asignatura de química con la palabra “sustancia” es imprescindible para evitar dificultades de aprendizaje o concepciones alternativas en los estudiantes. Esta palabra la usamos durante nuestra vida cotidiana para referirnos a casi cualquier tipo de materia con la que nos encontramos y una vez que se llega a este curso, la palabra debe tener para ellos un significado distinto, más específico.

Posteriormente, se nos plantean las estrategias de enseñar este tema trasladándonos en los tres niveles de representación. El nivel macroscópico estará presente en casi todo lo que le presentemos al estudiante, debido a que es el sistema con el que ellos están más familiarizados. Los niveles con los que tendremos dificultad es el nivel submicroscópico y el nivel simbólico. El nivel submicroscópico resulta de una ayuda fascinante si encontramos las actividades adecuadas para ir apoyando el aprendizaje de los alumnos, sólo se debe tener cuidado de no basar todas las actividades en la traducción del nivel macro al submicroscópico, ni viceversa, ya que podremos caer en el error de que los estudiantes lo tomen como una receta de cocina y no lleguen a comprender la naturaleza del concepto. Por otro lado, debemos tomar en cuenta que este es uno de los primeros temas que se enseña en la asignatura de Química I, y la única base con la que los alumnos cuentan es con la asignatura de Química que se lleva en el último grado de secundaria. Los alumnos no están familiarizados con la simbología química e intentar enseñar esta simbología, al mismo tiempo que la clasificación de la materia, podría generar un conflicto para los estudiantes al tener múltiples conocimientos que adquirir. No se sugiere dejar de lado el nivel simbólico al enseñar la clasificación de la materia, pero se pide no hacer énfasis en este nivel durante uno de los primeros temas que se deben enseñar.

Por último, se sugiere enseñar estos conceptos con ayuda del tema de reacción química. Debemos tomar en cuenta que, si se quiere seguir por este camino, como el propuesto por Vos y Verdonk, el alumno estará llevando a cabo más aprendizajes de los que realizaría si los temas estuvieran por separado. Esto no debería de presentar una dificultad, si se diseñan estrategias de aprendizaje adecuadas; sin embargo, para realizar estas estrategias se debe contar con profesores experimentados, profesores que tengan un amplio conocimiento del tema, que hayan llevado a cabo estas estrategias anteriormente y hayan solucionado las posibles dificultades que se hayan presentado ya sea durante las clases teóricas o durante las prácticas en laboratorio. Sería complicado, para un profesor novato, llevar a cabo una estrategia que implicara una gran carga conceptual; se enfrentaría con un mayor número de preguntas por parte de los alumnos, tendría que explicar el proceso de reacción utilizando conceptos que los estudiantes aún no dominan y debería llevar a cabo la enseñanza de diversos conceptos, procedimientos y actitudes simultáneamente. Otra de las dificultades que se encuentran para esta estrategia es que no en todos los bachilleratos se cuenta con los recursos (sobre todo reactivos) necesarios para llevar a cabo todas las reacciones que se sugieren.

1.4.2. Propuesta de enseñanza propia.

Después de investigar sobre el programa de estudios de Química para el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades, las dificultades de aprendizaje, las concepciones alternativas y las estrategias de enseñanza sugeridas, se diseñó una propuesta propia de enseñanza del tema. Esta propuesta de enseñanza tiene como objetivo, para esta investigación, elaborar un mejor instrumento de recopilación de información para los docentes del Colegio.

Esta propuesta se lleva a cabo durante 5 sesiones:

- Sesión 1. Modelo cinético corpuscular.
- Sesión 2. Mezclas homogéneas y heterogéneas.
- Sesión 3. Métodos de separación de mezclas.
- Sesión 4. Sustancias: elementos y compuestos.
- Sesión 5. Representaciones de las clasificaciones de la materia por medio de partículas.

Sesión 1. Modelo cinético corpuscular de la materia.

Objetivos, que el alumno:

- Descubra la importancia de la utilización del modelo de partículas para la representación de los diferentes estados de agregación.
- Conozca las diferentes características de las partículas en cada estado de agregación.
- Represente los tres distintos estados de agregación de la materia por medio de partículas.

Resumen de la sesión. Se utilizarán materiales como piezas “lego” o cubos Rubik para que los alumnos comprendan que la materia está formada por partículas. Se expondrán analogías a los alumnos y se utilizarán botellas rellenas de distintos materiales para llenar una tabla donde se definan las características (movimiento de las partículas, distancia entre ellas, forma que adoptan) de las partículas en cada estado. Se pedirá a los alumnos que, por equipo, representen los 3 distintos estados de la materia.

Sesión 2. Mezclas homogéneas y heterogéneas.

Objetivos, que el alumno:

- Conozca la diferencia entre las mezclas homogéneas y heterogéneas.
- Aprenda a reconocer mezclas presentes en su vida diaria.
- Aprenda que hay otro tipo de mezclas llamadas coloides que se diferencian por el tamaño de partícula.

Resumen de la sesión. Los alumnos traerán alguna mezcla de su casa y en clase se discutirá qué tipo de mezcla es, haciendo énfasis en que las mezclas están formadas por distintas sustancias, se presentará a los alumnos el efecto Tyndall. Se les explicará la importancia de conocer el tipo de mezcla y así se introducirá al tema de la siguiente clase que son los métodos de separación de mezclas.

Sesión 3 (experimental). Técnicas de separación de mezclas.

Objetivos, que el alumno:

- Conozca los diferentes métodos de separación de mezclas.
- Reconozca que la utilización de un método de separación u otro depende de las características de los componentes de la mezcla.
- Utilice alguno de los distintos métodos de separación.

Resumen de la sesión. Los alumnos deberán investigar sobre los métodos de separación de mezclas. En laboratorio, los alumnos deberán separar los componentes de distintas mezclas problema que el profesor les proporcionará. Al finalizar la clase se hará hincapié en que las características de los componentes de las mezclas son las que definen qué método de separación se utilizará.

Sesión 4. Sustancias: elementos y compuestos.

Objetivos, que el alumno:

- Pueda diferenciar entre las tres clasificaciones de la materia (elementos, compuestos y mezclas).
- Reconozca la amplia presencia de las mezclas en la vida diaria y la importancia de la industria en la obtención de las sustancias.
- Aprenda a utilizar la definición de la palabra “sustancia” en el ámbito de la química.

Resumen de la sesión. Los alumnos deberán investigar sobre la clasificación de la materia como tarea, además, deberán traer a clase un material que ellos consideren una sustancia. En clase, se discutirá, a través de una competencia, la naturaleza de los materiales que los alumnos trajeron. Se debe hacer hincapié en las diferencias entre cada clasificación. Por último, se llevará a cabo la electrólisis del agua para ejemplificar un método químico de separación.

Sesión 5. Representación de las clasificaciones de la materia por medio de partículas.

Objetivos, que el alumno:

- Utilice el modelo de partículas visto en la sesión 1 para realizar la representación de los elementos, compuestos y mezclas.
- Pueda elegir, dentro de distintas representaciones, la correcta para la representación de alguna sustancia y mezcla.

- Refuerce los conocimientos y diferencias sobre estos conceptos a través de su representación.

Resumen de la sesión. Se pedirá a los alumnos que nuevamente representen los tres estados por medio de partículas; luego, se les pedirá que dibujen un elemento, después se les pedirá que dibujen un compuesto con dos elementos; posteriormente una mezcla de dos compuestos con dos elementos; por último, se les pedirá que dibujen una mezcla con un elemento sólido insoluble y dos compuestos líquidos, uno con dos elementos y otros con tres. Para finalizar, se les dará a los alumnos, por equipos, tarjetas donde se represente un tipo de materia macroscópicamente y otra submicroscópicamente, los alumnos deberán encontrar las parejas correctas.

Se considera que esta propuesta toma en cuenta las principales sugerencias de la literatura y podría ser más adecuada por las siguientes razones:

- Antes de hablar acerca de elementos y compuestos en la sesión 3, se explicó ampliamente a qué nos vamos a referir con la palabra “sustancia” dentro de la asignatura de química.
- La mayoría de las sesiones tratan sobre el nivel macroscópico, pero en la primera y en la última sesión también se trabaja con el nivel submicroscópico, incluso, la última sesión se planea dedicar únicamente a relacionar el nivel macro con el submicro. El nivel simbólico no se dejará de lado, se hablará de él en todas las sesiones, sin embargo, no se hará hincapié en este nivel, ni se incluirá en la evaluación del tema.
- No se sugiere enseñar únicamente clasificación de la materia, sino también el tema del modelo corpuscular y de técnicas de separación de mezclas, explicando así el camino para llegar a la clasificación de la materia.
- No se une el tema de clasificación de la materia con reacción química debido a las complicaciones que se mencionaron anteriormente. (p.12)

2. El conocimiento didáctico del contenido.

2.1. Origen del conocimiento didáctico del contenido.

En el año 1986, Lee Shulman publica un artículo llamado “Those who understand: knowledge growth in teaching” (Los que comprenden: Crecimiento del conocimiento en la enseñanza). En este artículo compara una lista de competencias docentes del año 1875 con una lista moderna y nota una gran disminución en la importancia del contenido disciplinar como objetivo a evaluar, mientras existe un claro aumento en las habilidades pedagógicas. Descubre que el énfasis en la literatura de investigación sobre la enseñanza está en cómo los maestros manejan sus salas de clases, organizan sus actividades, asignan tiempos y turno, estructuran tareas, atribuyen elogios y culpas, formulan los niveles de sus preguntas, planifican lecciones, juzgan la comprensión de los estudiantes, etc., pero se echan de menos preguntas acerca

del contenido de las lecciones enseñadas, las preguntas formuladas y las explicaciones que se ofrecen. Nadie preguntó cómo se transformó el conocimiento del maestro sobre la disciplina al contenido de la instrucción para los estudiantes, cómo las formulaciones particulares de ese contenido se relacionaban con lo que los estudiantes sabían o malinterpretaban.

Shulman (1986) nombra a la falta de este enfoque en el contenido entre los diversos paradigmas de investigación para el estudio de la enseñanza como el problema del “paradigma faltante”.

Según Pinto (2008), fue en el artículo de 1986 donde Lee Shulman planteó su propuesta y noción acerca del conocimiento didáctico del contenido (CDC). Entre las diferentes razones que Pinto menciona se fueron conjugando para el surgimiento de esta propuesta, él resalta:

- 1) Las críticas recibidas a las corrientes sobre la didáctica del profesor que favorecieron un mayor énfasis en los procesos de evaluación, acreditación y selección de profesores basado en lo pedagógico (casi exclusivamente), asumiendo que el contenido está cubierto por el hecho de tener una licenciatura en la disciplina correspondiente.
- 2) La ineludible necesidad de recuperar y asignarle el justo valor al conocimiento del contenido como elemento igualmente importante en el perfil del profesor y crear un modelo que integrara el conocimiento del contenido con el conocimiento pedagógico.
- 3) Los serios problemas en la adquisición, dominio y uso del conocimiento del contenido por enseñar, de parte del profesor.

2.2. ¿Qué es el CDC?

Shulman expresó en 1987 la siguiente representación del CDC:

Dentro de la categoría de conocimiento didáctico del contenido se incluyen las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en una palabra, las formas de representar y formular el tema que lo hacen comprensible para otros. [...] la mezcla entre el contenido y la didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses de los alumnos, y se exponen para la enseñanza. (p. 8)

Mientras que para Pinto (2008), el conocimiento didáctico del contenido (CDC) es un diseño propio de cada profesor, que muestra el conocimiento que resulta de la transformación/integración de dominios como el conocimiento de la disciplina, la pedagogía, el contexto y el currículum (no sólo de la institución, sino de las

instituciones donde se enseña esa asignatura). Es una transformación del contenido a contenido enseñable, lo que implica saber cómo adaptar el material representado a las características de los alumnos.

Para Acevedo (2009), el CDC se ocupa de las creencias, actitudes, disposiciones y sentimientos del profesorado respecto a la disciplina que enseñan y cómo influyen estos aspectos en los contenidos que se seleccionan y la manera de enseñarlos, en los temas preferidos y los que no les gusta enseñar a los profesores, así como en el autoconcepto relativo a la capacidad para enseñar una disciplina determinada.

2.3 ¿Para qué sirve el CDC?

El CDC puede ser un marco teórico útil para analizar cómo puede hacerse una implementación más adecuada de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, venciendo los numerosos obstáculos que hay que superar para ello. Se usa en didáctica de las ciencias como modelo para describir e interpretar el modo en que los profesores en formación inicial y principiantes aprenden a interpretar y transformar el contenido de un tema en significados comprensibles para un grupo de estudiantes en el aula. Este modelo puede ayudar a los profesores en servicio a conocer el desarrollo que tiene su conocimiento dentro del ámbito escolar, lo que ayudará a clarificar la comprensión sobre este conocimiento. A través de esto, el profesor podrá generar un repertorio de estrategias o representaciones instruccionales más adecuadas dependiendo de los aspectos que contempla el modelo de CDC utilizado. (*Van Driel, Verloop y De Vos, 1998*).

El CDC proporciona un nuevo marco analítico para la organización y recogida de información sobre la cognición del profesor; resalta la importancia del conocimiento de la disciplina en cuestión y su transformación para la enseñanza, incorpora hallazgos de otros constructos relacionados y facilita una visión más integrada del conocimiento del profesor y su práctica en el salón de clases (Nakiboglu y Karakoc, 2005).

2.4 Modelos más importantes del CDC.

Como se mencionó en el capítulo anterior, han surgido distintos modelos del CDC que se diferencian, entre otros aspectos, en dos puntos: el primero son los componentes que integran el CDC; mientras que el segundo es la forma en la que estos componentes se integran. Para entender los cambios en cada uno de los modelos partiremos de los componentes incluidos en el modelo de Shulman propuesto en 1986.

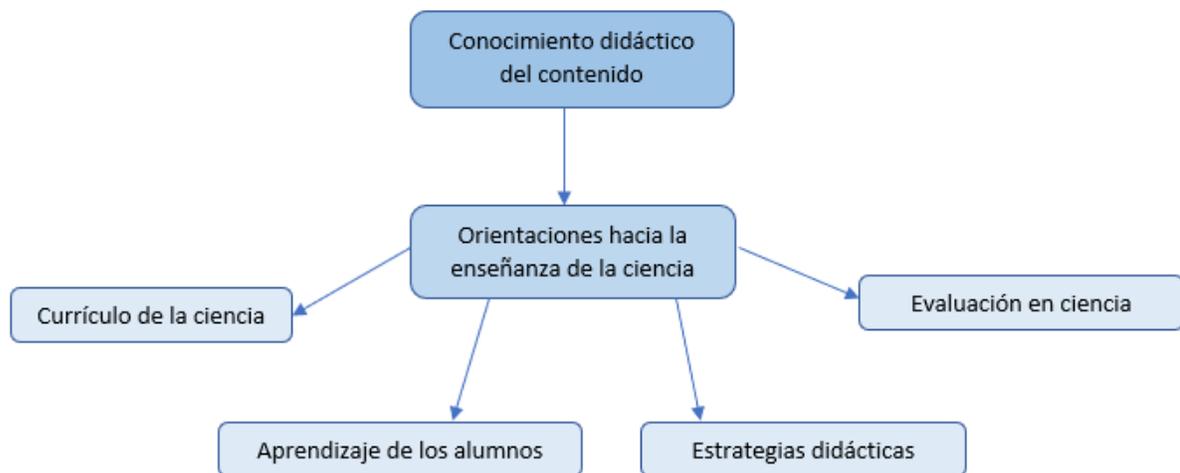
Para Shulman, la forma en la que el conocimiento crecía dentro de la mente de los profesores incluía las siguientes tres categorías:

1. El conocimiento del contenido (con gran énfasis en él)
2. El conocimiento didáctico del contenido.
3. El conocimiento curricular.

Es importante notar que, para Shulman, el conocimiento del contenido era el dominio principal, el cual estaba separado del conocimiento didáctico del contenido y del conocimiento curricular (Carlsen, 1999). Posteriormente, uno de los modelos más conocidos y utilizados para la investigación en el tema es el modelo de Magnusson, el cual surgió en el año 1999. En este modelo, Magnusson toma como dominio principal al conocimiento didáctico del contenido, el cual incluye cinco componentes (Magnusson, 1999):

1. Orientaciones para la enseñanza de la ciencia (del cual derivan los otros cuatro componentes)
2. Conocimiento sobre el currículo de la ciencia.
3. Conocimiento del aprendizaje de los alumnos.
4. Conocimiento de estrategias didácticas.
5. Conocimiento sobre evaluación en ciencia.

Ilustración 1. Modelo de Magnusson.



Otro modelo importante surgió en el año 2008 a cargo de Park y Oliver, quienes incorporaron un nuevo componente a los propuestos por Magnusson:

6. Percepción de autoeficacia.

Además, propusieron que el CDC se generaba a partir de las interrelaciones de cada uno de estos seis dominios de conocimiento mediante lo que ellos llamaron la “reflexión sobre la práctica”, que se realiza al planificar y reflexionar sobre el propio proceso educativo (Park y Oliver, 1999).

Ilustración 2. Modelo de Park y Oliver.



En el año 2012, se celebró la primera cumbre de CDC en Colorado, donde una de las contribuciones más importantes fue la creación del llamado “modelo consensuado” (MC) de CDC. Este modelo incluía cinco componentes para, lo que ellos llamaron, “bases del conocimiento profesional docente”:

1. Conocimiento sobre evaluación.
2. Conocimiento pedagógico.
3. Conocimiento del contenido.
4. Conocimiento sobre los estudiantes.
5. Conocimiento curricular.

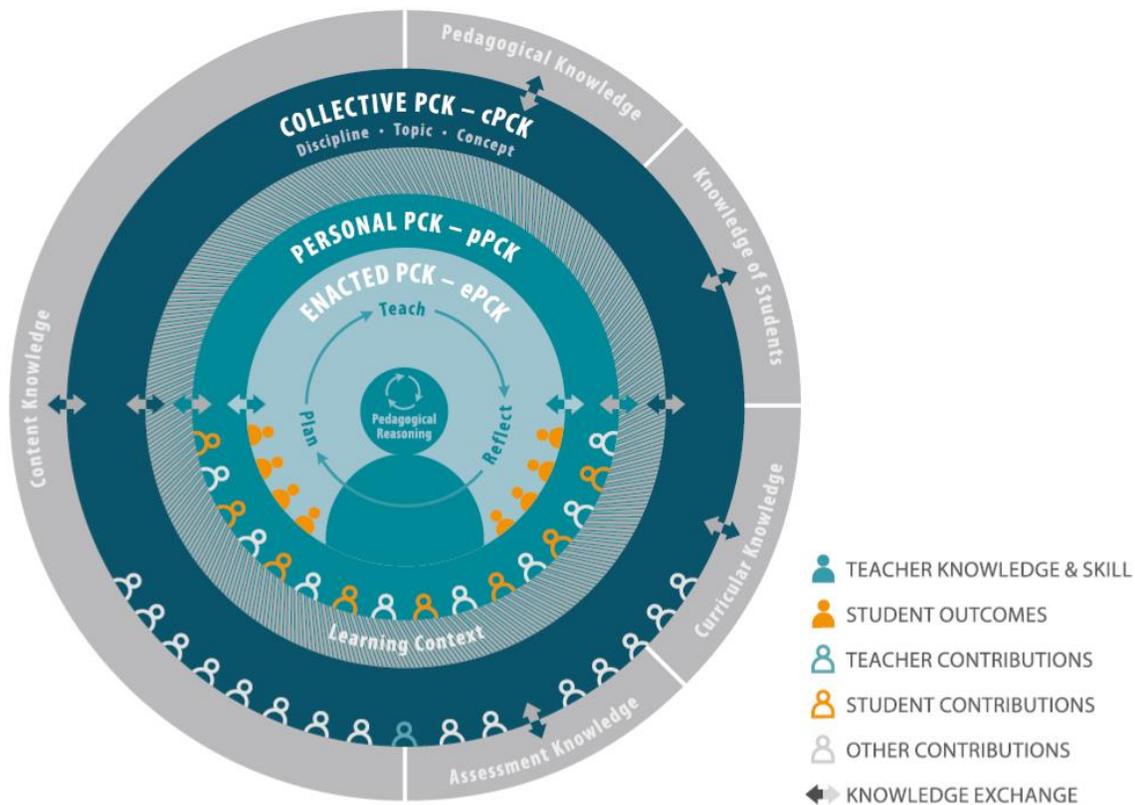
Este MC también incluía subcomponentes relacionados de distintas maneras, dentro de estos subcomponentes se encontraban:

- Conocimiento profesional específico del tema.
- Amplificadores y filtros (creencias del profesorado, orientaciones, conocimientos previos, contexto).
- Práctica en el aula.
- Conocimiento didáctico del contenido.
- Resultados de los estudiantes.

Durante la segunda cumbre de CDC llevada a cabo cuatro años más tarde, se discutió a cerca de las limitaciones del MC. Encontraron que una de las limitaciones más importantes era que, aunque el modelo incluyera al CDC, no se trataba sobre él, sino que era una ilustración del conocimiento y las habilidades profesionales de los docentes. Los investigadores se propusieron desarrollar un modelo con un objetivo principal: relacionar los resultados de las investigaciones sobre educación en ciencias con los maestros y la puesta en práctica dentro de las aulas.

Decidieron utilizar una representación de círculos concéntricos para mostrar la relación entre los componentes de CDC. Además, colocaron a los maestros y a los estudiantes en el centro para reflejar esta priorización a la enseñanza dentro del aula (Carlson, 2019).

Ilustración 3. MCR (Modelo de consenso refinado) de CDC. Tomado de Carlson, 2019.



Podemos observar que los componentes que el modelo de consenso refinado (MCR) toma en cuenta son los siguientes:

1. Conocimiento del contenido (nuevamente, como Shulman, dando prioridad a este componente).
2. Conocimiento sobre evaluación.
3. Conocimiento curricular.
4. Conocimiento sobre los estudiantes.
5. Conocimiento pedagógico.

Además, distinguen entre tres tipos de CDC:

- Conocimiento didáctico del contenido promulgado (eCDC). Es decir, el CDC del profesor que se puede visualizar en sus prácticas en el aula.
- Conocimiento didáctico del contenido personal (pCDC). Es el CDC del profesor que, aunque ya forme parte de su formación, aún no logra que sea visible durante la enseñanza.
- Conocimiento didáctico del contenido colectivo (cCDC). Es el resultado de la integración de los CDC de un grupo de personas, podría ser el de los profesores del departamento de matemáticas de una escuela, el de los profesores de una escuela, el de los profesores de un estado, etc.

Por último, este modelo toma en cuenta las contribuciones que cada miembro hace a la evolución del CDC. Esto demuestra que no sólo los investigadores tienen la capacidad de influir en el desarrollo del CDC, sino también los maestros y los estudiantes. Y que, los maestros, pueden utilizar el conocimiento generado por otras personas para mejorar su CDC.

Durante esta investigación se decidió utilizar este modelo como base debido a la importancia que dan a la utilidad dentro del aula. Debido a que uno de los objetivos de este trabajo de investigación fue adquirir herramientas para mejorar la enseñanza del tema de “clasificación de la materia”, esperamos que los resultados tengan impacto dentro del aula de los colegios donde se llevará a cabo, pero también, que cada persona que lea esta investigación pueda utilizarla para su proceso de enseñanza.

Capítulo 2. Marco metodológico.

1. Contextualización del problema.

1.1. Planteamiento del problema.

El aprendizaje de los conceptos de elemento, compuesto y mezcla sientan las bases para lograr una mejor comprensión de los conceptos que se estudian en química. Sin embargo, muchos estudiantes no logran comprender de manera cabal la implicación de estos conceptos, por lo que resulta de interés conocer y reconocer qué hacemos como docentes de bachillerato para lograr los objetivos de aprendizaje en relación con estos conceptos básicos.

El CDC puede ser un marco teórico útil para analizar cómo puede hacerse una implementación más adecuada de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, venciendo los numerosos obstáculos que hay que superar para ello. No se limita a estudiar cómo se enseña para obtener conocimiento de la didáctica general, sino que busca que el profesor comprenda lo que se ha de aprender y cómo se debe enseñar el contenido a partir de la propia práctica docente, de la comprensión de cómo el alumno aprende y comprende, resuelve problemas y desarrolla su pensamiento crítico acerca de dicho contenido (Shulman, 1987).

El CDC, hace énfasis en que tener conocimiento de la disciplina no garantiza que se transformará en representaciones que ayudarán a los estudiantes a comprender conceptos específicos.

1.2 Pregunta de investigación.

¿Cuál es el Conocimiento Didáctico del Contenido de los profesores de Química I del CCH Azcapotzalco relacionado con los conceptos de elemento, compuesto y mezcla?

1.3 Objetivos.

- Aportar una base sobre el pensamiento docente de los profesores del colegio hacia la Unidad 1 del programa de estudios.

- Proponer una estructura de enseñanza basada en las mejores estrategias docentes de las que hacen uso los profesores de química del bachillerato alrededor de estos conceptos.
- Representar el CDC de los profesores de Química I del CCH Azcapotzalco relacionado con algunos de los conceptos que se enseñan a inicio de curso (elemento, compuesto y mezcla).

2. Metodología.

2.1. Instrumentos de recopilación de datos y método de interpretación.

2.1.1 Justificación del instrumento de recopilación de datos elegido.

Aunque el CDC puede representarse, es un constructo bastante difícil de reconocer y articular por diferentes razones. El CDC de un profesor puede no ser evidente para el investigador dentro de los límites de una lección o de la experiencia docente; se puede necesitar un largo periodo de tiempo para desarrollarlo. Baxter y Lederman (1999) notaron que las observaciones pueden arrojar sólo una visión limitada en el CDC del profesor, debido a que, en parte, es un constructo interno. Además, los profesores no utilizan un lenguaje que pueda relacionarse fácilmente con el CDC, gran parte de su conocimiento de la práctica es tácito. Por último, para los profesores de ciencias, así como para los profesores de otras áreas, hay pocas oportunidades, tiempo, expectativas o razones obvias para entablar debates que les ayuden a desarrollar un conocimiento tácito de su experiencia profesional de forma explícita y articulable para compartir a la comunidad educativa.

John Loughran, Pamela Mulhall y Amanda Berry, en el año 2004, desarrollaron un método de captura y representación del CDC. El primero, vinculado al contenido particular de la ciencia, denominado Representación de Contenido (CoRe, Content representation) y el segundo vinculado a la práctica docente, denominado Repertorio de experiencia profesional y pedagógica (PaP-eR, Pedagogical and professional-experience repertories).

Las representaciones del contenido (CoRe).

Este instrumento establece y discute la comprensión de los profesores de ciencias de aspectos particulares de CDC como pueden ser: visión general de las ideas principales, conocimiento de las concepciones alternativas, formas perspicaces de

evaluar la comprensión, puntos conocidos de confusión, secuencia efectiva y enfoques importantes para el enmarcado de ideas.

El CoRe es tanto una herramienta de investigación para acceder a la comprensión del contenido por parte de los profesores de ciencias como una forma de representar este conocimiento. Se utiliza como una herramienta de entrevista con grupos de profesores de ciencias (tres a cuatro integrantes por equipo) para obtener su comprensión de los aspectos importantes del contenido en consideración, así como también usar los resultados de estas entrevistas como la representación misma. A medida que este instrumento se va resolviendo y explorando, la comprensión de los profesores sobre la naturaleza del contenido, y los factores que le dan forma a ese conocimiento se generan y se convierten en una fuente de datos importante. Sin embargo, un CoRe derivado de un grupo de profesores de ciencias no debe ser visto como una representación estática, mejor o correcta de ese contenido, ya que es una generalización necesaria, pero incompleta que resulta del trabajo con un grupo particular de maestros en un momento particular, en un contexto particular y sobre un contenido particular. (Loughran, 2004)

Al codificar el conocimiento de los maestros de una manera común en el área de contenido que se examina, se identifican características importantes del contenido que los maestros de ciencias reconocen y responden en la enseñanza de dicho contenido.

El CoRe es una generalización de las respuestas del profesorado que dan una visión global, expresada en proposiciones, acerca del modo en que los profesores enfocan la enseñanza de un tema y las razones respecto a por qué lo hacen así; esto es, sobre qué contenido van a impartir, cómo lo van a hacer y porqué lo van a hacer de ese modo. Proporcionan comprensión acerca de las decisiones que los profesores pueden tomar cuando enseñan un tema, incluyendo los vínculos existentes entre el contenido, los estudiantes y la práctica docente. Puesto que la información se presenta en forma de proposiciones, el CoRe da una información limitada de la comprensión de la experiencia de la práctica docente. Por este motivo, se desarrollaron también los PaP-eR.

