



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN



**REA para la enseñanza de la química en educación media superior: estudio  
cualitativo con docentes**

Tesis que presenta

Cruz María García Díaz Infante

Para obtener el grado de Maestra en Investigación Educativa

Dirección de tesis:

Dra. María Luisa Zorrilla Abascal

Comité tutorial:

Dra. Ana Esther Escalante Ferrer

Dra. María Luisa del Carmen Garduño Ramírez

Dra. Maribel Castillo Díaz

Dra. Rosa María Guadalupe Vadillo Bueno

Cuernavaca, Morelos, México

Junio 2024

## Resumen

Esta investigación se realizó para describir los hábitos y los desafíos relacionados con la búsqueda, selección y evaluación de recursos educativos abiertos (REA) en las escuelas del tipo medio superior de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Para realizar estos procesos de manera eficaz el docente requiere de cuatro habilidades fundamentales: la disciplinar, la pedagógica, la tecnológica y de investigación o innovación. En este trabajo resulta de especial interés la competencia digital docente ya que influye en el diseño e implementación de una estrategia didáctica que integre recursos educativos abiertos.

Con un enfoque fenomenológico, la metodología tuvo dos etapas. La primera fue dirigida a todos los docentes y consistió en una encuesta en formato digital para seleccionar a los participantes de la segunda etapa, en la cual se aplicó una entrevista semiestructurada a siete docentes.

La información obtenida permitió conocer detalles de los procesos de curaduría que realiza el personal docente participante en la entrevista. Entre los resultados se identificaron situaciones comunes como: la percepción de las ventajas del uso de REA para apoyar los procesos de aprendizaje de la química; la necesidad de capacitación en competencia digital para docentes y alumnos; retos relacionados con la infraestructura en el aula, como la disponibilidad de computadoras o la conexión a internet; la incompatibilidad de las características de los recursos disponibles con las necesidades educativas; así como la relación entre la formación académica del personal docente con el tipo de REA más utilizado.

## **Agradecimientos**

El logro de este proyecto de investigación fue posible gracias al apoyo, acompañamiento y orientaciones de la Dra. María Luisa Zorrilla Abascal.

También valoro las aportaciones de las integrantes del Comité Tutorial: Dra. Ana Esther Escalante Ferrer, Dra. María Luisa del Carmen Garduño Ramírez, Dra. Maribel Castillo Díaz y Dra. Rosa María Guadalupe Vadillo Bueno.

De manera particular al Dr. Omar García Ponce de León, a la Dra. Sonalí Carranco Gómez y al Dr. Antonio Padilla Arroyo por su disposición para enriquecer mi proceso formativo durante los seminarios.

Agradezco también a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), al posgrado del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) y a la coordinación del posgrado del ICE.

Este trabajo se realizó con apoyo de una beca del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, CONAHCyT, con número de CVU 1235398 como parte del programa: 000518 - Maestría en Investigación Educativa.

## Dedicatoria

A Héctor Mateo

## **Omisión de lenguaje incluyente de género**

En este documento por economía del lenguaje y agilidad en la lectura se utiliza el genérico masculino, en el entendido de que están representadas todas las personas con independencia de su género.

En algunos casos, cuando es indispensable hacer referencia al género de los o las docentes, se indica de manera expresa para evitar confusión.

## Índice

Introducción.....	1
<b>Capítulo I. Planteamiento del problema: Competencias digitales docentes y el uso de REA en la enseñanza de la química .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Planteamiento del problema</i> .....	3
1.2 <i>Preguntas y objetivos de la investigación</i> .....	5
1.2.1 Preguntas de investigación.....	5
1.2.2 Objetivos de la investigación .....	6
<b>Capítulo II. Estado de la cuestión: Los REA para la enseñanza de la química en educación media .....</b>	<b>8</b>
2.1 <i>De la evaluación de la competencia digital docente</i> .....	10
2.2 <i>De la curaduría de recursos digitales</i> .....	14
2.3 <i>Retos del docente para la curaduría digital en la enseñanza de las ciencias</i> .....	16
2.4 <i>De las metodologías usadas para la investigación de la competencia digital docente</i> 17	
<b>Capítulo III. Marco Teórico.....</b>	<b>21</b>
3.1 <i>Recursos Educativos Abiertos</i> .....	22
3.1.1 Clasificación de los REA.....	23
3.1.2 La propiedad intelectual y los derechos de autor de REA.....	23
3.1.3 El uso de REA .....	26
3.2 <i>Competencias del docente</i> .....	28
3.2.1 El enfoque por competencias en los Planes de estudio y programas de química del tipo medio superior de la UAEM .....	29
3.2.2 Desarrollo del pensamiento crítico y del pensamiento científico en el aula.....	30
3.2.3 Competencia digital docente .....	33
3.2.4 Curaduría digital.....	38
3.2.4.1 Mejores prácticas en el uso de REA .....	41
3.3 <i>La didáctica de la química: más allá de la memorización de conceptos</i> .....	42
3.3.1 La visión conductista.....	43
3.3.2 La visión constructivista.....	44
3.3.3 Planeación didáctica para la enseñanza de la química .....	48
3.3.4 Diseño de una unidad didáctica.....	51
3.3.5 La didáctica de la química con mediación tecnológica .....	53
3.3.6 REA en la enseñanza de la química .....	55
3.3.7 Los tipos de REA en la enseñanza de la química .....	58
3.4 <i>Habitus</i> .....	61
3.4.1 <i>El habitus digital</i> .....	62
<b>Capítulo IV. Diseño metodológico .....</b>	<b>65</b>
4.1 <i>Del escenario de investigación</i> .....	66

4.2 De la muestra.....	67
4.3 De los datos.....	70
4.4 De los instrumentos.....	70
<b>Capítulo V. Resultados .....</b>	<b>74</b>
5.1 e-observación participante.....	74
5.2 Encuesta digital.....	76
5.2.1 Enseñanza de la química durante el confinamiento por COVID-19.....	82
5.3 Entrevista semiestructurada.....	82
5.3.1 Categoría: Concepto REA.....	85
5.3.2 Categoría: Buscar.....	86
5.3.3 Categoría: Seleccionar.....	90
5.3.4 Categoría: Almacenar.....	92
5.3.5 Categoría: Compartir.....	93
5.3.6 Categoría: Retos.....	95
5.3.7 Categoría: Solución.....	102
5.3.8 Categoría: REA favorito.....	104
5.3.9 Categoría: Motivación.....	105
5.3.10 Categoría: Contexto ideal.....	112
5.3.11 Categoría: Uso de REA antes, durante y después de la pandemia por COVID-19.....	112
5.4 Análisis de Resultados.....	114
<b>Capítulo VI. Conclusiones .....</b>	<b>119</b>
6.1 Limitaciones de la investigación.....	122
6.2 Perspectivas de la investigación.....	123
<b>Referencias .....</b>	<b>124</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>140</b>

## **Introducción**

Se considera que una educación con estrategias orientadas al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es tendencia mundial y aun con el desarrollo tecnológico encuentra algunas limitaciones relacionadas con personal que requiere capacitación en el diseño, creación, uso y mantenimiento de herramientas tecnológicas y al mismo tiempo conocimientos pedagógicos.

También es un reto la infraestructura a la que tienen acceso la escuela, el docente y el alumno puesto que se requiere contar con todos los elementos básicos, comenzando por conexión a internet, dispositivos digitales y herramientas de comunicación, información y producción. El panorama no es alentador cuando se mira hacia las comunidades rurales donde el acceso a internet es todavía más limitado que en comunidades urbanas.

A fin de dar un telón de fondo a la presente investigación y establecer el panorama que caracteriza a la sociedad mexicana en lo que se refiere al uso de las TIC, en esta breve introducción se reportan los principales datos que arrojó la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) (INEGI, 2022).

En lo referente al uso de internet, en el estudio referido se estima que, a partir de los seis años de edad, el 78.6 % de la población es usuario de internet. En el contexto rural el 62.3% de la población ha usado internet, mientras que en el contexto urbano el 83.8%. El rango de edad donde se tiene la mayor cantidad de usuarios es de 12 a 34 años con el 90%. El principal lugar de acceso es el hogar 95% y el de menor acceso es la escuela con 18.0% (INEGI, 2022). Este último dato resulta de especial relevancia para la actual investigación, donde la conectividad en el contexto escolar es fundamental.



El dispositivo más utilizado es el teléfono inteligente con 97%, seguido por la computadora de escritorio y la televisión inteligente con 30%; el menos utilizado es la computadora de escritorio con 15.8%. Los usos que alcanzaron un porcentaje mayor a 80% son: comunicación, acceso a redes sociales, entretenimiento, acceso a contenidos audiovisuales, búsqueda de información y capacitación/educación (INEGI, 2022).

Los estados de la República Mexicana con un porcentaje de usuarios mayor al 85% son: Baja California, Ciudad de México, Aguascalientes, Nuevo León, Sonora y Colima. Los estados con menos del 70% de usuarios son: Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. El estado de Morelos tiene un 78.1% de usuarios (INEGI, 2022).

En este estudio también se reportan algunas habilidades digitales de usuarios de computadoras. Con un porcentaje mayor a 80% se identifica descargar contenidos de internet, enviar y recibir correo electrónico, crear archivos de texto y copiar archivos entre directorios. Entre el 60% y el 70% está crear presentaciones, crear hojas de cálculo e instalar dispositivos periféricos (INEGI, 2022).

Al comparar los datos obtenidos en esta misma encuesta en 2019 con los obtenidos en 2022 se evidencia un aumento en los usuarios de internet, en los hogares con conexión a internet, en el uso de teléfonos y pantallas inteligentes; sin embargo, es necesario continuar con el desarrollo de estrategias educativas, capacitación, herramientas y recursos digitales, para lograr una educación incluyente, equitativa y de calidad que garantice el bienestar personal y el beneficio de la comunidad.

## **Capítulo I. Planteamiento del problema: Competencias digitales docentes y el uso de REA en la enseñanza de la química**

Este capítulo está integrado por el planteamiento del problema, así como por las preguntas y objetivos de investigación, que consideran de interés las competencias digitales docentes por ser un factor de influencia en el uso de Recursos Educativos Abiertos (REA) para la enseñanza de la química en escuelas del tipo medio superior de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

### **1.1 Planteamiento del problema**

Si se considera que la escuela forma a los individuos a partir de las necesidades de la sociedad, se entiende que en la actualidad el desarrollo de competencias digitales es prioridad a nivel mundial porque se transita de una sociedad industrializada a una basada en los servicios, la información y el conocimiento. En este contexto los docentes además de ser los mediadores del proceso de enseñanza-aprendizaje, son (o deberían ser) un modelo de referencia en el uso eficaz de las tecnologías digitales.

Así, una de las formas más efectivas en que el personal docente introduce el uso de tecnologías en el aula es mediante los recursos educativos digitales, especialmente los denominados Recursos Educativos Abiertos (REA), que, según la recomendación en el tema por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2019):

[...] los REA, en combinación con métodos pedagógicos adecuados, objetos de aprendizaje bien concebidos y actividades de aprendizaje diversas, pueden ofrecer una gama más amplia de opciones pedagógicas innovadoras, destinadas a lograr que educadores y educandos pasen a ser participantes más activos en los procesos educativos y creadores de contenidos, en calidad de miembros de sociedades del conocimiento diversas e inclusivas (p.11).

El uso de este tipo de recursos constituye la posibilidad de implementar estrategias innovadoras que ubican al estudiante como el protagonista del proceso educativo e incluyen trabajo colaborativo, con lo cual se busca garantizar el logro de los objetivos de aprendizaje y al mismo tiempo ofertar educación de calidad, inclusiva y equitativa, como señala el objetivo 4 de la agenda de desarrollo sostenible 2030 (UNESCO, 2017).

Sin embargo, el desafío que se vislumbra, en países como México, son las competencias digitales del personal docente, que a menudo no están en el nivel de desarrollo deseable para la adopción de estrategias y recursos innovadores. Investigaciones realizadas sobre la competencia digital docente en países como Colombia, Chile o España priorizan el nivel superior (terciario) y no el medio superior (secundario), o se enfocan en docentes en formación. De acuerdo con Parra (2022) esto se explica porque en esos países el personal docente que trabaja desde preescolar hasta media superior (educación básica) es formado con un perfil para la docencia en instituciones educativas, lo que sugiere que al incorporarse a la práctica profesional han desarrollado el uso de la tecnología digital en procesos de enseñanza-aprendizaje (SITEAL, 2018). A diferencia de lo antes expuesto, en México, a partir del nivel medio superior, para ser contratado basta con que el docente cuente con la formación profesional acorde a la disciplina que impartirá, aunque no tenga habilitación alguna en docencia (González y Guerra, 2021).

Requiere especial atención la aparente brecha digital entre estudiantes y docentes (Zorrilla, 2022), porque únicamente los profesores que han desarrollado la habilidad digital y comprenden por qué y cómo un recurso educativo digital contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas, tienen la capacidad de formar a sus estudiantes en el uso efectivo y consciente de la tecnología, no solo en el ámbito académico, sino en cualquier contexto, por lo que resulta de interés conocer los niveles de dominio de la competencia digital docente.

Así, en la configuración problemática que da origen a esta investigación destacan la falta de formación para la docencia y las insuficientes competencias digitales de docentes y estudiantes, así como el hecho de que una de las asignaturas con mayor índice de reprobación en el nivel medio superior es química (Espinoza-Islas, *et al.*, 2022).

Investigaciones han demostrado que el uso de la tecnología digital aumenta la motivación de los alumnos y reduce la complejidad asociada a la abstracción propia de esta ciencia natural (Tisoglu, *et al.*, 2021).

Por tanto, es de interés en este trabajo conocer cómo los docentes de química de educación media superior buscan, seleccionan y evalúan los recursos digitales que incluyen en sus estrategias didácticas, cuando lo hacen, con especial interés en los recursos educativos abiertos, por considerarse como el punto inicial que puede influir en el diseño e implementación de una estrategia didáctica digital exitosa. Para realizar esta investigación se han seleccionado planteles de tipo medio superior de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), en México.

## **1.2 Preguntas y objetivos de la investigación**

Derivadas de la problemática planteada, a continuación, se presentan las preguntas y objetivos de investigación que guían el presente trabajo.

### **1.2.1 Preguntas de investigación**

#### **Pregunta general**

¿Cuáles son los hábitos y desafíos en materia de búsqueda, selección y evaluación que presenta el personal docente para integrar recursos educativos abiertos (REA) en procesos de enseñanza-aprendizaje de química en el tipo medio superior?

### **Preguntas específicas**

- a) ¿Qué porcentaje de docentes de química en escuelas del tipo medio superior de la UAEM utiliza REA?
- b) ¿Cuáles son las motivaciones de docentes usuarios y no-usuarios de REA en escuelas del tipo medio superior de la UAEM?
- c) ¿Cuáles son los tipos de REA que usa con mayor frecuencia el personal docente de química en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM?
- d) ¿Cómo busca, selecciona y evalúa el personal docente los REA para integrarlos a procesos de enseñanza-aprendizaje de química en escuelas del tipo medio superior de la UAEM?
- e) ¿Cuáles son los desafíos que enfrenta el personal docente para buscar, seleccionar y evaluar los REA de química en escuelas del tipo medio superior de la UAEM?

### **1.2.2 Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo general**

Describir los hábitos y los desafíos relacionados con la búsqueda, selección y evaluación para integrar recursos educativos abiertos (REA) en procesos de enseñanza-aprendizaje de química en el tipo medio superior.

#### **Objetivos particulares**

- a) Identificar el porcentaje del personal docente que utiliza REA en las clases de química en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM.
- b) Identificar cuáles son las motivaciones de docentes usuarios y no-usuarios de REA en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM.
- c) Identificar los tipos de REA que selecciona con mayor frecuencia el personal docente de química en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM.

- d) Identificar cómo el personal docente busca, selecciona y evalúa los REA que incluye en las clases de química en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM.
- e) Identificar los desafíos relacionados con las estrategias de búsqueda, selección y evaluación de los REA que enfrenta el personal docente, para su incorporación en las clases de química en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM.

## Capítulo II. Estado de la cuestión: Los REA para la enseñanza de la química en educación media

A partir de la pregunta general de investigación que se planteó al inicio de la indagación: ¿Cuáles son los hábitos y desafíos en materia de búsqueda, selección y evaluación que presenta el personal docente para integrar recursos educativos abiertos (REA) en procesos de enseñanza-aprendizaje de química en el tipo medio superior? se hicieron búsquedas con varias combinaciones de palabras clave.

Palabras clave
Curaduría +“estrategias didácticas”
Curaduría +química +digital +docente
Química +digital +docente +“educación media”
Química +digital +docente +“estrategias didácticas”
“tecnología educativa” +química
TPACK + <i>chemistry</i>
<i>Chemistry +digital +teacher</i>
<i>STEAM/STEM +digital +teacher</i>
“competencia digital” +“media superior”
química +“recurso digital”
química +didáctica +digital
“OER” + <i>chemistry</i>
Química +“TIC”
Multimedia + <i>chemistry</i>
Química +mediación tecnológica
“ <i>Systematic literature review</i> ” + <i>Chemistry</i> + <i>OER</i>
“ <i>Systematic literature review</i> ” + <i>Chemistry</i> + <i>pedagogy</i>

**Tabla 1.** Palabras clave de búsqueda para la elaboración del estado de la cuestión. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de la literatura.

Las modificaciones en la búsqueda fueron necesarias porque la literatura publicada que se relaciona con la pregunta general, específicamente para la asignatura de química en el tipo medio superior, es escasa. Hodgkinson-Williams y Arintio (2017),

quienes realizaron una revisión de 18 proyectos de investigación realizados en 21 países para conocer cómo y en qué circunstancias la apropiación de REA influye en el aumento en la demanda de una educación accesible, de calidad y equitativa en el hemisferio sur, encontraron que la mayoría de las investigaciones relacionadas con REA se realizan en países del hemisferio norte y se enfocan en tres temas: los elevados costos de los libros de texto, en la calidad del aprendizaje y los resultados de aprendizaje.

Lo anterior es consistente con lo publicado por Thompson (2023) quien realizó una revisión sistemática para conocer cuáles son los principales objetivos y metodologías en las investigaciones relacionadas con los resultados de los estudiantes por el uso de REA. Entre los criterios de selección consideró únicamente investigaciones realizadas y publicadas en Estados Unidos, de 2012 a 2022, con una muestra mínima de 50 participantes. De los 46 estudios seleccionados, 23 se realizaron en educación superior. Uno de los hallazgos es que en esas investigaciones se resalta el beneficio económico por la reducción de costos para acceder a los libros (materiales) de consulta. También destaca la escasez de investigaciones sobre los principios pedagógicos y educativos que dan sustento a los REA.

La literatura revisada para esta investigación, que coincide con el nivel escolar de interés, ha sido publicada en el periodo de 2010 a 2024 en países como España, Colombia, México, Estados Unidos, Israel e India.

Para compensar la poca disponibilidad de información, se consideraron también publicaciones de otros niveles educativos o asignaturas como matemáticas o física, lo que permite bosquejar un panorama actual de los docentes y el uso de REA en la enseñanza de las ciencias y describir el uso de la tecnología, específicamente los recursos digitales, en la enseñanza de la química en diferentes niveles educativos.



Resulta de interés que la concepción de didáctica de la química ha cambiado a través del tiempo y el enfoque se enriquece con la mediación tecnológica (Gamboa, 2020; Morales Del Pino, 2022).

El desarrollo tecnológico, así como el acceso a los recursos tecnológicos han sido determinantes en la forma en que los docentes seleccionan, validan e integran recursos y herramientas digitales en la planeación, el diseño y la ejecución de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

De manera similar, ha sucedido una transformación y adaptación de la definición del proceso de identificación, búsqueda, selección, evaluación y apropiación de REA. Un estudio realizado en un grupo de docentes de educación media se refería a este proceso como apropiación tecnológica y no como curaduría de contenido digital (Celaya *et al.*, 2010). El concepto de curaduría digital, de acuerdo con Garzón (2016), comenzó a desarrollarse a partir de 2009. También se ha desarrollado un marco conceptual conocido como *TPACK*, que define las habilidades del docente para integrar la tecnología a sus procesos educativos desde un enfoque que combina el dominio de los contenidos disciplinares, el conocimiento didáctico y el pedagógico con las habilidades tecnológicas (Anci *et al.*, 2021). Otra propuesta que desde cierto enfoque puede integrar el uso de herramientas y habilidades tecnológicas para el aprendizaje es el modelo STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*).