Repertorio de experiencia profesional y pedagógica (PaP-eR).

Los PaP-eR deben adjuntarse al CoRe para complementarlos con la información de las prácticas en el aula, ayudan a conectar la comprensión de un contenido en particular con la práctica en el aula observada. Un PaP-eR ofrece una ventana a una situación de enseñanza/aprendizaje en la que es el contenido el que da forma a la pedagogía. Este instrumento busca sustentar las acciones del maestro destinadas a ayudar a los alumnos a comprender mejor el contenido.

Un solo PaP-eR por sí solo no es suficiente para ilustrar la complejidad del conocimiento sobre un contenido en particular. La inclusión de una colección de PaP-

eR adjuntos a diferentes áreas del CoRe es crucial para resaltar algunas de las diferentes combinaciones de elementos que son indicativos del CDC en ese campo.

Los PaP-eR se desarrollan a partir de descripciones detalladas ofrecidas por maestros individuales y/o como resultado de discusiones acerca de situaciones, ideas o problemas relacionados con el CoRe, así como observaciones en el aula. Por lo tanto, un PaP-eR se desarrolla a través de la interacción de las indicaciones, preguntas, problemas y dificultades que influyen en el enfoque particular para enseñar ese contenido al que está vinculado el PaP-eR y refleja la riqueza de la comprensión del profesor sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en ese campo. El PaP-eR tiene la ventaja de establecerse en un contexto en el que los alumnos interactúan con el tema.

Los PaP-eR no deben tener un formato o estilo particular. Deben ser representaciones atractivas de los elementos de CDC que se ilustran, deben tener una variedad de formatos como entrevistas, voz del observador, diarios, ventana a una lección, voz y acciones de los estudiantes, recursos anotados, etc. Así, el lector puede identificarse con la situación y extraer significado de ella.

La construcción de un CoRe y PaP-eR asociados ofrece una forma de abordar los problemas de capturar y retratar el CDC. Como los PaP-eR se adjuntan al CoRe, no necesitan informar nuevamente sobre la práctica que se ilustra, lo que lo vuelve más atractivo para su análisis.

Para Loughran (2001)

El CoRe y el PaP-eR son dos representaciones complementarias del CDC de los profesores sobre la enseñanza de un tema concreto. Son instrumentos útiles que pueden proporcionar una ayuda potencial al profesorado en formación para lograr el desarrollo de su CDC por medio de la reflexión explícita sobre su propia práctica docente.
(p.1310)

Loughran, Mulhall y Berry (2004) trabajaron con más de 50 maestros de ciencias y se dieron cuenta de que no era útil ver el CDC únicamente como algo que reside dentro de un solo maestro, ya que aspectos diferentes, pero complementarios de CDC se revelan a través de la exploración con grupos de maestros por medio del CoRe, en lugar del trabajo con maestros individuales como lo trabajan los PaP-eRs. Por lo tanto, capturar y retratar el CDC de los maestros requiere trabajar tanto a nivel individual como colectivo, ya que, el CDC reside en el cuerpo de los maestros de ciencias en su conjunto.

2.1.2 Diseño de los instrumentos de recopilación de datos.

2.1.2.1. CoRe sobre clasificación de la materia.

Se utilizó como punto de partida el instrumento desarrollado por Padilla (2014). Sin embargo, se realizaron algunas modificaciones a este instrumento buscando los siguientes objetivos:

- Que el instrumento fuera más ameno y fácil de responder para los docentes que formaron parte de la investigación.
- Que el instrumento no tuviera preguntas repetitivas o ambiguas.
- Obtener la mayor cantidad de información posible a cerca del pensamiento docente sobre el tema en cuestión.
- Que tanto preguntas como respuestas se encontraran dentro del mismo contexto en el que se desenvuelven docentes y estudiantes.

Las modificaciones más importantes que se realizaron en el instrumento son las siguientes:

- Se distribuyeron las preguntas en las siguientes secciones:
 - Visión del profesor hacia la importancia del tema.
 - Visión del profesor hacia el aprendizaje de los estudiantes.
 - Visión del profesor hacia su conocimiento sobre el concepto.
 - Visión del profesor hacia su enseñanza del concepto.
 - Visión del profesor hacia la enseñanza de este concepto en línea.

- Se añadieron tres preguntas:
 - ¿Cuáles son los conocimientos previos necesarios para el aprendizaje de este concepto?
 - ¿Cuánto tiempo dedicas a la enseñanza de este tema?
 - ¿Consideras que es importante abordar este tema durante el curso de Química I del bachillerato?, ¿por qué?

- Se añadió una última sección sobre el aprendizaje en línea. Debido a que, durante el desarrollo de esta investigación, surgió la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 y la mayor parte del profesorado se vio obligado a modificar todo su proceso de enseñanza a un proceso en línea. En esta sección se añadieron las siguientes siete preguntas:
 - ¿Cuáles son las principales dificultades a las que te enfrentaste?

- ¿Consideras que existen algunas ventajas de enseñar este tema?, ¿cuáles?
- Desde la parte tecnológica, ¿qué hiciste para enfrentar este proceso de E/A?
- ¿Qué cambios realizaste a tu enseñanza y a la evaluación habitual del tema?, ¿por qué?
- ¿Cuentas con materiales de apoyo para la enseñanza del tema?, ¿cuáles?
- ¿Cómo logras que los alumnos se motiven hacia el aprendizaje de este tema?
- Emocionalmente, para ti como docente, ¿cómo impactó el cambio a este tipo de enseñanza?

El instrumento final se puede visualizar en el Anexo 1 “CoRe sobre clasificación de la materia”.

2.1.2.2. Cuestionario sobre conceptos centrales.

El CoRe es un instrumento que nos permite recopilar información del pensamiento docente para un concepto en particular, no para un tema. Por esta razón, se tuvieron que elegir los conceptos centrales del tema de “Clasificación de la materia”. Una vez elegidos estos conceptos centrales, el CoRe se debía resolver para cada uno de estos conceptos.

Para elegir estos conceptos centrales, se realizó un breve cuestionario a profesores de química. Este cuestionario se diseñó en la plataforma “Google Forms”, misma plataforma en donde los profesores lo contestaron.

Este cuestionario también sirvió para preguntar a los docentes si estarían dispuestos a formar parte de la investigación. Es evidente que las últimas tres preguntas del cuestionario están enfocadas a este objetivo.

Las preguntas que se incluyeron en este breve cuestionario fueron las siguientes:

1. Correo electrónico.
2. Nombre completo.
3. Grado de estudios de la disciplina en la que imparte clase.
4. Años en docencia.
5. ¿Considera que es importante enseñar este tema?, ¿por qué?
6. Mencione cinco conceptos centrales (los conceptos que guían el tema), que usted considere, para el tema de clasificación de la materia.
7. ¿Estarías dispuesto(a) a apoyarme con un cuestionario más profundo a cerca de la enseñanza de este tema a nivel bachillerato?
8. ¿Estarías dispuesto(a) a participar en una entrevista a cerca de la enseñanza de este tema a nivel bachillerato?

9. ¿Estarías dispuesto(a) a grabar tus clases al impartir este tema a nivel bachillerato para que puedan ser estudiadas como parte de mi investigación?

Es importante mencionar que para las últimas tres preguntas se hizo hincapié en que los datos del docente no serían publicados en ninguna parte de esta investigación.

2.1.2.3. Guiones de entrevista para cada docente.

Después de analizar cada una de las respuestas a los instrumentos de recopilación anteriores, se diseñó un guión de entrevista para cada uno de los docentes con base en sus respuestas. Estas entrevistas se llevaron a cabo para profundizar en el pensamiento de cada profesor preguntando (en la mayoría de los casos) el por qué de sus acciones tomadas dentro del aula o permitiéndoles explicar de una mejor manera algunas de sus respuestas.

Cada uno de los guiones de las entrevistas se pueden observar en el Anexo 2. Guiones de entrevista para cada docente.

2.1.3. Diseño del instrumento de interpretación de datos.

Una rúbrica es un instrumento que define los comportamientos, tareas o actividades específicas que se desean valorar, así como los niveles de desempeño asociados a cada uno. Este instrumento funciona como una guía articulada y precisa que ilustra los objetivos de cada tarea. La rúbrica nos permite valorar aspectos específicos del desempeño, a fin de identificar fortalezas y debilidades respondiendo la pregunta “¿qué voy a evaluar y bajo qué criterios?”. (Sánchez y Martínez, 2020, p. 111)

La mayor utilidad de las rúbricas es evaluar los resultados de los alumnos en distintas actividades, pero, gracias a que este instrumento nos ayuda a interpretar resultados bajo criterios establecidos, se han utilizado en algunas investigaciones sobre CDC (Padilla & Van Driel, 2012. Akinyemi & Mavhunga, 2021. Kirschner et. Al, 2015) para interpretar y representar los resultados de los docentes de una manera más eficiente.

El diseño de la rúbrica de interpretación partió de la “Gran rúbrica para medir el CDC de los profesores de ciencias”, idea propuesta durante la segunda cumbre de CDC en 2016 y descrita en el libro “Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teacher’s Knowledge for Teaching Science” (Hume, Cooper & Borowski, 2019). La idea del diseño de la gran rúbrica fue que ésta sería válida y aceptada en todas partes, además, apoyaría una comunicación clara e inequívoca entre los investigadores. Se buscó que la gran rúbrica fuera de naturaleza suficientemente genérica para poder personalizarla para varios temas de contenido científico y comparar las puntuaciones de CDC entre temas. El objetivo es que esta gran rúbrica haga una contribución

significativa al establecimiento de estándares internacionales para articular el CDC para una serie de temas científicos comúnmente enseñados. (Kam Ho, K., Rollnick, M., Gess Newsome, J., 2019)

Esta gran rúbrica reconoció los siguientes cinco dominios:

1. Conocimientos y habilidades relacionadas con la relevancia curricular.
2. Conocimientos y habilidades relacionadas con las estrategias de enseñanza conceptual
3. Conocimientos y habilidades relacionadas con la comprensión de la ciencia por parte de los estudiantes.
4. Integración entre los componentes de CDC
5. Razonamiento pedagógico.

A continuación, se muestra la rúbrica utilizada en esta investigación.

Rúbrica de interpretación de datos.

Tabla 3. Rúbrica de interpretación.

Componente	Subcomponentes	x	y	z
A. Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum	A1. Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular.	El profesor da una respuesta que tiene como objetivo mencionar el programa curricular, los objetivos y/o las sugerencias de este.	El profesor da una respuesta que tiene como objetivo mencionar el programa curricular, los objetivos y/o las sugerencias de este, además da un ejemplo de cómo utiliza esto dentro del salón de clases.	El profesor da una respuesta que tiene como objetivo mencionar el programa curricular, los objetivos y/o las sugerencias de este, da un ejemplo de cómo utiliza esto dentro del salón de clases y explica o detalla este u otros ejemplos
	A2. Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos.	El profesor menciona la existencia de una relación o secuencia entre los conceptos.	El profesor menciona entre qué conceptos existe una relación o secuencia.	El profesor explica, con detalle, la relación o secuencia que existe entre dos o más conceptos.
	A3. Temas relacionados con los conceptos.	El profesor da una respuesta donde se hace referencia a la relación de ese concepto con otros temas.	El profesor da una respuesta donde se hace referencia a la relación de ese concepto con otros temas, además, se indican a qué temas se refiere.	El profesor da una respuesta donde se hace referencia a la relación de ese concepto con otros temas, se indican los temas y se explica la relación que tienen con el concepto.
B. Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos.	B1. Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores.	El profesor menciona que este tema es de importancia para el aprendizaje de temas posteriores.	El profesor menciona que este tema es de importancia para el aprendizaje de temas posteriores e indica para cuáles.	El profesor menciona que este tema es de importancia para el aprendizaje de temas posteriores, indica para cuáles y la relación entre ellos.

	B2. Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto.	El profesor menciona que este contenido le servirá al alumno en su vida cotidiana.	El profesor intenta explicar por qué este contenido le servirá al alumno en su vida cotidiana.	El profesor explica por qué este contenido le servirá al alumno en su vida cotidiana, se comprende cómo, a partir del concepto, se llega a este conocimiento que puede aplicar en su vida cotidiana y, realmente, es un conocimiento que le sirve al alumno en su vida cotidiana.
C. Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza.	C1. Estrategias de enseñanza.	El profesor explica una estrategia de enseñanza que utiliza para este contenido.	El profesor explica una estrategia de enseñanza que utiliza para este contenido y la estrategia está centrada en el estudiante.	El profesor explica una estrategia de enseñanza que utiliza para este contenido y la estrategia está centrada en el estudiante y responde a la situación de partida de los alumnos
	C2. Motivación.	El profesor menciona la utilización de alguna estrategia para fomentar la motivación en los alumnos.	El profesor menciona una o más estrategias para fomentar la motivación en los alumnos.	El profesor explica una o más estrategias para fomentar la motivación en los alumnos.
	C3. Materiales didácticos.	El profesor menciona la utilización de uno o más materiales didácticos.	El profesor explica cómo utiliza uno o más materiales didácticos dentro de su clase.	El profesor explica cómo utiliza uno o más materiales didácticos dentro de su clase y justifica su elección de los materiales.
D. Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos.	D1. Modelos para enseñar.	El profesor menciona la utilización de algún modelo para realizar explicaciones a los alumnos.	El profesor explica cómo utiliza uno o varios modelos para realizar explicaciones a los alumnos.	El profesor explica cómo utiliza uno o varios modelos para realizar explicaciones a los alumnos y, estos modelos, son adecuados para el contenido y para el nivel cognitivo de los alumnos.

	D2. Modelos para aprender.	El profesor menciona el uso de modelos, por parte de los alumnos, como apoyo a su aprendizaje.	El profesor explica cómo, los alumnos, utilizan, uno o varios modelos, como apoyo para su aprendizaje.	El profesor explica cómo, los alumnos, utilizan, uno o varios modelos, como apoyo para su aprendizaje. Además, estos modelos son adecuados para el contenido y para el nivel cognitivo de los alumnos.
E. Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos.	E1. Conocimientos previos de los alumnos.	El profesor menciona dos o menos conocimientos previos necesarios para ese concepto.	El profesor menciona más de dos conocimientos previos necesarios para ese concepto.	El profesor menciona uno o más conocimientos previos necesarios para ese concepto y explica cómo los encuentra en los alumnos.
	E2. Concepciones alternativas.	El profesor menciona la existencia de las concepciones alternativas.	El profesor menciona una o más concepciones alternativas para ese concepto.	El profesor menciona una o más concepciones alternativas para ese concepto y explica cómo las encuentra en los alumnos.
	E3. Dificultades de aprendizaje.	El profesor menciona una dificultad de aprendizaje para ese concepto.	El profesor menciona dos o más dificultades de aprendizaje para ese concepto.	El profesor menciona una o más dificultades de aprendizaje para ese concepto y explica por qué las considera como dificultades.
F. Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza.		El profesor menciona una dificultad de enseñanza para ese concepto.	El profesor menciona más de una dificultad de enseñanza para ese concepto.	El profesor menciona una o más dificultades de enseñanza para ese concepto y explica por qué las considera como una dificultad.

G. Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza.	G1. Métodos de evaluación.	El profesor menciona una o más formas de evaluación para ese concepto.	El profesor explica una forma de evaluación para ese concepto.	El profesor explica cómo realiza la evaluación para ese concepto y su forma de evaluación es adecuada para el concepto y para el nivel cognitivo de los estudiantes.
	G2. Ajustes a la enseñanza.	El profesor menciona que realiza una retroalimentación después de la evaluación.	El profesor explica la actividad que lleva a cabo después de una evaluación.	El profesor explica la actividad que lleva a cabo después de una evaluación y, esta actividad, está basada en los resultados de las evaluaciones.
H. Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula.		El profesor intenta dar una explicación a sus acciones tomadas en el aula.	El profesor da una explicación a sus acciones tomadas en el aula y, estas decisiones están basadas en teorías del aprendizaje.	El profesor da una explicación a sus acciones tomadas en el aula, estas decisiones están basadas en teorías del aprendizaje y el profesor puede mencionar estas teorías.

Las modificaciones (más que nada, especificaciones) realizadas a la gran rúbrica fueron las siguientes:

- El dominio “Conocimientos y habilidades relacionadas con la relevancia curricular” se dividió en dos:
 - 1) Conocimientos y habilidades relacionadas con el currículum.
 - 2) Conocimientos y habilidades relacionadas con la relevancia de los contenidos.

Conectar lo que los estudiantes aprenden con su vida cotidiana debería ser el principal objetivo de la enseñanza de las ciencias a nivel bachillerato, así lo indican Park & Oliver en un artículo sobre la conceptualización del CDC. (Park & Oliver, 2008). Por este motivo se decidió evaluar la forma en que los docentes relacionan los conocimientos del tema con la vida cotidiana del alumno como un dominio fuera del currículum o programa de estudios.

- Del dominio “Conocimientos y habilidades relacionadas con las estrategias de enseñanza conceptual” se separó un dominio que se nombró como “Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos”. Desde el modelo de Magnusson, propuesto en 1999 (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999), se reconoció que uno de los componentes del CDC es el conocimiento sobre las estrategias instruccionales y, dentro de este componente, hay un subcomponente dedicado a las estrategias para un tema en específico, compuesto de las actividades y las representaciones del mismo. Como sugiere Michael Sanger (Sanger, 2000), el uso del modelo de partículas en la enseñanza del tema “Clasificación de la materia” es indispensable para afrontar las concepciones alternativas de los alumnos. Además, durante este tema también se puede hacer uso de otros modelos, desde el modelo de Bohr, hasta modelar compuestos o elementos con esferas de unicel. Debido a la importancia del uso de modelos, se decidió separarlo del dominio de las estrategias de enseñanza para así poder evaluarlo mejor.
- Se agregó un dominio llamado “Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza”. Después de revisar todas las respuestas a los instrumentos de recopilación de información de los docentes, se decidió hacer una separación entre las dificultades de enseñanza y las dificultades de aprendizaje. Las dificultades de enseñanza se entendieron como esos obstáculos que se presentan durante el proceso de E/A ajenos a la situación de partida de los alumnos. Estas dificultades pueden ser generadas por la falta de materiales, de recursos en línea, a la falta de conocimiento de la asignatura o pedagógico por parte del profesor o, incluso, a exigencias dentro de la escuela.

- El dominio “Integración entre los componentes de CDC” decidió omitirse debido a la falta de información para asignar respuestas en este dominio. Se sugiere que para la integración de este dominio se lleven a cabo las observaciones de clases de los profesores que forman parte de la investigación.
- La mayoría de los dominios se dividieron en subcomponentes que, aunque formen parte del mismo dominio, son diferentes entre ellos. El objetivo de crear los subcomponentes fue buscar la especificidad dentro de cada dominio para evaluar de una manera más concreta el CDC de cada profesor.
- Por último, a cada uno de estos subcomponentes se les asignaron tres claves distintas “x”, “y” y “z”. Estas claves se crearon para diferenciar entre una manifestación de mayor o menor nivel. Dentro de la rúbrica se pueden visualizar los criterios para la asignación de cada una de estas claves, pensando que la clave “z” es para una mejor manifestación que la clave “x”. Es importante recalcar que los criterios para la asignación de estas claves se basaron en las respuestas de los profesores a los instrumentos de evaluación. Para una investigación distinta estos criterios, seguramente, deberían modificarse.

2.2. Muestra de profesores.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las respuestas a las tres últimas preguntas del primer cuestionario (cuestionario sobre conceptos centrales) implementado a una muestra de 15 profesores, sin embargo, tres de ellos no respondieron estas últimas tres preguntas. En estas preguntas se pedía a los docente responder si podían participar en las siguientes partes de la investigación:

Tabla 4. Participación de los docentes en la investigación.

Docente	CoRe	Entrevista	Grabación
1	Sí	No	No
2	Sí	Sí	Sí
3	Sí	Sí	No
4	Sí	Sí	Sí
5	Sí	Sí	No
6	Sí	Sí	No
7	Sí	No	Sí
8	Sí	No	No
9	Sí	Sí	Sí
10	Sí	Sí	No
11	Sí	Sí	Sí
12	Sí	Sí	No

Todos los docentes estuvieron dispuestos a contestar el CoRe. La mayoría de ellos estuvieron dispuestos a participar en la entrevista (PaP-eR), mientras que sólo cinco de ellos estuvieron de acuerdo en que se grabara una de sus clases.

La grabación de clases no se realizó en ninguno de los casos debido a que como la enseñanza presencial se modificó por una enseñanza en línea, debido a la pandemia, los colegios no permitían la grabación de clases por respeto a la privacidad de los alumnos, los cuáles se encontraban tomando clases desde sus hogares.

2.2.1. Docentes que participaron en la investigación.

Debido a las respuestas anteriores, se envió un correo a cada uno de los docentes pidiendo que contestaran el cuestionario para diseñar su CoRe. Este correo lo respondió la mitad de los docentes. A continuación, se muestra información sobre los docentes que participaron en el resto de la investigación.

Tabla 5. Información sobre los docentes.

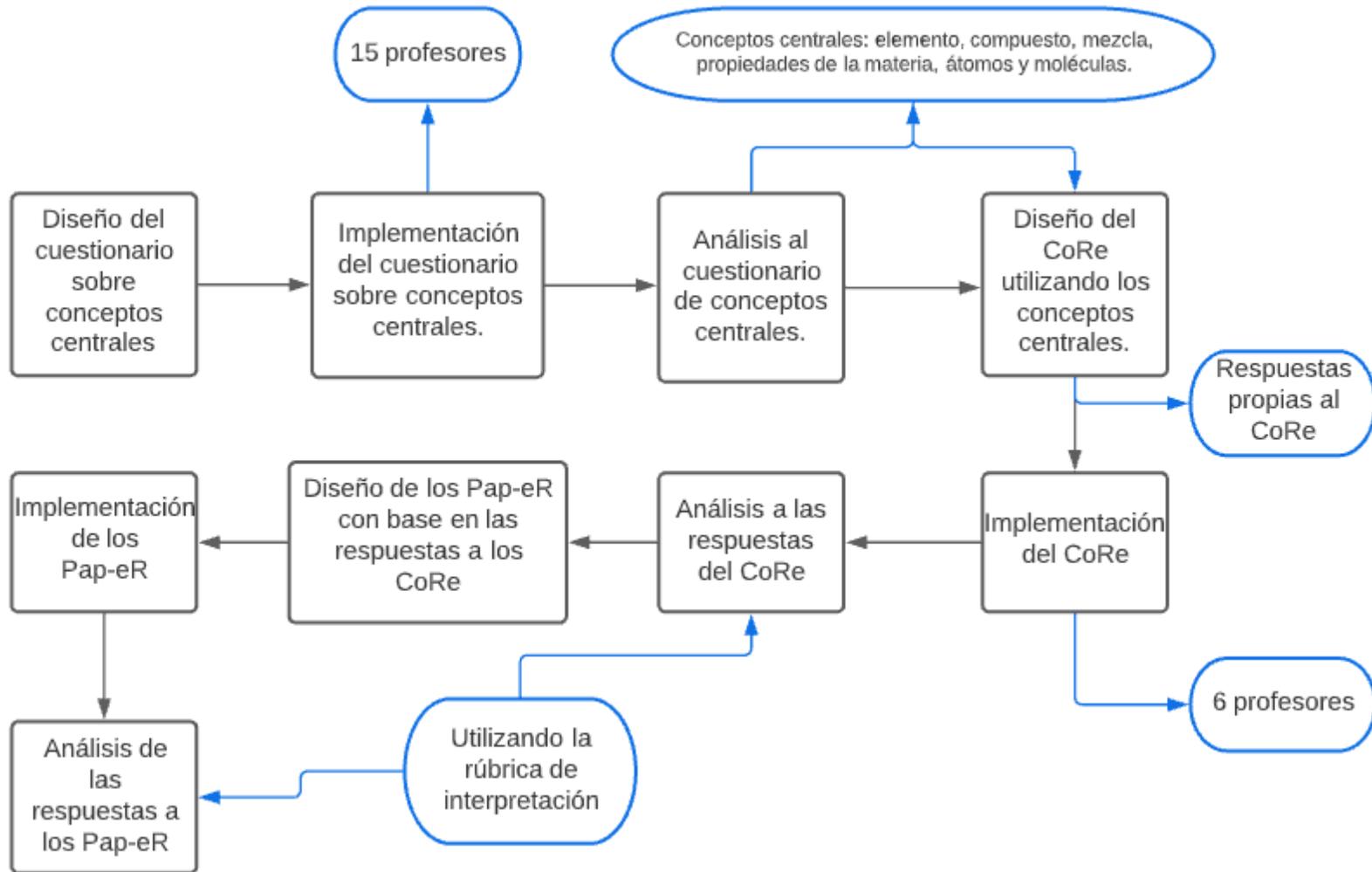
	Nivel de estudios	Edad	Experiencia docente
Docente 1	Maestría	46 años	17 años
Docente 2	Licenciatura	56 años	32 años
Docente 3	MADEMS	46 años	19 años
Docente 4	Maestría	51 años	25 años
Docente 5	Doctorado	44 años	19 años
Docente 6	Licenciatura	56 años	33 años

Podemos observar que todos tienen más de 15 años impartiendo clases. Esto es importante debido a que, según la literatura, mientras más años tenga un docente impartiendo clases, su CDC estará más desarrollado y definido, por esta razón, será más visible en los instrumentos de recopilación de información y será más fácil se representar.

2.3. Etapas de la recopilación e interpretación de información.

A continuación, se muestran en un diagrama las etapas al diseñar, implementar y evaluar los instrumentos de recopilación de información.

Ilustración 4. Etapas de recopilación e interpretación de información.



Capítulo 3. Análisis de los resultados de los instrumentos de recopilación con base en la rúbrica de interpretación de datos.

En esta sección se presentarán y analizarán los resultados del cuestionario de conceptos centrales, de los CoRe's (cuestionarios para cada uno de los conceptos centrales) y de los PaP-eR's (guiones de entrevista basados en las respuestas de los CoRes para cada profesor) utilizando la rúbrica de interpretación para clasificar las respuestas de los docentes.

Para cada maestro se diseñó un guión de entrevista basado en sus respuestas al CoRe. El conjunto de estas respuestas se decidió llamar "PaP-eR" debido a que, como menciona John Loughran (2008), el PaP-eR es un instrumento que busca sustentar las acciones del maestro destinadas a ayudar a los alumnos a comprender mejor el contenido. Además, también menciona que los PaP-eR se desarrollan a partir de descripciones detalladas ofrecidas por maestros individuales y/o como resultados de discusiones acerca de situaciones, ideas o problemas relacionados con el CoRe., utilizando la rúbrica de interpretación para clasificar las respuestas de los docentes.

3.1 Respuestas al cuestionario sobre conceptos centrales.

En este primer instrumento de recopilación de datos participaron 15 profesores en total, aunque tres de ellos no respondieron las últimas tres preguntas sobre su participación en la investigación.

3.1.1. Importancia del tema.

Fueron planteadas las siguientes dos preguntas: ¿Considera que es importante enseñar este tema?, ¿por qué?

A cerca de la primera respuesta, todos estuvieron de acuerdo en que sí es importante enseñarlo. Respecto a la segunda pregunta, las razones fueron las siguientes.

- Es un tema base para el estudio de la química. Esta fue la respuesta en la que todos los docentes concordaron y, sin duda, la más importante. Mencionan que, ya que la química estudia la materia, uno de los primeros pasos para comenzar con este estudio es poder clasificarla, comprender su comportamiento y reconocer sus propiedades.
- En este tema se aprenden conceptos importantes. Se enseñan y utilizan conceptos importantes que se trabajarán durante todo el estudio de la química como son: mezcla y sustancia.
- Es la introducción para el tema de reacción química. Dos docentes mencionan que sirve como introducción para el tema de reacción química debido a que al finalizar la unidad de clasificación de la materia los alumnos pueden reconocer la materia, sus tipos y sus propiedades.

- Ayuda a los alumnos al desarrollo de habilidades. Uno de los docentes dice lo siguiente: *“Este tema ayuda a desarrollar la habilidad de clasificación, de acuerdo con las propiedades, esta habilidad la utilizaremos en otros temas de química, por ejemplo, en la clasificación de reacciones químicas. También nos ayuda a reconocer las propiedades de la materia para así poder darles un uso o conocer su importancia.”*

La respuesta más importante y la que más se repitió en el cuestionario es que este tema es base para el aprendizaje de la química. Pero no debemos olvidar que también sus actividades nos pueden ayudar a desarrollar las habilidades antes mencionadas como la clasificación bajo distintos criterios, reconocimiento de propiedades, asignación de usos o importancia, además de que la alfabetización científica en el bachillerato comienza con este tema, con el reconocimiento de distintos tipos de materia y su relación con la vida cotidiana.

3.1.2. Importancia del tema a nivel bachillerato.

Se les preguntó a los docentes lo siguiente: *¿Considera que es importante enseñar este tema a nivel bachillerato?, ¿por qué?*

Se esperaba que los docentes, en la pregunta anterior, respondieran que sí es importante enseñarlo. El objetivo de esta pregunta fue saber si ellos consideran que este tema se debe abordar o no a nivel bachillerato y si existe una razón en específico para que se aborde en este nivel.

Fuera de las respuestas que son sumamente parecidas a las de la pregunta anterior, se encontraron las siguientes:

- Homogeneizar conocimientos. Siete de los dieciséis docentes encuestados comentaron que es importante hacer un diagnóstico previo para conocer las concepciones alternativas de los estudiantes que se generaron en la vida cotidiana o durante el aprendizaje del tema durante la educación secundaria, posterior a este diagnóstico se debe decidir qué acciones tomar, si sólo se debe repasar un poco o si se debe volver a impartir.
- Aplicación en distintos contextos. Aunque los alumnos ya hayan aprendido el tema de clasificación de la materia, las explicaciones por parte del docente de bachillerato, así como las actividades pueden servir para aplicar sus conocimientos en diferentes contextos.
- Relación con otras asignaturas. Uno de los docentes mencionó que a nivel bachillerato se puede utilizar este tema para relacionar la química con otras asignaturas que se impartirán en el bachillerato como son física o biología.
- Disminución del estrés. Uno de los docentes dice que impartir un tema, durante las primeras semanas, que los alumnos ya conocen, ayuda a disminuir el estrés generado por el cambio de nivel escolar.

Es evidente que los docentes conocen el plan de estudios de nivel secundaria, sus años de experiencia les han ayudado a saber de qué manera reconocer si el tema debe darse como un repaso o se debe dar ampliamente. Sin duda, la formación de un profesor de bachillerato es distinta a la formación de un profesor de secundaria (en la mayoría de los casos), debido a esto, las explicaciones o actividades que el profesor de bachillerato asigne a los alumnos serán distintas de las que el profesor de secundaria les asignó, como se mencionó anteriormente, esto ayudará a los alumnos a aplicar sus conocimientos en otro contexto, por ejemplo, relacionarlo con asignaturas de bachillerato.

3.1.3. Conceptos centrales sobre el tema de clasificación de la materia.

Se les pidió a los docentes que mencionaran cinco conceptos centrales para este contenido, en la siguiente tabla se muestra un resumen de las respuestas:

Tabla 6. Resumen de conceptos centrales.

Concepto central	Frecuencia
Compuesto	15
Elemento	14
Mezcla	13
Sustancia	10
Propiedades de la materia	6
Átomo y moléculas	5
Moléculas	4
Estados de agregación	3
Reacción química	2
Cambios de estado	2
Modelo cinético corpuscular de la materia	2
Propiedades específicas de la materia	2
Materiales	2
Composición química (fórmulas)	2
Enlace químico	2
Disoluciones	2
Partículas subatómicas	1
Materia	1

Podemos observar que “elemento”, “compuesto” y “mezcla” son los ganadores indiscutibles. El siguiente ganador sería “sustancia”, sin embargo, al elegir como conceptos centrales “elemento” y “compuesto”, elegir “sustancia” provocaría que en los siguientes instrumentos de recopilación de datos los participantes utilicen las mismas respuestas para los tres campos y perderíamos la oportunidad de trabajar con otros conceptos que también son importantes. Por esta razón, se omitió “sustancia” y

se eligieron los otros dos conceptos, que son “propiedades de la materia” y “átomos y moléculas”.

Elegir “propiedades de la materia” como un concepto central, está relacionado no sólo con la respuesta a esta pregunta, sino también con la respuesta a las preguntas anteriores, ya que más de la mitad de los docentes mencionaron que este tema ayuda a clasificar la materia y reconocer sus usos con base en las propiedades. El último concepto central “átomos y moléculas”, se eligió debido a que varias de las explicaciones que se dan a lo largo de este tema pueden hacerse con base en los átomos y moléculas, estos conceptos son difíciles de comprender para los alumnos y es de nuestro interés saber qué acciones toman cuando tienen que trabajar con ellos o explicárselos a los alumnos.

3.2. Interpretación de las respuestas a los CoRe´s y a las entrevistas.

Se analizaron las respuestas de los seis docentes, a los instrumentos de recopilación de datos, con base en la rúbrica de interpretación y con ayuda de diagramas de Sankey, los cuáles se obtuvieron a través del uso del programa Atlas.ti®.

3.2.1. Docente 1.

Información sobre el Docente 1.

Tiene el grado académico de Maestría en Ciencias Químicas, 46 años y cuenta con 17 años de experiencia impartiendo clases. Desde un principio, no aceptó participar en la entrevista ni en la grabación de alguna de sus clases donde se impartiera el tema de clasificación de la materia.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

Dentro de los tres subcomponentes del componente “Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum” (A), en donde el docente respondió con una mayor frecuencia fue en el subcomponente “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos”. Tuvo un total de cuatro respuestas que se incluyeron en este subcomponente, en donde tres obtuvieron la clave “z” dentro de la rúbrica.

Se muestra un ejemplo a continuación:

Sobre el concepto de “elemento” se le preguntó al docente “¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?”, respondió:

“Porque la gran mayoría de los materiales que nos rodean y existen en la naturaleza son mezclas de sustancias, porque a lo largo de la humanidad la curiosidad la ha llevado a averiguar qué son esas sustancias y a clasificarlas por su composición elemental, resultando que un tipo de esas sustancias son las sustancias compuestas formadas de sustancias más simples llamadas sustancias elementales. El conocimiento de las propiedades o comportamientos de las sustancias elementales se puede relacionar con materiales de uso muy común (como los metales).”

Podemos observar dos conceptos, de los cinco que se eligieron en esta investigación para el tema de clasificación de la materia, que se relacionan entre sí; el concepto de “elemento” y el concepto de “compuesto”. Debido a que ambos conceptos de encuentran explícitos debemos pasar de la clave “x” a la “y” (de acuerdo con la rúbrica), además, se explica, con detalle, la relación que tienen ambos conceptos, por lo que se asignó la clave “z”.

En total, el docente tiene dos respuestas para el subcomponente “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular” (A1), a ambas se les asignó la clave “x” debido a que no dio un ejemplo de cómo utiliza esto dentro del salón de clases. Tuvo cuatro respuestas para el subcomponente “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos” (A2), donde a tres de ellas se les asignó la clave “z”, mientras que a una se le asignó la clave “y” debido a que no detalló esta relación entre los conceptos. Por último, para el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” (A3) tuvo únicamente una respuesta a la que se le asignó la clave “y”.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

Este es un componente importante para el docente debido a que tuvo un total de doce respuestas que se clasificaron en este componente. La mayoría son para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) donde a la mitad se les asignó la clave “y”, mientras que a la otra mitad se les asignó la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo para cada una.

Sobre el concepto de “compuesto” se le preguntó al docente *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*. A lo respondió:

“Que empleen el término adecuadamente, que comprendan que muchos materiales que le rodean (como el azúcar, la sal común, el bicarbonato de sodio, los medicamentos y los alimentos) contienen (algunos en su mayor parte) sustancias compuestas, que las propiedades características de las sustancias compuestas que le rodean se deben a su estructura y por tanto, qué puede esperar de éstas y otras sustancias compuestas diversidad de comportamientos en cuanto a solubilidad, toxicidad, reactividad, funcionalidad, importancia para la vida, por lo que deberá incrementar su responsabilidad y sentido crítico en cuanto a su uso y manejo.”

Esta respuesta entra dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2), debido a que explica cómo pueden los alumnos utilizar el conocimiento del concepto de compuesto en su vida cotidiana. A la respuesta se le asignó la clave “z” debido a que explica cómo, a través del concepto de compuesto, los alumnos pueden llegar a ese conocimiento y, además, es un conocimiento totalmente útil para los alumnos en su vida cotidiana.

Sobre el concepto de “átomos y moléculas” se le preguntó “¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?”. A lo que respondió:

“Porque una vez comprendido que las sustancias tanto compuestas como elementales se caracterizan por sus propiedades a nivel macroscópico, la humanidad ha buscado encontrar entender y explicar estas propiedades a nivel nanoscópico. Porque el conocimiento de los modelos de la estructura nanoscópica de los materiales es indispensable para comprender la relación con sus propiedades y comportamientos observados. Porque comprender que la diversidad de comportamientos de las sustancias se debe a la existencia y estudio de los 118 elementos conocidos en la Tabla Periódica.”

La respuesta anterior se agrupó en dos subcomponentes. Primero, en el subcomponente “Secuencia adecuada de los contenidos y conexiones entre ellos” (A2) debido a que está relacionando los conceptos de “compuesto”, “elemento”, “átomos y moléculas” y “propiedades de la materia”. Segundo, en el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2). Sin embargo, se le asignó la clave “y”, ya que, aunque él intenta explicar cómo el alumno puede utilizar este conocimiento en su vida cotidiana, no hace explícita la utilidad de este conocimiento dentro del contexto del alumno.

En total, para este componente hubo un total de doce respuestas. Para el subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1) hubo dos respuestas a las que se les asignó la clave “y” debido a que faltó explicar cómo ambos temas se relacionaban. Para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) hubo un total de 10 respuestas; a cinco de ellas se les asignó la clave “y”, mientras que a las otras cinco se les asignó la clave “z”.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

Debido a que no participó en la entrevista, no existió la posibilidad de que explicara las estrategias mencionadas en el CoRe, por esto, ninguna se incluyó dentro del subcomponente “Estrategias de enseñanza” (C1).

Sin embargo, dos se incluyeron dentro del subcomponente “Motivación” (C2); a una de ellas se le asignó la clave “x” ya que menciona que utiliza estrategias para generar la motivación en los alumnos, pero no indica qué estrategias, mientras que a la otra

se le asignó la clave “y”, ya que, aunque indica las estrategias que utiliza, no explica estas estrategias.

Por último, tres se incluyeron en el subcomponente “Materiales didácticos” (C3) y a las tres se les asignó la clave “x”. A continuación, se muestra un ejemplo:

Para el tema de “Clasificación de la materia” y, además, para la enseñanza en línea, se le planteó la siguiente pregunta “¿Cuentas con materiales de apoyo para la enseñanza de este tema?, ¿cuáles?”. El docente respondió:

“Si, inicialmente una serie de textos o lecturas que comparto a los alumnos por medio de documentos PDF, un banco de presentaciones de PPT, simulaciones SWF, videos, protocolos de actividades experimentales, ejercicios de aplicación, cuestionarios y diversidad de actividades como organizadores gráficos, diagramas heurísticos, problemas, banco de reactivos, etc”

A la anterior respuesta se le asignó la clave “x” ya que, aunque menciona varios materiales didácticos, no explica cómo los utiliza dentro del salón de clases ni justifica la elección de estos materiales. Cabe mencionar que a los docentes que participaron en las entrevistas se les dio la oportunidad de ampliar sus respuestas por medio de preguntas como “¿Por qué eliges estos materiales didácticos?” o “¿Cómo utilizas estos materiales dentro del salón de clases?”.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

Para este componente tuvo un total de cuatro respuestas, una de ellas se incluyó dentro del subcomponente “Modelos para enseñar” (D1). Se le asignó la clave “x” debido a que, aunque se mencione el modelo utilizado, no se explica cómo se utiliza este modelo dentro del salón de clases. Para el subcomponente “Modelos para aprender” (D2) tuvo un total de tres respuestas a las que se les asignó la clave “x” por la razón antes mencionada.

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

Para este componente consiguió un total de trece respuestas, estando, la mayoría de ellas en los subcomponentes “Conocimientos previos de los alumnos” (E1) y “Dificultades de aprendizaje” (E3). Ninguna obtuvo la clave “z”.

Para el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” (E1) consiguió un total de cinco respuestas a las que se les asignó la clave “y” debido a que, aunque mencionó más de un conocimiento previo para cada concepto del tema “Clasificación de la materia”, en ninguna mencionó cómo evalúa los conocimientos previos de los alumnos en el salón de clases.

Para el subcomponente “Concepciones alternativas” (E2) tuvo un total de tres respuestas, a dos de ellas se les asignó la clave “y”, mientras que a una de ellas se le asignó la clave “x”. Esta última se muestra a continuación.

Para el concepto de “compuesto” se le preguntó “¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes conectadas al aprendizaje de este concepto?”, la respuesta fue la siguiente:

“Dificultades en el lenguaje para comunicar ideas, concepciones alternativas (en cuanto a partículas y modelos mentales), pobre noción de proporcionalidad y habilidades matemáticas básicas para comprender la ley de proporciones definidas, proporciones múltiples y relación con el lenguaje simbólico (fórmulas).”

Como se puede observar, reconoce la existencia de concepciones alternativas, incluso, menciona para qué temas existen estas concepciones alternativas, sin embargo, no menciona ninguna de estas concepciones alternativas.

Por último, para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” (E3) tuvo un total de cinco respuestas con la asignación de clave “y” debido a que, aunque indica cuáles son estas dificultades de aprendizaje, no indica por qué las considera dificultades. Más adelante podremos ver ejemplos de otras respuestas de profesores que sí indicaron por qué las consideraron como dificultades.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

En este componente tuvo un total de cinco respuestas. A dos se les asignó la clave “y”, mientras que a tres se les asignó la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo para cada clave.

Para el concepto de “propiedades de la materia” se le preguntó “¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?”, respondió:

“El manejo didáctico y acorde al nivel del curso de las limitaciones y alcances de la distinción entre los cambios físicos y químicos. El manejo del tiempo invertido en recuperar los conocimientos previos y homogeneizar en el nivel de dominio de estos, así como en el cambio conceptual por el arraigo de las ideas previas e intuitivas (sobre todo en cuanto a relacionar nuevas sustancias con nuevas propiedades y en cuanto a la tendencia a describir o explicar fenómenos en términos antropomórficos).”

Si bien se mencionan distintas dificultades de enseñanza para este concepto, no se explica por qué las considera dificultades, por esta razón, se le asignó la clave “y”. Nuevamente, cabe aclarar que a los docentes que participaron en la entrevista se les dio la oportunidad de ampliar sus respuestas con preguntas como “¿por qué consideras esto como una dificultad de enseñanza?”. Además, a continuación, mostraré otra respuesta del mismo docente para otra pregunta.

Para el tema de “Clasificación de la materia” y para la enseñanza en línea, se le planteó la siguiente pregunta “¿Cuáles son las principales dificultades a las que te enfrentaste?” a lo que respondió:

“Las dificultades tecnológicas: gran desigualdad entre los alumnos en el tema de la calidad de su conectividad a internet, sobre todo porque provoca interferencias en audio, video y comunicación asincrónica; escasa familiaridad de los alumnos con la plataforma de interacción (TEAMS) lo que dificultó la comunicación oportuna; uso de dispositivos inadecuados por parte de los alumnos (la gran mayoría solo a través de un celular). Las dificultades socioeconómicas: la gran mayoría no cuentan con un espacio adecuado y disciplina para el estudio en línea, lo que provoca ruido de fondo en la comunicación, negativa a abrir cámaras y micrófonos, ausencias en sesiones sincrónicas. Inversión de gran cantidad de tiempo en la elaboración de materiales adecuados (sobre todo videos, “quizzes” y diseño de actividades) lo que además me agota más que antes”

Es evidente que indica, no sólo dificultades de enseñanza, sino también, explica por qué las considera como dificultades, por esta razón, se le asignó la clave “z”.

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

Para este componente no obtuvo un gran número de respuestas, ya que, al igual que en el componente “Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza” (C), el docente no contó con la oportunidad de explicarlas debido a que no participó en la entrevista.

Para el subcomponente “Métodos de evaluación” (G1) tuvo cuatro respuestas, obteniendo una de ellas la clave “z” y las otras tres la clave “x”. A continuación, se muestra la respuesta para la que obtuvo la clave “z”.

Para el concepto “propiedades de la materia” se le planteó la siguiente pregunta “¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?”. La respuesta fue la siguiente:

“Situaciones problemáticas donde el alumno explique fenómenos cotidianos o naturales a partir de las propiedades de la materia y construya modelos explicativos (como las corrientes marinas de convección y los vientos, el efecto del calor específico en el clima de un área geográfica, la flotación de los icebergs, las diferencias de T en la atmósfera, la oxidación de los metales, la combustión de una vela, entre otros).”

Claramente está, no sólo mencionando una forma de evaluación para este concepto, sino también está explicándola y poniendo un ejemplo, es por esta razón por la que se le asigna la clave “z”.

Para el subcomponente “Ajustes a la enseñanza” (G2) tuvo un total de dos respuestas. A cada una se les asignó la clave “x” ya que el profesor únicamente mencionó que llevaba a cabo una retroalimentación a los estudiantes, pero no explicó cómo lleva a cabo esta actividad.

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

Este componente es el más relevante para el docente debido a que, a pesar de no contar con la entrevista, es el que mayor cantidad de respuestas tuvo para este componente.

El Docente 1 contó con un total de ocho respuestas para este componente, seis de ellas con la clave “z”, una con la clave “y” y una más con la clave “x”. A continuación, se muestran dos ejemplos en donde obtuvo la clave “z”.

Para el tema de clasificación de la materia se le preguntó “¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de este concepto?”. Una de ellas fue la siguiente:

“El hecho de que los alumnos aprenden mejor si explican el concepto a sus pares (trabajo en equipo colaborativo y aprendizaje activo-centrado en el alumno)”

El docente está explicando la razón de llevar a cabo el trabajo en equipo dentro del salón de clases y, además, conoce el nombre de este método de enseñanza. Es por esta razón por la que a esta respuesta de le asignó la clave “z”.

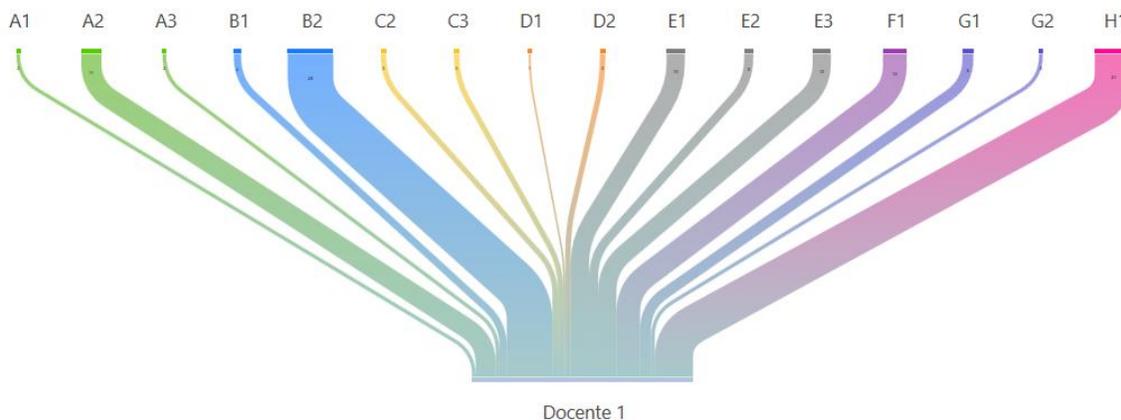
Otra de sus respuestas para esta misma pregunta fue la siguiente:

“que estos modelos científicos los comprenden mejor por medio de su interacción con modelos icónicos y simbólicos, lo que coadyuva al logro de mejores representaciones mentales y explicaciones y a remontar ideas previas difíciles de erradicar (estilos de aprendizaje visual y activo son los más comunes)”

El docente explica el porqué de la utilización de los modelos para la enseñanza y el aprendizaje, además, conoce el nombre de estos estilos de aprendizaje.

Conclusión del Docente 1.

Ilustración 5. Resumen de respuestas, Docente 1.



Podemos observar en la “Ilustración 4” que los dos dominios en los que más respuestas tuvo fueron en el B2 y en el H1. El primer dominio está relacionado con la habilidad del docente para relacionar el tema estudiado con aspectos de la vida cotidiana de los alumnos, mientras que el segundo dominio habla sobre el razonamiento pedagógico hacia sus acciones dentro del aula. Es interesante mencionar que, aunque este docente no participó en las entrevistas, tuvo un gran número de respuestas para el dominio H1, siendo que el objetivo de las entrevistas fue permitir a los docentes responder acerca de este dominio.

Además, cuenta con una gran cantidad de materiales didácticos para la enseñanza del tema en la modalidad de enseñanza en línea. Conoce los conocimientos previos que los alumnos necesitan para aprender cada uno de los conceptos que se enseñan en este tema, sabe de la existencia de concepciones alternativas y conoce distintas dificultades de aprendizaje, así como de enseñanza.

Se busca que el Docente 1, en algún momento, explique algunas de sus estrategias didácticas y se profundice en el uso de los modelos tanto por parte de los estudiantes como de su parte. Por último, faltó conocer cómo evalúa los conocimientos previos de los alumnos y sus concepciones alternativas.

3.2.2. Docente 2.

Información sobre el Docente 2.

Tiene el grado académico de Licenciatura en QFB, 56 años y cuenta con 32 años de experiencia impartiendo clases. En el primer cuestionario que se realizó sobre conceptos centrales indicó que sí le interesaba participar en la entrevista, sin embargo, cuando se le envió un correo de invitación para participar en ella no hubo respuesta.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

Dentro de los tres subcomponentes del componente “Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum” (A), en donde respondió con una mayor frecuencia fue en el subcomponente “Secuencia adecuado de los conceptos y conexiones entre ellos” (A2). Tuvo un total de cuatro respuestas que se incluyeron en este subcomponente, en donde tres obtuvieron la clave “z” dentro de la rúbrica.

Se muestra un ejemplo a continuación.

Para el concepto de “mezcla” se le preguntó “¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?”, respondió:

“Las mezclas son en verdad la forma en la que se encuentra la mayor parte de la materia y está cercana a los jóvenes, aquí podemos aplicar conocimientos adquiridos de la composición y propiedades de elementos y compuestos, y conocer otras propiedades completamente diferentes de la formación y organización de las mezclas así como de sus propiedades”.

Podemos observar cuatro conceptos, de los cinco que se eligieron en esta investigación para el tema de clasificación de la materia, que se relacionan entre sí; el concepto de “elemento”, de “compuesto”, de “mezcla” y el concepto de “propiedades de la materia”. Se le asignó la clave “z” debido a que los cuatro conceptos se encuentran explícitos y se explica la relación que hay entre ellos.

Para el subcomponente “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular” (A1) tuvo una sola respuesta con la clave “x”. De igual manera, para el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” (A3) el docente consiguió únicamente una respuesta a la que se le asignó la clave “y”.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

En este componente tuvo un total de ocho respuestas. Dos de ellas se encuentran dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1); se les asignó la clave “x” debido a que indicó que los conceptos serían importantes para el estudio de la materia en temas posteriores, pero no indicó para qué temas.

Las otras seis se encuentran dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2). A dos se les asignó la clave “y”, mientras que a las cuatro restantes se les asignó la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo con clave “z”.

Para el concepto de “propiedades de la materia” se le preguntó *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*. A lo que respondió:

“Que valoren el conocimiento científico y dejen de lado el pensamiento mágico sobre las propiedades de las sustancias, es decir tener conciencia de que la composición de la materia, su conocimiento y análisis es la única evidencia confiable que le dará el argumento para utilizarla. Por ello, en ocasiones analizamos noticias o comerciales que adjudican propiedades mágicas a determinados materiales”

Esta respuesta entra dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) debido a que explica cómo pueden los alumnos utilizar el conocimiento del concepto de compuesto en su vida cotidiana, además, explica un ejemplo de cómo logra, dentro del salón de clases, que los estudiantes lleguen a este conocimiento. Es por lo anterior que se le asignó la clave “z”, de acuerdo con la rúbrica.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

Debido a que no participó en la entrevista, no existió la posibilidad de que explicara las estrategias mencionadas en el CoRe, por esta razón, no tuvo un gran número de respuestas en este componente.

Es el subcomponente “Motivación” (C2) donde contó con el menor número de respuestas, obteniendo únicamente una con la clave “y”.

Para el subcomponente “Materiales didácticos” (C3) alcanzó tres respuestas a las cuáles se les asignó la clave “x” ya que, aunque el docente indica la utilización de materiales didácticos, no indica cuáles son esos materiales ni cómo los utiliza. A continuación, se muestra un ejemplo.

Para el concepto “átomos y moléculas” se le preguntó al docente *“¿Qué procedimientos y materiales didácticos empleas para que los estudiantes se*

comprometan con el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, videos, libros, simulaciones, etc.)? Y ¿cómo los empleas?”. Él respondió:

“Aquí se utilizan lecturas y análisis de documentos, videos y representaciones, ejercicios en el pizarrón, así como dibujos y elaboración de modelos representando partículas. Planteo ejercicios y problemas que han de resolverse en equipos de alumnos y también de manera individual. Y se analizan de forma grupal.”

El docente menciona la utilización de lecturas, documentos y videos, sin embargo, no menciona qué lecturas, documentos o videos en específico, tampoco explica cómo los utiliza dentro del salón de clases ni justifica la elección de estos materiales. Cabe mencionar que a los docentes que participaron en las entrevistas se les dio la oportunidad de responder a preguntas tipo “¿Cómo utiliza este material dentro del salón de clases?” o “¿Qué características tiene este material para que usted lo haya elegido?”. Por estas razones a todas las respuestas del subcomponente “Materiales didácticos” (C3) se les asignó la clave “x”.

Por último, para el subcomponente “Estrategias didácticas” (C1) consiguió dos respuestas a la que se les asignó la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo.

Para el concepto de “compuesto” se le planteó la siguiente pregunta “¿Qué aspectos de la naturaleza de la ciencia utilizas para el aprendizaje de este concepto?”. Respondió lo siguiente:

“Trabajar en realizar reflexiones sobre cómo el ser humano siempre se ha preguntado sobre su existencia y el conocimiento del mundo y la vida. De esta forma, es importante conocer cómo se ha adquirido, organizado, validado y aceptado el conocimiento nuevo sobre la naturaleza y, particularmente sobre el conocimiento de la materia y sus propiedades, éste aplica para todos los conceptos que me solicitan, así como valorar y aplicar los procedimientos de la ciencia para construir y organizar el conocimiento nuevo. En la actualidad, realizo espacios de reflexión en clase sobre la importancia del uso del conocimiento para el cuidado personal, de la naturaleza y del mundo, promoviendo la responsabilidad que cada uno tenemos por formar parte de este mundo y que no tiene que ver con ser un profesional de la química.”

Esta también obtuvo la clave “H1y” que se comentará más adelante. Se incluyó dentro de las estrategias didácticas ya que el docente explica cómo lleva a cabo los espacios de reflexión dentro del salón de clases, además, da ejemplos sobre los temas que se tratan en estos espacios. Al ser una estrategia centrada en los estudiantes, tiene la clave “z”.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

Para este componente tuvo un total de tres respuestas. Se incluyeron, únicamente, en el subcomponente “Modelos para aprender” (D2). A dos se les asignó la clave “z”, mientras que a una le fue asignada la clave “x” debido a que indica el uso de modelos para la explicación de fenómenos, pero no indica qué modelos pide a los estudiantes utilizar.

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

Para este componente alcanzó un total de diez respuestas. La mayoría de ellas se encuentran en el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos”.

Para el subcomponente antes mencionado (E1) tuvo un total de cinco respuestas a las que se les asignó la clave “y” debido a que, aunque el docente mencionó más de un conocimiento previo para cada concepto del tema “Clasificación de la materia”, en ninguna mencionó cómo evalúa los conocimientos previos de los alumnos en el salón de clases.

Para el subcomponente “Concepciones alternativas” (E2) el docente contó con una sola respuesta a la que se le asignó la clave “y”, ya que, aunque menciona la concepción alternativa, no indica cómo evalúa dichas concepciones en los alumnos.

Por último, para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” (E3) tuvo un total de cuatro respuestas. A dos se les asignó la clave “y”, a una la clave “x” y la última la clave “z”. Todos estos ejemplos se muestran a continuación.