## **2.1 De la evaluación de la competencia digital docente**

García *et al.* (2012) hicieron un estudio cuantitativo y descriptivo para conocer las habilidades digitales de 172 docentes en el estado de Sonora, México, seleccionados con un muestreo no probabilístico de una población total de 260. Se aplicó un cuestionario donde los docentes respondían desde la autopercepción el nivel de dominio que consideraban tener, seleccionando entre los siguientes

niveles: “nada de dominio”, “poco dominio”, “dominio regular”, “buen dominio” y “excelente dominio”.

Los autores antes mencionados encontraron que la mayoría consideraba tener un buen nivel en habilidades digitales de comunicación, búsqueda en internet y uso de aplicaciones informáticas básicas. Los niveles más bajos se ubicaron en el diseño de recursos digitales y la conducción de clase. La estructura de su cuestionario consideró cuatro secciones, la de mayor cantidad de preguntas (47) correspondió a la evaluación de competencias digitales docentes. Con un menor número de preguntas, seis y cuatro respectivamente, incluyeron dos secciones para valorar la infraestructura y los beneficios, inconvenientes y dificultades de los docentes en el uso de TIC en educación. El estudio se orientó a saber si los docentes contaban con computadora personal, la cantidad de tiempo que utilizaban internet y el apoyo que recibían del personal técnico de su lugar de trabajo. Por otro lado, a partir de las preguntas relacionadas con los beneficios, inconvenientes y dificultades reportó que los docentes consideraban como beneficio la accesibilidad y disponibilidad de información. Entre los inconvenientes destacaron que los docentes consideraban una distracción para los alumnos el uso de dispositivos digitales, la actualización de software y no tener acceso a las TIC. En esta misma sección los participantes en el estudio solicitaron capacitación para desarrollar material didáctico con el uso de las TIC.

Otro estudio relacionado con la competencia digital en la asignatura de química es el que realizó Morales del Pino (2022). Aplicó una encuesta a 139 alumnos de una secundaria en El Salvador, quienes durante la pandemia tomaron clases a distancia y al momento del estudio cursaban una modalidad semipresencial. Los resultados muestran que después de la pandemia la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química pasó de 25 a 76% en un nivel bueno, siendo regular y malo las otras opciones de respuesta. Esto lo atribuye el autor a que el uso de recursos digitales motivó a los alumnos, además de que en la modalidad semipresencial se fueron familiarizando con el uso de herramientas digitales, por lo

que dejaron de ser algo novedoso (que representara una distracción) y pudieron enfocarse en las actividades de aprendizaje. Lo anterior refleja que los alumnos requieren docentes mejor capacitados en el uso de herramientas digitales para mantener el interés en el aprendizaje mediado por tecnología.

Gamboa (2020) distribuyó un cuestionario digital para docentes de química en grupos de Facebook de profesorado de esta asignatura, grupos de WhatsApp y correo electrónico, obtuvo 43 respuestas de docentes de secundarias públicas de Costa Rica. Los resultados mostraron que durante la pandemia los recursos digitales más utilizados fueron videos, prácticas virtuales y videollamadas. Las dificultades que más se presentaron fueron la conexión limitada a internet de los estudiantes y la demanda de tiempo para buscar recursos antes de la clase remota. Sin embargo, algunos docentes identificaron como una ventaja la posibilidad de diseñar materiales escritos y los que se encontraban disponibles en internet. Ante la pregunta de cuáles estrategias serán útiles después de la pandemia las respuestas fueron mantener el trabajo en el grupo de forma virtual utilizando herramientas tecnológicas; continuar con el uso de simuladores acompañados de la indagación, análisis y exploración.

Si bien la pandemia evidenció que no todos los docentes estaban preparados para un trabajo de calidad en docencia remota con los alumnos, los que aprovecharon la oportunidad para desarrollar o aplicar sus habilidades digitales encontraron ventajas en mantener el uso de recursos digitales aun cuando las clases hayan vuelto a la modalidad presencial.

En otro estudio realizado también en el sistema de Educación Media Superior en Jalisco, México, en 2020 (González, 2021), con un enfoque cuantitativo descriptivo-correlacional no experimental, se aplicó a una muestra de 508 voluntarios un cuestionario que evaluó la autopercepción docente relacionada con las competencias tecnológicas, comunicativas, pedagógicas y actitudinales. El cuestionario se validó con la prueba de Alfa de Cronbach obteniendo una

consistencia alta (0.809). González (2021) consideró una escala Likert de 5 opciones (nulo= 0, bajo=1, bueno=2, muy bueno=3 y excelente=4), y para el apartado de actitud, una escala de 5 puntos (muy de acuerdo=5, de acuerdo=4, ni de acuerdo, ni en desacuerdo=3, en desacuerdo=2 y muy en desacuerdo=1). En la sección de tecnología se observó que “hay un nivel bueno” (González, 2021, p. 12) en el conocimiento instrumental de la tecnología, lo que contrastó con el “nivel bajo” (González, 2021, p.12) en el uso de herramientas de comunicación (blogs y plataformas educativas), donde las redes sociales “quedaron en un nivel muy bueno” (González, 2021, p.13). Estos datos son consistentes con lo encontrado en la sección pedagógica donde el nivel obtenido fue “bajo” (González, 2021, p. 12.) en el uso de recursos digitales, evaluación digital y estrategias de trabajo colaborativo en línea, por mencionar solo algunos de los aspectos evaluados.

En esta investigación, de la sección de evaluación actitudinal sobre el uso de las TIC es posible identificar los retos y desafíos docentes: se reconoció la flexibilidad de las TIC para el aprendizaje, pero se percibieron como una posible distracción por el uso del teléfono y se planteó que requieren tiempo para integrarlas como herramienta didáctica. Con estos datos González (2021) recomendó planes de reforzamiento de competencias digitales docentes porque cerca del 60% de la muestra presentó niveles básico y limitado.

A partir de la información descrita anteriormente, se identifica que el modelo o marco conceptual que se toma como referencia para evaluar la competencia digital docente y el año en que se realiza la investigación parecen no ser determinantes en los resultados obtenidos, ya que las publicaciones, de forma generalizada, concluyen que los docentes de educación media superior desconocen los estándares de competencia digital y que tienen un nivel bajo de dominio de habilidades digitales (González, 2021; Raygoza, 2017; Tuárez-Párraga y Loo-Colamarco, 2021) y que se requiere ampliar la oferta de capacitación para los docentes (García *et al.*, 2012; González, 2021; Martínez, 2017; Raygoza, 2017; Torres, 2013; Tuárez-Párraga y Loo-Colamarco, 2021) desde un nivel básico como

el uso de correo electrónico, hasta un nivel avanzado como el diseño de recursos digitales.

Es interesante que, si bien la mayoría de las investigaciones se centran en los docentes, algunas también aplican cuestionarios a los alumnos (Gallardo *et al.*, 2017; García *et al.*, 2012) lo que se considera significativo para tener una visión completa de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnologías y porque en algunos casos las habilidades digitales de los alumnos con un enfoque académico pueden ser un factor limitante.

## **2.2 De la curaduría de recursos digitales**

En una revisión sistemática (Cherrstrom *et al.*, 2020) del rol y el potencial de la curaduría en educación que buscaba responder quién escribe y publica sobre curaduría en educación, quién hace curaduría, así como dónde, por qué y cómo se realiza la curaduría, se analizaron 63 textos publicados en inglés en *Education Resources Information Center (ERIC)* en texto completo revisado por pares. Entre los datos relevantes se identifica que cerca del 40% de la curaduría educativa es realizada por docentes universitarios y diseñadores instruccionales, seguido por un 30% de estudiantes; sin embargo, los autores resaltan que los artículos publicados no detallan los procesos de curaduría, únicamente la cuarta parte de los textos revisados hacen referencia a herramientas de curaduría como blogs, wikis o plataformas de administración del aprendizaje (*LMS*).

En otras investigaciones se ha encontrado también que en algunas situaciones los estudiantes parecen tener un mayor nivel de dominio de la competencia digital, específicamente en el uso de dispositivos digitales, que los docentes (Calderón *et al.*, 2016; Martínez, 2017) lo que se considera congruente con la aparente brecha de habilidades digitales y al mismo tiempo explica por qué los procesos de transformación e innovación educativa resultan menos complejos para los docentes cuando disponen de una plataforma o repositorio de recursos digitales (Calderón *et*

*al.*, 2016; Gallardo *et al.*, 2017), comparados con aquellos en los que requieren diseñar o transformar sus procesos de enseñanza-aprendizaje desde la etapa de selección de los recursos disponibles en internet (Calderón *et al.*, 2016) porque estos procesos precisan que el docente tenga dominio de los contenidos a enseñar, que sepa cómo aprenden sus alumnos y que desarrolle la habilidad de saber cómo y dónde buscar, evaluar, seleccionar y utilizar REA.

La etapa inicial del proceso de curaduría digital es la identificación y selección de los recursos digitales que se utilizan en las estrategias de aprendizaje; sin embargo, en una etapa previa el docente requiere un diseño metodológico a partir de los requerimientos particulares de la didáctica de la disciplina (Garzón, 2016) para adecuar las clases a un nuevo formato (Picón *et al.*, 2020) ya que solo así puede evaluarse de manera integral el nivel de apropiación de REA del docente.

En algunos contextos los estudiantes consideran que los docentes tienen un bajo desempeño en el uso de la tecnología y la conducción de clase, particularmente en asignaturas de Matemáticas (García *et al.*, 2012); por tanto, se vuelve necesario como criterio de evaluación de la competencia digital docente el vínculo entre el propósito didáctico del REA con el proceso de curaduría y así tener una valoración pertinente de las habilidades digitales del docente orientadas al desarrollo de educación incluyente, equitativa y de calidad.

Por tanto, resulta de interés el estudio de los procesos de curaduría de recursos educativos abiertos que utilizan los docentes porque el desarrollo de esta competencia integra el conocimiento disciplinar, el didáctico, el pedagógico y el manejo de la tecnología, que son los elementos básicos para pensar en una educación de calidad, un caso particular es el modelo STEAM.

### **2.3 Retos del docente para la curaduría digital en la enseñanza de las ciencias**

Una investigación realizada por Kier y Johnson (2022) se interesó por explorar los resultados de la interacción entre docentes de educación básica y media con expertos en el modelo STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) en un estudio cualitativo de casos múltiples (3 pares de profesores). Cada par de profesores estaba formado por un experto STEM y el docente de grupo. Los participantes como expertos STEM, además de tener un alto dominio de las habilidades digitales que les permitía diseñar recursos educativos, eran expertos en un área del conocimiento del área de ciencias, ingeniería o matemáticas. Gracias a esta combinación de habilidades fue posible que los docentes de grupo (no expertos en STEM) logran integrar este modelo didáctico en sus aulas. Estos datos coinciden con el modelo TPACK y el trabajo de Garzón (2016), los cuales resaltan la relación de la curaduría digital con el conocimiento disciplinar y pedagógico.

Otra aportación de la investigación de Kier y Johnson (2022) es que presentan las etapas requeridas para diseñar una actividad de aprendizaje basado en proyectos para las ciencias experimentales: los alumnos reciben un problema previamente definido que resulte de interés para ellos, proponen soluciones mediante la técnica de lluvia de ideas e investigan las propuestas de solución, diseñan prototipos, los prueban, evalúan los resultados, revisan la solución y finalmente justifican su plan de solución. Con esta metodología también se favorece el desarrollo de las competencias digitales de los estudiantes durante todo el proceso de aprendizaje.

Se considera que hay pocas investigaciones relacionadas con la percepción de los docentes sobre el modelo STEM y la preparación de los estudiantes (Rahman *et al.*, 2022). Los autores mencionados aplicaron un cuestionario en línea a 66 docentes en Malasia. Los resultados coinciden con la investigación de Kier y Johnson (2022) en que la estrategia de enseñanza-aprendizaje es exitosa en la medida en que el docente cuente con los conocimientos pedagógicos, disciplinares y lo que ellos llaman el conocimiento para el siglo XXI, que se refiere a comunicarse, trabajar de

forma colaborativa y respetar las ideas de sus compañeros, además de identificar que los problemas pueden tener más de una solución (Rahman *et al.*, 2022). Aunque la investigación estuvo orientada a la enseñanza de las matemáticas, puede aportar un enfoque útil para la enseñanza de la química con el modelo STEM.

Entre los desafíos identificados por Rahman *et al.* (2022), en el estudio se encuentra el desconocimiento de los docentes del contenido disciplinar de ciencias, ingeniería, matemáticas, así como de la pedagogía que se requiere; por tanto, el modelo STEM es considerado como complicado, lo que impacta de manera negativa en el aprendizaje de los alumnos. La propuesta de solución es aprender haciendo (Rahman *et al.*, 2022).

Otra forma de trabajar en el modelo STEM es con la modalidad de “aula invertida”, que se refiere a dejar las actividades de menor complejidad, como una lectura o la resolución de un cuestionario, para realizar en casa. Esto permite utilizar el tiempo en el aula para actividades de mayor complejidad como el análisis de un fenómeno o la experimentación, así se coloca al alumno en el rol activo del proceso de aprendizaje. El uso de la tecnología digital mejora la experiencia porque favorece el aprendizaje colaborativo, las actividades remotas o el análisis de situaciones experimentales (Turan, 2023).

El aprendizaje por indagación también es una estrategia relacionada con el modelo STEM. En algunas situaciones, la dificultad para integrar REA al aula en este modelo está dada por la escasa disponibilidad de recursos en el idioma o con los requerimientos didácticos para un nivel educativo en específico (Orosz *et al.*, 2023).

#### **2.4 De las metodologías usadas para la investigación de la competencia digital docente**

A pesar de que en la literatura no se encontraron metodologías específicas para el análisis de las primeras etapas de los procesos de curaduría para el campo de



interés, existen procedimientos que evalúan la competencia digital o las estrategias de los docentes para utilizar recursos educativos digitales. Las más utilizadas son cualitativas, dada la poca información disponible y por su intención exploratoria (Anci *et al.*, 2021; Calderón *et al.*, 2016; Garzón, 2016 y Raygoza, 2017); también se identificaron una cuantitativa (Picón *et al.*, 2020) y una mixta (Gallardo *et al.*, 2017) para analizar los procesos en los que los docentes integran herramientas y recursos digitales.

En el anexo 1 se presenta un esquema con la información más relevante de los estudios realizados sobre habilidades digitales en docentes de acuerdo con las publicaciones revisadas hasta el momento. Las técnicas e instrumentos para la obtención de datos son variados; sin embargo, parece existir una relación entre el tamaño de la muestra y la estrategia de recolección de información.

La realización de entrevistas está relacionada con un tamaño de muestra pequeño comparado con el tamaño de la muestra de investigaciones donde solo utilizan cuestionario y observación; sin embargo, la información obtenida por la entrevista (grupal o individual) resulta más enriquecedora para la descripción y análisis de las habilidades digitales dentro de la práctica docente.

Finalmente, a partir de la revisión de la literatura relacionada con el tema de investigación reportado en este documento se encontró que son pocas las publicaciones de investigaciones relacionadas con el uso de REA para la asignatura de química en el nivel medio superior o la curaduría digital para esta asignatura. La mayoría de los artículos analizados obtienen la información directamente de los docentes con metodologías cualitativas y descriptivas; sin embargo, la encuesta es el instrumento utilizado con mayor frecuencia, por lo que la información generada no constituye una evaluación de la competencia digital docente, sino una medida desde la autopercepción ya que en esta valoración influyen factores como el género o la confianza en el propio desempeño y no refleja una medida del desempeño (Haddon *et al.*, 2020). Por tanto, la presente investigación obtendrá información

cualitativa por la técnica de entrevista semiestructurada para describir los hábitos y desafíos en el contexto particular de interés, por lo que aportará una descripción desde la experiencia del docente.

En la figura 1 se presenta una infografía que resume los principales hallazgos del proceso de construcción del estado de la cuestión de esta investigación, se destaca que los resultados más frecuentes en investigaciones realizadas en México Colombia y España a partir del 2010 señalan la necesidad de capacitación relacionada con la competencia digital y que los docentes, de forma general, consideran tener un nivel de dominio bajo. Lo anterior es significativo porque son habilidades necesarias para implementar modelos pedagógicos en el área de las ciencias como *TPACK* y *STEAM*.

Las investigaciones también han identificado que los docentes prefieren seleccionar los recursos digitales en plataformas o repositorios. Entre los recursos relacionados con la enseñanza de la química se mencionan: el video, la imagen, el texto, los simuladores y la realidad extendida.

¿Cuáles son los hábitos y desafíos en materia de búsqueda, selección y evaluación que presenta el personal docente para integrar recursos educativos abiertos (REA) en procesos de enseñanza-aprendizaje de química en el tipo medio superior?

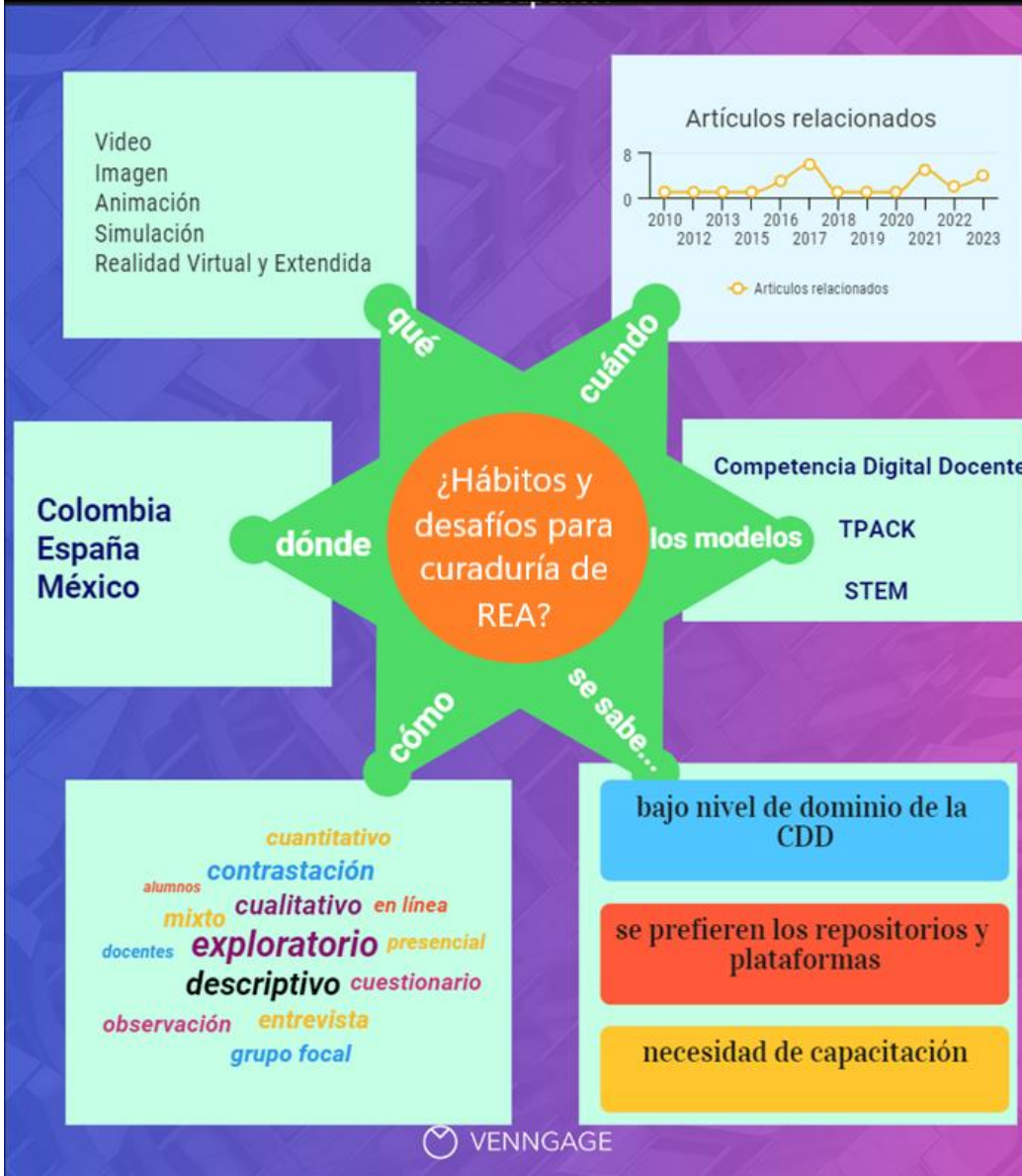


Figura 1. Infografía estado de la cuestión. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de la literatura.