Para el concepto “átomos y moléculas” se le preguntó “*¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes conectadas al aprendizaje de este concepto?*”, respondió:

“La abstracción propia de los conceptos. No los pueden ver y los jóvenes de 15 años están en una etapa en la que lo concreto es lo que aceptan.”

Se le asignó la clave “x” debido a que se menciona únicamente una dificultad de aprendizaje y no se indica porqué se considera una dificultad.

Para el concepto “compuesto” se le planteó la pregunta “*¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?*”, su respuesta fue:

“Desinterés por la asignatura y la abstracción del contenido”.

Aunque no indica porqué considera lo anterior como una dificultad, menciona dos dificultades para el concepto de “compuesto”, por esta razón se asignó la clave “y”.

Para el concepto de “mezcla” se le preguntó “*¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?*”, respondió:

“La necesidad de contar con más conocimientos previos para avanzar al aprendizaje de las características y propiedades de las mezclas”.

Aunque menciona, únicamente, una dificultad de aprendizaje explica por qué la considera como una dificultad, por esta razón se asigna la clave “z”.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

En este componente consiguió un total de cuatro respuestas. A tres de éstas se les asignó la clave “z”, mientras que a una se le asignó la clave “y”. A continuación, se muestra un ejemplo que obtuvo la clave “z”.

Para el concepto de “elemento” se le preguntó *“¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas al aprendizaje de este concepto?”*, respondió:

“La dificultad tiene que ver con la posibilidad de mostrarles que la composición de los elementos es única y que sus características son particulares de cada uno, y es difícil porque no contamos con varios tipos de elementos en el laboratorio para mostrar e identificar sus propiedades.”

Debido a que indica porqué lo considera como una dificultad se asigna la clave “z” aunque únicamente haya mencionado una dificultad.

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

En este componente tuvo únicamente una respuesta, sin embargo, se le asignó la clave “z” debido a que el docente detalla la estrategia de evaluación y pone ejemplos, además, esta estrategia de evaluación es adecuada para el concepto y para el nivel cognitivo de los alumnos. La respuesta se muestra a continuación.

Para el tema de “Clasificación de la materia” se le planteó la pregunta *“¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?”*, respondió:

“En todos los conceptos de los que se me solicita responder esta pregunta utilizo actividades y estrategia semejantes. Tiene que ver con realizar cuestionarios sobre las ideas que han adquirido para plantear sus propios conceptos, siempre solicito el concepto o planteamiento de características con sus propias palabras, planteo problemas a solucionar en las que han de argumentar sus respuestas, por ejemplo "señala cómo separarías la siguiente mezcla, elabora un diagrama, indica qué método aplicas, qué vas separando y porqué utilizaste tal método, en qué propiedad de la materia te basas" o "indica si los siguientes materiales son mezclas, compuesto o elementos e indica porqué consideras tal clasificación". También llevo a cabo actividades de forma grupal en las que - en equipo- los estudiantes comparten lo que

cada uso sabe para resolver un ejercicio o problema. Otra actividad relevante es resolver problemas de trabajo experimental, así como la representación de compuestos, elementos o mezclas utilizando modelos físicos o dibujos.”

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

En este componente logró dos respuestas, ambas con la clave “y”, ya que, aunque se pueden identificar las bases teóricas de la justificación del docente a las acciones tomadas en el aula; sin embargo, no menciona estas bases. A continuación, se muestra un ejemplo:

Se presentará la respuesta mostrada en el inciso “c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza” (p. 48).

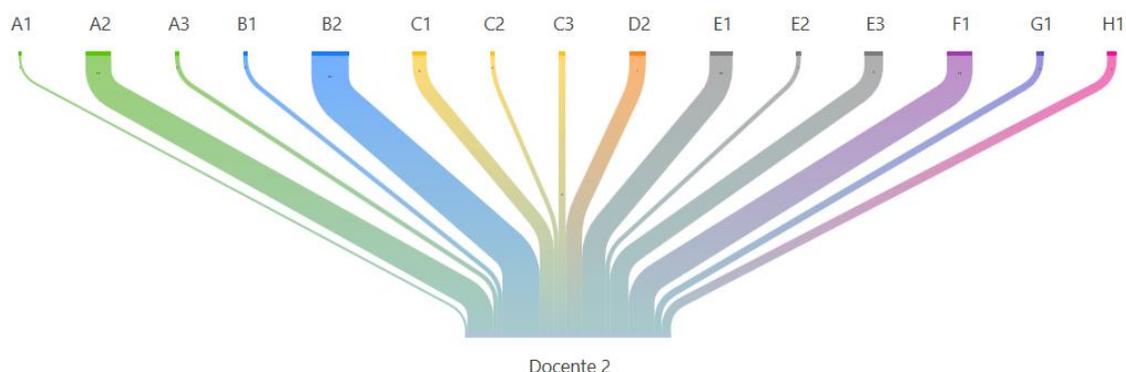
Para el concepto de “compuesto” se le planteó la siguiente pregunta “¿*Qué aspectos de la naturaleza de la ciencia utilizas para el aprendizaje de este concepto?*”. Él respondió lo siguiente:

“Trabajar en realizar reflexiones sobre cómo el ser humano siempre se ha preguntado sobre su existencia y el conocimiento del mundo y la vida. De esta forma, es importante conocer cómo se ha adquirido, organizado, validado y aceptado el conocimiento nuevo sobre la naturaleza y, particularmente sobre el conocimiento de la materia y sus propiedades, éste aplica para todos los conceptos que me solicitan, así como valorar y aplicar los procedimientos de la ciencia para construir y organizar el conocimiento nuevo. En la actualidad, realizo espacios de reflexión en clase sobre la importancia del uso del conocimiento para el cuidado personal, de la naturaleza y del mundo, promoviendo la responsabilidad que cada uno tenemos por formar parte de este mundo y que no tiene que ver con ser un profesional de la química.”

Debido a que el docente reconoce como importantes los aspectos de adquisición y organización del conocimiento, se decidió asignar a esta respuesta la clave H1y.

Conclusión del Docente 2.

Ilustración 6. Resumen de respuestas, Docente 2.



Con base en la “Ilustración 5” podemos decir que tiene la capacidad de relacionar los conceptos (A2), incluso, puede relacionar la mayoría de estos conceptos en un solo enunciado. Conoce la relevancia que tienen los conocimientos adquiridos en la vida cotidiana de los alumnos e, incluso, puede dar ejemplos de estas aplicaciones (B2). Otro punto fuerte es su conocimiento sobre las dificultades que se pueden presentar durante la enseñanza (F1).

El docente cuenta con varias estrategias didácticas para la enseñanza del tema, sin embargo, faltó detallar estas estrategias; lo mismo sucedió con los materiales didácticos. Conoce distintas dificultades de enseñanza que se pueden presentar al impartirlo.

No profundizó en el uso de modelos para este tema, faltó conocer cómo evalúa los conocimientos previos o cómo encuentra las concepciones alternativas en los alumnos. Además, en ningún momento mencionó que se lleve a cabo alguna retroalimentación a los estudiantes después de la evaluación.

3.2.3. Docente 3.

Información sobre el Docente 3.

Tiene el grado académico de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, 46 años y cuenta con 19 años de experiencia impartiendo clases. Indicó que estaba dispuesto a participar en la resolución del CoRe, la entrevista e, incluso, en la grabación de alguna de sus clases.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

Considero que la cantidad de respuestas que consiguió para este componente es pequeña. Para el subcomponente “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular” (A1) tuvo únicamente una respuesta, al igual que para el subcomponente “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos” (A2). Por último, para el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” (A3) el docente alcanzó dos respuestas a la que se le asignó la clave “x” debido a que indicó que los conceptos se relacionaban con temas posteriores, pero no indicó con cuáles.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

En este componente, no obtuvo ninguna respuesta que hiciera referencia a que estos conceptos fueran necesarios para el aprendizaje de temas posteriores, por esta razón, ninguna se incluyó en el subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1)

Por otro lado, para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) contó con un total de 6 respuestas; dos de ellas con la clave “y” y cuatro de ellas con la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo para cada una de las claves.

Para el concepto de “mezcla” se le preguntó *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*, respondió:

“Considerar que todos los materiales que hay en su alrededor son mezclas de sustancias.”

El motivo por el que no se otorgó la clave “z” es porque no se termina de comprender cómo esto será útil para la vida cotidiana de los alumnos, tal vez un ejemplo hubiera sido útil.

Para el concepto “propiedades de la materia” se le preguntó *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*, respondió:

“que cada sustancia tiene propiedades características”.

Únicamente a esta respuesta se le asignaría la clave “y”, al igual que a la anterior, sin embargo, durante la entrevista se le preguntó *“¿Cómo espera que el alumno utilice este conocimiento en su vida cotidiana?”*, respondió:

“Que le puedan dar explicaciones científicas a lo que sienten a través de sus sentidos. Que ellos vayan más allá de su pensamiento y no nada más en lo que pueden ver.”

Si vemos ambas respuestas como una sola, a esta combinación se le otorgó la clave “z”, ya que en la segunda respuesta se explica cómo puede ser útil para la vida cotidiana de los alumnos.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

Debido a que participó en la entrevista, contó con la posibilidad de explicar las estrategias mencionadas en el CoRe, por esta razón, tuvo tres para el subcomponente “Estrategias didácticas” (C1) con la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo:

Durante la entrevista, se le planteó la siguiente pregunta *“¿Podría describir una actividad que lleve a cabo con los alumnos para enseñar estos conceptos?”*. Se le planteó esta pregunta debido a que en el CoRe mencionó el uso de analogías, demostraciones y actividades experimentales. La respuesta fue la siguiente:

“Trato de hacer muchas analogías, por ejemplo, les pregunto “¿tú qué observas? Imagínate que pudieras encogerte como Ant-man, vamos a irnos metiendo a ver si es una mezcla o un compuesto. Hagan dibujos, utilicen bolitas, aunque parezca que esta clase es clase de bolitas de colores.” Así pueden clasificar cómo se ven los átomos cuando son una mezcla o compuesto o elemento. Más que nada es el uso de las bolitas de colores. También utilizo una explicación que es “a ver, imagínense que ustedes ven un salón por fuera, pero si se van acercando más pueden ver que en el salón hay niños, eso no lo podían distinguir antes, entonces así pueden clasificar si hay mezclas homogéneas o heterogéneas”. Yo pensé que iba a ser más fácil en línea, pero no entendían a qué me refería yo con los bolitas. En años pasados les pido que lleven dulces y que consideren una gomita como un átomo o les pido que lo mezclen. O que piensen que una gomita es un compuesto. Utilizo algo que ellos puedan ver fácilmente.”

En la respuesta anterior podemos observar la descripción de una actividad que lleva a cabo. Debido a que esta estrategia está explicada, está centrada en el estudiante y responde a la situación de partida de los alumnos (la dificultad de abstracción del concepto de átomos y moléculas) se otorga la clave “z”.

Además, podemos observar uno de los ejemplos por los que el docente tuvo una respuesta para el subcomponente “Materiales didácticos” (C3). Se asignó la clave “z” al material didáctico de los dulces, ya que indica cómo lleva a cabo esta actividad y, además, justifica la elección de los dulces. Para este subcomponente (C3) consiguió un total de tres respuestas. Dos obtuvieron la clave “z”, mientras que la restante la clave “x”. Las dos que obtuvieron la clave “z” fueron por medio de la entrevista realizada al docente.

Por último, para el subcomponente “Motivación” (C2) tuvo dos respuestas, una con la clave “y” y otra con la clave “z”. En lo que se diferencian es que en la primera únicamente se mencionan las actividades que se llevan a cabo, mientras que en la segunda se explican las actividades.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

No alcanzó ninguna respuesta relacionada con el uso de modelos en el CoRe, sin embargo, durante la entrevista, se descubrió que el docente utiliza un modelo apto para los estudiantes y para el contenido durante la enseñanza del tema de clasificación de la materia. Obtuvo la clave “z” debido a que el docente explicó cómo utiliza el modelo durante sus clases, se mostró en el punto inciso “c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza.” (p.54)

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

Para este componente consiguió un total de tres respuestas. Cada una se incluyó dentro de los tres diferentes subcomponentes con las siguientes claves: para el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” (E1) obtuvo la clave “x” ya que sólo se mencionó un conocimiento previo necesario para los conceptos y, además, el docente en ningún momento indicó realizar una evaluación diagnóstica a los alumnos; para el subcomponente “Concepciones alternativas” (E2) consiguió la clave “y” ya que menciona una concepción alternativa que pueden tener los alumnos relacionada con el tema de clasificación de la materia; por último, para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” (E3) obtuvo la clave “z”, se muestra a continuación:

Para el tema “clasificación de la materia” se le preguntó “*¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes conectadas al aprendizaje de este concepto?*”, respondió:

“Las ideas sobre que la química es difícil y que tiene un idioma que no saben.”

Por sí sola, obtendría la clave “x” por mencionar únicamente una dificultad de aprendizaje y no explicar por qué se considera como una dificultad. Sin embargo, durante la entrevista se le preguntó “*¿Realiza alguna actividad para que los alumnos dejen de pensar que la química es difícil?*”. Una parte de la respuesta del docente fue la siguiente:

“Los retos que implican que ellos piensen un poquito más es lo que provoca que ellos se bloqueen”.

La combinación de ambas es lo que obtiene la clave “z”.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

En este componente tuvo un total de siete respuestas. A dos de se les asignó la clave “z”, a una la clave “y” y a cuatro la clave “x”. A continuación, se muestra un ejemplo para cada una:

Se mostrarán todas las respuestas que incluyen la clave “x” ya que me parece relevante mostrarlas, aunque únicamente menciona una dificultad para cada concepto, no indique porqué las considera como una dificultad, y, haya sido por esta razón por la que obtuvieron la clave “x”.

Se le planteó al docente la pregunta *“¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?”*, respondió:

Para el concepto de “compuesto”: *“temas más complejos como los compuestos que se forman con los gases nobles.”*

Para el concepto de “elemento”: *“la forma en cómo se forman los elementos sintéticos”.*

Para el concepto de “mezcla”: *“la estructura interna entre los átomos en aleaciones.”.*

Para el concepto de “átomos y moléculas”: *“partículas subatómicas/cuarks”*

La respuesta que obtuvo la clave “y” fue sobre la enseñanza en línea y logró esa clave debido a que únicamente faltó explicar por qué la considera como una dificultad.

Se le preguntó *“¿Cuáles son las principales dificultades a las que te enfrentaste?”*, respondió:

“la participación de los alumnos, no he podido interactuar con ellos y las explicaciones siguen siendo vagas. Sobre todo, la apatía que ha llevado a los adolescentes para el trabajo en línea.”

Por último, se mostrará una que obtuvo la clave “z”. Otra parte de la pregunta que se planteó durante la entrevista sobre las acciones del docente para que los alumnos dejen de pensar que la química es difícil es la siguiente:

“Cuando los alumnos no pueden entender algo que está en su propio contexto se les hace difícil. Es difícil porque las reacciones químicas o los enlaces no se pueden ver, pero existen, entonces tratar de que ellos lleguen a la parte del pensamiento de que existen átomos, de que existen reacciones químicas y existen interacciones a nivel nanoscópico sí les cuesta trabajo pensarlo”

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

Por medio de la entrevista se le dio la oportunidad para explicar los métodos de evaluación utilizados en la enseñanza de este tema y que en el CoRe no se detallaron. Se le pidió que explicara cómo les pedía a los alumnos *“explicar los fenómenos que observan”*, ya que así lo describió él en una de las respuestas del CoRe. El docente respondió:

“Por ejemplo, les pido que hagan una actividad experimental o les doy una hoja explicando el fenómeno o algún video. Este año he utilizado videos, por ejemplo, utilizo uno sobre sustancias iónicas y covalentes donde se muestra cómo se comporta una sustancia con enlaces iónicos y una con enlaces covalentes, después de que los alumnos ven el video les pido que lo expliquen con sus propias palabras o con lo que se ha visto antes en clase. Ahí te das cuenta, cuando ellos lo explican de forma oral o escrita, si están entendiendo o no.”

Es por esta explicación en la entrevista por lo que se otorga la clave “z” a la respuesta sobre los métodos de evaluación.

La siguiente respuesta para este componente se asignó al subcomponente “Ajustes a la enseñanza” (G2) y se otorgó la clave “y” debido a que, aunque el docente explica cómo realizó estos ajustes, no se visualiza que el ajuste esté basado en los resultados de la evaluación, esto se muestra a continuación:

Durante la entrevista, se le planteó la pregunta *“¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?”*, él respondió:

“Tengo que buscar otra estrategia o, lo que más o menos me ha resultado es que en el siguiente tema juntamos la explicación que se viene dando desde el principio, la parte padre del programa de CCH es que todo está relacionado, entonces si al principio empezamos con la clasificación de la materia, podemos ir al siguiente tema y repasar lo visto anteriormente.”

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

En este componente el docente tuvo cuatro respuestas, todas ellas con la clave “y”, ya que, aunque se pueden identificar las bases teóricas de la justificación a sus acciones tomadas en el aula, el docente no menciona estas bases. A continuación, se muestra un ejemplo para una.

Respuesta del docente sobre sus estrategias para que los alumnos dejen de pensar que la química es difícil:

“Los retos que implican que ellos piensen un poquito más es lo que provoca que ellos se bloqueen, entonces, a veces yo les digo “mira, no es cosa del otro mundo, mira, reflexiona” o les presento analogías para que ellos vean que no es complicado, les digo “ven, ustedes son muy inteligentes”, hasta esa parte psicológica sirve “ustedes son muy inteligentes, esto no es nada difícil”. Esto sirve para que ellos no se bloqueen y no piensen, a la primera vez que se equivoquen, que entonces son malos y no lo pueden lograr”

El docente sabe que el uso de analogías que estén cercanas a la zona de desarrollo próximo del alumno ayuda a que ellos confíen en sus capacidades y realicen las tareas.

i) Conocimiento sobre los estudiantes.

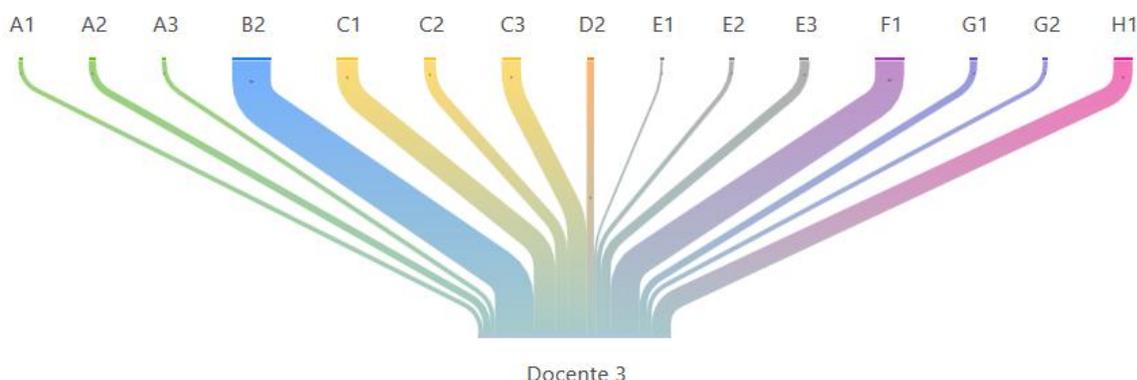
Es necesario crear un componente más para el Docente 3 ya que, durante la entrevista, dio un total de cinco respuestas, que no entraban en ninguna de las categorías de la rúbrica, pero que demostraban el conocimiento que tiene el docente sobre los estudiantes. La respuesta a una sola pregunta de la entrevista integra cuatro de las respuestas que se mencionan en este nuevo componente y se muestra a continuación.

Por última vez, acerca de la misma pregunta de las acciones del docente hacia el pensamiento de que la química es difícil, se muestra, una gran parte, a continuación:

“...He visto que ellos tienen dos pensamientos: el primero es el que utilizan cotidianamente y el otro es para contestar a los maestros, por ejemplo, si la maestra dice que el suelo es una mezcla, entonces en el examen le pongo que el suelo es una mezcla, aunque yo la observo y veo que es del mismo color.... Los alumnos piensan “ay no, si me van a hacer pensar entonces no, entonces me será difícil”. Yo he tenido muchas veces ese tipo de contestaciones “Es que soy muy malo para la química” y yo pienso “ni siquiera has tenido materias de química, ¿cómo puedes decir eso?”... También me ha pasado mucho que los alumnos piensan que los científicos son personas con batas blancas y muy inteligentes y que ellos no pueden llegar a ser esto...También me ha ayudado mucho entender que, a final de cuentas, son adolescentes, que lo mínimo que quieren es una clase de química.”

Conclusión del Docente 3.

Ilustración 7. Resumen de respuestas, Docente 3.



Este docente tiene la capacidad relacionar lo que se enseña dentro del aula con el contexto de los alumnos (B2) y, es capaz de poner ejemplos para cada concepto. Cuenta con estrategias didácticas centradas en los estudiantes tanto para el trabajo presencial como en línea (C1). Reconoce que la motivación es un factor primordial para la enseñanza y hace todo lo posible porque los alumnos confíen en sus capacidades. Utiliza materiales didácticos de fácil acceso para sus explicaciones y para el trabajo de los alumnos durante las secuencias didácticas (C3). Puede mencionar la relevancia que tienen los conocimientos adquiridos en este tema en la vida cotidiana de los alumnos e, incluso, puede dar ejemplos de estas aplicaciones.

Cuenta con varias estrategias didácticas para la enseñanza, sin embargo, faltó detallar estas estrategias; lo mismo sucedió con los materiales didácticos. Tiene muy claras las dificultades de enseñanza para el tema (F1) y puede justificar la elección de materiales didácticos, así como su interacción con los alumnos dentro del salón de clases (H1).

Este docente tiene un gran conocimiento de los alumnos ya que reconoce, no sólo sus intereses, sino también sus preocupaciones y las formas de trabajo que más llaman su atención.

Le falta profundizar en su conocimiento sobre el currículum, la relación mutua entre los conceptos o con otros temas y en la importancia de estos conceptos para temas posteriores. También, debe reconocer que el uso del modelo de partículas, si bien es primordial, no es el único que se puede utilizar. Es necesario que reconozca los conocimientos previos necesarios para el tema, las concepciones alternativas y las dificultades de aprendizaje de los alumnos. Por último, faltó que detallara un poco mejor cómo lleva a cabo la retroalimentación, después de la evaluación.

3.2.4. Docente 4.

Información sobre el Docente 4.

Tiene el grado académico de Maestría en Farmacia, 51 años y cuenta con 25 años de experiencia impartiendo clases. Este docente indicó que estaba dispuesto a participar en la resolución del CoRe, pero no en la entrevista ni en la grabación de alguna de sus clases. Sin embargo, cuando se le volvió a preguntar que participara en la entrevista, finalmente accedió.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

Para este componente alcanzó un total de seis respuestas, encontrándose, la mayoría en el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” (A3). En este subcomponente el docente tuvo un total de cuatro respuestas; una con la clave “x”, una con la clave “z” y dos con la clave “y”. A continuación, se muestra un ejemplo para clave.

Sobre el tema de “Clasificación de la materia” se le preguntó “*¿Cuánto tiempo dedicas a la enseñanza de este tema?*”. Su respuesta fue:

“El programa de química I, indica, al menos, 18 horas, pero, en la mayoría de los temas, tanto de química I, como de química III, del bachillerato, se mencionan estos temas.”

Obtuvo la clave “x” debido a que no menciona con cuáles temas se relaciona ni explica la relación que tienen estos entre sí.

Sobre el concepto de “compuesto” se le preguntó “*¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?*”. La respuesta fue:

“Para que sepan cómo leer una ecuación química, para enseñarles nomenclatura de compuestos. Si no saben qué es un compuesto se les dificulta más entender la nomenclatura.”

Consiguió la clave “y” ya que, aunque se mencionan los temas (ecuaciones químicas y nomenclatura) relacionados con los conceptos de clasificación de la materia, no se explica esta relación. Sin embargo, también se clasificó dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1) con la clave “y”.

Sobre el concepto de “átomos y moléculas” se le preguntó “*¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?*”. La respuesta fue:

“Para que entiendan el concepto de mol y para cuando se aborde el tema de estequiometría de una reacción. Para que ellos identifiquen cuales son átomos y cuales moléculas y, también, sepan calcularlos”

No sólo se indican los temas con los que se relacionan los conceptos (estequiometría y mol), sino que, también, se explica esta relación. Por la razón anterior se le otorgó la clave “z”. Además, también se clasificó dentro del subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1) con la clave “z”.

Por otro lado, para los subcomponentes “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular” (A1) y “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos” (A2) hubo únicamente una con las claves “x” y “y”, respectivamente.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

Este es el componente en el que logró el mayor número de respuestas.

Par el subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1) tuvo un total de seis respuestas; tres con la clave “x”, dos con la clave “y” y una con la clave “z”. La respuesta para la clave “z” se mostró en el inciso “a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum” (p. 60), al igual que una para la clave “y”. A continuación, se muestra la que obtuvo la clave “y”.

Sobre el concepto de “mezcla” se le preguntó *“¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?”*. La respuesta fue:

“para que puedan distinguirlas de un compuesto y elemento y podamos enseñar métodos de separación de mezclas.”

Alcanzó la clave “y” ya que, aunque menciona el tema para el cual es necesario aprender estos conceptos, no indica la relación que tienen o porqué es necesario aprenderlos.

Por otro lado, para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) tuvo un total de 6 respuestas; tres de ellas con la clave “y” y tres de ellas con la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo para cada una de las claves.

Para el concepto de “compuesto” se le preguntó *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*, a lo que respondió:

“Que comprendan que muchos de ellos son utilizados para hacer diferentes materiales que usamos día a día, por ejemplo, los metales que están en varias de las cosas electrodomésticas que empleamos en casa.”

Se reconoce como una aplicación que el alumno puede darle al conocimiento de este tema, sin embargo, no se termina de comprender por qué esto es útil para la vida cotidiana del alumno. Por esta razón obtuvo la clave “y”.

Para el caso de la respuesta con la clave “z”, sobre el concepto de “propiedades de la materia” se le preguntó “¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”, respondió:

“Que sepan cómo pueden, tal vez, limpiar una mancha de labial en la playera o camisa, basándose en los puntos de fusión o de congelación de las ceras, por ejemplo.”

Claramente se puede observar una aplicación útil para la vida cotidiana del alumno, además, el docente indica cómo se relaciona con el concepto de propiedades de la materia.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

Para el caso del subcomponente “Estrategias didácticas” (C1), contó con dos respuestas con la clave “x” y una con la clave “y”. A continuación, se muestra la que obtuvo la clave “y”.

Durante la entrevista, se le planteó la siguiente pregunta “¿Cómo es que el concepto de “compuesto” los ayuda a llegar a distinguir entre las sustancias dañinas de su casa?”. Una parte de la respuesta fue la siguiente:

“Muchas veces lo que hago es que revisen en su casa algunos materiales que tienen como los que utilizan para lavar, trapear, limpiar el baño y que lean la etiqueta, que vean qué tiene esa etiqueta, a lo mejor les dice, que contiene sustancias de amonio, ellos ya deben de identificar qué tiene el amonio, ellos también ya saben que el amonio tiene hidrógeno, tiene nitrógeno, los mando a hacer una investigación de qué tanto ese tipo de compuestos afectan la salud. Entonces ellos pueden, en su casa, decir “tengo amoniaco, si lo inhalo a lo mejor me afecta a los pulmones”.

Se asignó la clave “y” debido a que, aunque la estrategia didáctica está centrada en el estudiante, no responde al punto de partida de los alumnos. Sin embargo, es importante mencionar, que no todas las estrategias didácticas tienen por qué hacerlo.

Para el subcomponente “Motivación” (C2) alcanzó dos respuestas, una con la clave “x” y otra con la clave “z”. En la respuesta con la clave “x” únicamente indicó el uso de estrategias para la motivación, pero no indicó qué estrategias. Para el caso de la que obtuvo la clave “z” fue lo mismo en el CoRe, ya que la respuesta del docente a la pregunta “¿Cómo logras que los estudiantes se motiven hacia el aprendizaje de este tema?” fue la siguiente:

“sobre todo con temas muy de la vida cotidiana y, también, a través de videos de la serie CSI: Las Vegas, donde siempre están hablando de mezcla, elemento y lo ven aplicado en la vida diaria”

Aunque se menciona el material didáctico que utiliza en la estrategia, no explica cómo lleva a cabo esta estrategia, así que por sí sola obtendría la clave “y”. Sin embargo, durante la entrevista se le dio la oportunidad de ampliarla por medio de la siguiente pregunta: *“¿Por qué cree que a los alumnos les llame la atención este tipo de referencias?, ¿cómo utiliza este ejemplo dentro de la clase?”*, haciendo referencia al uso de videos de la serie CSI. Una parte de la respuesta fue:

“Siempre que les pongo este tipo de videos ellos encuentran las relaciones con la vida cotidiana, además creo que eso de la investigación en medicina forense o en cuestiones químicas, pero en la investigación les llama mucho la atención, entonces, generalmente, cuando les pongo este tipo de videos ellos me dicen qué cuando podemos ver otro. El primer episodio que les pongo es la serie CSI, cuando empezó donde se habla sobre las cuestiones de metodología científica, ahí ellos pueden ver elemento, mezcla, compuesto, porque durante ese capítulo lo manejan mucho en cuestiones químicas. Es como lo más apegado que podría ocurrir en un laboratorio, son explícitos. Los alumnos ponen bastante atención porque saben que les haré preguntas respecto a lo que es mezcla, elemento, compuesto, a teorías, hipótesis. Yo supongo que funciona más viendo estas series porque algunos van para carreras como medicina, así que a estos alumnos les llama la atención este tipo de temas.”

Gracias a esta explicación, se asignó, a la respuesta combinada, la clave “z”. También, por el uso del material didáctico y la explicación, también se incluyó en el subcomponente “Materiales didácticos” (C3) con la clave “z” debido a que también justificó la elección de este material. Además, por esta misma justificación, también se incluyó dentro del componente “Razonamiento pedagógico a las acciones tomadas en el aula” y obtuvo la clave “y”.

Por último, para el subcomponente “Materiales didácticos” (C3), consiguió un total de seis respuestas, tres ellas con la clave “x”, una con la clave “y” y dos con la clave “z”.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

El docente no tuvo ninguna respuesta que se pudiera incluir en el componente de modelos.

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

En este componente logró un total de diez respuestas. Ninguna se clasificó en el subcomponente “Concepciones alternativas” E2.

Para el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” (E1) el docente consiguió cinco respuestas, cuatro con la clave “x” y una con la clave “z”. Para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” cuatro de las cinco obtuvieron la clave “x”, mientras que una obtuvo la clave “y”. A continuación, se muestran el ejemplo para la que logró la clave “z”.

Para el concepto “propiedades de la materia” se le preguntó “*¿Cuáles son los conocimientos previos necesarios para el aprendizaje de este concepto?*”. La respuesta fue la siguiente:

“Que conozca que existen propiedades extensivas e intensivas”.

Por sí sola, obtendría la clave “x” ya que únicamente se menciona un conocimiento previo y no se especifica cómo se evalúan los conocimientos previos de los alumnos. Sin embargo, durante la entrevista se le planteó al docente una pregunta para darle la oportunidad de ser más específico en la respuesta anterior. La pregunta fue “*¿Por qué es necesario que el alumno conozca la existencia de propiedades extensivas e intensivas para enseñar propiedades de la materia?*”, respondió:

“Generalmente, necesitamos saber cuáles van a ser como las más específicas y cuáles pueden ser generales, por ello, para mí es importante que, en propiedades de la materia, ellos sepan cuáles son, justamente, esas propiedades que van a ser muy específicas para un tipo de producto y, por ejemplo, yo que soy del área farmacéutica, les doy varios ejemplos en esta parte. Les pregunto, cómo voy a poder identificar si lo que yo tengo en mi tableta es paracetamol y no es un naproxeno, entonces con sus propiedades ya particulares (como el punto de fusión) puedo diferenciarlos”

Se le otorgó la clave “z” ya que, durante la entrevista mostró un ejemplo de la forma en que evalúa estos conocimientos previos en los alumnos, a pesar de que sólo se haya mencionado un conocimiento previo.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

En este componente consiguió únicamente una que obtuvo la clave “x”. Ya que sólo mencionó una dificultad de enseñanza para el concepto de “átomos y moléculas” y no fue explícito en porqué lo considera como una dificultad.

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

La entrevista fue de ayuda para que tuviera respuestas que pudieran incluirse dentro de este componente ya que, de otro modo el docente hubiera tenido únicamente una con la clave "x". Se mostrarán las dos para las cuales obtuvo la clave "z".

Durante la entrevista se le preguntó *"¿Por qué crees que estas dos actividades (discusiones en plenaria y crucigramas) ayuden al alumno a darse cuenta de qué tanto ha entendido o no?"* haciendo referencia a su respuesta sobre los métodos de evaluación en donde el mencionó las discusiones en plenaria y los crucigramas. La respuesta fue la siguiente:

"En la discusión en plenaria, entre pares les cae mejor el veinte, yo lanzo una pregunta, ellos hacen sus comentarios, incluso cuando alguien hizo un comentario y los demás se le quedan viendo como no sabiendo a qué se refiere, al final ese alumno comprende. Después de esa plenaria hago una pequeña evaluación, como el crucigrama, donde las preguntas son de comprensión, ahí me doy cuenta quiénes lo contestaron bien, quiénes no y quiénes sí aprendieron"

Se incluyó dentro del subcomponente "Métodos de evaluación" (G1) y obtuvo la clave "z" porque además de que se explica el método de evaluación, esta forma de evaluación es adecuada para el contenido y para el nivel cognitivo de los alumnos. También se incluyó dentro del componente "Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula" (H1) y obtuvo la clave "z".

Otra pregunta que se realizó durante la entrevista fue *"¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?, ¿por qué cree que sean necesarias este tipo de actividades?"*. La respuesta del docente fue:

"Primero identifico cuáles son las preguntas en donde los alumnos salieron más bajos, no les digo que salieron mal, simplemente les digo que voy a retomar un tema porque es esencial para comprender los siguientes. De acuerdo con la evaluación entiendo que no quedó claro y lo trato de explicar de otra manera para que lo entiendan mejor. En un balanceo redox, veo que, por ejemplo, falló en la parte de semirreacciones, entonces pongo más énfasis en una breve explicación de esta parte. Si no comprenden un concepto que yo considero esencial para los siguientes temas no tiene caso continuar porque no van a entender los siguientes."

Se incluyó dentro del subcomponente "Ajustes a la enseñanza" (G2) y obtuvo la clave "z" porque, además de explicar la actividad que lleva a cabo, esta actividad está basada en los resultados de las evaluaciones.

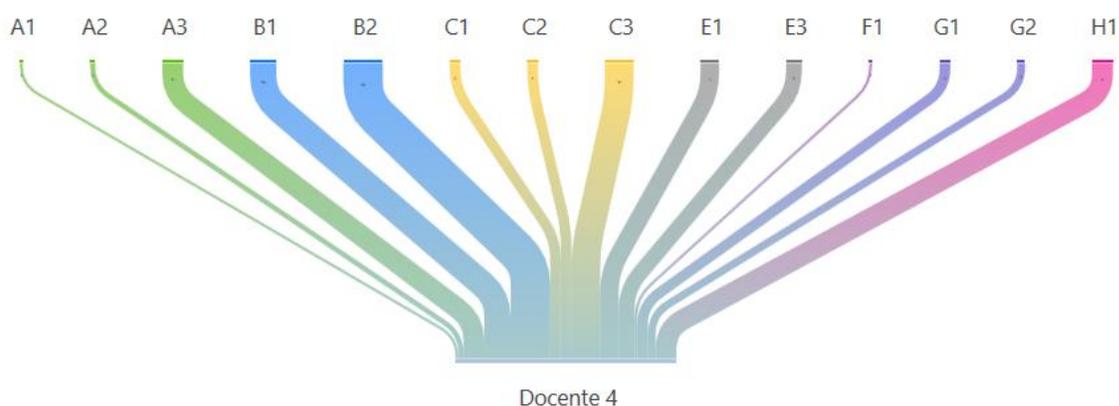
Para este componente (G), el docente alcanzó un total de tres respuestas, dos con la clave "z" y una con la clave "x".

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

En este componente tuvo cuatro respuestas, una de ellas con la clave “z”, dos con la clave “y” y otra con la clave “x”. El ejemplo que obtuvo la clave “z” se mostró en “g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza” (p. 65)

Conclusión del Docente 4.

Ilustración 8. Resumen de respuestas, Docente 4.



Tiene la capacidad de relacionar los conceptos de clasificación de la materia con temas posteriores (A3), debido a esto, también reconoce la importancia de ellos para los cursos o unidades siguientes (B1). Este docente tiene muy clara la utilidad de los conceptos y conocimientos del tema en la vida cotidiana del alumno (B2) y puede utilizar material didáctico adecuado para la enseñanza (C3), reconociendo que estos materiales didácticos tienen una función específica para el nivel cognitivo de los alumnos y los temas a enseñar. Aunque conoce la existencia de distintas dificultades de aprendizaje (E3), es necesario que especifique por qué las considera como dificultades, se sugiere que se elijan mejor las preguntas que se hacen durante la entrevista o en el CoRe. Por último, el razonamiento pedagógico con el que cuenta para sus acciones tomadas en el aula es visible (H1), aunque se recomienda que el docente pueda nombrar las bases teóricas de este razonamiento pedagógico.

Le falta hablar sobre el uso del currículo o del programa de estudios dentro de sus clases, también debe hacer una mejor relación entre los conceptos de un mismo tema. Es necesario que sea más específico en sus estrategias didácticas utilizadas, así como en las estrategias de motivación. El aspecto en el más necesita poner atención es en el uso de modelos con los estudiantes, ya que, para este tema, el uso de modelos es indispensables, sobre todo el de partículas. Aunque reconoce las habilidades de lectura y escritura como conocimientos previos necesarios, también es

necesario que reconozca la existencia de otros conocimientos previos con los que los alumnos ya deben contar. Se recomienda que haga una revisión bibliográfica de las concepciones alternativas. No se está sugiriendo que no las conozca, se está mencionando que debe reforzar esta cuestión para hacerlo visible en sus respuestas.

3.2.5. Docente 5.

Información sobre el Docente 5.

Tiene el grado académico de Doctorado en Ciencias Químicas, 44 años y cuenta con 19 años de experiencia impartiendo clases. Este docente no participó en el cuestionario de conceptos centrales, pero sí en el CoRe y en la entrevista. Además, mencionó que, de ser posible, también hubiera permitido la grabación de sus clases, lamentablemente, la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 no lo permitió.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

Para el subcomponente “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular” (A1) tuvo un total de cinco respuestas, cuatro de ellas con clave “y” y una con la clave “x”. La razón por la que las respuestas con la clave “y” no obtuvieron la clave “z” fue debido a que el docente no explicó cómo utiliza ese conocimiento dentro del salón de clases. A continuación, se muestra un ejemplo que obtuvo la clave “y”.

Para el tema “Clasificación de la materia” se le preguntó “*¿Cómo logras que los estudiantes se motiven hacia el aprendizaje de este tema?*”, la respuesta fue la siguiente:

“Este tema, así como los conceptos asociados, los abordo contextualizados al estudio del agua, aire en el curso de Química I. Esto permite que el alumno relacione los conceptos base de la química a situaciones más cercanas y en algunos casos cotidianas.”

Para el subcomponente “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos” (A2) tuvo tres respuestas que obtuvieron la clave “z”. Se muestra un ejemplo a continuación.

Durante la entrevista se le planteó al docente la pregunta “*¿Qué estrategia utiliza para que los alumnos comprendan que el compuesto también es una sustancia?*”, esta pregunta se planteó debido a que mencionó esto como una dificultad de aprendizaje, que, realmente, también es una concepción alternativa. La respuesta fue:

“Utilizo mucho la teoría cinético corpuscular, de tal manera que representamos con esferas un elemento o un compuesto y, a partir de esto, representamos las mezclas, donde ellos representan diferentes esferas y logran ver que esas esferas no están unidas y que son de diferente identidad. Entonces logran comprender que esto es algo no puro y por eso se llama mezcla. Regresamos a la representación del elemento y del compuesto que se representan por una sola esfera, es decir, tienen una identidad propia. Esto lo llevamos a las propiedades y características, donde revisamos que los elementos y los compuestos tienen características químicas y físicas que los definen y una mezcla no lo tiene porque esas características van variando.”

Se pueden observar los conceptos de “elementos”, “compuesto”, “mezcla”, “propiedades de la materia” y “átomos y moléculas” relacionados dentro de la respuesta y, gracias a la explicación de esta relación, logró la clave “z”. Cabe mencionar que también consiguió las claves “D1z” y “C1z”, que representan, “Modelos para enseñar” y “Estrategias didácticas”, respectivamente.

Por último, para el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” (A3) tuvo un total de tres respuestas. A cada una se le asignó una clave diferente. Se mostrará el ejemplo para la que obtuvo la clave “z”.

Para el tema “Clasificación de la materia” y para la enseñanza en línea se le planteó al docente la siguiente pregunta: *“Desde la parte tecnológica, ¿qué hiciste para enfrentar este proceso de E/A?”*. Una parte de la respuesta fue:

“Se introdujo el concepto de enlace y, con el modelo de enlace, los alumnos representaron las reacciones de síntesis y descomposición del agua, donde se hizo énfasis en los conceptos de compuesto, elemento, átomo, molécula. Estos conceptos se ampliaron al introducir el modelo de Bohr en donde se introdujo el concepto de enlace para ampliar los conceptos de molécula y compuestos.”

No sólo está mencionando la relación de los conceptos de “Clasificación de la materia” con otros temas de química, sino que, también, está explicando esta relación. Es por este motivo por el que obtiene la clave “z”. Cabe mencionar que esta parte también obtuvo la clave “D1z” que se refiere a “Modelos para enseñar”.

En total, para este componente consiguió doce respuestas, cuatro de ellas con la clave “z”.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

Para el subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1), tuvo un total de dos respuestas, ambas con la clave “x” debido a que el docente únicamente indicó que estos conceptos serían relevantes para aprendizajes posteriores, sin embargo, no indicó para qué aprendizajes.

Por otro lado, para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) logró un total de diez respuestas; seis de ellas con la clave “z”, tres con la clave “y” y una con la clave “x”. A continuación, se muestra un ejemplo para la clave “y” y otro para la clave “z”.

Sobre el concepto de “mezcla” se le preguntó al docente *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*, la respuesta fue la siguiente:

“Que comprenda que la mayor parte de los materiales que lo rodean son mezclas, que comprenda la dificultad que tiene obtener materiales relativamente puros y que identifique los procesos necesarios para lograrlo.”

Esta pregunta no mereció la clave “z” debido a que no es visible cómo puede, este conocimiento, ser útil al alumno en su día a día.

Durante la entrevista, se le planteó la siguiente pregunta: *“¿Cómo espera que el estudiante modifique su entorno a través del concepto de átomos y moléculas?”*, se realizó esta pregunta debido a que al contestar el CoRe, respondió, para el concepto de “átomos y moléculas” que él esperaba que los alumnos lo utilizaran para la modificación de su entorno. Una parte de la respuesta a la pregunta hecha en la entrevista fue la siguiente:

“Espero que los alumnos entiendan que la liberación de una manera indiscriminada de sustancias, ya sean de productos de hogar o derivados de procesos para obtener energía, genera un cambio, una repercusión, ya sea porque alteran directamente el medio o porque estos reaccionan produciendo sustancia que pueden ser catastróficas para el ambiente o el ser humano.”

Aquí se puede observar que el docente sí sitúa este conocimiento en el día a día del alumno; es un conocimiento que el alumno puede utilizar durante su vida cotidiana. Por esta razón, obtuvo la clave “z”.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

Para el caso del subcomponente “Estrategias didácticas” (C1), alcanzó ocho respuestas, todas ellas con la clave “z”. A continuación, se muestran dos ejemplos.

Una parte de una de las respuestas durante la entrevista fue la siguiente:

“Por ejemplo, les pongo una botella a $\frac{3}{4}$ de agua y les pregunto: “si este es el sistema”, ¿qué tipo de mezcla es?”. Ellos siempre dicen “homogénea, porque yo no veo sus componentes”, “a ver chicos, estoy hablando de todo el sistema”. Ya después de revisar los temas, de verlo a nivel microscópico me dicen que sí es heterogénea porque tenemos dos fases, una de un gas y una de un líquido. Se observa un cambio en los alumnos, a lo mejor no van a resolver nada de inmediato, pero sí les da un nivel

de comprensión distinto que les ayudará en su día a día porque desarrollan toda una estrategia de razonamiento.”

El docente respondió con una explicación a una de las actividades que lleva a cabo para la enseñanza del tema “Clasificación de la materia”. Cabe mencionar que también obtuvo la clave “B2z” relacionada con “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto”.

Para el concepto “compuesto” se le preguntó “¿Qué procedimientos y materiales didácticos empleas para que los estudiantes se comprometan con el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, videos, libros, simulaciones, etc.)? Y ¿cómo los empleas?”, su respuesta fue:

“Parto de un compuesto ampliamente conocido por los alumnos, el agua, revisamos la fórmula y la estructura. Los alumnos realizan actividades prácticas para la descomposición y síntesis del agua donde observan los volúmenes de gas generados y los relacionan con la estructura del compuesto a través del lenguaje simbólico. Se construyen modelos para explicar lo que ocurre con la molécula del agua. Adicionalmente, los alumnos leen un artículo de divulgación y echan mano de un laboratorio virtual.”

Nuevamente, explica con detalle una estrategia didáctica para la enseñanza del tema “Clasificación de la materia” y, al estar, la actividad, centrada en los estudiantes, logró la clave “z”. Además, también obtuvo la clave “D2z” y “C3x” referidas al uso de “Modelos para enseñar” y a “Materiales didácticos”, respectivamente.

Para el subcomponente “Motivación” (C2) consiguió dos respuestas, una con la clave “y” y otra con la clave “z”.

Por último, para el subcomponente “Materiales didácticos” (C3), hubo un total de ocho respuestas, seis con la clave “x” gracias a que el docente mencionó una gran cantidad de materiales didácticos, pero no especificó los materiales; una con la clave “y” y otra con la clave “z”.

Debido a que un gran número de respuestas para el subcomponente “Materiales didácticos” obtuvo la clave “x”, durante la entrevista se le dio la oportunidad de especificar estos materiales. La pregunta que se realizó durante la entrevista fue que especificara los materiales utilizados y que justificara esta elección. La respuesta del fue la siguiente:

“En la revista “Muy interesante” hay un artículo justo sobre el agua donde se habla sobre las propiedades de la molécula y se relaciona con la estructura de la molécula, por eso utilizo este artículo, es de divulgación bastante ligero, pero concreto y bien explicado. Hay un video de unos argentinos donde hablan sobre las propiedades del agua, sobre las propiedades de tensión superficial, presión de vapor, capacidad calorífica y lo relacionan con la estructura de la molécula, pero van haciendo experimentos y los van mostrando. Por ejemplo, en un vaso de agua ponen un cordón

y el cordón lo amarran a otro vaso y el agua pasa toda sin que se goteé nada fuera del vaso, el agua corre por el estambre y hablan sobre las fuerzas de cohesión y lo relacionan con la polaridad, los puentes de hidrógeno, etc. Por eso los utilizo.”

Gracias a esta explicación el docente logró obtener una respuesta con la clave “z” para este subcomponente.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

Este componente es, a mi consideración, el más importante para este docente. La razón es que fue el Docente 5 quien más respuestas tuvo para el uso de modelos, con un total de nueve. Tres, dos con la clave “z”, y una con la clave “x”, para el subcomponente “Modelos para enseñar” (D1) y seis, tres con la clave “x”, uno con la clave “y” y dos con la clave “z”, para el subcomponente “Modelos para aprender” (D2). A continuación, se mostrarán tres ejemplos.

Para el concepto “átomos y moléculas” se le preguntó *“¿Qué procedimientos y materiales didácticos empleas para que los estudiantes se comprometan con el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, videos, libros, simulaciones, etc.)? Y ¿cómo los empleas?”*. La respuesta fue:

“Estos conceptos los revisamos cuando hacemos la descomposición y síntesis del agua, partimos de un experimento y realizamos su representación con modelos y simbólica. Aquí utilizo modelos físicos con bolas y palos y modelos pictóricos (dibujos de los alumnos)”

Obtuvo la clave “z” para ambos subcomponentes debido a que indica la utilización de modelos tanto por su parte como por parte de los alumnos.

Para la misma pregunta anterior, pero para el concepto de “mezcla”, la respuesta del docente fue:

“Como el contexto es el agua, realizan una actividad experimental sobre la capacidad disolvente del agua. Con este experimento se corroboran algunas propiedades del agua y obtienen mezclas homogéneas y heterogéneas. Esto me permite llevar a los alumnos de lo macroscópico a lo microscópico, elaboran modelos de partículas y conceptos”

En este caso se indica un modelo (el modelo de partículas) que es utilizado por los alumnos para el aprendizaje del concepto.

Por último, para una de las preguntas del CoRe, una parte de la respuesta fue:

“Estos conceptos son el núcleo base de la química y permiten que los alumnos comprendan, a nivel microscópico, la estructura material para que puedan explicar las propiedades macroscópicas a través del lenguaje simbólico.”

Si bien la palabra “modelo” no está explícita, el lenguaje simbólico es un modelo para acercarnos al nivel sub-microscópico de la materia y, ya que especifica que lo utiliza en sus clases para explicar otros temas, esta pregunta también obtiene la clave “y” debido a que, para el nivel cognitivo de los alumnos, el uso del lenguaje simbólico no es realmente adecuado, dependerá mucho de cómo lo utilice el docente.

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

En este componente tuvo un total de veinte respuestas. Distribuidas de la siguiente manera:

- para el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” (E1) hubo un total de cinco; cuatro con la clave “z” y una con la clave “y”.
- para el subcomponente “Concepciones alternativas” (E2) hubo un total de seis; cinco con la clave “z” y una con la clave “x”.
- para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” (E3) hubo nueve; cinco con la clave “z” y cuatro con la clave “y”.

Al obtener la mayoría la clave “z” se explicarán tres ejemplos para esta clave, uno para cada subcomponente.

Para el concepto “compuesto” se le preguntó “*¿Cuáles son los conocimientos previos necesarios para el aprendizaje de este concepto?*”. La respuesta fue la siguiente:

“Es necesario que conozcan el desarrollo histórico que permitió comprender la naturaleza material como son las aportaciones de los filósofos griegos, los alquimistas, los experimentos científicos y los modelos. También deberá tener un acercamiento a los conceptos de átomo, molécula, elemento, modelo, representación, macroscópico, microscópico, simbólico.”

Esta respuesta se encuentra dentro del subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” y, debido a que durante la entrevista indicó cómo lleva a cabo las evaluaciones diagnósticas, obtuvo la clave “z”.

Para el concepto “compuesto”, también, se le planteó la siguiente pregunta “*¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes conectadas al aprendizaje de este concepto?*”. Una parte de la respuesta fue la siguiente:

“No hay una conexión entre las características macroscópicas y microscópicas. Consideran que un compuesto es una sustancia no pura porque tiene varios elementos.”

Esta confusión de los alumnos es reconocida como una concepción alternativa y, nuevamente, durante la entrevista explicó las actividades que lleva a cabo para encontrar estas concepciones en los alumnos, obtuvo la clave “z”.

Para el último subcomponente “Dificultades de aprendizaje” y, nuevamente, para el concepto “compuesto”, se le preguntó “¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de este concepto?”, su respuesta fue:

“Para ellos los compuestos son aquellos que se forman por dos o más elementos, no hacen referencia a los enlaces y los visualizan como mezclas, por eso proponen procesos físicos como la ebullición para separar un compuesto como el agua.”

El motivo de otorgar la clave “z” fue porque el docente indica el motivo de considerar lo anterior como una dificultad.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

En este componente tuvo únicamente dos respuestas, las cuales obtuvieron la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo:

Se le preguntó sobre las dificultades a las que se enfrentó durante la enseñanza de este tema en línea y su respuesta fue la siguiente:

“La falta de recursos de los alumnos, que no cuentan con dispositivos o red estable. Los alumnos no están acostumbrados a trabajar en línea, no saben escribir, no encienden la cámara y no participan. Están acostumbrados a llevar libros de texto donde se dedican a resolver ejercicios y cuestionarios con base en la lectura y la explicación del profesor. No asumen su responsabilidad ante el aprendizaje y buscan que el docente les dé todo, no saben realizar indagaciones.”

La anterior es una respuesta bastante completa sobre las dificultades de enseñanza durante el trabajo en línea con los alumnos. Obtiene la clave “z” y, para posteriores investigaciones se sugiere leer la sección 5.3. (p. 95)

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

Las respuestas en el CoRe para este componente estuvieron sumamente completas. Por esta razón tuvo siete respuestas en total para este componente, todas con la clave “z”.

Para el subcomponente “Métodos de evaluación” (G1) el docente contó con cinco respuestas, mientras que para el subcomponente “Ajustes a la evaluación” (G2) consiguió dos. A continuación, se muestran algunas.

En el CoRe se le planteó la siguiente pregunta “¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?”, la respuesta fue la siguiente:

“Aplico evaluaciones diagnósticas generales para todo el curso y para algunos temas. Les pido que ellos elaboren con sus palabras las definiciones de los conceptos, si los han hecho suyos los podrán definir sin utilizar la definición del libro, sino se observa la memorización. También, a través del reporte de la actividad experimental en donde utilizo el formato original de V de Goowin propuesto por Gowin y Álvarez, se observa si le encuentran aplicación a los conceptos en sus vidas. Adicionalmente, les planteó situaciones problemas para que apliquen los conceptos en su resolución, les solicito que analicen un fenómeno, elaboren modelos y con ellos expliquen lo ocurrido. Incluyo cuestionario o diagrama SQA de manera recurrente les pregunto qué dudas se resolvieron, que aprendizaje logró, que le falta por hacer, que habilidades y valores puso en práctica, etc.

Esta respuesta tiene un total de cuatro métodos de evaluación distintos descritos. Debido a que todos estos métodos son adecuados para los estudiantes y para el contenido, las cuatro obtienen la clave “z”.

Para el otro subcomponente “Ajustes a la enseñanza”, se planteó la siguiente pregunta durante la entrevista: *“¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?, ¿por qué cree que sean necesarias este tipo de actividades?”*, la respuesta fue:

“Generalmente, hago evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Siempre hay retroalimentación y, en algunos casos, con los alumnos que veo que tienen un poco más de atraso al general del grupo, hago actividades como repasos, ejercicios o asesorías. Revisamos el tema por separado de manera individual o en un grupo pequeño para tratar de nivelarlos y tratar de que logren los aprendizajes establecidos, les puedo poner series de ejercicios, explicaciones, exposiciones por parte de los alumnos. La idea es tratar de identificar dónde está el problema de aprendizaje. Por ejemplo, un tema complejo son los cálculos estequiométricos, en mi experiencia he visto que el problema no es la parte química, sino la parte matemática, ellos no pueden porque su razonamiento matemático no es adecuado, entonces hay que atacar la parte matemática. En algunos casos para ayudarles a mejorar la nota se les permite recuperar algún trabajo o se les vuelve a hacer un examen.”

Describe distintas actividades que lleva a cabo, basadas en la evaluación para realizar la retroalimentación y la nivelación cognitiva del grupo. Esta, sin duda, es la respuesta más completa que se obtuvo durante la investigación, para este subcomponente.