### Capítulo III. Marco Teórico

La química es una ciencia experimental que puede considerarse, tanto por docentes como por estudiantes, de difícil estudio (Ahmad *et al.*, 2023) por el nivel de abstracción, lenguaje y símbolos requeridos. El material didáctico utilizado en el aula o en el laboratorio permite ilustrar propiedades, composición y procesos de la materia que no son perceptibles con la vista.

Actualmente, la diversidad de recursos digitales disponibles para trabajar con los estudiantes dentro o fuera del aula contribuye al diseño de propuestas didácticas contextualizadas y motivadoras.

En este capítulo se describen los recursos educativos abiertos y cuáles son los más utilizados en la enseñanza de la química; las competencias que requiere el personal docente para utilizar estos recursos, es decir, el proceso de curaduría digital; las particularidades en la enseñanza de la química mediada por tecnología, y finalmente el concepto de *habitus digital* que surge del concepto de *habitus* de Bourdieu, a partir del cual se contextualizan las experiencias y retos del profesorado en el área de interés para esta investigación.

Un esquema de la estructura general del contenido de este capítulo se presenta en la figura 2.



**Figura 2.** Estructura del marco teórico. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de la literatura.

### 3.1. Recursos Educativos Abiertos

Se identifica como recurso educativo abierto (REA) al contenido o herramienta digital que ha sido publicado con una licencia que permite a los usuarios de forma gratuita reutilizar, modificar, combinar y/o redistribuir en un contexto educativo (Wiley *et al.*, 2014). Esta información es similar a la definición de la UNESCO (2019) para un REA:

Son materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, en cualquier formato y soporte, de dominio público o protegidos por derechos de autor y que han sido publicados con una licencia abierta que permite el acceso a ellos, así como su reutilización, reconversión, adaptación y redistribución sin costo alguno por parte de terceros (UNESCO, 2019).

### 3.1.1 Clasificación de los REA

- Por su distribución

Los REA pueden ser estructurados y compartidos en diversos formatos, ya sea de forma individual, o agrupados como los libros de texto abiertos y cursos masivos abiertos en línea (*Massive Online Open Courses*, MOOC) (Wiley *et al.*, 2014).

- Por su elaboración

Se considera que hay dos formas: la institucional y por pares.

En la institucional, los expertos académicamente reconocidos elaboran o adaptan los recursos para la educación formal, informal, presencial o en línea. Es relevante que los recursos sean de acceso público y gratuito. Los principales representantes de esta modalidad son instituciones como Yale y MIT (Massachusetts Institute of Technology) (Wiley *et al.*, 2014).

La estrategia por pares se presenta cuando las personas interesadas colaboran en la elaboración o adaptación, ocasionalmente se hace de forma voluntaria, es decir, sin recibir remuneración por esta actividad o sin tener la obligación con alguna institución. En esta categoría se encuentran Wikipedia y las tareas que son publicadas en internet (Wiley *et al.*, 2014).

### 3.1.2 La propiedad intelectual y los derechos de autor de REA

Una forma de proteger de manera legal el uso abierto y libre de trabajos técnicos o creativos es por medio de licencias, como *copyleft*, las cuales se comenzaron a utilizar desde 1980 y permitían copiar, modificar o distribuir programas (*software libre*) de forma impresa o digital.

Más tarde, en 1998, para materiales que no son *software* o sistemas operativos, hubo licencias que regulaban el acceso y uso de materiales educativos como Open

Content License (OCL), Open Publication License y Creative Commons (CC) (Friesen, 2013).

En la actualidad la licencia más utilizada a nivel mundial es CC (Friesen, 2013). Estas licencias garantizan a los autores conservar los derechos de propiedad intelectual y permiten a otros copiar, distribuir y utilizar sus obras sin fines comerciales con el reconocimiento del autor. Los tipos de licencia se describen en la figura 3.

Es importante que los usuarios estén familiarizados con los tipos de licencias para respetar de forma legal los derechos de autor cuando se utiliza, modifica o distribuye un recurso digital.

La figura 3 muestra los 6 tipos de licencias de CC más comunes:

LICENCIAS CREATIVE COMMONS		
LICENCIA	PERMITE	SIEMPRE QUE
 <p>Reconocimiento (BY)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material), incluso para fines comerciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> </ul>
 <p>Reconocimiento - Compartir Igual (BY-SA)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material), incluso para fines comerciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> <li>Se licencie la nueva creación (en su caso) bajo condiciones idénticas (BY-SA)</li> </ul>
 <p>Reconocimiento - Sin Obra Derivada (BY-ND)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) el material, incluso para fines comerciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> <li>No se distribuyan modificaciones de la obra original.</li> </ul>
 <p>Reconocimiento - No Comercial (BY-NC)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> <li>No se utilice con propósitos comerciales.</li> </ul>
 <p>Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual (BY-NC-SA)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> <li>No se utilice con propósitos comerciales.</li> <li>Se licencie la nueva creación (en su caso) bajo condiciones idénticas (BY-NC-SA)</li> </ul>
 <p>Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada (BY-NC-ND)</p>	<p>Compartir (copiar y redistribuir) el material.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconozca la autoría de la obra original de forma adecuada.</li> <li>No se utilice con propósitos comerciales.</li> <li>No se distribuyan modificaciones de la obra original.</li> </ul>

Infografía perteneciente al REA "Guía práctica de licencias de uso para docentes" del Proyecto EDIA

FUENTE: <https://creativecommons.org/>

Figura 3. Licencias Creative Commons (CC BY-SA). Fuente: Cedec (2023).



Es necesario que los productores de recursos digitales, de manera expresa, indiquen el tipo de licencia asociada al material para que las personas usuarias conozcan los términos y condiciones bajo los cuales pueden hacer uso de ese material o contenido cuando se almacena, usa, modifica, combina o comparte (Havemann, 2016).

Weller *et al.* (2015) aplicaron una encuesta que tuvo la participación de 7,500 docentes y estudiantes de nivel K-12<sup>1</sup>, educación superior y educación informal en varias localidades de Estados Unidos, India, Canadá y Sudáfrica; algunas de las asignaturas fueron ciencias, matemáticas, alfabetización informacional y cursos varios. Reportaron que el 82.5% de docentes encuestados utilizan y adaptan REA; no obstante, solo el 40% considera importante el uso de licencias como Creative Commons (CC) y únicamente el 14% utiliza este tipo de licencia para compartir los recursos. El 85% adapta los REA, 43% los crea y publica en línea. Únicamente el 5% utiliza una licencia CC al publicar los materiales creados. Esto refleja que a pesar de ser común el uso de REA, el nivel de desconocimiento de las licencias para su uso es elevado.

La selección de un recurso digital está determinada no sólo por el tipo de licencia que posee, sino por la percepción que tiene el usuario respecto al beneficio y facilidad de uso, lo que se conoce como Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT).

### **3.1.3 El uso de REA**

Davis (1989) propone que el uso de la tecnología representa beneficios potenciales; sin embargo, su incorporación se ve limitada por la baja disposición de los usuarios para integrarla. Esta aceptación del usuario está determinada por dos variables: la percepción de beneficio que se relaciona con las ventajas que significan para la realización de una actividad y la complejidad de uso de la herramienta tecnológica,

---

<sup>1</sup> El nivel K-12 es la forma en que algunos sistemas educativos en el mundo identifican los primeros 12 años de educación básica, que incluyen 6 años de primaria y 6 de educación media.

cuando se considera que las ventajas son mayores que la complejidad es cuando se da la aceptación tecnológica.

Como parte de una aceptación tecnológica se recomienda el desarrollo de capacidades en materia de creación, acceso, reutilización, reconversión, adaptación y redistribución de los REA UNESCO (2019).

Entre los beneficios principales del uso de REA están la reducción de costos de los procesos/ciclos educativos; la mejora en las actividades de enseñanza-aprendizaje; fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida; favorecer el aprendizaje personalizado, e incrementar el uso, producción y adaptación de estos recursos (Wiley *et al.*, 2014).

De acuerdo con la investigación realizada por Weller *et al.* (2015) no es sencillo comprobar que el uso de REA mejore el rendimiento de los estudiantes; sin embargo, los estudiantes los prefieren por aportar variedad y calidad a las clases.

Hay una percepción de mejora en la forma en que los estudiantes se involucran, son más independientes, autosuficientes, motivados y prueban nuevas formas de aprendizaje. Además, su uso contribuye a reducir la deserción de los estudiantes porque reduce los costos de los materiales de estudio, pueden utilizarlos en cualquier lugar y a cualquier hora, es decir, son flexibles (Weller *et al.*, 2015).

Otra ventaja de utilizar REA es que los docentes se involucran en la reflexión sobre su propio desempeño, les permite conocer estrategias de otros docentes que los llevan a tomar conciencia de elementos que antes no consideraban, favorecen el trabajo colaborativo y como resultado, enriquecen sus métodos de enseñanza (Weller *et al.*, 2015).

Para Abanikanda (2019), los aprendizajes multimedia e hipermedia integrados a una secuencia didáctica mejoran los resultados porque favorecen el desarrollo de actividades centradas en el alumno, el trabajo colaborativo, la indagación, la

motivación, además de hacerlos responsables de su propio proceso de adquisición del conocimiento más allá de los límites del aula.

### **3.2 Competencias del docente**

García Aretio (2020) propone que una educación de calidad requiere docentes competentes, esto significa que sean capaces de explicar, interpretar, decidir y ordenar las prácticas educativas desde las teorías pedagógicas, en modalidad presencial y no presencial. Los conocimientos, habilidades y actitudes que les permiten desempeñar su compromiso profesional se organizan en cuatro áreas: Pedagógica, Tecnológica, Disciplinar y de Innovación/Investigación.

El desarrollo del área disciplinar está relacionado con el rigor académico de los contenidos que se van a enseñar.

El área de innovación/investigación requiere que el docente genere conocimiento, o bien, que reflexione de manera continua sobre su práctica docente, que tenga apertura a las innovaciones metodológicas con el objetivo de enriquecer las experiencias de aprendizaje.

El área tecnológica le permite aplicar los recursos pertinentes de acuerdo con el contexto escolar para el logro de los aprendizajes.

El área pedagógica es relevante porque está relacionada con la planeación y diseño de la metodología de los procesos de aprendizaje, además de propiciar relaciones interpersonales para guiar y acompañar a los estudiantes.

El desarrollo de las competencias en las áreas mencionadas también se orienta por los modelos educativos de cada institución escolar; por tanto, para esta investigación resulta de interés conocer las competencias que establecen los

programas de estudio para la asignatura de química en las escuelas de tipo medio superior de la UAEM.

### **3.2.1 El enfoque por competencias en los Planes de estudio y programas de química del tipo medio superior de la UAEM**

Como se plantea en las preguntas de investigación, el estudio a reportar en este documento se realizó en la UAEM, por lo que en este apartado resulta de interés conocer algunos referentes conceptuales que orientan los procesos formativos en la institución, por tanto, es necesario mencionar que, en La Ley Orgánica de la UAEM, en el Artículo 5. De Los Principios De La Universidad, se establece que en todas sus actividades se respetan las libertades de cátedra e investigación, además de “los principios establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y la Constitución Política del Estado de Morelos y la presente Ley” (UAEM, 2008).

El Modelo Universitario<sup>2</sup> de dicha institución describe competencias que deben presentarse en los programas de estudio vigentes (UAEM, 2020), mismas que desarrollan los estudiantes a lo largo de su formación académica, lo que requiere que el profesorado domine esas mismas competencias como parte del perfil docente.

El Reglamento General de Educación Media Superior de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2022), en el Artículo 87. De Las Obligaciones De Los Integrantes De La Academia Interescolar, señala como algunas de las obligaciones de los docentes que pertenecen a la Academia de Química generar estrategias y elaborar propuestas para mejorar la calidad educativa, promover el trabajo

---

<sup>2</sup> Cabe aclarar que el Modelo Universitario de la UAEM se actualizó en 2020, incluyendo las competencias que contempla, aunque los planes y programas de estudio del tipo medio superior vigentes están en concordancia con el Modelo Universitario 2010.

colegiado para la mejora continua de la práctica docente, así como facilitar los aprendizajes y la formación integral de los alumnos.

En este contexto de libertad de cátedra, innovación educativa y actualización docente se tiene que los planes de estudio y programas educativos vigentes de las escuelas del tipo medio superior de la UAEM presentan un enfoque por competencias, entendidas como la movilización de conocimientos, actitudes y valores para proponer soluciones a situaciones estandarizadas o complejas. Esto en concordancia con el modelo educación 4.0 que considera la integración de la digitalización a la vida cotidiana (UAEM, 2020).

Las competencias se clasifican en genéricas, disciplinares básicas y disciplinares extendidas y se identifican los atributos trabajados en cada uno de los 5 bloques que se cubren en un semestre. El ambiente de aprendizaje propuesto considera un alumno involucrado y motivado en la resolución de problemas de su entorno para que los contenidos teóricos y experimentales sean significativos. Esto requiere por parte del docente, la generación de condiciones en el aula que involucren la tecnología informática y el trabajo experimental en el laboratorio para fomentar la capacidad de aprendizaje y análisis de forma autónoma. Las actitudes y valores que se desarrollan son la honestidad, el respeto hacia las personas y la naturaleza. Así, el perfil de egreso propone individuos seguros de sí mismos, pensadores críticos y creativos, comunicadores eficaces y reflexivos, ciudadanos éticos e integrantes efectivos en equipos de trabajo (UAEM, 2020).

### **3.2.2 Desarrollo del pensamiento crítico y del pensamiento científico en el aula**

Los planes y programas de estudios de las asignaturas de química (UAEM, 2020) mencionan como un rasgo del perfil de egreso el pensamiento crítico. En la enseñanza de las ciencias experimentales es importante que se desarrollen de manera simultánea el pensamiento crítico y el pensamiento científico porque se

puede hacer ciencia (en el aula) sin el pensamiento crítico, cuando el alumno solo reproduce los experimentos sin comprender los procesos (López, 2012).

Si la estrategia de enseñanza prioriza la memorización, solo se desarrolla una habilidad de pensamiento de orden inferior, por lo que la información se olvida y no se resuelven problemas complejos (Ramos, 2020). Una habilidad de orden superior se integra por otras como la comprensión, la deducción, la categorización o la emisión de juicios; su principal función es revisar y evaluar ideas relacionadas con lo que se entiende, se procesa o comunica (López, 2012).

Una estrategia en el aula que favorece el desarrollo del pensamiento crítico es la indagación, porque las preguntas de los estudiantes para buscar información son parte de un proceso de solución de problemas (López, 2012).

El razonamiento científico se describe como la habilidad para reconocer el mundo físico, el social y el intersubjetivo, que en combinación con el manejo de lenguaje argumentativo permite comprender y resolver problemas de interés para la sociedad (UAEM, 2022). En el caso particular de la enseñanza de la química, Chamizo (2004) considera que el pensamiento científico en el aula en ocasiones se limita a aplicar el método científico, con lo que los estudiantes solo memorizan una ruta de aceptación universal para generar conocimiento, cuando en realidad no hay tal producción porque solo se hacen evidentes conocimientos “comprobados”.

La propuesta para el desarrollo del pensamiento científico es la resolución de problemas considerando el contexto científico, tecnológico y social a partir de preguntas propuestas por el docente o los estudiantes, que movilicen las competencias necesarias para proponer una solución. El desarrollo de estos procesos cognitivos está relacionado con la observación, la generación de hipótesis, la experimentación y la interpretación de resultados (Chamizo *et al.*, 2007).

Combinar estas estrategias en el aula con conocimientos disciplinares específicos, recursos y herramientas digitales da como resultado un modelo de enseñanza interdisciplinar conocido como STEM (Godoy *et al.*, 2021).

El término STEM es un acrónimo de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Este modelo tiene antecedentes en Estados Unidos, cuando por una necesidad de alfabetización científica se desarrollaron programas educativos que priorizaran los aprendizajes en ciencias, tecnología y matemáticas. Se entiende como alfabetización científica al proceso formativo por el cual un individuo tiene la capacidad de involucrarse de manera activa en la discusión y toma de decisiones relacionadas con temas científicos que impactan en la vida social (Breiner *et al.*, 2012).

Aplicar este modelo en el aula requiere que los docentes integren sus competencias científicas, tecnológicas y digitales para diseñar actividades de aprendizaje relacionadas con varias disciplinas orientadas a la resolución de problemas del contexto de los estudiantes. Estas estrategias también requieren integrar trabajo colaborativo, pensamiento creativo y crítico con lo que se logrará el objetivo de formar estudiantes que contribuyan a un futuro sustentable (Godoy *et al.*, 2021).

El modelo STEAM (que agrega Artes al modelo STEM) involucra el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y digitales en el diseño de una secuencia didáctica y solo se logra un aprendizaje en el estudiantado, cuando se orienta la propuesta de soluciones a los problemas diseñados por el profesorado apoyado en la indagación, que es un proceso no sólo de adquisición de información, sino que desarrolla la habilidad para su análisis y aplicación en contextos específicos. Al combinar la indagación con el modelo STEAM se favorece la alfabetización científica que es una competencia evaluada por las pruebas PISA (Gallego *et al.*, 2016).

### 3.2.3 Competencia digital docente

Los planes de estudio y programas de química del bachillerato (UAEM, 2020) consideran el desarrollo de habilidades tecnológicas en los estudiantes, por lo que resulta indispensable que los docentes cuenten con los conocimientos, actitudes y habilidades para relacionarse con la información, su acceso, gestión y transformación para el desarrollo de las actividades diarias, incluidos los procesos de aprendizaje mediado por la tecnología (Cervera *et al.*, 2016).

En México existe un **marco de habilidades digitales** que las clasifica en 4 categorías y tres niveles de dominio como se muestra en la tabla 2 (SCT, 2019). En este marco hay un apartado llamado “habilidades complementarias” que menciona la necesidad de desarrollar, de forma simultánea a las habilidades digitales, el aprendizaje para la vida, el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación, la flexibilidad, la adaptabilidad, la conciencia de sí mismo y la capacidad de relacionarse, por considerarse fundamentales en una sociedad conectada. (SCT, 2019). Lo resaltado en color verde (Tabla 2) corresponde a las habilidades digitales que fueron evaluadas en 55,000 docentes de nivel medio superior para identificar necesidades de capacitación (Tabla 3) (SEP, 2019), por lo que se puede ver que no todas las categorías fueron consideradas y que únicamente se eligieron algunas de los niveles de dominio básico e intermedio.



Nivel	Habilidad digital <sup>3</sup>	Categoría	
<b>Básico</b>	Uso de dispositivos electrónicos	1.1 Habilidades físicas necesarias para la manipulación de hardware.	
	Navegar en internet	1.2 Habilidades de lenguaje e interpretación de información básicas para poder utilizar aplicaciones, navegar en internet e ingresar datos para la apertura o creación de cuentas digitales.	
	Crear cuentas y perfiles		
	Usar aplicaciones		
	Localizar información	2.1 Habilidades relacionadas con el tratamiento de información en un ambiente digital (localización y administración de información, la evaluación de su veracidad y relevancia), así como el conocimiento y aplicación de los principios básicos de seguridad y protección de identidad digital.	
	Guardar, administrar y organizar información		
	Evaluar la relevancia de la información		
	Privacidad e identidad digital		
<b>Intermedio</b>	Creación de contenidos	2.2 Habilidades para comunicar y colaborar en ambientes digitales, la creación de contenidos digitales, la promoción activa de la ciudadanía digital y los derechos digitales.	
	Comunicación y colaboración en ambientes digitales		
	Hacer transacciones en línea		
	Derechos digitales		
	Ciudadanía digital		
	Comprar y vender en línea	3.1 Habilidades para el desarrollo de pensamiento computacional.	
	Pensamiento computacional		
	Creación de sistemas		3.2 Habilidades para crear sistemas, colaborar y ejercer un nuevo tipo de liderazgo.
	Análisis de información		
	Programación de código		
<b>Avanzado</b>	Inteligencia digital	3.3 Habilidades para el desarrollo de inteligencia digital para el diseño de soluciones complejas en ambientes heterogéneos.	
	Entrenamiento basado en el trabajo	4.1 Habilidades demandadas por el mercado y que son extremadamente cambiantes o especializadas pues deben amoldarse continuamente a las tendencias.	
	Planes especializados de formación	4.2 Habilidades institucionales para el rediseño de las habilidades de los trabajadores, planes especializados de formación tecnológica, y capacidad de generar negocios a partir de soluciones tecnológicas (emprendimiento digital)	
	Emprendimiento digital		

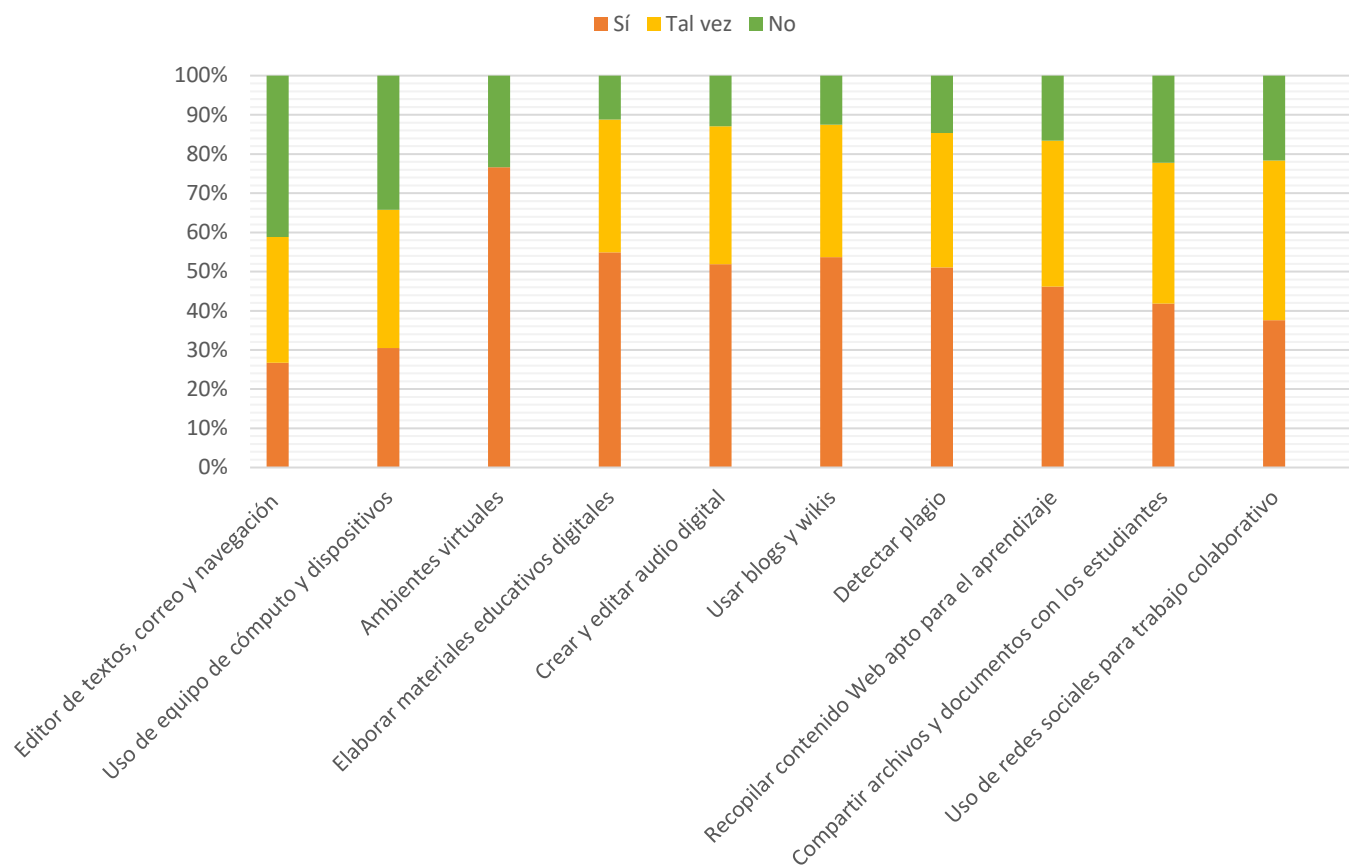
**Tabla 2.** Competencias digitales en México (2019). Fuente: elaboración propia a partir de (STC, 2019).

<sup>3</sup> Lo resaltado en color verde corresponde a las habilidades digitales que fueron evaluadas por la SEP (2019) en 55,000 docentes de nivel medio superior para identificar necesidades de capacitación.

Tres de las 10 preguntas del instrumento para evaluar la competencia digital de docentes en el tipo medio superior (SEP, 2019) están relacionadas con habilidades digitales consideradas básicas como el uso equipos y dispositivos de cómputo, edición de textos, correos y navegación, así como ambientes virtuales. De acuerdo con los resultados de la encuesta, la figura 4 muestra que en estas tres áreas los docentes consideran que tienen las menores necesidades de capacitación.

El resto corresponden al nivel de dominio intermedio. Los resultados obtenidos en la evaluación (SEP, 2019) (graficados en la figura 4) muestran la autopercepción del nivel de dominio de los encuestados. Las principales temáticas en las que se requiere capacitación son las relacionadas con el diseño de materiales educativos, uso de plataformas, herramientas de comunicación y garantizar el derecho de autor de los recursos utilizados, todas competencias de nivel intermedio. Es significativo, que aun cuando los resultados muestran la autopercepción del docente, las necesidades de capacitación identificadas superan al 50% en el nivel de dominio básico y el 80% en el nivel de dominio intermedio.

## Necesidades de capacitación docente



**Figura 4.** Resultados encuesta a docentes del nivel medio superior. Fuente: Elaboración propia a partir de SEP (2019) con Excel.

Para mayor detalle, en el anexo 2 se presentan organizados los resultados del estudio (SEP, 2019). La encuesta considera cinco indicadores, 1 para la menor necesidad de capacitación y 5 para la mayor necesidad. Con la intención de organizar los resultados de la encuesta, se agrupan las respuestas de los indicadores 4 y 5 en la columna que corresponde a “sí requieren capacitación”, indicadores 2 y 3 en la columna de “tal vez requieren capacitación”, y el indicador 1 en la columna de quienes consideran que “no la requieren”.

Las habilidades que un docente requiere para las actividades contenidas en la tabla 2 se pueden definir y evaluar con los criterios de la Competencia digital docente, mejor conocida como DigCompEdu (Redecker, 2020), que se modifican y actualizan

a la par de los avances tecnológicos, necesidades sociales y ubicación geográfica. En Estados Unidos, por ejemplo, el marco institucional lo establece la International Society for Technology in Education (ISTE) en el documento conocido como NETS-T (National Educational Technology Standards for Teachers); Castañeda (2018) analizó la versión 2008, posteriormente se publicó la 2017 y actualmente está vigente la edición 2019.

El cambio en el enfoque en los criterios de la competencia digital, de acuerdo con Trust (2018), es que se pasa de una primera versión en la que se consideraba el uso de la tecnología únicamente para enseñar, a una versión actualizada en la que se integran al contexto y a las necesidades sociales; por tanto, la tecnología es una herramienta para el desarrollo de habilidades que empoderan al estudiante mediante el aprendizaje, la iniciativa y la colaboración.

A nivel internacional también existe una propuesta de la UNESCO (ICT.CTF, 2023). De igual manera, Chile (ENLACES) y Gran Bretaña (DigiLit) tienen sus propios modelos. Mientras que en Europa es utilizado el Marco Europeo para la Competencia Digital del Profesorado (DigCompEdu), antes mencionado, diseñado por el Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea; España hace una traducción de este documento desde el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) (Castañeda *et al.*, 2018).

En México, ANUIES con MetaRed ha utilizado el DigCompEdu para una evaluación de las competencias digitales en el nivel universitario en 2021 y 2022.

El DigCompEdu es un estándar con 22 indicadores de habilidades digitales, agrupadas en 6 secciones y 6 niveles de progresión. En la figura 5 se muestran las 6 secciones, para cada una los niveles de progresión son A1, A2, B1, B2, C1 y C2 que van de nivel de dominio básico al avanzado.



**Figura 5.** Habilidades digitales en el DigCompEdu. Fuente: Elaboración propia desde Redecker, (2020).

Dentro de las habilidades digitales contempladas en el DigCompEdu se encuentran las estrategias de búsqueda, localización, selección, evaluación y apropiación de información, relacionadas con la curaduría digital.

### 3.2.4 Curaduría digital

Debido a la creciente disponibilidad de REA, cada vez es más complejo localizar el recurso ideal para una necesidad específica. Se requiere de una inversión de tiempo considerable para encontrar el mejor recurso que cubra las necesidades de aprendizaje (Duval *et al.*, 2010).

Sara Higgins (2011) consideraba a la curaduría digital como una disciplina emergente, cuyos antecedentes estaban en los esfuerzos por mantener vigentes los materiales digitales ante los avances tecnológicos. En aquel momento, la curaduría digital era la forma de mejorar el acceso a los recursos y garantizar que al ser utilizados no pudieran ser modificados por personas sin autorización.

En 2016, Oliver y Harvey describen un proceso de curaduría digital en el que intervienen políticas, áreas interconectadas y personas con intereses diversos (creadores y usuarios) que coinciden en un ambiente de información digital. Para ellos, la curaduría digital inicia aún antes de que el recurso digital sea creado, porque se deben establecer los parámetros que garanticen la calidad del recurso y las condiciones de almacenamiento y reutilización.

Los procesos de curaduría digital no sólo son de interés para museos y universidades, resultan necesarios para la innovación educativa en todos los niveles escolares. Cherrstrom *et al.* (2020) señalan que es un proceso que va más allá de la búsqueda, selección y organización de recursos. Es indispensable identificar la información relevante y hacer una evaluación crítica para la selección, complementar o enriquecer el recurso digital dentro de un contexto y compartir el material elegido.

Los sistemas de información o plataformas que tienen como fin la preservación, organización y difusión de los recursos digitales de acceso abierto de interés académico, científico o de investigación se conocen como repositorios. Otras características de los repositorios es que deben ser sustentables en el tiempo, pueden incluir materiales nuevos y garantizar el acceso (Duperet, *et al.*, 2015).

Si bien los repositorios son una herramienta útil para la búsqueda y selección de REA, una dificultad en estas etapas iniciales se debe a que los recursos pueden encontrarse en repositorios descentralizados lo que lleva al docente a realizar búsquedas en cada sitio. Se sugiere que cada recurso pueda ser clasificado,

etiquetado, comentado y compartido en redes sociales para hacerlos disponibles en los contextos educativos correspondientes (Willey *et al.* 2014). Sin embargo, también es importante dedicar tiempo para valorar la calidad del recurso, se han intentado evaluaciones automatizadas o solicitar al usuario una valoración en puntajes (1-5), ambas estrategias resultan poco útiles cuando se tiene en cuenta que la calidad de un recurso debe ser determinada a partir de los criterios y necesidades del seleccionador y el usuario (Wiley *et al.*, 2014).

Para encontrar el recurso con la mejor calidad puede ser útil sistematizar los procesos para apoyar a docentes y alumnos. Una propuesta es tener una lista con los criterios como contenido, valor pedagógico, diseño (*visuality*), usabilidad y ventajas de su uso (Feldman-Maggor *et al.*, 2016).

De acuerdo con la teoría pedagógica de aprendizaje elegida por el docente, serán los criterios de calidad del recurso. Si se trata de una estrategia conductista el recurso ofrecerá actividades de repetición y retroalimentación para que el alumno conozca su desempeño con niveles graduados de dificultad y de presentación aleatoria (Feldman-Maggor *et al.*, 2016).

En un enfoque cognitivo el aprendizaje tiene relación con los procesos visuales y auditivos enfocándose en la información nueva que resulta relevante, se organiza en representaciones mentales y se integra con los conocimientos previos, por lo que el uso de imágenes y textos pueden ser útiles si se combinan con información auditiva, como simuladores y videos (Feldman-Maggor *et al.*, 2016).

En una propuesta constructivista se diferencia entre comprender conceptos y aplicarlos en la resolución de problemas contextualizados. Aquí los recursos utilizados permiten que el usuario aplique lo aprendido y obtenga experiencia en el uso de sus conocimientos, siendo el alumno el centro del proceso de enseñanza aprendizaje. Destaca el uso de herramientas que permiten crear, compartir y combinar contenido (Feldman-Maggor *et al.*, 2016).

A este respecto, cabe señalar que en fecha reciente ANUIES presentó la *Guía de Indicadores de Calidad para Recursos Educativos Digitales* (Zorrilla, Farías y Vicario, 2023), que incluye tanto descriptores de calidad técnica, como de calidad educativa, lo que podría convertirse en una herramienta útil para productores y usuarios de recursos educativos digitales.

### **3.2.4.1 Mejores prácticas en el uso de REA**

La UNESCO (2015) identifica algunas habilidades básicas que deben tener las instituciones para que en conjunto con el desarrollo de capacidades de todos los individuos involucrados en el proceso se optimice el uso de REA.

Estas habilidades se organizan en:

- Conocimiento acerca de la propugnación y promoción de los REA como vehículo para mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza en la educación.
- Conocimiento del desarrollo y expansión de modelos de negocios que justifiquen ante instituciones, educadores individuales y otros creadores de contenido educativo (incluyendo editores) el uso de licencias abiertas y que ilustren sus beneficios.
- Conocimiento del diseño y desarrollo de programas, cursos y materiales, con especial énfasis en ayudar a los educadores a aprovechar todo el potencial del aprendizaje basado en recursos en sus programas y cursos.
- Conocimientos técnicos relacionados con el diseño y desarrollo de materiales.
- Conocimiento de gestión de redes de personas e instituciones con el fin de que cooperen en el perfeccionamiento de diversos proyectos de enseñanza y aprendizaje.
- Conocimiento de monitoreo y evaluación a fin de diseñar y llevar a cabo



procesos de evaluación formativa, sumativa y/o de impacto que determinen hasta qué punto el uso de licencias abiertas ha provocado mejorías en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, mayor productividad, mayor rentabilidad.

- Conocimiento sobre la curaduría y el intercambio eficaces de los REA.
- Habilidades de comunicación e investigación para poder compartir información sobre los REA.

Con esto se busca que exista una revisión de los planes y programas de estudio que incluyan el uso de REA, mantener una evaluación constante tanto de los recursos utilizados como de los procesos didácticos en los que se incluyen, así como el intercambio de información que permita compartir los beneficios.

### **3.3 La didáctica de la química: más allá de la memorización de conceptos**

Resulta relevante considerar que la enseñanza de las ciencias naturales requiere como punto de partida una reflexión acerca de que la ciencia que se trabaja con los alumnos es distinta a la que genera el científico; por tanto, se requiere una transformación entre el conocimiento generado por los expertos y el conocimiento que se trabaja con los estudiantes de acuerdo con las etapas de su proceso de aprendizaje (Sanmartí, 1997).

Esta transformación, es una transposición didáctica entre el saber a enseñar y el saber enseñado (Chevallard, 1991). El docente debe responder para qué enseña química, cuáles son las estrategias y modelos pertinentes, cómo aprenden los estudiantes los contenidos de la asignatura y cuáles son las características del plan de estudio (Wilson y Shulman, 1987 citado en Lozano, 2014), que son la base para el diseño de una planeación didáctica.

El diseño de una planeación didáctica para la enseñanza de las ciencias, como la química, parte de los fundamentos que aportan las principales teorías

psicopedagógicas de acuerdo con los objetivos de aprendizaje. Entre ellas se pueden señalar (Nieda, Macedo 1997):

### **Conductismo**

La teoría de Skinner

### **Constructivismo**

- ❖ La teoría de Piaget
- ❖ La teoría de Vigotsky
- ❖ La teoría de Ausubel
- ❖ Las concepciones alternativas
- ❖ La indagación en el aprendizaje

#### **3.3.1 La visión conductista**

Los estudios de Pavlov son el antecedente de esta corriente y se aplica en el área de la educación con Skinner. Considera que el aprendizaje es una respuesta producida ante un determinado estímulo, se consigue por la repetición y se puede mejorar con los refuerzos oportunos (Nieda, Macedo 1997).

Este enfoque corresponde al método tradicional de enseñanza de la química en el que la base es la memorización de símbolos y fórmulas químicas, junto con la repetición de algoritmos para la representación y descripción de procesos químicos.

Sin embargo, a esta propuesta se enfrentan Kuhn y Toulmin, destacan la importancia de los paradigmas en la investigación científica, y dado el carácter evolutivo de los conceptos en la sociedad y el papel que desempeñan en la comprensión humana (Garriz, 2000); se oponen a la búsqueda de verdades absolutas (Nieda, Macedo 1997), por lo que las estrategias de enseñanza requieren integrar un enfoque constructivista.

### 3.3.2 La visión constructivista

- **La teoría de Piaget**

Las investigaciones del psicólogo y epistemólogo Piaget llevan a una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual. El desarrollo cognitivo está relacionado con la adquisición de estructuras mentales de complejidad sucesiva, lo que permite el logro de estadios (Nieda, Macedo 1997).

Las habilidades intelectuales relacionadas con el aprendizaje de las ciencias las denomina pensamiento formal, en el que se tiene la capacidad de comprobar hipótesis, controlar variables o utilizar el cálculo (Nieda, Macedo 1997).

Posteriormente se comprobó que las etapas que Piaget proponía eran muy amplias y se encontraron diferencias considerables entre alumnos de las mismas edades, lo que llevó a pensar que las estructuras lógicas dependen de otras variables como el contexto de la actividad y los aprendizajes específicos que los estudiantes han adquirido previamente. No obstante, sus aportaciones cuestionaron las ideas conductistas (Nieda, Macedo 1997).

Caamaño (2001) menciona que a inicios de los años 80 una propuesta para la transformación de la enseñanza tradicional de la química fue utilizar una situación experimental junto con una guía de preguntas para que los alumnos, guiados por el docente, identificaran regularidades y leyes de la química. En este tipo de situaciones didácticas es necesario identificar los conocimientos previos en las etapas iniciales del desarrollo de un tema.

- **La teoría de Vigotsky**

En esta teoría se destaca el origen social de la mente (Nieda, Macedo 1997), al estudiar la influencia del medio y de las personas que rodean al individuo en el proceso de aprendizaje. Cada alumno es capaz de aprender de acuerdo con su nivel de desarrollo, existen otros aspectos fuera de su alcance que pueden ser aprendidos con la ayuda de un adulto o de iguales (pares). La zona de desarrollo próximo define una zona donde la acción del profesor es la de un facilitador del desarrollo de estructuras mentales en el alumno para que sea capaz de construir aprendizajes complejos (Nieda, Macedo 1997).

La construcción de conocimientos es una actividad social que depende de la interacción con los demás; al verbalizar los pensamientos se reorganizan las ideas.