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

En este componente logró tres respuestas, una con la clave “z” y dos con la clave “y”, debido a que, aunque su razonamiento pedagógico es adecuado en las respuestas “y”, no hace explícita la base teórica de este pensamiento. A continuación, se muestra el ejemplo para la clave “z”:

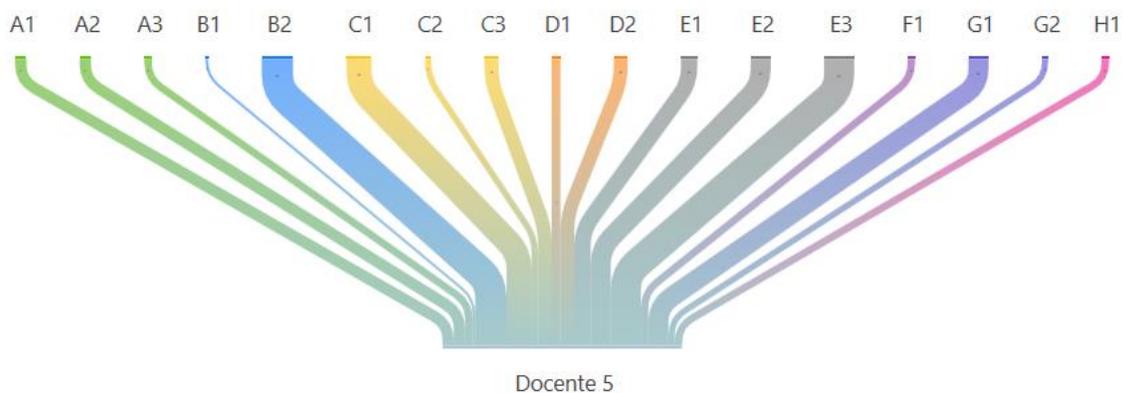
Una parte de una de las respuestas del profesor durante la entrevista es la siguiente:

“Para poder explicar algo hay que generar un modelo mental y luego verbalizarlo, en este caso, cuando ellos construyen los modelos desarrollan toda una serie de procesos cognitivos y van a utilizar este modelo para explicarlo y eso hace que se empate con el modelo cognitivo, lo que permite mayor entendimiento de lo que está ocurriendo. La idea es que los alumnos vean que los modelos sirven para explicar y, que estos modelos, se construyen como una parte de una realidad compleja, entonces los modelos son una abstracción que ellos están haciendo. “

La respuesta del profesor está totalmente basada en un conocimiento teórico sobre la pedagogía de la enseñanza en el aula, esto se demuestra al ser consciente sobre los modelos y procesos cognitivos. Es evidente el conocimiento de este docente para su base pedagógica.

Conclusión del Docente 5.

Ilustración 9. Resumen de respuestas, Docente 5.



Es evidente que las respuestas del Docente 5 están balanceadas en los diferentes dominios, además de ser, junto con el Docente 6, los únicos que cuentan con respuestas para todos los dominios. Una de las razones es que ambos fueron explícitos y, se puede concluir, que invirtieron un mayor tiempo que los otros docentes al resolver el instrumento.

Tiene una gran capacidad para relacionar los conceptos entre sí y explicar, con detalle, esta relación (A1 y A2). Cuenta con un gran conocimiento y ejemplos sobre la utilidad de los conocimientos de este tema en la vida cotidiana de los alumnos, además, acompaña cada concepto con un ejemplo distinto (B2). Explicó, con gran detalle, numerosas estrategias didácticas, centradas en el alumno, para la enseñanza del tema (C1). Además, la utilización de modelos es donde aportó la mayor cantidad de información (D1 y D2), es en estas respuestas donde se puede visualizar que el modelo de partículas. También tiene un gran conocimiento de las concepciones

alternativas y de los conocimientos previos necesarios (E1 y E2), además lleva a cabo distintas actividades para evaluar los conocimientos previos de los alumnos, así como las concepciones alternativas. También, conoce distintas dificultades de aprendizaje y puede explicar por qué las considera como dificultades (E3). Sobre la evaluación del tema, conoce distintas formas de evaluación, todas ellas adecuadas para los estudiantes y para el contenido, además, cuenta con instrumentos de evaluación adecuados para las actividades (G1). También, tiene muy claro que realizar actividades, después de la evaluación, para ayudar a los estudiantes a no atrasarse es importante para el proceso de enseñanza (G2).

Debe hacer más hincapié en cómo propicia la motivación de los estudiantes para el aprendizaje, también se busca que sea más específico en la justificación de los materiales didácticos, así como en su utilización durante las clases. Aunque no indicó para que temas posteriores fueran necesarios estos conceptos, realmente, esta pregunta en ningún momento se planteó tal cual y, se pudo observar en las respuestas, que tiene la capacidad de relacionar los conceptos con temas posteriores.

3.2.6. Docente 6.

Información sobre el Docente 6.

Tiene el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química, 56 años y cuenta con 33 años de experiencia impartiendo clases. Desde un principio este docente aceptó participar en la resolución del CoRe, en la entrevista y en la grabación de sus clases.

Componentes.

a) Conocimientos y habilidades relacionados con el currículum (A).

En este componente tuvo un total de doce respuestas distribuidas de la siguiente manera:

- En el subcomponente “Conocimiento y uso de los contenidos, sugerencias y objetivos del programa curricular.” (A1) hubo cinco respuestas, todas ellas con la clave “y”. A continuación, se muestra un ejemplo.

Sobre el concepto “compuesto” se le preguntó “*¿Qué procedimientos y materiales didácticos empleas para que los estudiantes se comprometan con el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, videos, libros, simulaciones, etc.)? Y ¿cómo los empleas?*”, la respuesta fue:

“El programa propone la introducción del concepto de compuesto a través de la descomposición y síntesis del agua, allí aprovecho para identificar una propiedad evidente de los gases que la componen y que no están de manifiesto en el compuesto. Asimismo, manejamos la proporcionalidad a través del volumen de los gases obtenidos en la descomposición.”

Da un ejemplo de cómo utiliza las sugerencias del programa curricular dentro del salón de clases, sin embargo, para obtener la clave “z”, faltó que detallara aún más el ejemplo.

- En el subcomponente “Secuencia adecuada de los conceptos y conexiones entre ellos” tuvo seis respuestas; una con la clave “x” y cinco con la clave “z”. Se mostrará uno de los ejemplos para la clave “z”.

Sobre el concepto “átomos y moléculas” se realizó la siguiente pregunta: *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*. Una parte de la respuesta fue la siguiente:

“Lo importante es lograr que el alumno sea capaz de explicar el comportamiento de elementos, compuestos y mezclas utilizando estos dos conceptos.”

Los conceptos que se relacionan en esta respuesta son “elemento”, “compuestos”, “mezclas” y “átomos y moléculas”. Si bien hubiera sido interesante que explicara un ejemplo para cada concepto, se entiende la relación que hay entre ellos.

- Para el subcomponente “Temas relacionados con los conceptos” tuvo sólo una con la clave “z” en donde se mencionaba que el recurrente uso de los tres niveles de aprendizaje ayudaría a los alumnos en las asignaturas de química orgánica.

b) Conocimientos y habilidades relacionados con la relevancia de los contenidos. (B)

Para el subcomponente “Contenidos relevantes para aprendizajes posteriores” (B1) logró dos respuestas, una con la clave “x” y otra con la clave “z”. Mientras que para el subcomponente “Contenidos relevantes para la vida cotidiana de los alumnos y su contexto” (B2) el Docente 6 tuvo un total de nueve; seis con la clave “y” y tres con la clave “z”. A continuación, se mostrará un ejemplo para cada clave.

Para el concepto “átomos y moléculas” se le preguntó *“¿Qué pretendes que los estudiantes realicen en su vida cotidiana con el conocimiento de este concepto?”*. Se mostrará una parte de la respuesta:

“Qué sea capaz de imaginar qué forma, acomodo, enlace u otra característica tendrían que tener estas partículas para generar ciertos comportamientos en los materiales y cómo esos comportamientos afectan el uso o importancia de los materiales”.

Como químicos, podemos reconocer la importancia que quiere explicar, sin embargo, no se encuentra situada en la vida cotidiana del alumno. Una pregunta que podríamos hacernos para justificar la clave “y” es *“¿Cuándo el alumno va a recurrir al uso del modelo de partículas para explicar el comportamiento de un material?”.*

La misma pregunta se realizó para el concepto “elemento”, una parte de la respuesta fue la siguiente:

“Que entienda qué es y hagan una diferenciación clara entre compuestos y elementos, que comprendan que muy pocos se encuentran libres en la naturaleza y por qué; y que cuando se habla de que se requieren ciertos elementos para vivir, éstos se adicionan en forma de compuestos”.

La diferencia entre esta respuesta y la anterior es que los “elementos para vivir” se vienen enseñando desde la primaria, a los niños se les explica, incluso en los comerciales, que necesitan elementos como el hierro para estar “sanos y fuertes”, por esta razón, se sitúa, completamente, en la vida cotidiana del alumno y obtiene la clave “z”.

c) Conocimientos y habilidades relacionados con las estrategias de enseñanza (C).

El subcomponente en donde consiguió la mayor cantidad de respuestas fue en el de “Estrategias didácticas” (C1), donde tuvo siete; seis con la clave “z” y una con la clave “x”. Se mostrarán dos ejemplos para la clave “z”.

Dentro de las respuestas al CoRe, mencionó la dificultad de los alumnos para distinguir entre un compuesto y una mezcla de elementos. Por esta razón, durante la entrevista se le planteó la siguiente pregunta: *“¿Qué estrategia realiza para resolver esta dificultad de que los alumnos no distingan entre una mezcla de elementos y un compuesto?”.* La respuesta fue:

“Utilizo la descomposición y síntesis del agua como un proceso para identificar mezclas de elemento porque primero obtenemos el hidrógeno, luego el oxígeno para sintetizar agua y ahí empieza el cuestionamiento, “¿qué tengo en la botella?” y me dicen “pues hidrógeno y oxígeno”, “y entonces, ¿tengo agua o no?” y comienza la discusión, “¿Qué tipo de material es el que tengo aquí?” es cuando manejamos la cuestión de mezclas de elementos. “¿por qué este no es un compuesto si tengo hidrógeno y oxígeno en las partes correspondientes al agua”? Después de hacer la explosión vemos por qué en ese momento hubo una explosión y para qué me sirvió,

entonces comienzo a establecer la necesidad de romper y unir enlaces, es que ellos entiendan que necesito una fuerza para romper las moléculas de hidrógeno y las de oxígeno y una fuerza para juntar las moléculas de hidrógeno con oxígeno y formar agua.

Gracias a la amplia explicación y a que la actividad descrita está centrada en el alumno y, además, parte de la dificultad mencionada, obtuvo la clave “z”.

También, dentro de las respuestas al CoRe para las estrategias utilizadas para la enseñanza del concepto “átomos y moléculas”, el docente mencionó una estrategia que utilizaba los pixeles de una fotografía. Debido a que esta actividad, en el CoRe, no estaba descrita. Se dio la oportunidad, durante la entrevista, para que la describiera, su respuesta, completa, fue la siguiente:

“Esta actividad la utilizo para aprovechar la representación de partículas en sustancias puras y en mezcla. Lo primero que hago es que los alumnos se den cuenta de que un elemento tiene átomos iguales y que otro elemento también, pero que entre estos dos átomos hay diferencias, a partir de ahí, entonces hacemos representaciones. Esta actividad la utilizo cuando vemos mezclas, les pregunto “¿cómo se verían las partículas en una mezcla homogénea?” los alumnos hacen muchas representaciones y pasa muy seguido que van perdiendo las partículas y sólo hacen rayones con colores. Quiero que entiendan que cuando tengo una mezcla homogénea la distribución de las partículas es uniforme en todo, encontré que en el metro cuando uno ve las fotografías grandotas se ven colores y si nos acercamos se ven perfectamente los pixeles, entonces yo les decía “a ver, esta parte es azul, si me acerco puedo ver que no solamente es azul sino que tiene pixeles en rojo, negro, amarillo, dependiendo del tono de azul, ven como de lejos lo veo como una sola, entonces si veo una mezcla homogénea en un vaso yo voy a ver una sola sustancia, una sola fase, pero si me acerco hasta nivel microscópico voy a ver varias fases, si yo quiero representar una mezcla de elementos, ¿cómo tendría que representar a las partículas?” ahí es cuando ellos comienzan a dibujar, pero resulta que en la fotografía hay unas partes donde hay un color de un lado y un color de otro, entre esos colores, justamente en la interfase hay partes mezcladas, se ven separaciones, como que hay más concentración de unas partículas de un color de un lado y de otro, eso es lo que forma la interfase. Eso me sirve muy bien para demostrar que en la interfase yo tengo partículas de las dos sustancias, cuando se trata de una mezcla heterogénea y que se distribuyen de manera desigual, entonces ¿cómo representaría una interfase de una mezcla heterogénea?, es ahí cuando comenzamos a hacer la distinción, después les pongo un juego con tarjetas que tienen representaciones y ellos tienen que representarlas primero en sustancias puras y mezclas, luego en elementos, compuestos y mezclas y luego en mezclas homogéneas y heterogéneas. Se hace una discusión en ese juego.”

Nuevamente, se está describiendo una estrategia centrada en el alumno y que parte de las dificultades mencionadas por el docente, por estos motivos también consiguió la clave “z”. Además, también obtuvo la clave D1z, relacionada con los “modelos para enseñar” (D1).

Para el subcomponente “Motivación” (C2) contó con una respuesta con la clave “z”, mientras que para el subcomponente “Materiales didácticos” (C3) tuvo cinco; tres con la clave “x” y dos con la clave “z”.

d) Conocimientos y habilidades relacionados con el uso de modelos (D).

El docente logró ocho respuestas para este componente.

Para el subcomponente “Modelos para enseñar” (D1) tuvo cinco; tres con la clave “z”, una con la clave “y” y una con la clave “x”. A continuación, se muestra un ejemplo para la clave “z”, ya que, en el inciso “c) Conocimientos y habilidades relaciones con las estrategias de enseñanza” (p. 79), ya se mostró otro ejemplo para una de estas respuestas.

Una parte de una de las respuestas durante la entrevista fue la siguiente:

“...A veces me pongo a jugar con mis alumnos algo que otros llaman “bolitas” y me preguntan por qué lo hago, lo que pasa es que cuando los alumnos entienden que esas bolitas tienen una representación simbólica y que entienden que si tengo tantas bolitas de un lado o de otro tengo un equilibrio en mi sistema y entonces tengo una igualdad en mi ecuación y entonces lo puedo trasladar a símbolos. Hago mucho ese juego donde les pongo figuritas y les digo que me escriban la ecuación que está representada en estos modelos de partículas o viceversa.”

Obtiene la clave “z” gracias a la explicación del modelo utilizado y a que el modelo es apto para el contenido y el nivel cognitivo de los estudiantes. Además, también obtuvo la clave “H1y” que tiene que ver con la “Razonamiento pedagógico a las acciones tomadas en el aula”.

Para el subcomponente “Modelos para aprender” (D2), alcanzó tres respuestas, dos con la clave “z” y una con la clave “x”. Se mostrará un ejemplo para una con la clave “z”.

En el CoRe y para el concepto “átomos y moléculas”, se le planteó la siguiente pregunta: “¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de este concepto?”. Y una parte de su respuesta fue:

“Algunos estudiantes necesitan manipular y ejercitarse, es por ello que yo me tomo un tiempo para que los alumnos manipulen modelos o piezas de rompecabezas que embonan para formar moléculas de modo que se entiendan los conceptos que se mencionan en las otras columnas”.

Por el uso de las piezas de rompecabezas obtiene la clave “z”. Además, también obtuvo la clave C1z (Estrategias didácticas) y H1y (Razonamiento pedagógico para las acciones tomadas en el aula).

e) Conocimientos y habilidades relacionados con la situación de partida de los alumnos (E).

Este componente consiguió un total de diecinueve respuestas distribuidas de la siguiente manera:

- Para el subcomponente “Conocimientos previos de los alumnos” tuvo un total de cinco, una para cada concepto y obtuvieron la clave “z” todas ellas gracias a que, durante la entrevista, indicó su formar se llevar a cabo las evaluaciones diagnósticas.
- Para el subcomponente “Concepciones alternativas” tuvo, únicamente dos, una con la clave “x” y otra con la clave “z”.
- Para el subcomponente “Dificultades de aprendizaje” hubo un total de doce, nueve con la clave “z” y tres con la clave “y”. A continuación, se mostrarán dos ejemplos de las que obtuvieron la clave “z”.

Una parte de una de las respuestas en la entrevista fue la siguiente:

“Este tránsito a la educación en línea ha provocado que se pierda un poco este proceso de maduración cognitiva, ya que, en los medios, se les da a los alumnos la información digerida, entonces los alumnos no piensan, por lo que el proceso de tránsito de lo macro a lo micro y de lo micro a lo simbólico se ve retrasado.”

Una respuesta concisa en la que explica una dificultad de aprendizaje para las clases en línea que repercute directamente al tránsito entre los niveles de representación.

En el CoRe y, para el concepto “mezcla”, se le preguntó sobre las dificultades de enseñanza, mencionó la poca comprensión de los alumnos sobre las interacciones químicas y la individualidad de los componentes. Por sí sola, obtenía la clave “y” debido a que aún faltaba explicar por qué esto se consideraba como una dificultad. Sin embargo, durante la entrevista, se le dio la oportunidad de ampliar su respuesta y el resultado fue el siguiente:

“Los alumnos no son capaces de darse cuenta de la individualidad de las sustancias, que está relacionada con las características de las sustancias. A veces, los alumnos no se dan cuenta de cuáles son las sustancias que están presentes, entonces no pueden hacer una separación de mezclas.”

Al mencionar que por esta dificultad los alumnos no pueden hacer una separación de mezcla, pasa de la clave “y” a la clave “z”.

f) Conocimientos y habilidades relacionados con las dificultades de enseñanza (F).

Aunque consiguió una mayor cantidad de respuestas en este componente, fue quien más respuestas con la clave “z” obtuvo, con un total de seis con clave “z” y ninguna con las demás claves. Se mostrarán dos ejemplos:

Ambas se obtuvieron en el CoRe y a través de la pregunta “¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?”. La primera respuesta, para el concepto de “compuesto” fue:

“Las dificultades para la enseñanza de este concepto tienen que ver con los tiempos y los materiales didácticos, pues lograr que todos los alumnos comprendan el concepto tiene que atacarse utilizando diferentes formas de acercamiento para cada tipo de aprendizaje de los alumnos.”

Obtuvo la clave “z” debido a que indica el motivo por el que considera la falta de tiempo de tiempo y materiales didácticos como una dificultad de enseñanza.

La otra fue para el concepto de “átomos y moléculas” y es la siguiente:

“En el manejo de átomos y moléculas se requiere el uso constante de modelos y simuladores a lo largo de mis años de docencia he buscado tener estos recursos y me ha pasado que algunos en línea que me funcionaban bien han desaparecido de la red. Por otro lado, el pizarrón sigue siendo el recurso primordial para trabajar en el aula y mi falta de pericia para dibujar muchas veces limita que los alumnos puedan visualizar lo que yo espero que vean.”

Aquí se pueden observar dos dificultades de enseñanza, el hecho de que los simuladores sean retirados de la red y el hecho de que no tenga grandes aptitudes como dibujante. Debido a que se explica el motivo de que lo anterior sea una dificultad, obtiene la clave “z”.

g) Conocimientos y habilidades relacionados con la evaluación y los ajustes en la enseñanza (G).

Para el subcomponente “Ajustes a la enseñanza”, logró únicamente una respuesta con la clave “x”. Sin embargo, para el subcomponente “Métodos de evaluación” tuvo ocho; cinco con la clave “x” y tres con la clave “z”. A continuación, se muestra un ejemplo para la clave “z”.

Una parte de una de las respuestas a las preguntas de la entrevista, sobre el concepto “propiedades de la materia”, fue la siguiente:

“Les hago preguntas abiertas, a todo el grupo, y evalúo sus respuestas. También anoto cosas en el pizarrón y les hago preguntas sobre ello, entonces comenzamos a contrastar las ideas de todos. También hago una lista de cotejo donde pongo ideas de lo que espero que los alumnos sepan, entonces se los pongo en primera persona, por ejemplo, “puedo identificar una mezcla homogénea de una heterogénea”, entonces los alumnos pueden contestar “lo sé, tengo una idea o no lo sé”. ”

Gracias a que explica la forma de evaluación de este concepto, así como el instrumento de evaluación y a que esta evaluación es adecuada para el nivel cognitivo y para el contenido, obtuvo la clave “z”.

h) Razonamiento pedagógico de las acciones tomadas en el aula (H).

En este componente consiguió once respuestas; dos con la clave “x”, siete con la clave “y” y dos con la clave “z”. Se mostrará un ejemplo para la clave “y” y otro para la clave “z”.

Una parte de las respuestas, durante la entrevista, fue la siguiente:

“Es un traslado del lenguaje visual al lenguaje de signos, entonces eso es algo que les cuesta mucho trabajo y tiene que ver con la maduración cognitiva. Como profesores tenemos la obligación de ir incrementando los grados de dificultad para que los alumnos tengan ese proceso madurativo, para lograrlo, nosotros tenemos que partir de lo concreto.”

La única razón por la que no obtuvo la clave “z” fue por no mencionar la base teórica. Uno de los ejemplos que pudo mencionar en este caso es la zona de desarrollo próximo de los alumnos. Sin embargo, más adelante (p.85) se explica que el mencionar la base teórica no era el objetivo de esta investigación y sólo se utilizó para asignar una clave a las respuestas.

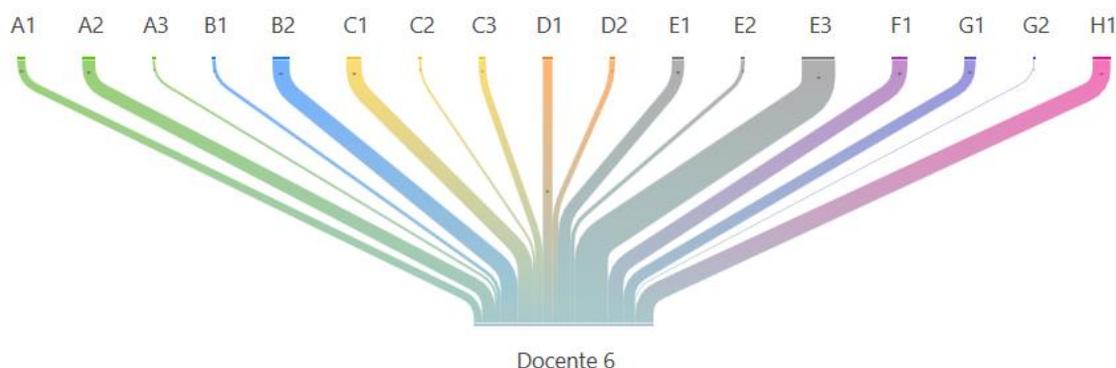
Para el tema “Clasificación de la materia” se le planteó al docente la siguiente pregunta: “¿Cómo logras que los estudiantes se motiven hacia el aprendizaje de este tema?”. La respuesta fue la siguiente:

“Si bien la motivación para aprender cualquier cosa debe ser intrínseca, la aproximación de los nuevos conocimientos a partir de experiencias cotidianas puede resultar un elemento extrínseco para motivar en virtud de que se parte de lo que al alumno le es familiar y de lo que tiene en su bagaje cognitivo de modo que le es más fácil comprender los conceptos que se le van presentando.”

El motivo de que haya obtenido la clave “z” es porque mencionó la diferencia entre la motivación extrínseca e intrínseca y cómo utiliza esto dentro del salón de clases.

Conclusión del Docente 6.

Ilustración 10. Resumen de respuestas, Docente 6.



El Docente 6 es, junto con el Docente 5, uno de los que obtuvieron respuestas para todos los dominios, además de ser los docentes con mayor cantidad de respuestas.

La manera para relacionar los conceptos del tema "Clasificación de la materia" entre sí es satisfactoria (A2), además, puede hacer esta relación explícita por medio de distintos ejemplos. La explicación de las estrategias didácticas fue sumamente amplia, además, todas estas estrategias parten de las dificultades de aprendizaje mencionadas (C1). Dentro de estas estrategias, cuenta con un gran número de materiales didácticos tanto para el trabajo presencial como para el trabajo en línea (C3). Durante la enseñanza del tema utiliza una gran cantidad de modelos, aptos para el contenido y para los estudiantes, modelos que van desde el clásico modelos de partículas hasta el uso de los pixeles de una fotografía (D1 y D2). El hecho de que haya indicado la forma en que realiza las evaluaciones diagnósticas a los alumnos ayudó bastante a comprender mejor sus respuestas sobre los conocimientos previos. La cantidad de dificultades de aprendizaje, para este tema, conocidas por el docente me impresionó debido a que no sólo las mencionó, sino que, también, indicó el motivo por el que las considera dificultades (E3) y es, sin duda, el dominio más amplio para este docente. Lo mismo sucedió con las dificultades de enseñanza (F1). En una investigación posterior se recomienda preguntar cómo resuelve todas estas dificultades (tanto de enseñanza como de aprendizaje) mencionadas. Los métodos de evaluación utilizados son variados (G1), aunque es necesario que, en investigaciones posteriores, se pida a los docentes ser más específicos en estas formas de evaluación. Es importante mencionar que el Docente 6 es de los pocos que mencionó el uso de instrumentos de evaluación para los alumnos. Tuvo una gran cantidad de respuestas, para su razonamiento pedagógico (H1), que hubieran podido obtener la clave más alta, pero le faltó mencionar la base teórica, sin embargo, este no es el objetivo. Se considera suficiente que el razonamiento pedagógico sea el adecuado, aunque éste no pueda nombrar las bases teóricas.

Si bien se reconoce que cuenta con un gran conocimiento del programa curricular y se apoya en él para la aplicación de distintas actividades, faltó que detallara mejor el

uso que le da al programa dentro de sus clases. También faltó que el hablara un poco más sobre la relación del tema o los conceptos de "Clasificación de la materia" con unidades posteriores o de otras asignaturas. Cuenta con una gran cantidad de ejemplos donde estos conocimientos son útiles para el alumno en su vida cotidiana, sin embargo, falta situar aún más estos conocimientos en la realidad del alumno o acompañar las explicaciones con algunos ejemplos. Hizo falta que el explicara un poco más la forma en que propicia la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje. También faltó que profundizara en la investigación o la explicación de las concepciones alternativas de los alumnos ya que, aunque se mencionaron dos, en ningún momento se indicó que estas fueron concepciones alternativas. Las respuestas a cerca de los ajustes a la enseñanza o la retroalimentación a los alumnos fueron muy pocas, faltó que ahondara en este tema, así como las preguntas que lo llevaran a ello.

4. CDC colectivo local.

Una de las propuestas en el MCR (Modelo de consenso refinado) de CDC es la CDC colectivo (cCDC) definido como una combinación de las contribuciones de múltiples educadores de ciencias, incluidas las propias combinaciones del maestro, de las bases combinadas de conocimiento profesional y las diversas experiencias de enseñanza dentro de un tema determinado tal como lo entienden y documentan varias personas. A menudo, al cCDC se basa en lo que se sabe de la investigación (es decir, CDC canónico), pero el cCDC representa un continuo de conocimiento en poder de un grupo que se extiende más allá de lo que está en la literatura y reconoce que el conocimiento sobre la enseñanza de la ciencia también se desarrolla dentro de los distritos escolares, escuelas, sitios, departamentos, equipos de maestros de nivel de grado y comunidades de aprendizaje profesional. (Carlson & Daheler, 2019).

Se decidió llamar cCDC local a esta parte de la investigación ya que, aunque se puede considerar como el CDC canónico de los profesores que formaron parte de esta investigación, el modelo con el que se trabajó fue el MCR de CDC, modelo que utiliza la palabra "colectivo" para referirse a la combinación de múltiples contribuciones.

En esta sección se busca hacer un resumen general de las respuestas de los seis docentes, este resumen se acercará a una representación del cCDC local de los profesores de Química 1 del CCH; sin embargo, para una mejor representación haría falta integrar a más profesores dentro de la investigación.

Ilustración 11. Resumen de respuestas para todos los docentes.