Se facilita cuando el profesor orienta al estudiante en situaciones de aprendizaje variadas y graduadas, por lo que la función cognitiva aparece primero en el plano interpersonal y posteriormente en el plano intrapersonal (Nieda, Macedo 1997).

- **La teoría de Ausubel**

Ausubel, para marcar una diferencia del aprendizaje memorístico, emplea el concepto de aprendizaje significativo y enfatiza la importancia de los conocimientos previos del alumno en la adquisición de nueva información, que se vuelve significativa sólo si se relacionan los nuevos conocimientos con los que ya posee (Nieda, Macedo 1997).

Critica al aprendizaje por descubrimiento y la enseñanza mecánica repetitiva tradicional, por la poca eficacia que presentan ante el aprendizaje de las ciencias (Nieda, Macedo 1997).

Para aprender es indispensable que el maestro tome en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre lo que se quiere enseñar, se propone diseñar anclajes para que los alumnos puedan establecer relaciones significativas con los nuevos contenidos, una herramienta útil son los mapas conceptuales que permiten identificar las relaciones que los alumnos establecen entre los conceptos antes y después del proceso educativo (Nieda, Macedo 1997).

- **Las concepciones alternativas**

Los errores conceptuales existen y persisten a pesar de las exposiciones claras y reiteradas sobre los conceptos, lo que lleva a cuestionar el modelo de enseñanza tradicional de transmisión-recepción, especialmente en la enseñanza de las ciencias. Se entiende por concepciones alternativas aquellas ideas distintas de las científicas que usan los estudiantes o profesores para interpretar los fenómenos cotidianos sin profundizar en la comprensión (Nieda, Macedo 1997).

Como resultado de investigaciones realizadas en el área de didáctica de la química desde un enfoque constructivista, a principios de los años 90 se identificó la influencia de las concepciones alternativas de los alumnos como un obstáculo para el aprendizaje (Caamaño, 2001).

Las concepciones alternativas se caracterizan por tener gran coherencia interna y son comunes a estudiantes de diversas edades, géneros y culturas. Son persistentes y no se modifican fácilmente por los sistemas tradicionales de enseñanza (Nieda, Macedo 1997). se considera que la construcción de conocimientos científicos en el aula requiere también cambios metodológicos y epistemológicos (Gil y Carrascosa 1985, Duschl y Gitomer 1991 citados por Nieda, Macedo 1997).

Las concepciones alternativas en el campo de la química son tan extensas como los conceptos científicos. Se requieren investigaciones específicas de estrategias

didácticas con el objetivo de acercar estas concepciones alternativas a los conceptos que se consideran parte de una cultura científica básica, por ejemplo, el modelo atómico, el enlace químico, la estructura de la materia: partícula, molécula, átomo, el equilibrio químico y el mol, entre otros (Caamaño, 2001).

Una propuesta pedagógica para la transformación es la indagación en el aprendizaje, ya que confronta las ideas del alumno con la realidad o la experimentación.

- **La indagación en el aprendizaje**

Para Reyes-Cárdenas (2012) un enfoque didáctico que se basa en la construcción del aprendizaje es la indagación. El alumno a partir de sus experiencias reales, junto con las preguntas guía que el docente diseña de manera previa, formula y comprueba hipótesis.

Las estrategias didácticas de indagación pueden ser abiertas, guiadas, acopladas o estructuradas. Sin embargo, pueden identificarse elementos comunes: enfocar-explorar-reflexionar-aplicar, que coinciden con la forma de hacer ciencia.

En este enfoque se resalta el papel del estudiante como sujeto activo, el trabajo colaborativo y el desarrollo de competencias científicas.

Conocer las teorías pedagógicas descritas en este apartado permite al docente seleccionar de entre todas ellas los elementos requeridos, según el tema a enseñar y los requerimientos del estudiante, e integrarlos de forma organizada en un diseño didáctico orientado al logro de los aprendizajes, sin perder de vista que la química es una ciencia experimental y que el alumno pueda aplicar lo aprendido en su contexto.

### 3.3.3 Planeación didáctica para la enseñanza de la química

Se ha mencionado que las concepciones alternativas de los estudiantes, que en algunos casos son el resultado de un proceso de instrucción, son un factor que interfiere con el aprendizaje de la química (Caamaño y Oñorbe, 2004).

Un proceso de instrucción pertinente requiere por parte del docente una planeación y diseño didácticos como se describe en este apartado.

Sanmartí (1997) sugiere que una planeación didáctica requiere considerar el tiempo y los recursos disponibles para decidir sobre las relaciones entre los objetos de estudio fundamentales y las variables a considerar; el orden de presentación y el nivel de complejidad de los contenidos y las estrategias didácticas integradas de manera oportuna; así como los mecanismos para la autoevaluación y evaluación que son indispensables en el proceso de construcción del conocimiento.

Sánchez y Valcárcel (1993) proponen un modelo para el diseño de una unidad didáctica que considera 5 elementos fundamentales:

- Análisis didáctico
- Análisis científico
- Selección de objetivos de aprendizaje
- Selección de estrategias didácticas
- Selección de estrategias de evaluación.

El **análisis didáctico** busca reconocer las estrategias pertinentes para el proceso de enseñanza-aprendizaje. La intención de esta sección es identificar las ideas previas de los alumnos, considerar las exigencias cognitivas de los contenidos y delimitar las implicaciones para su enseñanza (Sánchez y Valcárcel, 1993). Se recomienda el uso de representaciones del contenido (ReCos) (Loughran *et al.*,

2004), que de manera específica para este apartado sirven para visualizar las ideas clave del tema, las concepciones alternativas asociadas al contenido, propuestas de análisis para la comprensión y los conceptos de mayor dificultad para los estudiantes (Loughran *et al.*, 2004).

El **análisis científico** para Sánchez y Valcárcel (1993) es una tarea básica en la planificación de la unidad didáctica, ya que es en esta etapa donde se estructuran los contenidos a enseñar y permite al docente actualizar y reflexionar sobre su propio conocimiento.

La **selección de los objetivos** de aprendizaje (Sánchez y Valcárcel, 1993) busca la reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos y el establecimiento de referencias para el proceso de evaluación.

Las **estrategias didácticas** (Sánchez y Valcárcel, 1993) consideran los planteamientos metodológicos para la enseñanza, la selección y secuenciación de las actividades, así como la elaboración de los materiales de aprendizaje, con la finalidad de evitar la memorización de hechos o datos. De acuerdo con Marzano (2005) los conocimientos se organizan en declarativos y procedimentales, mientras que los niveles cognitivos son conocimiento, comprensión, análisis y utilización, que al ser considerados de manera gradual en las actividades de aprendizaje propician el desarrollo de competencias.

Un enfoque importante en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias es promover una alfabetización científica y no la memorización de conceptos; por tanto, en las estrategias didácticas es indispensable incluir la observación de fenómenos, experimentación, sistemas de medición, modelización, representación, leyes experimentales, extensión de la teoría e interpretaciones y predicciones para desarrollar en los alumnos la comprensión de la información, el análisis y propuestas de solución a las situaciones de aprendizaje planteadas (Chamizo *et al.*, 2017).



En una revisión sistemática realizada por Ahman *et al.* (2023) se analizaron 35 publicaciones de 2008 a 2021 que reportan los resultados de aprendizaje de diversas estrategias didácticas para la enseñanza de la química en el tipo medio superior. Se considera que una estrategia tradicional de enseñanza es aquella que transmite conocimiento, conceptos abstractos y utiliza los experimentos para demostrar teorías, sin estar relacionados con situaciones de la vida cotidiana, lo que desmotiva a los alumnos y sus resultados de aprendizaje son menos efectivos. Entre las estrategias didácticas innovadoras que se estudiaron se identifican como las estrategias:

Más utilizadas:

- Aprendizaje por indagación
- Aprendizaje virtual con uso de dispositivos
- Aprendizaje basado en el contexto
- Aprendizaje basado en problemas

Menos utilizadas:

- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje basado en razonamiento abstracto

Las estrategias innovadoras que mejoraron los resultados en el aprendizaje comparadas con los resultados de una estrategia tradicional fueron el aprendizaje por indagación y el aprendizaje virtual con uso de dispositivos (Ahman *et al.*, 2023)

Las **estrategias de evaluación** tienen la finalidad de valorar tanto la unidad didáctica, como el proceso de enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, para lo cual es necesario delimitar el contenido de la evaluación, determinar las actividades, instrumentos y momentos para la obtención de la información (Sánchez y Valcárcel, 1993). En los últimos años se ha descrito como parte de la evaluación el modelo CDC (Conocimiento didáctico del contenido) que es el equivalente a PCK (Pedagogical Content Knowledge), cuya intención es orientar al docente en el proceso continuo de reflexión sobre su experiencia para valorar su actividad como

formador, su dominio de los conceptos a enseñar desde una perspectiva histórica y social, así como la pertinencia del diseño, evaluación e implementación de los recursos y las estrategias didácticas (Parga *et al.*, 2014).

### **3.3.4 Diseño de una unidad didáctica**

Las teorías científicas tienen una naturaleza explícita, lo que requiere del alumno una toma de conciencia de las relaciones entre los modelos interpretativos que le proporciona la ciencia y sus propias concepciones alternativas (Pozo, 2007).

La química como ciencia experimental se fundamenta en un cuerpo teórico; la realización de operaciones abstractas, junto con su relación con situaciones experimentales y cotidianas, colocan al estudiante en un plano de confrontación y necesidad de asociación de conocimientos (Garriz, 2000). Para lograr este propósito Arteaga (2016) sugiere diseñar una secuencia de actividades que integre los elementos que se describen en la figura 6.



**Figura 6.** Didáctica de la ciencia. Fuente: Editado por la autora a partir de Arteaga *et al.*, 2016, p.173.

La química es un campo que enlaza situaciones de la vida cotidiana y áreas científicas, en el cual se estudia, practica y transmite la transformación de la materia con un método y lenguaje propios, una lógica particular y una filosofía específica (Chamizo *et al.*, 2007). Otro desafío propio de la enseñanza de la química es la forma en que los docentes emplean, a veces sin una secuencia lógica, las representaciones macroscópica, submicroscópica y simbólica para ilustrar procesos o sustancias químicas. Los experimentos corresponden al nivel macroscópico; en el submicroscópico (o nanoscópico) están los electrones, iones, átomos y moléculas; mientras que al simbólico le corresponden los enlaces, fórmulas, ecuaciones químicas, diagramas, imágenes en computadora (Garritz, 2000).

La capacidad de imaginar es fundamental cuando se describen elementos o procesos que no se perciben con los sentidos; sin embargo, los modelos se convierten en una referencia concreta para profundizar en el mundo de lo abstracto; por tanto, la transición entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico

requiere una secuencia organizada (Garritz, 2000), que facilitará a los alumnos desarrollar un nivel cognitivo superior que los llevará a generar explicaciones científicas considerando las aplicaciones del mundo abstracto en otros ámbitos de su vida. Hay evidencia de que una secuencia didáctica tiene buenos resultados en el aprendizaje si se diseña para acompañar a los estudiantes en el desarrollo de competencias científicas, como definir y modelar, transitando desde el nivel macroscópico hasta el nanoscópico (Alvarado *et al.*, 2013).

De manera esquemática para favorecer el aprendizaje de la química, Caamaño y Oñorbe (2004) proponen:

- Desarrollo cronológico de conceptos, teorías y modelos,
- Desarrollo continuo y progresivo desde lo cualitativo a lo cuantitativo y de lo más simple a lo más complejo,
- Ubicar los conceptos en el contexto en que se construyen y se cuantifican,
- Secuenciación de contenidos,
- Explicitar el significado de los términos y sus limitaciones,
- Uso apropiado de los códigos de representación.

### **3.3.5 La didáctica de la química con mediación tecnológica**

En México, desde hace algunos años se ha investigado la necesidad de una transformación curricular de la química en el nivel preuniversitario, para transitar de una enseñanza en la que se prioriza la transmisión de contenidos hacia una alfabetización disciplinar, es decir, educar a través de la ciencia donde la educación del individuo es el objetivo y la ciencia es el vehículo (Pérez *et al.*, 2016).

A diferencia de la transposición didáctica, la propuesta de la integración didáctica no tiene como fin el conocimiento científico, sino la alfabetización científica como resultado de relacionar el conocimiento científico, cotidiano y escolar, con el uso de

las TIC y la propuesta de soluciones a problemas socioambientales en el contexto escolar (Chamizo *et al.*, 2017).

En 2005, se organizó la jornada monográfica “Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos” para exponer propuestas didácticas que fomentaran la enseñanza de esas asignaturas y promovieran la cultura científica.

La integración de las TIC se reconoció como una opción para garantizar el acceso a las actividades experimentales en escuelas donde la infraestructura era inadecuada, no se contaba con los recursos económicos para realizar las prácticas de laboratorio o bien para lograr que un mayor número de personas pudiera participar de forma no presencial o asíncrona (Pinto, 2005).

Ramos, en 2020, menciona que existe una polarización de las elecciones didácticas de los docentes. En un punto se considera que el sistema tradicional de transmisión de conocimientos es una actividad de vanguardia cuando se integran al proceso herramientas tecnológicas como el internet o las computadoras; en el otro extremo se encuentran las estrategias consideradas constructivistas en las que el alumno sin orientaciones o andamiajes enfrenta solo el proceso de búsqueda de información en la red. La alternativa que Ramos (2020) propone es utilizar la tecnología con fines educativos, es decir, desarrollar en los estudiantes competencias para la búsqueda y validación de información, enseñarlos a resolver problemas y desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior, como el pensamiento crítico y el pensamiento químico para lograr una comprensión de la naturaleza y de los métodos de la química.

El Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (CTPC, equivalente al TPCK por sus siglas en inglés) es el marco que considera las relaciones que establece el docente entre la disciplina, la tecnología y la didáctica (Ramos, 2020).

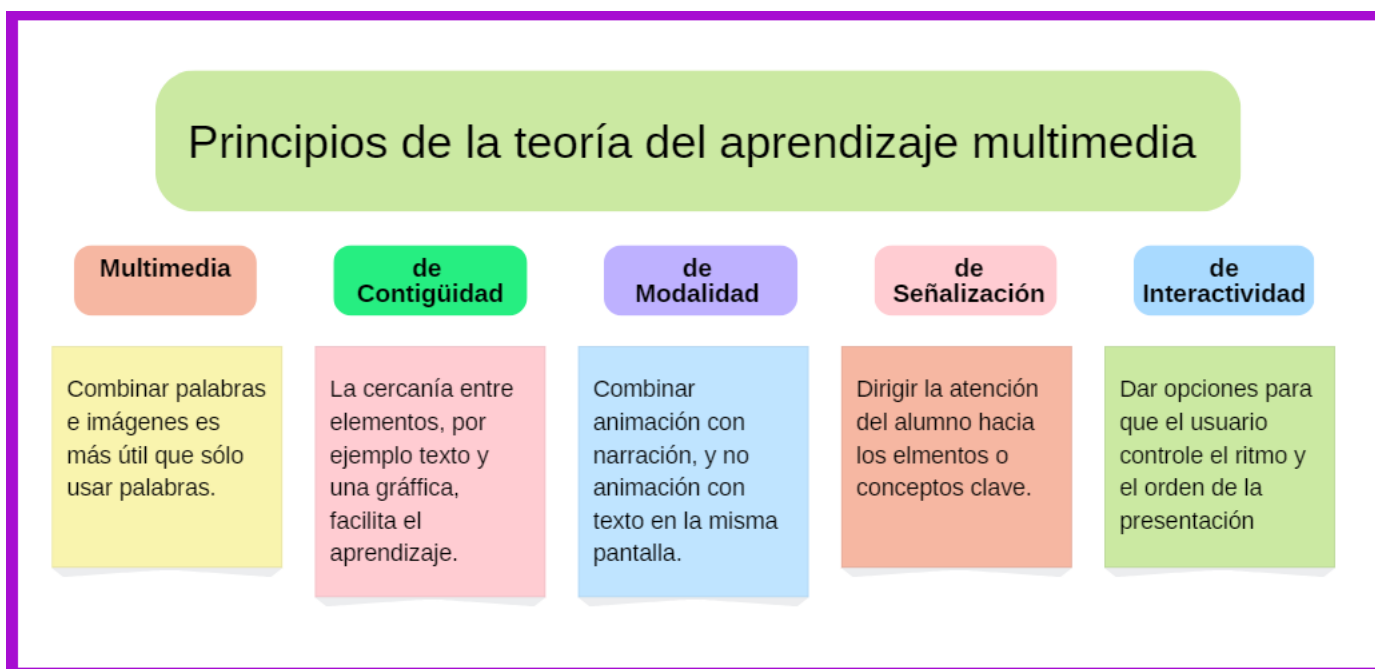
Es a partir del reconocimiento de esas prácticas docentes que se puede optimizar el proceso de selección, diseño y evaluación de recursos y herramientas tecnológicas que integrará a sus estrategias para atender a las necesidades de aprendizaje específicas de los alumnos y lo estipulado en los programas de estudio y planes de la disciplina de cada institución educativa (Cataldi *et al.*, 2009).

### **3.3.6 REA en la enseñanza de la química**

El uso de recursos digitales en la enseñanza de la química ofrece muchas ventajas, entre las que se pueden enlistar el acceso a herramientas para visualizar estructuras moleculares interactivas en tres dimensiones, demostrar procesos físicos o químicos con el uso de simuladores, obtener información específica de bases de datos especializadas (Feldman-Maggor *et al.*, 2016).

Manteniendo el enfoque en la didáctica de la química como un proceso activo en el que el alumno hace suposiciones, experimenta, analiza y propone soluciones a situaciones del contexto, es posible integrar recursos educativos digitales para aportar elementos que incrementan la motivación e incentivan el aprendizaje (Kozma *et al.*, 2005) al tiempo que resarcan las limitaciones de los textos impresos relacionadas con la falta de interactividad y tridimensionalidad (Jiménez *et al.*, 2009).

Los principios de la teoría del aprendizaje multimedia (Figura 7) (Mayer, 2001, 2002, 2003) fueron utilizados para analizar el uso de los recursos multimedia en la enseñanza de la química con estudiantes que trabajaron con un programa llamado “Representaciones simultáneas múltiples en Química” (Kozma *et al.*, 2005).



**Figura 7.** Principios de la teoría del aprendizaje multimedia que apoyan los procesos cognitivos en la química. Fuente: editado por la autora a partir de Mayer, 2001, pp.27-29.

El recurso tenía la opción de mostrar uno o varios de los siguientes elementos en pantalla:

- a) un video del experimento,
- b) animación de representaciones submicroscópicas,
- c) gráficas y
- d) otros datos.

Estos elementos ilustran experimentos relacionados con conceptos básicos de la química, como el equilibrio químico (figura 8). Para la investigación, también se les proporcionó a los estudiantes una hoja de trabajo para guiar la interacción con el recurso digital. La variable en el estudio consistió en utilizar la característica del recurso para seleccionar la cantidad de regiones de la pantalla que se deseaba visualizar. Se evaluó la adquisición de conceptos. De los resultados se identificó que los alumnos que trabajaron en el caso 1 solo con el video, o en el caso 2 con

tres secciones de manera simultánea, no tuvieron mejores aprendizajes que el resto. Los alumnos que trabajaron en el caso 3 solo con la animación o en el caso 4 solo con las gráficas tuvieron un mejor desempeño; los del caso 3, que solo usaron la animación, explicaron mejor la dinámica del equilibrio químico y los que usaron la gráfica comprendieron mejor la presión relativa (Kozma *et al.*, 2005).

Estos resultados se explican porque la información que requieren los alumnos es aquella que no perciben a simple vista, es decir, la que aporta la animación o la gráfica. Al utilizar tres secciones de manera simultánea, la atención del alumno se distribuye entre los tres recursos, lo que complica el procesamiento de la información para construir una explicación del fenómeno químico.

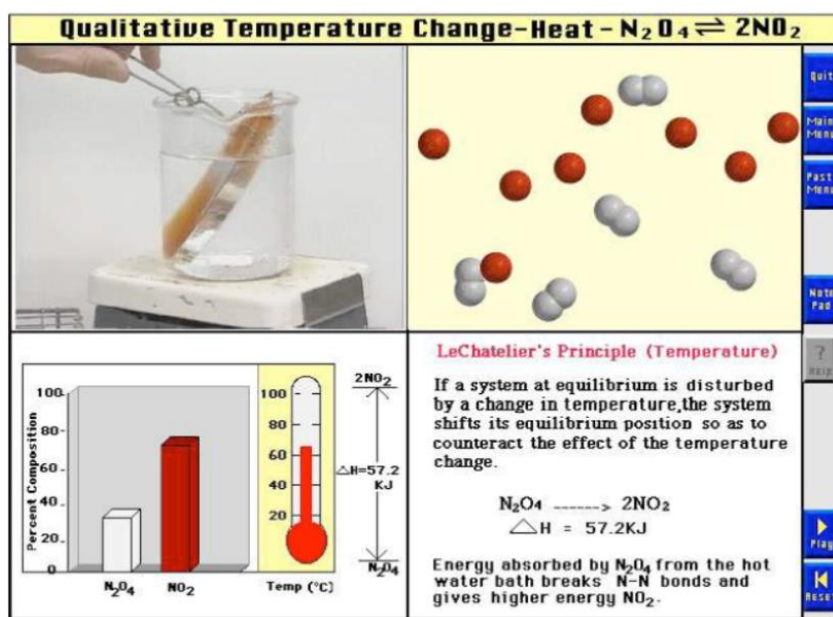


Figure 1. SMV:Chem screen for LeChatelier's principle experiment showing effect of a change in volume on the equilibrium compositions of the sample.

Figura 8. Equilibrio químico. Fuente: Kozma *et al.* (2010, p.10)

Al paso del tiempo, los recursos digitales se han integrado con mayor frecuencia a la enseñanza de la química, no solo por el desarrollo tecnológico y la creciente disponibilidad, sino también por el cambio en el enfoque de la enseñanza que orienta los procesos hacia el desarrollo del pensamiento crítico.



De entre los recursos digitales disponibles, los más utilizados son aquellos que permiten ilustrar la composición química o bien los procesos de transformación de la materia. En algunos casos, la ventaja es un costo menor comparado con el costo de usar un libro de texto impreso o el costo de adquirir material de laboratorio; en estos casos los libros digitales en versión gratuita y los laboratorios virtuales o simuladores son una opción adecuada.

### **3.3.7 Los tipos de REA en la enseñanza de la química**

En esta sección se describe de manera breve el enfoque de uso para algunos REA desde la didáctica de la química.

#### **Textos digitales**

Los libros son un recurso altamente utilizado por los docentes para apoyar el aprendizaje de los alumnos. Las versiones digitales disponibles como recurso educativo abierto resultan una opción de fácil acceso y no significan un gasto para los estudiantes. Es importante que el maestro dedique tiempo para realizar una búsqueda y seleccione las opciones disponibles más convenientes para el logro de los aprendizajes (Sansom *et al.*, 2021).

#### **Imágenes**

En los textos de química son la forma de representar resultados experimentales o mecanismos de reacción, principalmente en la química orgánica. Son un recurso de apoyo para visibilizar estructura molecular, enlaces, grupos funcionales, y estereoquímica lo que compensa el nivel de abstracción requerido para el estudio de algunos conceptos (Hernández *et al.*, 2014).

De acuerdo con la investigación de Hernández *et al.* (2014) utilizar imágenes incrementa el aprendizaje y el interés cuando son los alumnos quienes participan en el proceso de diseño utilizando herramientas digitales.

## **Videos**

Son uno de los recursos más utilizados para ilustrar conceptos abstractos, principalmente por su alta disponibilidad en internet y por la diversidad de opciones para su trabajo con los estudiantes. Sin embargo, cuando se utilizan como única estrategia de aprendizaje con un enfoque centrado en el alumno es posible que no se logre el aprendizaje significativo, sobre todo si el video no enfatiza la relación del concepto con la vida cotidiana (Ramachandran *et al.*, 2019).

En la investigación realizada por Ramachandran *et al.* (2019) se encontró que cuando los estudiantes fueron evaluados una sesión después de observar el video, los resultados del aprendizaje fueron mejores que cuando la evaluación se aplicó justo al terminar de ver el video; en ambos casos, los resultados del postest superaron a los del pretest. Este equipo de investigación recomienda aplicar el cuestionario 48 horas después de que el alumno trabajó con el video.

## **Juegos**

Quirós (2020) propone que una forma de transformar la percepción de los alumnos hacia la química en algo positivo es el uso de actividades lúdicas. De acuerdo con las características de la gamificación puede desarrollar una actitud de crítica reflexiva, retroalimentación eficiente y aprendizaje significativo.

## **Animaciones interactivas**

Incluir en las sesiones de clase recursos tecnológicos que combinan movimiento, sonido, imagen y texto genera ambientes enriquecidos que potencian el aprendizaje de los alumnos. La modelización con herramientas multimedia de fenómenos naturales y procesos químicos que ocurren en el nivel submicroscópico es una herramienta que favorece el aprendizaje de conceptos complejos por el nivel de abstracción requerido (Alimova, 2022).

Con el uso de recursos interactivos es posible observar la relación causa-efecto y establecer relaciones con los conceptos teóricos (Alimova, 2022).

Cuando la herramienta permite a los estudiantes dibujar o modelar estructuras químicas se refuerza la comprensión de la geometría molecular, el concepto de enlace químico y los mecanismos de reacción (Kozma *et al.*, 2005).

### **Laboratorios virtuales y simuladores**

Las prácticas de laboratorio virtual de química, comparadas con las prácticas reales, ofrecen ventajas, como permitir al alumno realizar el experimento tantas veces como requiera, hacerlo dentro o fuera de la escuela, experimentar en condiciones distintas a las que encuentra en el laboratorio escolar, reducir la distracción por el riesgo de accidentes y en algunos casos favorecer el desarrollo de habilidades digitales, si la herramienta permite el trabajo colaborativo, el registro, procesamiento y comunicación de resultados (Cataldi *et al.*, 2009).

Para Cataldi *et al.* (2009) el trabajo en laboratorios virtuales mejora el manejo de los materiales e instrumentos por parte de los alumnos, en comparación a cuando están en un laboratorio real. Un escenario relevante consiste en que la herramienta digital ofrezca la opción de que el estudiante pueda diseñar sus propios experimentos (Kozma *et al.*, 2005).

### **Foros de discusión y chat**

La comprensión y uso del lenguaje científico es una habilidad necesaria para el desarrollo del pensamiento científico. Utilizar una herramienta digital motiva al alumno para desarrollar la competencia de elaborar textos, trabajar de manera colaborativa y emplear de forma pertinente el lenguaje científico (Cataldi *et al.*, 2009) en las etapas de elaboración de suposiciones, explicación del fenómeno, comunicar resultados, analizar y proponer soluciones (Kozma *et al.*, 2005). En relación con las habilidades socioafectivas favorece la argumentación, la empatía y la aceptación de la diversidad (Morales *et al.*, 2019).

### **Realidad aumentada**

Esta herramienta es el resultado de integrar en un espacio determinado elementos del mundo real con objetos generados por computadora en tiempo real y permite la interacción con los elementos (Azuma *et al.*, 2001). Para la enseñanza de la química es útil porque permite que el alumno seleccione el nivel de representación, puede ir de lo macro a lo micro, para observar la composición de algún material o un proceso químico, con lo que además de desarrollar habilidades espaciales, se establece un puente entre la teoría y la experimentación en el mundo real (Merino *et al.*, 2015).

### **Realidad virtual**

Una característica de los ambientes de realidad virtual es que aportan información para los sentidos, si es una inmersión completa y se tiene el equipo completo que puede requerir un casco y guantes (Edwards *et al.*, 2019).

Entre las ventajas que le ofrece a la enseñanza de la química se tiene el aprendizaje inmersivo, por simulación o *gamificación* de conceptos abstractos o de habilidades de ubicación espacial. Por ejemplo, el estudio de estructuras de química orgánica o realizar experimentos en un laboratorio virtual (Edwards *et al.*, 2019).

Para la investigación reportada en este documento, es de interés describir los hábitos del profesorado relacionados con la búsqueda, selección y evaluación de los recursos digitales abiertos que ya se han descrito, por lo que resulta necesario explorar el concepto de hábito que se utiliza para expresar la relación del docente con los recursos educativos digitales.

### **3.4 *Habitus***

Para comprender y describir los actos de una persona, existe en Sociología un término que se refiere al sistema de disposiciones de ser, percibir, actuar y pensar en un campo determinado. Este término es el *habitus*, propuesto por Pierre Bourdieu (2017).

Bourdieu (2017) considera dos visiones del campo, como el espacio (social) de interacción en el que se comparten estructuras, enfoques y objetivos, lo que permite reproducir de manera armónica y funcional el *habitus*. Esto se manifiesta en una sistematización práctica y no lógica, de las acciones adquiridas que comparten los participantes de un mismo campo, y el espacio (geográfico) en el que suceden las interacciones personales.

La disposición de un individuo para realizar una actividad está relacionada con el campo en el que interactúa y por la influencia de estructuras sociales a las que ha estado expuesto. De acuerdo con Bourdieu (2017), estas estructuras sociales se clasifican como capital social, capital cultural y capital económico; sin embargo, es posible identificar otras categorías a partir de las propiedades del campo como el capital institucional, el capital político, el capital cultural-académico, el capital tecnológico (Casillas *et al.*, 2014) por mencionar algunos.

Giménez (1997) considera que el *habitus* permite explicar la manera en que se forma una visión del mundo, y se manifiesta en cuatro dimensiones: esquemas lógicos y estructuras cognitivas, disposiciones morales, disposiciones éticas y acciones. Estas disposiciones, además de ser subjetivas, es decir, no son calculadas de manera consciente ni racional, presentan larga duración, sin ser perpetuas (Bourdieu, 2017). Esta característica resulta relevante, para comprender que un hábito no determina el destino, sino que puede cambiar en el tiempo. En sociedades rápidamente cambiantes, el *habitus* se modifica de forma continua y constante dentro de los límites que establece el campo.

### **3.4.1 El *habitus digital***

El *habitus digital* es una propuesta que retoma el concepto de *habitus* de Bourdieu y se relaciona con el concepto de capital tecnológico (Casillas *et al.*, 2014) como una propuesta de aproximación a la comprensión de las nuevas condiciones del campo escolar a partir de la adopción de las Tecnologías de la Información y

Comunicación (TIC) en la vida cotidiana y la forma en que se incorporan a la cultura y a las prácticas sociales (Casillas y Ramírez, 2018).

Casillas (2003) considera que el *habitus digital* puede ser entendido como un sistema de disposiciones durables y transportables, es decir, inclinaciones para actuar de forma no consciente a partir de condiciones objetivas, de una trayectoria social y tecnológica, así como de la relación con dispositivos digitales. Además de ser la base para desarrollar estrategias y acciones en un campo determinado.

El concepto de *habitus digital* propuesto por Casillas *et al.* (2018) coincide con el objetivo de esta investigación, dada su relación con la capacidad de un individuo para buscar, seleccionar, almacenar y compartir REA. Estas acciones requieren un grado de familiaridad con los saberes digitales y surgen de las opiniones, creencias y valoraciones del individuo sobre las TIC y su uso, es decir, el uso de la tecnología en el aula parte de los esquemas internos que se forman por la influencia del contexto en el que el individuo se forma y se desarrolla personal y profesionalmente.

Se estudió el *habitus digital* y su relación con la didáctica durante el periodo de confinamiento por la pandemia de COVID-19 en profesores alemanes (Blume, 2020). Se considera, en comparación con otros países europeos, que las acciones para dar continuidad a las actividades escolares no fueron exitosas por un escaso desarrollo de la competencia digital, tecnología no adecuada a las necesidades, por tanto, un acceso desigual a las estrategias. Esto explicaría que Alemania ocupe el lugar 12 de 13 participantes en estudios que miden la frecuencia de integrar la tecnología al aula (Blume, 2020).

Blume (2020) describe que al estudiar el *habitus digital* de los docentes se encontró que la actitud de los profesores hacia el uso de la tecnología en su vida cotidiana influye en el uso de la tecnología con fines pedagógicos. En el contexto cultural se considera que la tecnología es útil en actividades de obtención de información, comunicación o lúdicas, pero no en la educación formal, que en Alemania es un

sistema que se ha mantenido sin cambios significativos desde finales del s. XIX; esto explica parcialmente que solo un 60% de los docentes integraran la tecnología durante el confinamiento.

Por otra parte, aquellos profesores que previo a la pandemia por COVID-19 habían adoptado la tecnología, fueron quienes innovaron y compartieron con sus colegas recursos y asesorías para desarrollar estrategias pedagógicas digitales efectivas.

Si bien el contexto del presente trabajo es muy diferente al que presenta Blume (2020), la disposición del personal docente de química en las unidades académicas de bachillerato de la UAEM es similar a reportada entre el personal docente alemán.

## Capítulo IV. Diseño metodológico

Esta investigación se realizó para develar el estado actual y los desafíos en la búsqueda, selección y evaluación de REA para las clases de química en el bachillerato de una universidad pública estatal. La información necesaria para responder la pregunta general de investigación fue aportada por algunos docentes con experiencia en el uso de REA; por tanto, la metodología de este estudio es cualitativa, descriptiva y fenomenológica.

El enfoque cualitativo, de acuerdo con Álvarez-Gayou (2003) es un método complejo y flexible de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados que surgen de la observación del mundo social. Durante el proceso de investigación se pueden formular (reformular) las preguntas de investigación.

Álvarez-Gayou (2003) caracteriza este enfoque de investigación como inductivo y holístico ya que en la obtención de datos se consideran a las personas y los escenarios como un todo, lo que permite estudiar la actividad de interés desde la perspectiva del docente como parte de un contexto que comparte con alumnos, escuela e infraestructura (Taylor *et al.*, 1987).

Desde el enfoque cualitativo se consideró un diseño narrativo porque los datos se obtuvieron a partir de las experiencias del personal docente entrevistado, para posteriormente elaborar una descripción del fenómeno de interés. En este enfoque el individuo y su entorno resultan relevantes.

Se identifica como descriptiva dado el propósito de la investigación, que es conocer características y tendencias que se presentan en la búsqueda, selección y evaluación de recursos digitales (Hernández, 2018); con la participación de algunos docentes de química de las preparatorias de la UAEM se obtuvo información detallada sobre los procesos que utilizan para desarrollar estas acciones que son parte de la curaduría digital.



Es fenomenológica por considerar como elemento central de la investigación la experiencia particular y subjetiva del profesorado, es decir, se tiene un acercamiento a la realidad tal como es experimentada por los docentes que utilizan REA (Álvarez-Gayou, 2003). La fenomenología como método busca descripciones de la experiencia vivida por el docente, lo que permite al investigador encontrar características generales, estructuras que hacen posibles las vivencias (Aguirre-García y Jaramillo-Echeverri, 2012).

Las técnicas utilizadas para la recolección de información corresponden a una categoría identificada como e-metodologías, cuya principal característica es el uso de internet como medio o campo de investigación (Castillo y Zorrilla, 2021), además de cumplir con los parámetros de autenticidad de la experiencia del profesorado y la confiabilidad en la obtención e interpretación de los datos recolectados (Álvarez-Gayou, 2003).

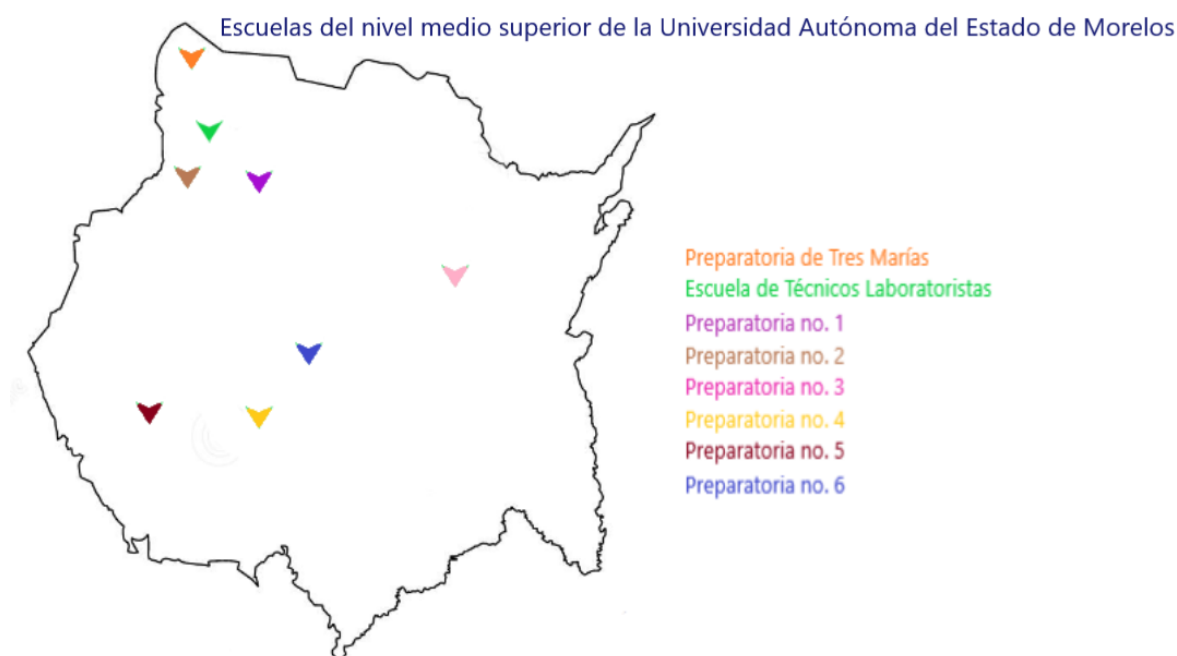
En esta investigación, el internet fue el medio para contactar y observar a los participantes; así como para la distribución y aplicación de los instrumentos de recolección de la información. Sin embargo, en el caso específico de las entrevistas se considera una metodología híbrida porque en un caso se realizó de manera presencial, es decir, *offline*.

#### **4.1 Del escenario de investigación**

En el estado de Morelos, la principal institución de educación superior es la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Esta universidad pública estatal registró en el ciclo escolar 2021-2022 una matrícula total de 40,991 alumnos para los tres niveles educativos: medio superior, licenciatura y posgrado (UAEM, s.f).

El nivel medio superior de la UAEM tiene una cobertura cercana al 14% de la demanda educativa en el estado, atendió en el ciclo escolar 2021-2022 a 10,302 alumnos en alguno de los ocho planteles (figura 9) que ofertan el bachillerato en modalidad general/propedéutico o bivalente/profesional/técnico (UAEM, s.f.).

El profesorado de los planteles de las preparatorias de la UAEM está organizado en academias disciplinares. Además de la Academia de Química en cada plantel, existe una Academia Interescolar de Química. En algunos casos, la academia se reunió para valorar su participación antes de aceptar colaborar en este proyecto y por considerar relevante la información generada en esta investigación para su desempeño docente aceptaron la invitación.



**Figura 9.** Ubicación de escuelas del tipo medio superior de la UAEM. Fuente Elaboración propia a partir de información institucional disponible en internet.

## 4.2 De la muestra

En esta investigación los participantes fueron seleccionados de entre la población docente que imparte alguna asignatura de química en cualquier semestre en las escuelas preparatorias de la UAEM.

El proceso de selección de los participantes requirió de una etapa inicial, en la que se contactó a los directores de cada uno de los ocho planteles considerados en esta investigación para solicitar acceso al plantel y establecer comunicación con los docentes de química. Para ello se redactaron las solicitudes y fueron enviadas por correo electrónico (Anexo 3). Después de esta comunicación inicial, algunos directores autorizaron la participación de los docentes respondiendo al correo electrónico inicial que fue enviado con la solicitud; en otros casos, los directores consideraron necesaria una reunión presencial para conocer los detalles de la investigación antes de informar a los docentes o tener directamente una reunión presencial (o remota) con la Academia de Química del plantel correspondiente. Esto permitió iniciar con la primera fase del diseño metodológico en el que participó el profesorado de manera voluntaria, que consistió en la aplicación de una encuesta en línea, para identificar a los docentes usuarios de recursos educativos digitales.