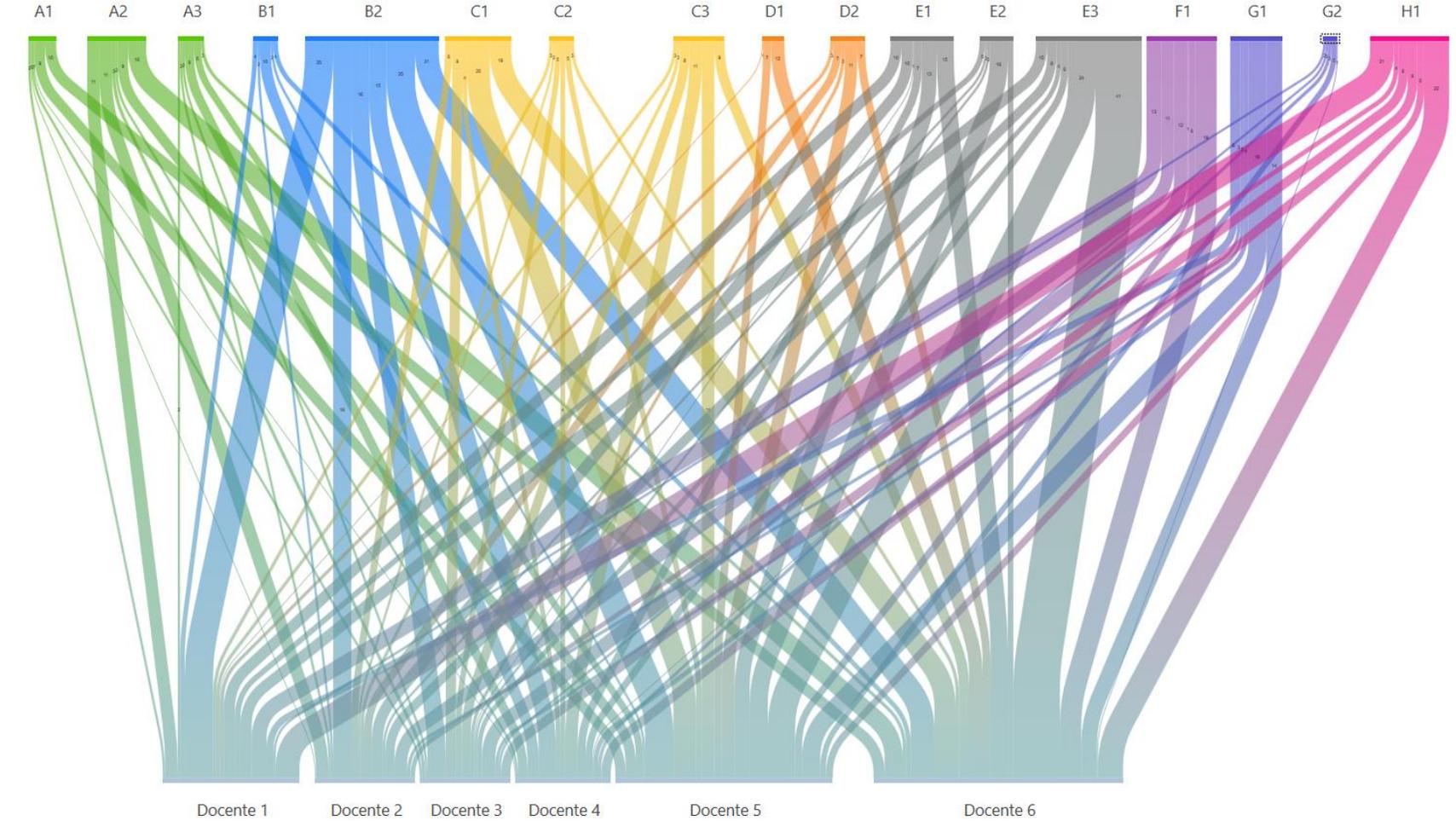
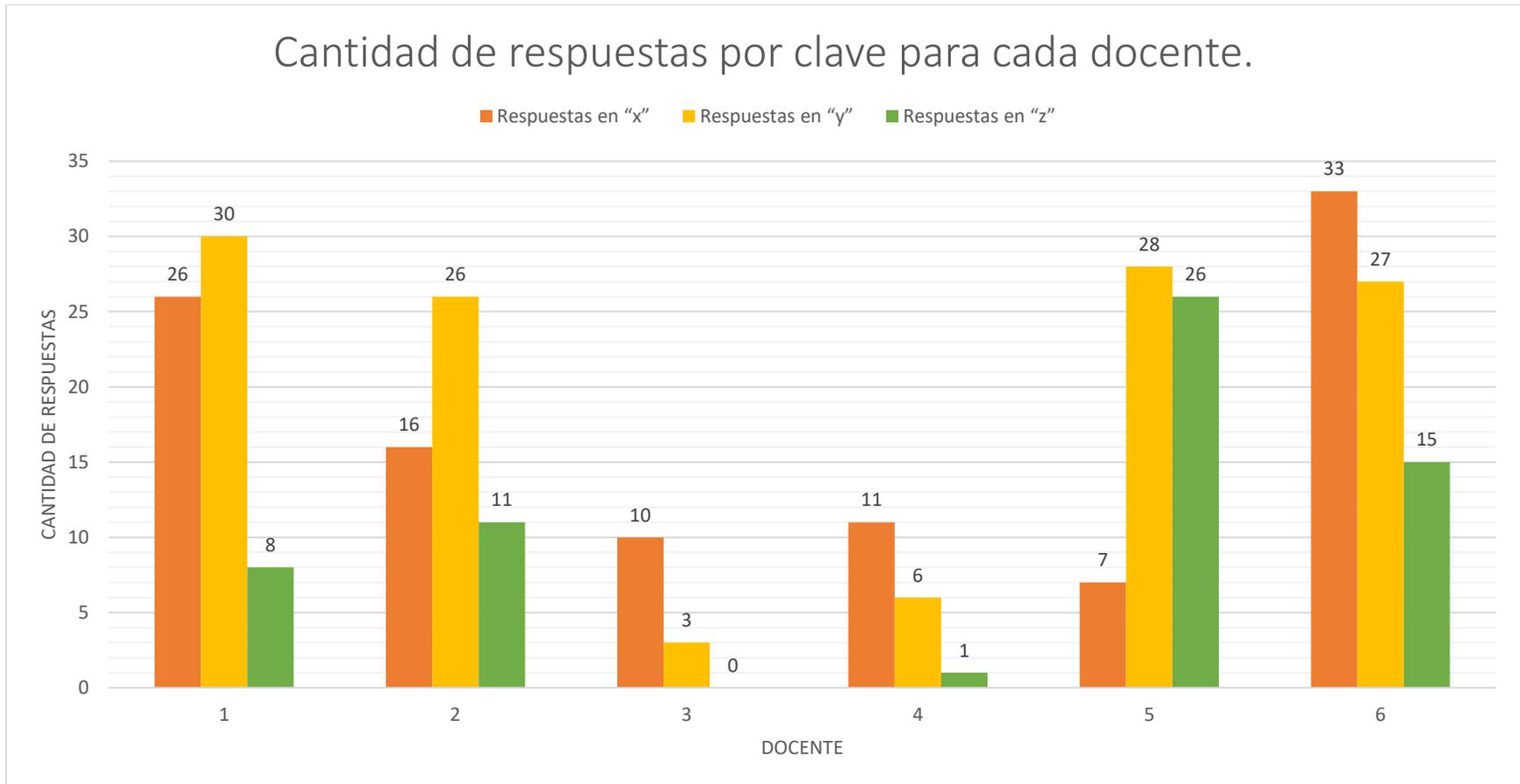


Gráfico 1. Respuestas por clave para todos los docentes.



De forma general, podemos observar en la “Ilustración 10” que los Docentes 5 y 6 tuvieron la mayor cantidad de respuestas, como se comentó en el análisis para cada uno de ellos, esta cantidad y calidad se atribuye al tiempo que dedicó cada uno de los docentes para responder los instrumentos de recopilación de información en lugar de atribuirse al grado de estudios o a la experiencia, ya que ambos profesores son distintos en estas dos características. Debemos recordar que los docentes que invirtieron más tiempo en responder los instrumentos, lograron hacer más visible su CDC y, de esta manera, tuvieron una mayor cantidad de respuestas con una clave asignada.

El dominio en donde se obtuvo un mayor número de respuestas fue en el relacionado con la capacidad que tienen los docentes para vincular el conocimiento del tema con situaciones de la vida cotidiana de los alumnos (B2). Otros dominios que obtuvieron una gran cantidad son el E3, F1 y H1, que corresponden a las dificultades de aprendizaje, a las dificultades de enseñanza y al razonamiento pedagógico, respectivamente.

Sobre el dominio B2, podemos mencionar que todos tuvieron la capacidad de relacionar los conocimientos del tema con la vida cotidiana del alumno, incluso, cuentan con distintos ejemplos en dónde los alumnos pueden ocupar los conceptos aprendidos en su vida diaria. Otro dominio que está relacionado con éste es el A2, en donde también hubo una considerable cantidad de respuestas, este dominio se relaciona con la capacidad para relacionar entre sí los conceptos del tema “Clasificación de la materia”. Reconocen que no son conceptos separados, sino que deben enseñarse en conjunto para que los alumnos tengan un aprendizaje sólido. En términos del CDC, esto hablaría del conocimiento de los maestros acerca del contexto y del contenido

Sobre el componente del CDC relacionado con el currículum de ciencias, observamos que los docentes no relacionan los conceptos de “Clasificación de la materia” con temas posteriores de química o de otras asignaturas (A3). Además, sus respuestas no mencionaron el uso del programa de estudios de la asignatura de Química I.

Se necesita más información para poder definir el conocimiento de los profesores sobre los alumnos ya que, aunque se mencionaron distintas concepciones alternativas (E2), algunos no las consideraban como tal. También, hubo docentes que no mencionaban los conocimientos previos (E1) necesarios para cada concepto o no mencionaron las actividades que llevan a cabo para evaluar los conocimientos previos o las concepciones alternativas. Por otra parte, para los docentes fue sencillo mencionar dificultades de aprendizaje (E3) que se pueden presentar durante la enseñanza de este tema; la dificultad de aprendizaje que más se mencionó fue la abstracción del concepto de átomos y moléculas. Además, algunos hablaron de los intereses de los alumnos o su visión hacia el aprendizaje de las ciencias. Lo anterior demuestra que, dentro del CDC, no se puede utilizar un tipo de conocimientos tan global como el utilizado en el MCR de CDC para el “Conocimiento sobre los alumnos”.

Para el conocimiento didáctico de los profesores es indispensable la observación en el aula. Sin embargo, podemos reconocer que las justificaciones que los docentes dieron a sus acciones dentro del aula se encuentran bien fundamentadas (H1), los docentes mencionaron un gran número de estrategias centradas en el estudiante y materiales didácticos utilizados para la enseñanza tanto de manera presencial como en línea. Además, reconocen distintas dificultades de enseñanza (F1) que pueden presentarse al momento de enseñar este tema como son la falta de material de laboratorio, las fallas en el internet o el escaso tiempo con que cuentan. Sin embargo, la falta de estrategias para propiciar la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje fue algo notable en las respuestas, así como el uso de distintos modelos a parte del modelo de partículas.

Por último, para hablar sobre el conocimiento relacionado con las formas de evaluación, necesitaríamos más información; ya que los docentes mencionaron distintas formas de evaluar los aprendizajes de este tema (G1), sin embargo, no las detallaron. Lo que sí podemos observar es la falta de una actividad de retroalimentación después de cada evaluación (G2). El tiempo fue una de las dificultades de enseñanza que más se mencionó. Esta puede ser una de las razones por la que no llevan a cabo las actividades de retroalimentación a los alumnos. Además, algunos docentes mencionaron que, como este tema está muy relacionado con otras unidades del curso, no es necesario dedicar una retroalimentación específica.

Por otro lado, se decidió también utilizar un gráfico de barras en donde se reflejará la cantidad de respuestas que tuvo cada docente para cada una de las claves (x, y & z). Se tomó esta decisión debido a que en los diagramas de Sankey no es posible visualizar esta diferencia.

Analizando el “Gráfico 1”, observamos que el docente 1 obtuvo una gran cantidad de respuestas con las claves “x” y “y”, juntando un total de 56, mientras que los docentes 2, 3 y 4, tienen un total de 42, 13 y 17 respuestas con las claves “x” y “y”, respectivamente. Es evidente que los docentes 3 y 4 no dedicaron demasiado tiempo a ampliar sus respuestas, esto provocó que su pCDC no fuera visible para la investigación.

Regresando a los docentes 1 y 2 que obtuvieron 56 y 42 respuestas para las claves “x” y “y”, respectivamente, debemos resaltar este logro ya que recordemos que ninguno de los dos participó en las entrevistas, por lo que esa cantidad de respuestas las obtuvieron únicamente contestando el CoRe. Esto nos hace pensar que si se dedica el tiempo necesario al CoRe, el pCDC puede ser visible sin necesidad de utilizar un instrumento distinto que amplíe las respuestas. Incluso, para las respuestas con la clave “z”, estos docentes obtuvieron 8 y 11 respuestas, respectivamente, a diferencias de los docentes 3 y 4 quienes lograron 0 y 1 respuesta para la clave “z”.

Ahora analicemos los resultados para los docentes 5 y 6. Lo primero que podemos observar es la gran cantidad de respuestas obtenidas para cada una de las claves,

contando con un total de 61 y 75 respuestas, respectivamente. Observando únicamente las respuestas del docente 5, observamos que su mayor logro fue obtener únicamente 7 respuestas para la clave “x”, mientras que para la clave “z” obtuvo 26, casi superando a las respuestas con clave “y” que fueron 28. Esto indica que el docente no sólo invirtió una gran cantidad de tiempo en responder el instrumento, sino que su CDC se encuentra muy bien desarrollado debido a que gran cantidad de sus respuestas obtuvieron la mejor calificación. Por otro lado, el docente 6 también obtuvo bastantes respuestas con la clave “z”, alcanzando un total de 15, la diferencia es que este docente obtuvo un total de 33 respuestas con la clave “x”. Esto podría indicarnos que, aunque el docente invirtió bastante tiempo en contestar el cuestionario, su CDC aún no se encuentra lo suficientemente desarrollado como para convertir esas respuestas con la clave “x” en respuestas con la clave “z”.

5. Recopilación de ideas útiles para la enseñanza del tema.

5.1. Importancia del tema.

5.1.1 Importancia del tema en la vida cotidiana.

La mayoría mencionó que la importancia de este tema y todos sus conceptos radica en que los alumnos puedan explicar los fenómenos que suceden a su alrededor, desde los cambios físicos, como la evaporación del agua, hasta las propiedades de los elementos con base en su estructura atómica. El Docente 5 mencionó que todos estos temas son útiles para que los alumnos valoren el papel de la Química y su impacto en el desarrollo socioeconómico. También mencionó que algunos de los conceptos ayudarán a los alumnos a comprender y explicar el mundo natural y, de esta manera, tener los conocimientos para tomar decisiones fundamentadas sobre distintos fenómenos como la contaminación ambiental, la fermentación de un jugo, la obtención de materiales útiles para la vida cotidiana o los medicamentos.

Los docentes reconocen que el concepto “propiedades de la materia” se puede relacionar fácilmente con la vida cotidiana debido a que son las propiedades de las sustancias las que van a determinar qué usos o aplicaciones tienen. También, se espera que los alumnos dejen de creer en las propiedades “mágicas” que a veces se adjudican a productos en la televisión o en internet. Conocer las “propiedades de la materia” será útil para poder identificar una mezcla sin necesidad de probarla u olerla, saber si la sustancia puede ser dañina o clasificarla con base en sus usos. Además, consideran que la comprensión del concepto “átomos y moléculas” nos ayudará a darle una explicación a cada una de las propiedades que los materiales presentan. Un ejemplo bastante contextualizado lo mencionó el Docente 4 al decir que el

concepto de “propiedades de la materia” puede ser útil para limpiar las manchas de la ropa, basándonos en los puntos de fusión o de congelación.

Sugieren que la comprensión del concepto “mezcla” ayuda a los alumnos a valorar los desarrollos tecnológicos dedicados a remover sustancias de una mezcla. Aquí podemos relacionar este concepto con los problemas de contaminación. También les ayuda a los alumnos a comprender que las propiedades de las mezclas estarán sujetas a la proporción de sus componentes y que conocer esta proporción será un factor importante al utilizarlas o si se busca separar los componentes de una mezcla.

Los conceptos de “elemento” y “compuesto” son importantes ya que los alumnos deben comprender que un pequeño cambio en la estructura de una sustancia compuesta puede traducirse en propiedades completamente distintas, como la reactividad o la toxicidad. Como ejemplo utilizan el agua y el agua oxigenada. Además, es importante que los alumnos comprendan que son los compuestos los que determinarán las propiedades de las mezclas. Un ejemplo, bastante situado en la vida de los alumnos, es cuando les mencionan que necesitan ciertos elementos para vivir, como el hierro y el calcio, los alumnos deben entender que estos elementos se adicionan en forma de compuestos para su ingesta.

Un docente mencionó que este tema también ayuda a los alumnos a desarrollar la habilidad cognitiva de clasificar, que es fundamental en el desarrollo de las personas porque, de esa manera, identifican las categorías que permiten ubicar a los elementos a organizar dentro de un tipo de clasificación determinada. De la misma forma, el concepto de “átomos y moléculas” ayuda a los alumnos a desarrollar sus habilidades de abstracción e imaginación.

5.1.2. Importancia y relación con temas posteriores.

Para los docentes, el tema de clasificación de la materia y, sobre todo, el concepto “átomos y moléculas” es primordial para comprender el “Enlace químico”. El concepto “átomos y moléculas” también es útil para el aprendizaje del concepto de “cantidad de sustancia” y para abordar el tema de estequiometría. El concepto de “compuesto” es necesario para que los alumnos puedan aprender nomenclatura y así interpretar una ecuación química.

5.2. Situación de partida de los alumnos.

5.2.1. Conocimientos previos.

La elección de los conocimientos previos depende mucho de las actividades o la secuencia elegida por el docente. Se notó que algunos maestros enseñan primero el concepto “átomos y moléculas”, mientras que otros utilizan los conceptos de “elemento”, “compuesto” y “mezcla” para enseñar átomos y moléculas. Sin embargo, aquí abajo se muestra un conjunto de los

conocimientos previos necesarios para cada concepto suponiendo que los primeros conceptos que se enseñan son los de elemento, compuesto y mezcla. Es importante recalcar que, al ser un conjunto de las respuestas de esta investigación, no se muestran todos los conocimientos previos necesarios ni los únicos para la enseñanza de cada concepto.

a) Compuesto.

Naturaleza cinético corpuscular de la materia, sustancia, elemento, materia, material, noción de propiedad general y propiedad característica o específica, nivel submicroscópico, macroscópico y simbólico, aspecto homogéneo y heterogéneo, modelos en ciencia, así como su desarrollo histórico y noción de enlace químico.

b) Elemento.

Naturaleza cinético corpuscular de la materia, sustancia, materia, material, noción de propiedad general y propiedad característica o específica, nivel submicroscópico, macroscópico y simbólico, aspecto homogéneo y heterogéneo, modelos en ciencia, así como su desarrollo histórico y conocimiento de la existencia de las tablas periódicas.

c) Mezcla.

Naturaleza cinético corpuscular de la materia, sustancia, elemento, compuesto materia, material, fase, noción de propiedad general y propiedad característica o específica, nivel submicroscópico, macroscópico y simbólico, aspecto homogéneo y heterogéneo, modelos en ciencia, así como su desarrollo histórico, proporcionalidad y noción de fuerzas e interacciones físicas.

d) Propiedades de la materia.

Naturaleza cinético corpuscular de la materia, sustancia, materia, material, noción de propiedad general y propiedad característica o específica, nivel submicroscópico, macroscópico y simbólico, aspecto homogéneo y heterogéneo, concepto de masa y mediciones.

e) Átomos y moléculas.

Naturaleza cinético corpuscular de la materia, materia, nivel submicroscópico, modelos en ciencia, así como su desarrollo histórico, concepto de masa y longitud, notación científica, teorías moleculares y atómicas, capacidad de abstracción, mezcla, compuesto y elemento.

El Docente 5 sugiere que para evaluar los conocimientos previos de los alumnos o sus concepciones alternativas se les pueden presentar a los

alumnos definiciones o modelos donde ellos tengan que decidir a qué concepto corresponde. También se les puede pedir que dibujen algún modelo o que expliquen con sus propias palabras el concepto.

El Docente 6 utiliza una lista de cotejo donde ordena las ideas que espera que los alumnos tengan acerca de los conceptos del tema. Esta lista también la puede utilizar como una forma de autoevaluación para los alumnos, escribiendo estas ideas en primera persona, por ejemplo, “puedo identificar una mezcla homogénea de una heterogénea”, les da a los alumnos tres opciones diferentes de respuesta “lo sé”, “tengo una idea” y “no lo sé”.

5.2.2. Concepciones alternativas.

Las concepciones alternativas mencionadas por los profesores se muestran a continuación:

- Los alumnos piensan que no hay espacios entre unas partículas y otras.
- Los alumnos creen que las partículas de una sustancia tienen las mismas propiedades que el conjunto de estas.
- Los alumnos consideran que un compuesto es una mezcla por tener varios elementos.
- Los alumnos consideran que un elemento molecular es un compuesto por tener dos partículas.

5.2.3. Dificultades de aprendizaje.

Dentro de las dificultades de aprendizajes mencionadas por los profesores se encuentran el bajo nivel en habilidades matemáticas, como la noción sobre proporcionalidad, la nula capacidad de abstracción para los conceptos de “partícula”, “átomo”, “molécula” o para imaginar los enlaces químicos. Mencionan que los alumnos aún no pueden trasladarse entre un nivel de representación y otro. Otra dificultad es que los alumnos no distinguen entre fenómenos físicos y químicos.

Los alumnos confunden los siguientes términos “mezcla y sustancia”, “sustancia elemental y sustancia compuesta” y “partícula, átomos, molécula e ión”. No hay claridad entre el elemento como una sustancia y el elemento como una representación simbólica, lo que les ayudaría a trasladarse entre el nivel macroscópico y el simbólico.

Los alumnos tienen dificultades en el uso de las unidades del SI, su conversión, su utilidad y en el uso del equipo para realizar las mediciones.

Se les dificulta identificar el tipo de mezcla cuando tanto la mezcla homogénea como la heterogénea están convergiendo, esto quiere decir que no reconocen

el concepto de “fase”. Los alumnos definen a la mezcla y al compuesto casi igual, la única diferencia, para ellos, es que la mezcla se puede separar por métodos físicos. Distinguen que la mezcla está compuesta por distintos componentes, pero no comprenden que su composición es variable y que entre sus componentes no existen interacciones químicas, de tal manera que conservan su individualidad, la cual se manifiesta en sus propiedades.

Piensen también que todos los elementos se forman de átomos y todos los compuestos de moléculas. Otra dificultad de aprendizaje es que los alumnos utilizan estos conceptos “átomo” y “molécula” de forma indistinta.

El hecho de que durante la enseñanza secundaria los alumnos aprendan muchos conceptos únicamente de memoria es una gran dificultad para la enseñanza a nivel bachillerato.

5.3. Dificultades de enseñanza.

La principal dificultad de enseñanza mencionada por los profesores fue el escaso tiempo con el que cuentan para llevar a cabo todas las actividades del curso, además del tiempo que tienen que invertir en recuperar los conocimientos previos necesarios para el tema u homogeneizar el nivel del grupo o el tiempo que se debe invertir en las actividades experimentales. Otra dificultad es no lograr el cambio conceptual provocado por las concepciones alternativas de los alumnos o, peor aún, usar modelos no aptos para este tema que pueden reforzar las concepciones alternativas de los alumnos. También mencionan como dificultad de enseñanza la incapacidad de lograr que los alumnos “visualicen” el enlace químico.

No contar con distintos elementos en el laboratorio para mostrar o identificar sus propiedades. No contar con los simuladores adecuados para la representación de los elementos o compuestos con átomos o moléculas. También el escaso material para realizar mediciones más exactas o de propiedades menos comunes. Un docente indicó que no conoce la utilidad de cada uno de los elementos de la tabla periódica, pero que utiliza esto para que los alumnos realicen una investigación bibliográfica.

La dificultad de separar algunos componentes en las mezclas, la necesidad de contar con conocimientos más profundos para avanzar en el aprendizaje de las características y propiedades de las mezclas o la poca conexión entre las características macroscópicas y microscópicas.

Existen temas un poco más complejos que podrían no ser necesarios mencionar a nivel bachillerato, pero es importante que los conozcan. El Docente 3, en especial, mencionó algunos de estos temas: compuestos formados por gases nobles, el procedimiento para formar elementos sintéticos, la estructura interna de los átomos en aleaciones y las partículas subatómicas, como los quarks.

El Docente 5 aceptó que una de sus dificultades para la enseñanza del tema es no tener los conocimientos o la habilidad para profundizar en el pensamiento filosófico o el desarrollo histórico que permitió la construcción de los conceptos.

El escaso interés de los alumnos por la asignatura.

5.4. Estrategias de enseñanza.

5.4.1. Estrategias didácticas.

El Docente 1 sugiere que, para comenzar el tema, se puede realizar un “Quiz” de clasificación de los objetos que rodean al alumno, tomándole foto a cada objeto, seguido de un debate en grupo. También sugiere que para la conceptualización de la naturaleza corpuscular de la materia se realice una observación y discusión de fenómenos como las corrientes de convección de agua fría-agua con colorante. Para ayudar a los alumnos en el tránsito entre los distintos niveles de representación, estos niveles deben ser constantemente mencionados y utilizados a lo largo de las actividades.

El Docente 2 sugiere que, para ayudar a los alumnos a comprender el enlace químico, se lleven a cabo actividades experimentales en las que haya cambios observables al separar o unir elementos. Para explicar la distribución de los electrones de acuerdo con modelo de Bohr el docente utilizó una analogía con un edificio con habitaciones de diferentes tamaños y cómo se pueden organizar los huéspedes para tener menores lugares vacíos. También les pide a los alumnos preparar distintas mezclas conocidas como agua de limón, café, ensaladas, etc., luego les pide que discutan cómo separarían los componentes y, si es posible, que los separen. Lleva a cabo espacios de reflexión en clase sobre la importancia del uso del conocimiento para el cuidado personal, de la naturaleza y del mundo, de esta manera promueve la responsabilidad que cada uno tenemos por formar parte de este mundo y que no tiene que ver con ser un profesional de la química.

Una analogía que utiliza el Docente 3 para que los alumnos comprendan la diferencia entre una mezcla homogénea y una mezcla heterogénea es pedirles a los alumnos que se imaginen que están viendo un salón de clases por fuera y lo único que pueden distinguir es que hay alumnos dentro. Si ellos se acercan más podrán observar que algunos de estos alumnos son hombres y otras son mujeres y si se acercan aún más podrán ver que los zapatos de todos son distintos.

El Docente 4 utiliza como introducción al tema el primer capítulo de la serie CSI: Las Vegas donde se trabajan los conceptos de “mezcla”, “elemento” y “compuesto”, además de la metodología científica. Sugiere que este tipo de videos llaman la atención de los alumnos porque algunos de ellos buscan

ingresar a carreras enfocadas a la medicina o a la biología. Este docente también mencionó que dentro de la misma serie también hay capítulos donde se habla de la toxicidad del mercurio o de la alimentación, donde mencionan los carbohidratos, los lípidos y cómo nuestra salud puede verse afectada por lo que consumimos. Otra actividad que lleva a cabo el Docente 4 es pedirles a los alumnos que revisen los materiales que tienen en su casa, sobre todo los de limpieza, que lean la etiqueta y vean los componentes. Posteriormente, les pide que hagan una investigación en donde ubiquen los elementos que forman a los componentes de la etiqueta y conozcan si estos componentes pueden afectar la salud. También sugiere enseñar la parte histórica de los modelos científicos para que los alumnos conozcan de dónde viene cada modelo, reconozcan todo el trabajo que hubo antes para poder llegar a ellos y aprendan, un poco, sobre la metodología científica.

El Docente 5 realiza actividades prácticas para la descomposición y síntesis del agua donde los alumnos pueden observar los volúmenes de gas generados y los relacionan con la estructura del compuesto a través del lenguaje simbólico. Una actividad que involucra los aspectos sociales e históricos es utilizar el ejemplo del gas cloro como arma química durante la Segunda Guerra Mundial. Para la enseñanza en línea, pidió a los alumnos utilizar distintos métodos de separación de mezclas en sus casas, posteriormente los alumnos tuvieron que explicar, tanto en el nivel submicroscópico, como en el macroscópico, las diferencias entre las mezclas y los compuestos. Para que los alumnos logren diferenciar mejor las mezclas de los compuestos, les pide que representen con esferas un elemento o un compuesto y, a partir de esto, representen mezclas. De esta manera los alumnos pueden observar que hay esferas que no están unidas, entonces pueden comprender la diferencia entre sustancias y mezclas.

El Docente 6, buscando que los alumnos se motiven hacia el aprendizaje del concepto “mezcla”, pide a los alumnos analizar las características del agua sucia y tratar de limpiarla para entonces identificar qué características debe tener una mezcla y los tipos de mezclas que existen. Sugiere el uso de simuladores para que los alumnos puedan observar, bajo el modelo de partículas, cómo está constituida una mezcla. Les presenta a los alumnos una muestra problema de una mezcla que ellos deben de separar. Primero, pide a los alumnos clasificar la mezcla y proponer qué separarían primero, durante el proceso tienen que ir indicando qué tipo de mezcla van obteniendo. Esto sirve para que ellos planteen un procedimiento científico. Por último, relaciona esto con la contaminación del agua en la ciudad. Este docente, para la enseñanza del concepto “mezcla”, utiliza una analogía con los pixeles de una fotografía para explicar a los alumnos que mientras más hacen zoom en una imagen podrán ir notando cada uno de los pixeles que forman la imagen, esto lo relaciona con las interfases y los distintos componentes que puede haber en una mezcla.