En la fase 1 se le hizo llegar al profesorado el enlace para la encuesta en formato digital. Se aceptaron respuestas durante tres meses. El enlace de la encuesta se desactivó para iniciar el procesamiento de la información obtenida; se obtuvieron 23 respuestas de un estimado de 42 docentes, de los cuales el 75% fueron mujeres y el 25% hombres. Como se mencionó antes, la intención del instrumento fue obtener información para identificar a los docentes candidatos para la entrevista. Los criterios de selección fueron: ser docente de algún plantel de las escuelas de tipo medio superior de la UAEM, impartir alguna asignatura de química y tener experiencia con el uso de REA. Los participantes indicaron que llevan entre 1 y 34 años impartiendo clases de química en algún plantel de la UAEM; la experiencia con el uso de REA va de 1 a 17 años. La escolaridad está distribuida de manera similar por nivel educativo, es decir, la proporción de docentes con licenciatura es similar a los docentes con maestría o con doctorado.

A partir de esos datos, con una técnica no probabilística se seleccionaron a las personas que participarían en la etapa 2, es decir, la entrevista. El escenario ideal de la investigación consideró un participante por cada uno de los ocho planteles

para la fase de entrevista, por lo que de manera aleatoria se seleccionó un representante por plantel y se les hizo llegar la invitación por el medio de contacto señalado en el formato de la encuesta: WhatsApp o correo institucional.

Posteriormente, la Academia Interescolar de Química convocó a los docentes a participar en un curso de actualización en línea organizado con la Dirección de Educación Superior de la propia institución. A la investigadora se le permitió el acceso a las sesiones en línea para obtener más información relacionada con las habilidades digitales de los docentes mediante la técnica de e-observación participante. Por ser una actividad en la que de forma síncrona el investigador observa la interacción de los participantes con las herramientas digitales, corresponde a una e-observación (Castillo y Zorrilla, 2021).

De acuerdo con los comentarios y experiencias que los participantes en el curso compartieron con el grupo, se identificaron a otros docentes que no respondieron la encuesta, pero que cumplían con los criterios de selección para la etapa 2.

Dado que no todos los docentes seleccionados en la etapa 1 (encuesta) respondieron la invitación, no se tenía un representante para cada plantel. Por tanto, la selección de candidatos para la etapa 2 se complementó con participantes elegidos de manera directa por su experiencia con el uso de REA identificada durante la e-observación, manteniendo el criterio de un docente por plantel, por ser considerados como casos-tipo, ya que la intención era recabar datos con riqueza, profundidad y calidad, no la cantidad de información que pudieran aportar (Hernández, 2018).

La entrevista se realizó únicamente con siete docentes, ya que no fue posible seguir en espera de retomar la comunicación con la dirección de un plantel. El perfil de los participantes se muestra en la Figura 10. El nombre de cada participante que aparece en la tabla no es el nombre real, para la protección de datos personales se utiliza un alias.

Perfil de participantes en la entrevista.							
	CLAUDIA	DANIELA	MAYTE	SOFIA	TERESA	TOMAS	ULISES
EDAD	45	31	53	40	54	45	48
ESCOLARIDAD	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura
	Maestría	Maestría	Maestría		Maestría	Maestría	Maestría
						Doctorado	Doctorado
AÑOS EXPERIENCIA	13	3	9	12	12	5	18
MODALIDAD	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial/Remota	Presencial	Presencial

Figura 10. Perfil de participantes en la entrevista. Fuente Elaboración propia.

### 4.3 De los datos

Los participantes de la investigación cumplieron con los siguientes criterios:

- Ser docentes de la asignatura de química en el nivel medio superior, en alguno de los planteles de las preparatorias de la UAEM.
- Tener experiencia en el uso de REA en las clases de química en el nivel medio superior.

La información aportada por los docentes estuvo relacionada con los procesos de curaduría digital de REA, es decir, qué, dónde y cómo buscan; cómo seleccionan; cómo evalúan y cómo hacen una apropiación del recurso.

### 4.4 De los instrumentos

Al inicio de cada etapa (encuesta/entrevista) los participantes leyeron los formatos correspondientes de consentimiento informado de participación (Anexo 7) en los cuales se les informaban los datos del proyecto de investigación, una breve descripción de la actividad en la que participarían así como el tener derecho a retirarse del estudio, libertad para hacer preguntas acerca del mismo, y

principalmente, el compromiso de la investigadora para mantener su información con carácter de confidencial.

Para la encuesta en línea (Etapa 1) se consideraron preguntas generales del perfil del participante: género, edad, escolaridad, experiencia docente, plantel donde labora, conocimiento y usos básicos de herramientas tecnológicas en la vida cotidiana; conocimiento y años de experiencia en el uso de REA para la asignatura de química, siendo esta última sección el criterio relevante para la selección de los participantes (Rap *et al.*, 2020). Este cuestionario también aportó información de interés para describir la cultura digital de los docentes (anexo 4).

La encuesta en línea se elaboró con la herramienta formularios de Google; se optó por un formato digital para agilizar los procesos de distribución, aplicación y procesamiento.

El enlace para la encuesta digital se hizo llegar a los docentes por medio del secretario de docencia o el presidente de la academia de química vía WhatsApp o correo electrónico. En un solo caso, el director del plantel compartió por correo electrónico los datos de contacto de los docentes con la investigadora para enviarles el enlace.

De acuerdo con Taylor *et al.* (1987) la investigación cualitativa requiere que el investigador interactúe de forma natural, que evite los intercambios de pregunta-respuesta y que no sea intrusivo, por lo que esta investigación optó por el formato de entrevista semiestructurada (Anexo 5) para recolectar la experiencia de los docentes en los procesos de curaduría digital. La guía de entrevista propuesta fue validada por las integrantes del comité tutorial y pilotada antes de su aplicación.

Es importante resaltar que con la finalidad de contar con un instrumento confiable para la entrevista semiestructurada se realizó un jueceo a través de expertas. Para ello, a las integrantes de mi comité tutorial y a una invitada experta, se les hizo llegar

una rúbrica de evaluación (anexo 6), junto con los objetivos de la investigación y el guion de la entrevista. De la evaluación y comentarios de las expertas, se derivaron ajustes que fueron aplicados para tener la versión final de la entrevista que fue pilotada y posteriormente realizada con los participantes de la investigación.

Las entrevistas se clasifican por el tipo de preguntas en cerradas, abiertas o semiestructuradas (Trindade, 2016). Dado que las experiencias individuales de los participantes pueden ser diversas, una entrevista cerrada limitaría la información que pueden aportar. Una entrevista abierta permite que haya una interacción flexible entre las preguntas del entrevistador y las respuestas del entrevistado; sin embargo, dado que la investigación consideró a varios participantes en la etapa 2 (entrevista), para el análisis de la información resultó conveniente realizar las mismas preguntas básicas y así garantizar que se exploraran los puntos de interés en todos los participantes, por lo que una entrevista semiestructurada aportó una guía para dar consistencia a la entrevista con cada participante y al mismo tiempo permitió a la investigadora flexibilidad para profundizar según las respuestas a las preguntas básicas.

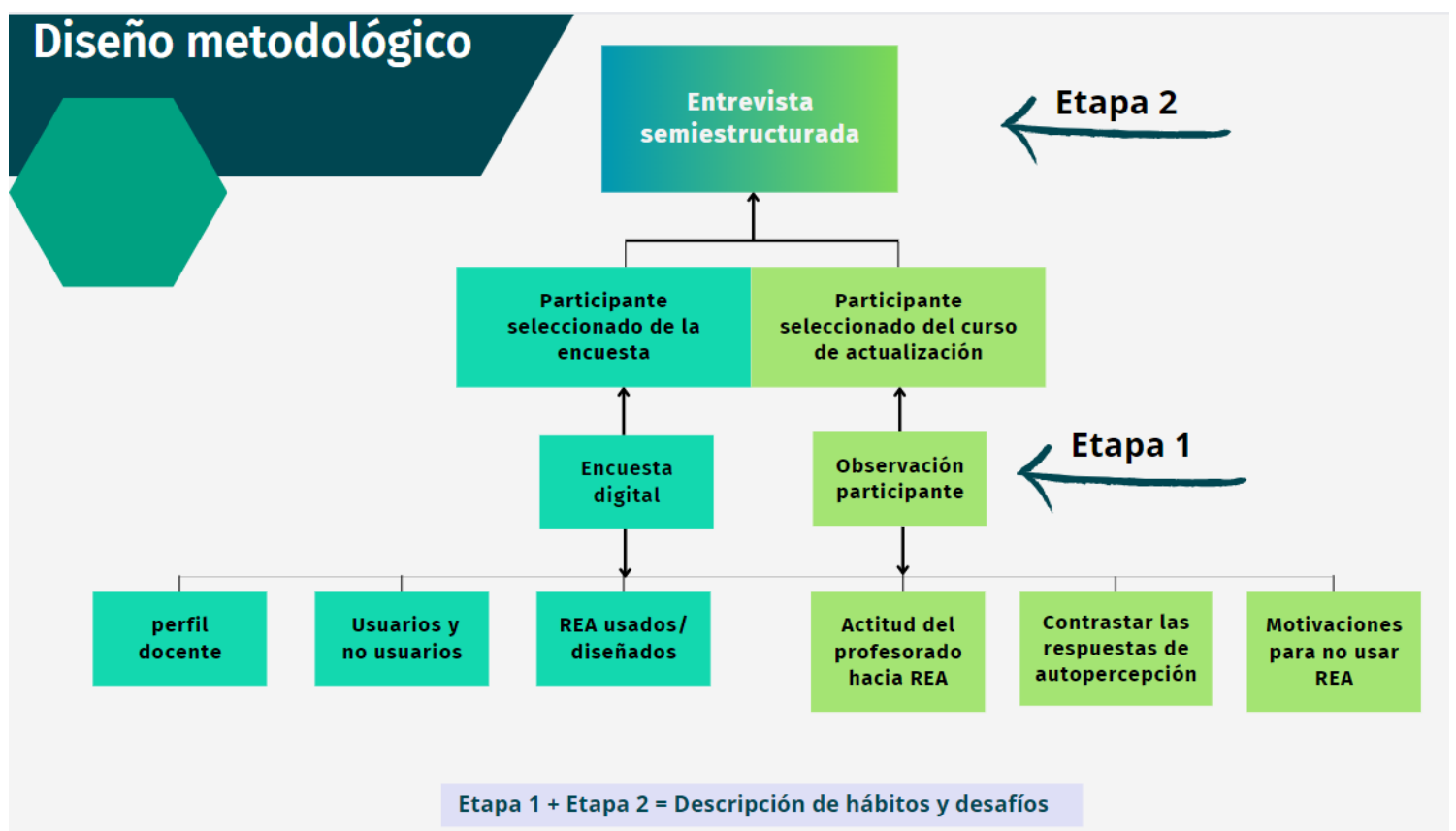
Las entrevistas se realizaron por medio de la herramienta de videollamada en la plataforma Teams, en seis de los siete casos; lo que corresponde a un formato de entrevista en línea. La estrategia es híbrida porque se combinaron herramientas de e-metodología con herramientas tradicionales, ya que una entrevista se realizó de manera presencial a solicitud del participante, debido a deficiencias en la conectividad a internet del plantel en el que labora.

El uso de e-metodologías facilitó la organización y almacenamiento de los datos obtenidos. En el caso de la encuesta en línea Google Forms permitió filtrar la información por usuario o por pregunta, además de tener la opción de exportarlos a una hoja de cálculo en Excel.

Tanto la e-observación como las entrevistas en línea se realizaron en la plataforma Teams, la ventaja es que previa autorización de los participantes, las sesiones fueron videograbadas y almacenadas, lo que permitió reproducir el evento tantas veces como se resultó necesario para identificar y analizar datos de interés.

Además de lo ya mencionado, otra ventaja de las e-metodologías fue reducir la necesidad de los desplazamientos hacia distintos puntos del estado de Morelos y ampliar la disponibilidad de horario para realizar las entrevistas por parte de los participantes.

La figura 11 ilustra la estructura del diseño metodológico.



**Figura 11.** Diseño metodológico. Fuente Elaboración propia.



## Capítulo V. Resultados

A partir de la metodología propuesta, la primera etapa consistió en la aplicación de una encuesta en formato digital y la obtención de información complementaria del perfil docente mediante la e-observación participante en un curso en línea de actualización de química para el profesorado de esta asignatura de las preparatorias de la UAEM.

### 5.1 e-observación participante

En el curso en línea participaron en promedio 30 docentes, en cada una de las tres sesiones virtuales que se tuvieron durante una semana de trabajo. Los principales desafíos que se identificaron mediante la e-observación fueron: la escasa familiaridad con el uso de herramientas para reuniones en la plataforma Teams, aun en la última sesión algunos participantes estaban conectados a sesiones iniciadas por alguien distinto al responsable de impartir el curso; otros participantes expresaron su resistencia para compartir en formato digital<sup>4</sup> el material de trabajo con los alumnos; unos más desconocían cómo activar el audio de un video compartido en Teams; en varios casos refirieron que sus estudiantes manejan mejor la tecnología que ellos, aunque no especificaron si en actividades académicas o de la vida cotidiana.

Asimismo, se mencionó que en los salones no hay infraestructura (suficientes computadoras y/o proyectores para préstamo, conexión a internet o dispositivos de los propios alumnos) para el uso de REA.

En la sesión 2, que correspondió a la actualización relacionada con química orgánica, la experta que impartió el curso presentó herramientas y plataformas interactivas para escribir/dibujar estructuras moleculares, así como sitios

---

<sup>4</sup> El formato digital además de ahorrar papel optimiza el tiempo de distribución, realización y revisión de las actividades de aprendizaje. En el periodo de aislamiento por COVID-19 era la forma de hacer llegar los materiales a los alumnos, pero al volver a la presencialidad se prefirió el material fotocopiado.

(repositorios) con material interactivo gratuito. Algunos ejemplos fueron una tabla periódica interactiva (<https://www.fishersci.com/us/en/periodic-table.html>) y una plataforma para dibujar estructuras en 2D, que también pueden visualizarse en 3D (<https://biomodel.uah.es/en/DIY/JSME/draw.es.htm>) (Fig.12).

The screenshot shows the JSME web application interface. On the left, there is a 2D drawing area with a toolbar and a periodic table. A benzene ring with an OH group is drawn. Below it, there are instructions in Spanish: 1. Dibuja aquí tu molécula en 2D; 2. Ponle un nombre; 3. Transfiere al panel derecho; 4. Optimiza la estructura en 3D; 5. Observa la molécula en 3D; 6. También puedes obtener estructuras 3D escribiendo su nombre en inglés. In the center, there is a 3D ball-and-stick model of the same molecule. On the right, there is a legend for atoms (H, C, N, O, S, F, Cl, Br, I, P) and a button to transfer the structure from 2D to 3D. At the bottom, there is a footer with a license notice, a citation list, and a Creative Commons license logo.

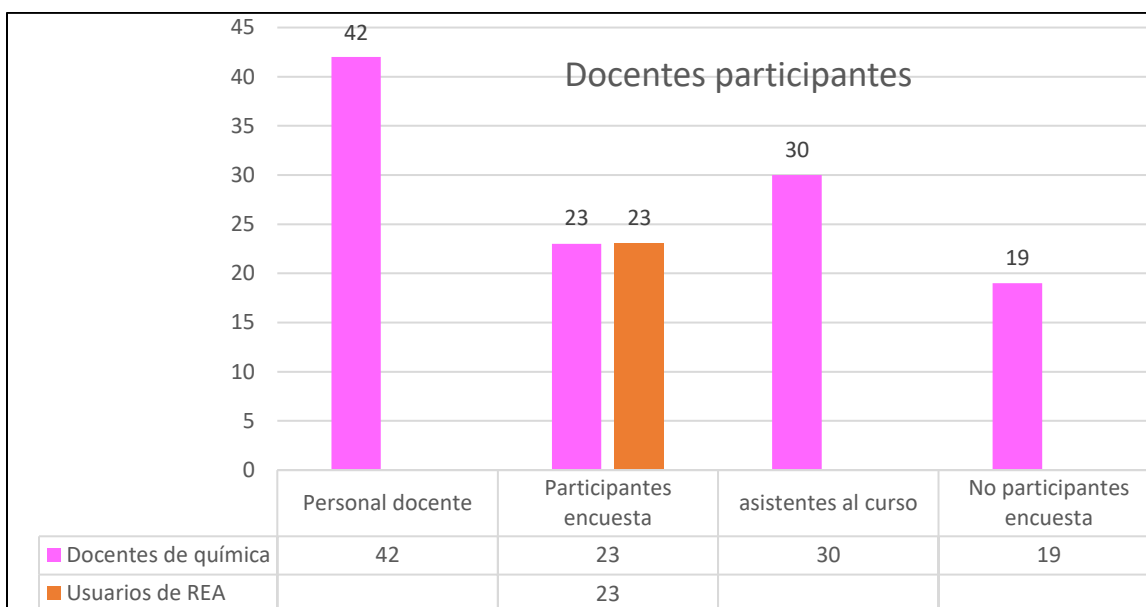
**Figura 12.** Página web. Fuente: Jmol: an open-source Java viewer for chemical structures in 3D. <http://jmol.sourceforge.net>

El interés que mostraron algunos de los participantes evidenció el desconocimiento de este tipo de recursos, que les resultaron novedosos. Sin embargo, se debe mencionar la disposición que mostraron para explorar los recursos compartidos, ya que en la sesión 3 algunos profesores mencionaron que habían revisado los materiales técnicos y tenían propuestas para integrarlos al diseño de sus secuencias didácticas.

La información obtenida durante la e-observación participante muestra un panorama que en algunos aspectos difiere de los datos obtenidos con la encuesta digital.