5.4.2. Materiales didácticos.

Dentro de los materiales utilizados por los profesores, para la enseñanza en línea, fueron los recursos de la página “Objetos UNAM” y de la “RUA”.

Uno de los simuladores utilizados por los docentes es “Phet” de la Universidad de Colorado. También han utilizado los laboratorios virtuales del portal académico del CCH.

En la revista “Muy interesante” hay un artículo acerca del agua donde se habla sobre las propiedades de la molécula y se relaciona con la estructura de la molécula. Es un artículo de divulgación corto, concreto y muy bien explicado.

En la página B@unam existen UAPAS (Unidades de Apoyo para el Aprendizaje) sobre los estados de agregación, las características físicas y químicas del agua o la contaminación del aire que son útiles para este tema.

5.4.3. Uso de modelos.

Los profesores reconocieron el uso de distintos modelos como un factor importante para lograr el cambio conceptual en los alumnos. Mencionaron que el uso de modelos icónicos, simbólicos y científicos coadyuva al logro de mejores representaciones mentales y explicaciones sobre los fenómenos.

Dentro de los modelos utilizados por los profesores están el modelo de Dalton, de Bohr, modelo de partículas, para la representación de estos modelos los docentes utilizaron el cuaderno, el pizarrón, la computadora, simuladores, dulces, esferas de unicel, tapas de refresco, canicas y hasta los pixeles en una imagen.

5.5. Evaluación y retroalimentación.

El Docente 1 mencionó que para evaluar este tema se pueden utilizar situaciones problemáticas donde el alumno explique fenómenos cotidianos o naturales a partir de las propiedades de la materia y construya modelos explicativos (como las corrientes marinas de convección y los vientos, el efecto del calor específico en el clima de un área geográfica, la flotación de los icebergs, las diferencias de T en la atmósfera, la oxidación de los metales, la combustión de una vela, entre otros).

El Docente 2, para evaluar este tema solicita que los alumnos expliquen el concepto o planteamiento de características con sus propias palabras. Plantea problemas a solucionar en las que han de argumentar sus respuestas, por ejemplo "señala cómo separarías la siguiente mezcla, elabora un diagrama, indica qué método aplicas, qué vas separando y porqué utilizaste tal método, en qué propiedad de la materia te basas"

o "indica si los siguientes materiales son mezclas, compuesto o elementos e indica porqué consideras tal clasificación".

El Docente 5 utiliza un portafolio de evaluación a lo largo del curso donde el objetivo es que los alumnos reflexionen sobre las actividades donde más aprendieron, qué les funcionó, qué no, los cambios que deben realizar, etc.

El Docente 6 pide a los alumnos realizar representaciones de distintos materiales bajo el modelo de partículas. Con estas representaciones también les pide a los alumnos explicar las propiedades de los materiales. También le presenta a los alumnos listas de palabras que ellos deben ir separando y justificar porqué. Utiliza la canción de "El chorrillo" de Cri-Cri lo que le sirve para que los alumnos encuentren las propiedades que están involucradas dentro de la canción.

La mayoría mencionó que este tema se retoma a lo largo de todo el curso. Al llevar a cabo la retroalimentación, un docente no les menciona a los alumnos que salieron mal, únicamente les dice que va a retomar un tema porque es esencial para comprender los siguientes.

6. Conclusiones.

Durante esta investigación se utilizó el MCR de CDC, diseñado por numerosos expertos durante la segunda cumbre de CDC. El principal objetivo de este modelo es lograr que las investigaciones realizadas en materia de didáctica tengan un impacto real dentro de las aulas, es por esta razón que dentro del modelo se encuentran los profesores, las instituciones y los alumnos. Además, este modelo diferencia entre el eCDC, pCDC y cCDC (CDC promulgado, CDC personal y CDC colectivo), de esta manera logran una muy clara distinción entre lo que un agente externo puede observar en un maestro, entre lo que el maestro realmente domina y entre lo que un conjunto de profesores ya sea de alguna institución, estado o país, saben.

Durante el capítulo 3 de esta tesis se intentó hacer visible el pCDC de cada uno de los docentes a través del eCDC en los instrumentos de recopilación de información, descubrimos que, a través de la rúbrica podemos categorizar las respuestas de los docentes en categorías que definen el nivel de desarrollo de su pCDC. Las categorías y los niveles de la rúbrica nos ayudaron a comprender mejor y clasificar cada una de las respuestas para poder definir y comparar el pCDC de los docentes, descubriendo aquellas clasificaciones que el docente necesita mejorar o hacer más visibles en los instrumentos de recopilación, como el uso de modelos o de instrumentos de evaluación adecuados.

En el capítulo cuatro, basándonos en las respuestas de todos los docentes intentamos crear un cCDC sobre los docentes de química de los Colegios de Ciencias y

Humanidades, descubriendo que la gran mayoría de ellos tiene la capacidad de relacionar los conceptos de los temas a situaciones de la vida cotidiana, además de que cuentan con una gran cantidad de estrategias de aprendizaje. Sin embargo, también descubrimos que es necesario mejorar el uso de modelos en este tema y que los instrumentos de evaluación y retroalimentación no siempre son los más adecuados.

El uso del CoRe y la rúbrica para analizar las respuestas de los docentes fue muy útil, sin embargo, toda la clasificación de respuestas queda a criterio de la persona que construyó tanto el CoRe como la rúbrica. Sería mejor que un grupo de expertos realizaran y supervisaran estos instrumentos y su utilización. También, se descubrió que responder el CoRe de una manera satisfactoria implica invertir una gran cantidad de tiempo para los docentes y que, en la mayoría de las ocasiones, copian y pegan las respuestas de las casillas con la justificación de que los temas se relacionan entre sí, esto demerita la cantidad de respuestas y el nivel de las estas. Como pudo observarse para los primeros cuatro docentes.

Los docentes 5 y 6 tienen un nivel de CDC elevado, esto se demostró en los niveles asignados a sus respuestas y la cantidad de estas, superando en gran medida a los primeros cuatro docentes, sobre todo en las respuestas con la clave “z”. Sería interesante realizar una investigación distinta con estos dos profesores y profesores de otros colegios o ampliar esta investigación con la grabación de las clases de los docentes sobre el tema de clasificación de la materia.

Por último, como se mencionó al inicio de este capítulo, el MCR de CDC se caracteriza por relacionar las investigaciones con la utilidad dentro del aula, fue por esta razón que el capítulo cinco de la presente tesis se dedicó a utilizar las respuestas de los docentes y las claves asignadas a estas para crear una serie de recomendaciones para la enseñanza del tema. Estas recomendaciones se encuentran clasificadas de acuerdo con las claves de las rúbricas y su objetivo es ampliar el conocimiento sobre la enseñanza del tema en cualquier colegio.

7. Sugerencias para futuras investigaciones.

a) El mayor problema de esta investigación fue la participación de los docentes. Se sugiere que, antes de comenzar la investigación, se confirme a los participantes, así como las intervenciones que tendrá cada uno. También se sugiere que, para lograr la participación de un mayor número de docentes, se emita una constancia o reconocimiento, por parte de la Dirección de la maestría, para la participación en la investigación. Por último, se sugiere que la Dirección de la maestría cree un banco de profesores dispuestos a participar en estas investigaciones.

- b) La persona que categorice cada una de las respuestas de los docentes, aparte de contar con una rúbrica, debe ser un experto en el tema que se trabaje. El objetivo de esto es que el profesor conozca las mejores estrategias para la enseñanza, los conocimientos previos, las concepciones alternativas, etc. Y, de esta manera, pueda decidir si lo que responden se acerca a las mejores prácticas o no.
- c) Las respuestas que los docentes manifiesten en los instrumentos de recopilación de información dependerán en gran medida de las preguntas que se planteen. Hay que pensar muy bien lo que se espera que los docentes respondan y, con base en esto, plantear las preguntas para los instrumentos.
- d) La rúbrica de interpretación debe crearse con base en las respuestas de los docentes, no se debe evaluar un aspecto que no se haya preguntado explícitamente.
- e) Al preguntar sobre la experiencia de los profesores, debemos pedirles que nos indiquen en qué rama de la química fue su maestría o doctorado. Además, debemos pedir que, aparte de que nos indiquen sus años como docentes, nos indiquen sus años impartiendo el tema de la investigación.
- f) Es necesario que, en algunas preguntas del CoRe, se especifique a los docentes que proporcionen ejemplos de cómo utilizan ese conocimiento dentro del aula. Esto sería útil si no se puede llevar a cabo la observación en el aula de su enseñanza del tema.
- g) Ya que la grabación en el aula es primordial, se sugiere, nuevamente, asegurar a los profesores que participarán en ella. También es necesario que los investigadores midan con mucho cuidado sus tiempos, ya que, cada tema, se enseña únicamente una vez al año en las escuelas. Si no se miden bien los tiempos, el investigador puede pasar varios meses esperando a que los docentes vuelvan a impartir el tema para realizar la grabación en el aula.
- h) Una vez que se haya creado la rúbrica, se sugiere evaluar a la mitad de los docentes con ella y, después, pedir a otro investigador que utilice tu rúbrica para evaluar a los mismos docentes. Se deberán comparar las respuestas y decidir si se necesita modificar la rúbrica.
- i) Se sugiere que se pregunte a los docentes cómo evalúan los conocimientos previos de los alumnos y cómo encuentran las concepciones alternativas que llevan consigo. También se sugiere que expliquen por qué consideran como dificultades de aprendizaje o de enseñanza las que cada uno menciona. Además de especificar qué medidas llevan a cabo para resolver las dificultades de aprendizaje o de enseñanza que se presentan, para confrontar las concepciones alternativas o para nivelar los conocimientos del grupo.
- j) Considero que los conceptos elegidos fueron demasiados, debido a esto, el CoRe fue demasiado grande y, algunos docentes, no lo contestaron por completo.

k) Sobre la relación de los conocimientos con la vida cotidiana del alumno se podría plantear la siguiente pregunta: ¿En qué momento, de su día a día, el alumno puede utilizar este conocimiento?

l) Una pregunta que se retiró del CoRe y no tuvo que haber sido así es la siguiente: ¿Cómo esperas que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de tus estudiantes?, ¿qué haces para que tenga ese impacto? Lo importante de la pregunta anterior es la segunda parte en dónde el profesor indica cómo logra que los alumnos lleguen al conocimiento que pueden aplicar en su vida cotidiana.

m) Otra forma de trabajo podría ser llevar a cabo más de una entrevista. La primera para conocer los antecedentes del docente y sus orientaciones para la enseñanza de las ciencias, la segunda para conocer sus planes de instrucción y sus estrategias didácticas y la última para conocer sus justificaciones pedagógicas.

Bibliografía.

Acevedo, J. (2009). "Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico". *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6(1), 21-46.

Adbo, K., Taber, K. S. (2009), "Learners' mental models of the particle nature of matter: a study of 16-year-old Swedish science students", *Int. J. Sci. Educ.*, 31(6), 757–786.

Akinyemi, O., Mavhunga, E. (2021). "Linking pre-service teachers' enacted Topic Specific Pedagogical Content Knowledge to learner achievement". *Chem. Educ. Res. Pract.*, 22, 282-302

Baxter, J. A., Lederman, N. G. (1999). "Assessment and measurement of pedagogical content knowledge". En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), "Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education" (pp. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Carlsen, W. (1999). "Domains of teacher knowledge". En J. Gess-Newsome. y N. G. Lederman (Eds.) "*Examining pedagogical content knowledge*", (133-144) Dordrecht. The Netherlands: Kluwer.

Carlson, J., Daehler, K. (2019). "The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education". En A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Ed.), "*Repositioning pedagogical content knowledge in teacher's knowledge for teaching science*" (pp. 77-92). Singapore: Springer.

Chandrasegaran, A. L., Treagust D. F., Mocerino M. (2007), "The Development of a Two-tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School

Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation", *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(3), 293–307.

Declaración de Budapest (1999). *Marco general de acción de la declaración de Budapest*, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.

Dirección general de planeación (2021). "Series estadísticas por entidad académica" [Fichero de datos]. Recuperado de (2021): http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte_pobxcarrera.php?cve_dep=998&anio_sel=

Gabel, D. (1999), "Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future", *J. Chem. Educ.*, 76, 548–554.

Gil, D., Macedo, V., Martínez, J. (2005). "¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años". Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Gkitzia, V., Salta, K., Tzougraki, C. (2020). "Students' Competence in Translating Between Different Types of Chemical Representations". *Chem. Educ. Res. Pract.*, 21, 307-330.

Griffiths, A. K., Preston K. R. (1992), "Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules", *J. Res. Sci. Teach.*, 29(6), 611–628.

Johnstone, A. H. (1982), "Macro- and micro-chemistry", *Sch. Sci. Rev.*, 64(227), 377–379.

Johnstone, A. H. (1993), "The development of chemistry teaching", *J. Chem. Educ.*, 70, 701–705.

Kind, V. (2004), "Beyond Appearances: Student's misconceptions about basic chemical ideas", 2 ed., Durham University.

Kirschner, S., Taylor, J., Rollnick, M., Borowski, A., Mavhunga, E. (2015). "Gathering evidence for the validity of PCK measures: Connecting ideas to analytic approaches." En Amanda Berry, Patricia Friedrichsen & John Loughran (Eds.), "Re-examining pedagogical content knowledge in science education" (pp. 229-241). New York. Routledge.

Kam Ho, K., Rollnick, M., Gess-Newsome, J. (2019). "A grand rubric for measuring science teachers' pedagogical content knowledge." En Anne Hume, Rebecca Cooper & Andreas Borowski (Eds.), "Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science" (pp. 251-270). Singapore. Springer.

Loeffler, P. A. (1989). "Fundamental Concepts in the Teaching of Chemistry", en *J. Chem. Edu.*, 66 (11), 928-930.

Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R., y Mulhall, P. (2001). "Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs." *Res. Sci. Edu.*, 31(2), 289-307.

Loughran, J., Mulhall, P., Berry, A. (2004) "In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice", *J. Res. Sci. Edu.*, 4(41), 370-391

Loughran, J., Mulhall, P., Berry, A. (2008). "Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education". *I. J. Sci. Edu.*, 30(10), 1301-1320

Magnusson, S., Krajcik, L., & Borko, H. (1999). "Nature, sources and developing science teacher's pedagogical content knowledge." Rotterdam, Holanda. Sense.

Nakiboglu, C., Karakoc, O. (2005), "The forth knowledge domain a teacher should have: The pedagogical content knowledge", *Educ. Sci. The. Pract.*, 5(1), 201-206.

National research council. 1996. "*National Science Education Standards.*" Washington, DC: The National Academies Press.

Ngai, C., Sevian, H., Talanquer, V. (2014), "What is this substance? What makes it different? Mapping progression in students' assumptions about chemical identity", *Int. J. Sci. Educ.*, 36(14), 2438–2461.

Oficina regional de educación para América Latina y el Caribe. "¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años." (2005).

Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., Merino, C. (2014). "Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia." *Educ. Quim.*, 25(1), 46-55.

Padilla, K., Van Driel, J. (2012). "Relationships among cognitive and emotional knowledge of teaching quantum chemistry at university level." *Edu. Quim.*, 23, 311-326.

Padilla K. (2014) "El CDC y la formación de profesores", en Garritz A. (ed), Lorenzo M. G. y Daza Rosales S. F., "*Conocimiento didáctico del contenido, Una perspectiva Iberoamericana*", Editorial Académica Española, Saarbrückem, Alemania, pp. 175-209.

Park, S., Oliver, S. (2008). "Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals". *Res. Sci. Educ.*, 38, 261-284.

Pérez, Y., Chamizo, J. (2016). "Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La educación media superior." *Edu. Quim.*, 27(3), 182-194.

Pinto, J. y González, M. (2008). "El Conocimiento Didáctico del Contenido en el profesor de matemáticas". *Educ. Mat*, 20(3), 83-100.

"Programa de estudio de Química I-II." Área de Ciencias Experimentales, Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016. Pdf. Recuperado de:

https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/QUIMICA_I_II_.pdf

Renström, L., Andersson B., Marton F. (1990). "Students' conceptions of matter", *J. Educ. Psychol.*, 82(3), 555–569.

Sánchez, M., Martínez, G., (2020). "Evaluación del y para el aprendizaje." Ciudad de México: UNAM, Coordinación de Desarrollo educativo e innovación curricular.

Sanger, M. (2000). "Using particulate drawings to determine and improve student's conceptions of pure substances and mixtures". *J. Chem. Educ.*, 77, 762-766.

Shulman, L. S. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching". *Edu. Res.*, 15 (2). 4-14

Shulman, L. S. (1987). "Knowledge and teaching: foundations of the new reform." *Harvard Edu. Rev.*, 57(1), 1-22.

Stains, M., Talanquer, V. (2007). "A2: element or compound?", *J. Chem. Educ.*, 84(5), 880–883.

Taber, K. S. (2009). "Learning at the symbolic level", in Gilbert J. K. and Treagust D. F. (ed.), "Multiple Representations in Chemical Education", Dordrecht: Springer, pp. 75–105.

Taber, K. S. (2013), "Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemical education", *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 156–168.

Van Driel, J. H., Verloop, N. y De Vos, W. (1998). "Developing science teachers' pedagogical content knowledge". *J. Res. Sci. Teach.*, 35(6), 673-695.

Vazquez, A., Acevedo, J. y Manassero, M. (2005). "Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanista". *REEC*, 4(2).

Vogelezang, M. J. (1987). "Development of the Concept 'Chemical Substance' - Some Thoughts and Arguments", en *I. J. of Sci. Edu.*, 7 (5), 519-528.

de Vos, W., Verdonk, A. H. (1987a). "A New Road to Reactions, Part 4, The Substance and its Molecules", en *J. Chem. Edu.*, 64. 692-694.

de Vos, W., Verdonk, A. H. (1987b). "A New Road to Reactions, Part 5, The Elements and its Atoms", *J. Chem. Edu.*, 64, 1010-1013.

ANEXOS.

Anexo 1 “CoRe sobre clasificación de la materia”.

<p>Antes de comenzar, le agradezco el tiempo dedicado a responder este cuestionario, el cual es una modificación a la herramienta elaborada por John Loughran (2004) para documentar y retratar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) sobre un tema en específico de los profesores en activo como usted. En este caso, usaremos esta herramienta para generar una reflexión sobre su CDC en el tema de "Clasificación de la materia". Es importante mencionar que el cuestionario, así como la investigación, es totalmente anónima y no se hará uso de los datos ni de los nombres en ningún tipo de publicación.</p>	
Nombre	
Grado académico	
Edad	
Experiencia docente	
Tema seleccionado	Clasificación de la materia.
<p>Por favor, contesta lo más extensamente posible, para cada una de las siguientes preguntas:</p>	
<p>1. Visión del profesor hacia la importancia del tema.</p>	
<p>¿Consideras que es importante abordar este tema durante el curso de Química I del bachillerato?, ¿Por qué?</p>	
<p>¿Cuánto tiempo dedicas a la enseñanza de este tema?</p>	
<p>¿Cómo logras que los estudiantes se motiven hacia el aprendizaje de este tema?</p>	
<p>Se realizó una investigación donde se encontraron los siguientes conceptos centrales para este tema: compuesto, elemento, mezcla, propiedades de la materia, átomos y moléculas.</p>	
<p>Responde, lo más extensamente posible, para cada uno de los conceptos centrales, las siguientes preguntas:</p>	
<p>2. Visión del profesor hacia el aprendizaje de los estudiantes.</p>	
<p>¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?</p>	
<p>¿Qué pretendes que los estudiantes realicen, en su vida cotidiana, con el conocimiento de este concepto?</p>	
<p>¿Cuáles son los conocimientos previos necesarios para el aprendizaje de este concepto?</p>	
<p>¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes conectadas al aprendizaje de este concepto?</p>	
<p>3. Visión del profesor hacia su conocimiento sobre el concepto.</p>	
<p>¿Qué más sabes, sobre este concepto, que no le enseñas a tus estudiantes?</p>	
<p>¿Cuáles son tus dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de este concepto?</p>	
<p>4. Visión del profesor hacia su enseñanza del concepto.</p>	
<p>¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de este concepto?</p>	
<p>¿Qué procedimientos y materiales didácticos empleas para que los estudiantes se comprometan con el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, videos, libros, simulaciones, etc.)? Y ¿cómo los empleas?</p>	

¿Qué aspectos de la naturaleza de la ciencia utilizas para el aprendizaje de este concepto?
¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?
¿Consideras que esta evaluación le permite al alumno reflexionar sobre lo que ha aprendido y cómo lo ha hecho?, ¿por qué?
5. Visión del profesor hacia la enseñanza en línea.
Para el aprendizaje en línea y para el tema en general:
¿Cuáles son las principales dificultades a las que te enfrentaste?
¿Consideras que existen algunas ventajas de enseñar este tema?, ¿cuáles?
Desde la parte tecnológica, ¿qué hiciste para enfrentar este proceso de E/A?
¿Qué cambios realizaste a tu enseñanza y a la evaluación habitual del tema?, ¿por qué?
¿Cuentas con materiales de apoyo para la enseñanza de este tema?, ¿cuáles?
¿Cómo logras que los alumnos se motiven hacia el aprendizaje de este tema?
Emocionalmente, para ti como docente, ¿cómo impactó el cambio a este tipo de enseñanza?
Le agradezco mucho su colaboración y su tiempo dedicado a este cuestionario. Le aseguro que me será de gran ayuda.
Atte: Isaac Hamud González.

Anexo 2. Guiones de entrevista para cada docente.

Todas las preguntas para la entrevista se obtuvieron de las respuestas a los CoRe's, esto se ve reflejado en la referencia a las respuestas de los profesores al principio de cada pregunta anotando la celda en la que se encuentra la respuesta.

Todos los guiones de entrevista comenzaban de la siguiente manera:

Hola profesor(a), es un gusto conocerlo(a) después de haber leído sus respuestas a los cuestionarios en los que me ha apoyado.

¿Cómo se encuentra? Sí, me imagino, para todos ha sido difícil este proceso, por esa razón le agradezco que se haya tomado el tiempo para apoyarme en la investigación de mi tesis.

Debido a que no quisiera ocupar mucho de su tiempo en el día de hoy, quisiera pedirle un favor. Para evitar tomar notas durante esta entrevista y que, debido a eso, se alargue más tiempo, quisiera saber si puedo ocupar una grabadora de sonido, no es de video, únicamente me interesa grabar la conversación para poder realizar mis notas después. ¿tiene algún inconveniente con esto?

Se lo agradezco mucho.

Es importante que usted sepa que todas las preguntas que le haré aquí serán con relación al tema de clasificación de la materia, algunos conceptos centrales de este tema y sus respuestas al cuestionario.

Permítame proyectarle la pantalla para que ambos podamos ver sus respuestas.

Preguntas para el Docente 3:

1. **D18, E18 y F18.** ¿Cómo podría el alumno ocupar este conocimiento en su vida diaria?
2. **B20.** ¿Realiza alguna actividad para que los alumnos dejen de pensar que la química es difícil?
3. **B26.** De ser posible, quisiera que me describiera una actividad que lleve a cabo con los alumnos para enseñar estos conceptos. Usted menciona “analogías, demostraciones y actividades experimentales”.
4. **B28.** ¿Utiliza exámenes escritos o cómo les pide a los alumnos que expliquen los fenómenos que observan?
5. **A28.** ¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?
6. **B34.** ¿Qué simuladores, qué laboratorios virtuales y por qué estos?

Preguntas para el Docente 4:

1. **B13.** ¿Por qué cree que a los alumnos les llame la atención este tipo de referencias?, ¿cómo utiliza este ejemplo dentro de la clase?
2. **C17.** ¿De qué les sirve a los alumnos, en su vida diaria, poder diferenciar un elemento de un compuesto o una mezcla?
3. **E17.** ¿Para qué le puede servir a un alumno distinguir una sustancia de otra con base en sus propiedades?
4. **B18.** ¿Cómo es que el concepto de “compuesto” los ayuda a llegar a distinguir entre las sustancias dañinas de su casa?
5. **E19.** ¿Por qué es necesario que el alumno conozca la existencia de propiedades extensivas e intensivas para enseñar propiedades de la materia?
6. **F19.** ¿Por qué es necesario que el alumno ya conozca la historia de estas teorías?
7. **C23.** ¿Me podrías explicar mejor la respuesta para esta celda?

8. **B28.** ¿Con base en qué califica la actitud de los estudiantes al momento de la enseñanza del tema?
9. **A28.** ¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?, ¿por qué cree que sean necesarias este tipo de actividades?
10. **B29.** ¿Por qué crees que estas dos actividades ayuden al alumno a darse cuenta de qué tanto ha entendido o no?

Preguntas para el Docente 5.

1. **B11.** ¿A qué se refiere con que los conceptos se abordan de forma repetitiva, en espiral?, ¿podría dar un ejemplo?
2. **E18.** ¿Qué podría hacer el estudiante, en su vida diaria, con este conocimiento?
3. **F18.** ¿Cómo se espera que el estudiante modifique su entorno a través del concepto de átomos y moléculas?
4. **A19.** ¿Cómo conoce o evalúa los conocimientos previos de los alumnos?
5. **C20.** ¿Qué estrategia utiliza para que los alumnos comprendan que el compuesto también es una sustancia?
6. **F20.** ¿Por qué el hecho de que el alumno no logre distinguir que no todos los elementos son atómicos usted lo considera como una dificultad de aprendizaje?
7. **B23.** ¿Por qué considera útil hablar sobre la parte histórico-filosófica de los temas?
8. **B26.** ¿Qué modelos se construyen para explicar lo que ocurre con la molécula de agua?, ¿por qué se recurre al uso de modelos?
9. **D26.** ¿Por qué cree que el uso de modelos de partículas sea útil?, ¿por qué el hecho de que los alumnos creen los conceptos es necesario?
10. **E26.** ¿Por qué elige estos materiales en específico?
11. **A28.** ¿Qué tipo de actividades realiza cuando, después de una evaluación, nota que los alumnos no han alcanzado el nivel de conocimientos esperado?, ¿por qué cree que sean necesarias este tipo de actividades?
12. **B29.** ¿Qué experiencias ha tenido con el uso de los portafolios?, ¿ayudan a los estudiantes?, ¿cómo?, ¿por qué?

Preguntas para el Docente 6.

1. **B13.** ¿A qué se refiere con la frase “dar sentido al concepto para que el alumno realmente lo aprenda”?
2. **B19.** ¿Por qué necesitan los alumnos conocer las propiedades intensivas y extensivas?, ¿realiza alguna actividad para conocer los conocimientos previos de los alumnos?
3. **B20.** Usted habla sobre la dificultad que tienen los alumnos para realizar el tránsito entre los niveles de representación, ¿a qué cree que se deba esta dificultad en el tránsito entre niveles?
4. **C20.** ¿Por qué será necesario que los alumnos hagan esta distinción entre el elemento como sustancia y el elemento como representación simbólica?
5. **D20.** ¿Por qué considera esto como una dificultad?
6. **F23.** ¿Con qué simuladores cuenta para la representación de átomos y moléculas?, ¿por qué le gusta trabajar con estos simuladores?
7. **B25.** ¿Qué estrategia realiza para resolver esta dificultad de que los alumnos no distingan entre una mezcla de elementos y un compuesto?
8. **B26.** ¿Cómo lleva a cabo la actividad que menciona aquí?, ¿por qué cree que sea correcto realizarlo de esta manera?
9. **D26.** ¿Por qué le gusta esta actividad que menciona sobre presentarles una mezcla problema que deben separar componente por componente donde generalmente se trata de agua contaminada con sólidos insolubles, solubles y aceites?
10. **F26.** ¿Cómo lleva a cabo esta actividad?
11. **A28.** ¿Podría poner un ejemplo de una de estas formas de evaluación?, ¿por qué cree que esto funcione con los alumnos?
12. **F28.** ¿Por qué considera importante que los alumnos utilicen el modelo de partículas para representar elementos, compuestos, mezclas y propiedades de estos?
13. **A36.** ¿Por qué eligió estos materiales?

Todas las entrevistas terminaban de la siguiente manera:

Esa sería la última pregunta. Estoy infinitamente agradecido con usted profesor(a), en verdad que fue difícil que los profesores me quisieran apoyar, a pesar de que la investigación es totalmente anónima.

Espero tenga un excelente día y termine sus pendientes pronto.

Hasta luego y muchas gracias.