## 5.2 Encuesta digital

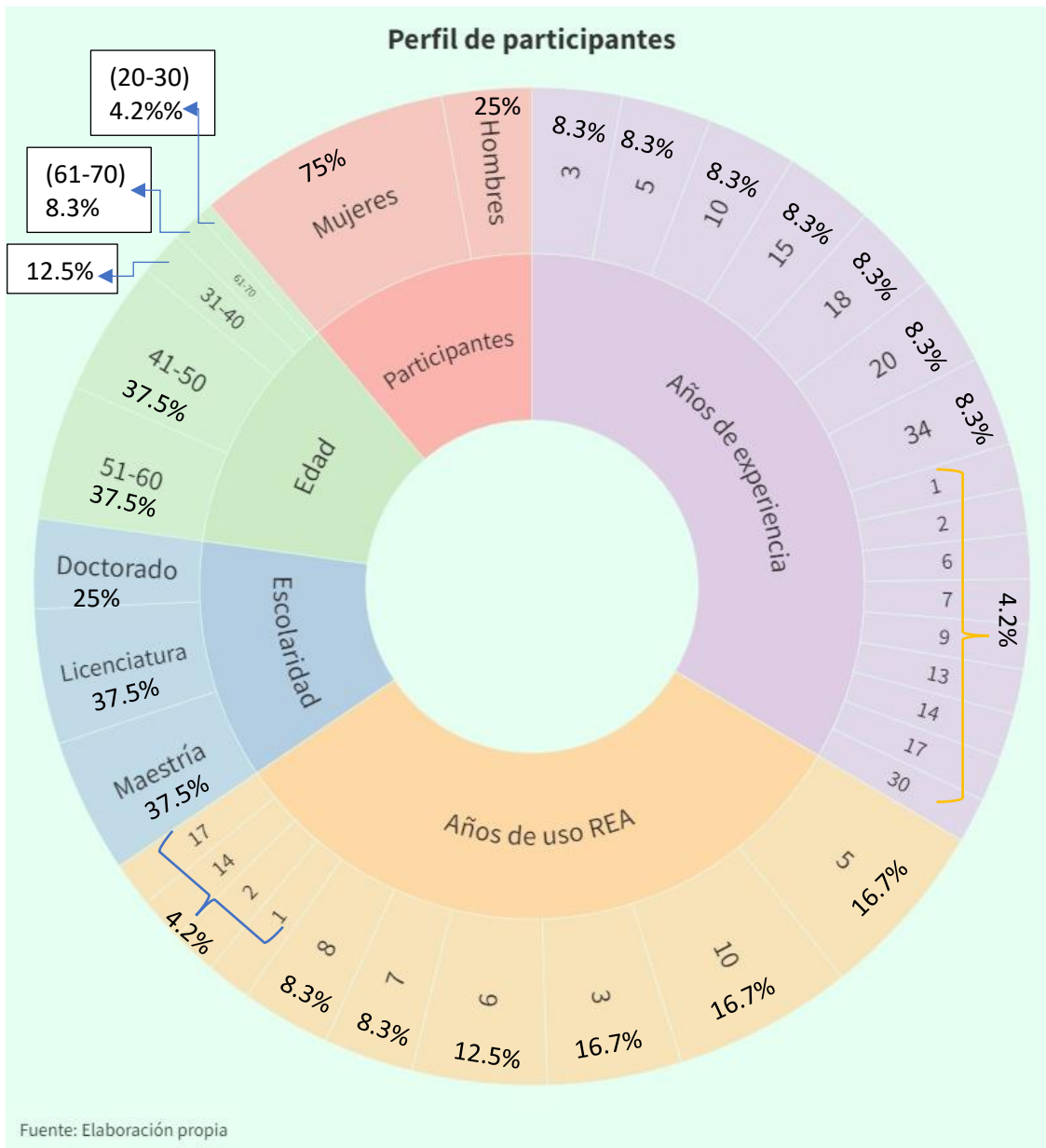
Por otra parte, se tiene la información a partir de la encuesta en la que participaron 23 de 42 docentes que imparten la materia en preparatorias de la UAEM (figura 13). Los 23 encuestados imparten clases en modalidad presencial y 8 además en clases en modalidad remota. Las respuestas indican que el 100% ha utilizado herramientas o recursos digitales en sus clases de química en los últimos 5 años; sin embargo, esta información no concuerda del todo con lo observado en el curso de actualización.



**Figura 13.** Gráfica de personal docente que participó en la encuesta y en el curso de actualización. Fuente: elaboración propia con datos procesados en Excel.

En el curso de actualización hubo más participantes que en la encuesta, lo cual explica que algunos candidatos de interés para la fase de entrevista por su experiencia en el uso de REA en las clases de química hayan sido identificados a partir de la e-observación.

A continuación, se presenta el **perfil de los docentes** participantes en la encuesta (Figura 14).



**Figura. 14.** Perfil de participantes. Fuente: elaboración propia con los datos de la encuesta aplicada, desde Fluorish.

Se identificaron 7 casos en los que coinciden los años de experiencia con los años de uso de REA, según la información reportada por los participantes; 4 dan clases en modalidad presencial y en el sistema abierto, 3 únicamente en modalidad presencial; 2 cuentan con estudios de licenciatura, 3 con grado de maestría y 2 con doctorado. De los 7 casos mencionados, 2 son hombres (28%) y 5 mujeres (72%), lo que es consistente con el porcentaje de género de la población participante en la

encuesta. No obstante, a partir de los datos obtenidos no es posible establecer una relación entre el género, la escolaridad, la modalidad en que se imparten las clases o los años de experiencia con el uso de REA en las clases de química en el tipo medio superior.

La encuesta permitió identificar el **uso de la tecnología en la vida diaria**. En la semana previa (al momento de responder la encuesta) el 100% de los docentes mencionaron haber utilizado una computadora, el 83.3% un teléfono inteligente. Tres o menos participantes habían utilizado una tableta, altavoces inteligentes, lector electrónico de libros, pizarra electrónica o cañón.

Indicaron que la **comunicación con sus familiares, amigos o compañeros de trabajo** es mediante llamadas telefónicas y mensajes de texto, aproximadamente en 75%. El correo electrónico, la videollamada y el mensaje de voz fueron utilizados por el 50% aproximadamente. En un 45% el uso de las redes sociales.

Los **datos personales se protegen con diversas estrategias** que se mencionan a continuación. Descargar archivos únicamente de remitentes conocidos es la que aplican 18 de los participantes. Abrir enlaces de remitentes conocidos y utilizar contraseñas diferentes para cada sitio son opciones que aplican 15 docentes. Únicamente el 50% (12 personas) revisa la política de privacidad y solo 8 docentes comparten la información indispensable en las redes sociales. No realizar acciones de protección de datos personales fue la opción elegida por 2 participantes.

La información obtenida de la encuesta para el uso de tecnología en la vida cotidiana refleja que al menos la mitad de los docentes utilizan las herramientas básicas como computadora y no una tableta, llamadas telefónicas y mensajes de texto, en lugar de opciones más complejas como una videollamada o mensaje de voz.

Para cumplir otro de los objetivos particulares de la investigación, en la encuesta se preguntó **cuáles son los recursos educativos que más utilizan y cuáles son elaborados por ellos**. Los docentes encuestados reportan que los REA que más utilizan son: texto, video e imagen (mapa conceptual, mapa mental e infografía), que coinciden con los que dicen elaborar y utilizar con mayor frecuencia. Mientras que los simuladores, recursos interactivos y animaciones son los menos usados.

En las figuras 15 y 16 se presentan los tipos de REA que los docentes encuestados señalaron como los de su preferencia, así como aquellos que reportaron usar y diseñar, respectivamente.



**Figura 15.** REA utilizados por los docentes. Fuente: Elaboración propia, desde Fluorish.

## Los REA usados y diseñados por los docentes



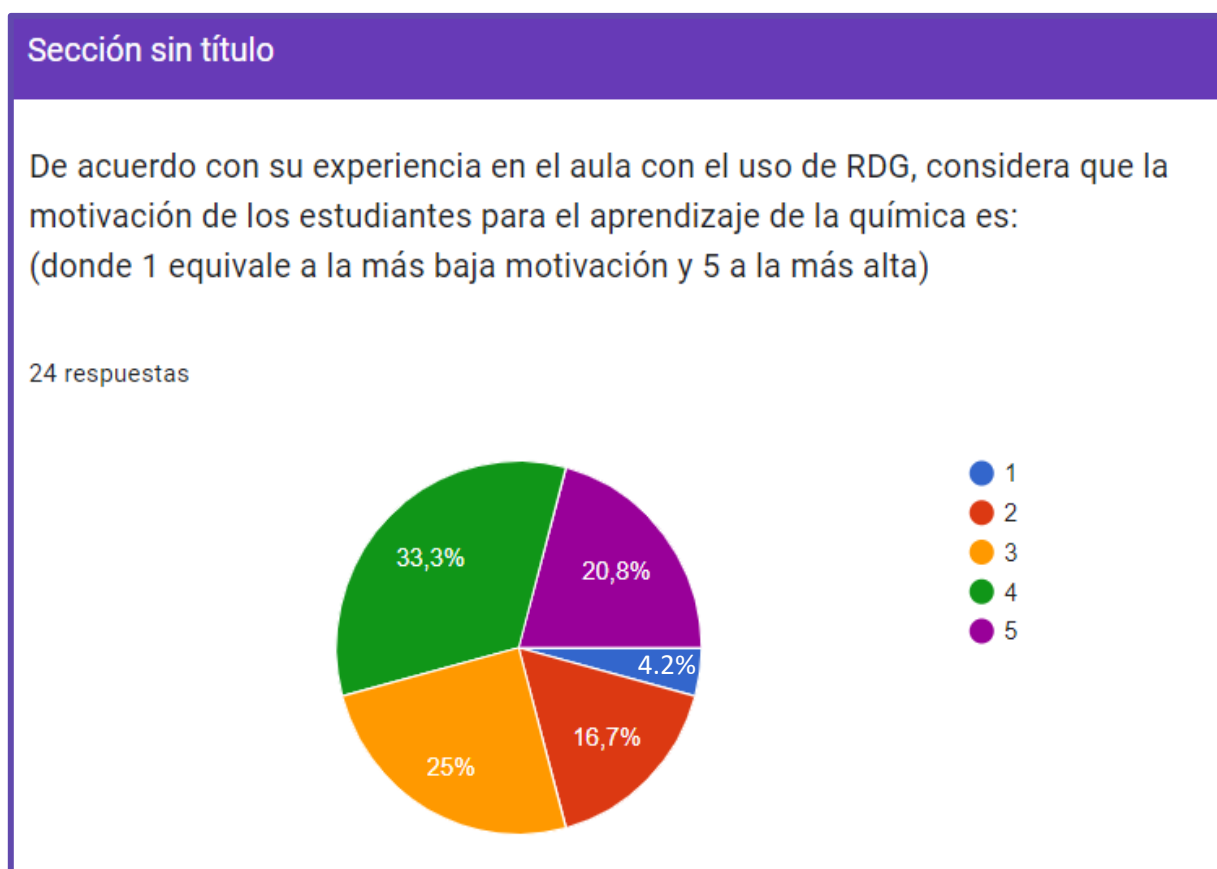
Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.** REA usados y diseñados por los docentes. Fuente: elaboración propia. Desde Fluorish.

De los participantes en la encuesta, 20 docentes indicaron que han utilizado alguna **herramienta o recurso digital para la evaluación** de sus alumnos. En general no especificaron el tipo de evaluación, solo se indicó que el recurso más utilizado fue el cuestionario (examen) en línea, desde alguna plataforma como Teams, Liveworksheets o Google Forms; de manera más detallada, algunos mencionaron las variantes con tiempo límite o rotación de preguntas/respuestas. En tres casos,

los recursos empleados fueron distintos al cuestionario: videos de YouTube, laboratorios virtuales para la evaluación sumativa y juegos de memoria o imágenes (no se aportó más información).

Otra sección de la encuesta hizo referencia a la percepción del profesorado sobre la disposición del estudiantado hacia el aprendizaje de la química cuando se incluyen recursos educativos abiertos (Figura 17). Los resultados indican que solo el 4.2% percibe una baja motivación del alumnado hacia el aprendizaje de la química con el uso de REA.



**Figura 17.** Motivación de los alumnos percibida por los docentes. Fuente: elaboración automática desde Google Forms.



### **5.2.1 Enseñanza de la química durante el confinamiento por COVID-19**

Con la finalidad de conocer cómo influyó la pandemia por COVID-19 en los hábitos digitales de comunicación, la encuesta preguntó a los docentes cuáles fueron las vías de intercambio de actividades con los estudiantes del curso de química durante las clases remotas en el periodo de contingencia sanitaria por COVID-19, los resultados muestran que las aulas virtuales se utilizaron por el 91% de los docentes, las videoconferencias por el 83.3% y el 75% también utilizó WhatsApp.

Estos porcentajes son mayores a los que reportan los participantes en la sección de uso de estas herramientas para la comunicación personal, lo que es un indicador de que durante el periodo de confinamiento sanitario fue indispensable recurrir a ellas para mantener la interacción con el estudiantado.

### **5.3 Entrevista semiestructurada**

En la segunda fase, se obtuvo información de siete docentes mediante una entrevista semiestructurada, uno por cada plantel del tipo medio superior de las escuelas de la UAEM en el estado de Morelos, a excepción de la preparatoria número 4, ya que no hubo respuesta a ninguna de las formas de contacto realizadas: correo electrónico del candidato y llamadas telefónicas al plantel.

Las entrevistas se realizaron en la mayoría de los casos por videollamada desde la plataforma Teams utilizando las cuentas de correo institucional de la entrevistadora y los participantes. Solo en un caso, el participante solicitó realizar la entrevista de forma presencial en el plantel donde labora. En todos los casos, se grabó el audio.

Con base en el pilotaje, el tiempo estimado de duración de la entrevista era de 60 minutos, aunque en la práctica el promedio de duración fue de 40 minutos, esto debido a la disposición de los participantes para compartir información aun antes

de que se les preguntara, esto permitió avanzar de manera ágil, otra explicación para la optimización del tiempo de entrevista es que se mantuvo el enfoque en los temas de interés de la investigación.

Con la información obtenida fue posible identificar las características en los procesos de búsqueda, selección y evaluación de REA, conocer los desafíos, las propuestas de solución, las modificaciones relacionadas con el periodo de confinamiento durante la pandemia por COVID-19 y las motivaciones de uso o no uso de estos recursos. Así también, se identificaron las condiciones que el profesorado considera “ideales” para integrar REA a sus clases.

Para cumplir con el acuerdo de confidencialidad y protección de datos personales, para el procesamiento de la información se reemplazaron los nombres de los participantes con alias. El perfil de los participantes se presenta en la tabla 4.

Para la organización y análisis de la información obtenida en las entrevistas se establecieron códigos y categorías que se presentan en la tabla 5.

Los audios de las entrevistas se transcribieron en archivos de texto, esa información se codificó y categorizó a partir de la estrategia de codificación descriptiva propuesta por Saldaña (2021). Esta estrategia se utilizó porque la información es descriptiva y se obtuvo de varios participantes para identificar actividades y conductas que siguen una secuencia organizacional o cronológica.

Con la información de la primera transcripción se hizo una codificación inicial que fragmentó, es decir, se agrupó y caracterizó la información en varias secciones. Al trabajar con el resto de las entrevistas se encontraron códigos similares y en algunos casos códigos que no se habían considerado. En una segunda revisión los códigos fueron más específicos. Una vez que los códigos fueron asignados, se hizo un análisis temático para establecer las categorías.

	CLAUDIA	DANIELA	MAYTE	SOFÍA	TERESA	TOMÁS	ULISES
EDAD	45	31	53	40	54	45	48
ESCOLARIDAD	Lic. Ciencias Biológicas. Esp. Docencia	Lic. Biología	Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia	Lic. Educación esp. Química	Lic. Farmacia	Lic. Química Industrial	Lic. Químico Biólogo Parasitólogo
	M en C. Agropecuarias y Des. Rural	M. Biotecnología esp. Bioquímica	M. Docencia en Biología		M. C. Farmacéuticas/ M. en Educación	M. Ciencias y Tecnología del Agua	M. Ciencias Biomédicas
						D. Ciencias	D. Ciencias
AÑOS DE EXPERIENCIA	13	3	9	12	12	5	18
MODALIDAD	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial/Remota	Presencial	Presencial
TIPO REA	VIDEO	TEXTO	Portal CCH	VIDEO	VIDEO ELABORACIÓN PROPIA	SIMULADOR	SIMULADOR

Tabla 4. Perfil de participantes en la entrevista. Fuente: elaboración propia.

Concepto REA	Buscar	Seleccionar	Almacenar	Compartir	Retos	Solución	REA favorito	Motivación	Contexto Ideal	Pandemia
Coincide	Palabra clave	Varios/Tema	Guarda	Razones	Precisión diseño/info	Personal	Contenido	De uso	Habilidades docentes	Antes y ahora
No coincide	Azar	Características	Dónde	Cómo	Infraestructura	Plantel	Actividades	De no uso	Infraestruc.	Durante y ahora
	Tema	Autor	Cómo	Pide ayuda	Alumnos			Peticion plantel	Alumnos	Durante y ya no
	Buscador	Licencia	Recupera	Le ofrecen	No experiencia de uso					
	Búsqueda avanzada	Tiempo de revisión	Colección personal		Capacitación					
	Operadores booleanos	Pertinencia			otros					
	idioma de búsqueda	Actualizado								
	Repositorio	Sistema operativo								
		Idioma del recurso								

Tabla 5. Categorías y códigos de análisis. Fuente: elaboración propia.

En el siguiente apartado se presentan los resultados asociados a los códigos y categorías presentados en la tabla 5.

### **5.3.1 Categoría: Concepto REA**

La contextualización de la información compartida por los docentes en el proceso de entrevista requería conocer el concepto que tienen de un Recurso Educativo Abierto (REA), así que fue la pregunta de inicio. Las respuestas aportadas no corresponden al concepto que se toma como referencia en esta investigación: contenido o herramienta digital que ha sido publicado con una licencia que permite a los usuarios de forma gratuita reutilizar, modificar, combinar y/o redistribuir en un contexto educativo (Wiley *et al.*, 2014), sino que se entiende como herramienta o plataforma de comunicación.

Algunas respuestas fueron: “Yo llamo los recursos digitales a, por ejemplo, las plataformas que utilizamos del Zoom en el tiempo que estuvimos en pandemia” (Claudia, 21 de noviembre de 2023). Otro ejemplo es el de Sofía que respondió “Todas las plataformas, en específico nosotros trabajamos con Teams y ese fue como lo básico para nosotros, para poder comunicarnos con ellos” (Sofía, 17 de noviembre de 2023); mientras que Teresa dijo “de los recursos educativos abiertos que yo he manejado, pues uno de ellos es Teams” (Teresa, 12 de octubre de 2023).

No obstante, en el desarrollo de la entrevista sí mencionaron características relevantes para un recurso educativo abierto. Se identifica que es información, a la que puede tener acceso de manera sencilla, cualquier persona, en cualquier momento o lugar, que puede ser utilizado aun sin la presencia del docente.

Los docentes entrevistados identifican características de los REA útiles en el proceso educativo tales como favorecer los aprendizajes en el aula o fuera de ella, ser complemento de estrategias didácticas que sean compatibles con los estilos y necesidades de aprendizaje y facilitar la comprensión de los contenidos temáticos.

Algunas de las frases compartidas por los entrevistados que reflejan las características de los REA son: “el término de abierto pudiera ser aquello que facilite al estudiante y que sea compatible, pues no con sus gustos, pero sí con sus modos y estrategias que le faciliten el proceso del aprendizaje” (Claudia, 21 de noviembre de 2023). “Un instrumento que los docentes podemos utilizar para apoyarnos en el trabajo que se hace en la escuela para que los alumnos lo puedan también realizar en casa” (Sofía, 17 de noviembre de 2023). “Es aquel que está disponible para poder facilitar las técnicas didácticas para los estudiantes, que puedan facilitar su desempeño o entendimiento de algunos temas en particular” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

Aunque el concepto no es preciso, eso no es una limitante para que los docentes busquen, seleccionen, evalúen, guarden y compartan los REA que incluyen en sus actividades en el aula. Estos procesos los realizan de acuerdo con el nivel de habilidad digital que han desarrollado.

### **5.3.2 Categoría: Buscar**

El paso inicial para integrar un REA al trabajo con el estudiantado es la búsqueda, que no es una actividad sencilla dada la alta disponibilidad de recursos. Con la información que compartieron los participantes se percibe que no hay una secuencia de pasos que sigan cada vez que buscan un REA o alta coincidencia en algunos pasos entre los participantes, es decir, no es un proceso sistematizado.

En este apartado se buscó información relacionada con el uso de palabras clave y cómo se determinan, los buscadores que emplean y si recurren a herramientas como búsqueda avanzada, operadores booleanos o repositorios de recursos digitales.

De los 7 participantes, 2 buscan solo por el tema que se trabaja con el estudiantado, otros 2 buscan por tema y tipo de recurso, y solo uno agrega al tema las palabras “libres de derecho de autor”.

Relacionado con esta categoría se mencionó “Sí, pongo el tema, bueno cuando estuvimos en pandemia” (Claudia, 21 de noviembre de 2023). Sofía agrega al tema la palabra “documental” o “pdf”, lo que se asocia con un tipo de recurso. Solamente Teresa considera desde la búsqueda que se cumpla con la característica relevante de los REA: “tú las puedes delimitar, imágenes libres de derecho de autor y el tema, por ejemplo, estados de agregación” (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Para Tomás y Ulises los REA que utilizan no son el resultado de una búsqueda directa, sino más por el azar. En ambos casos, durante la entrevista describieron que en el desarrollo de actividades profesionales no relacionadas con la docencia era necesario que buscaran herramientas o información especializada y entre los resultados de la búsqueda se encontraron con material que después integraron a sus clases. “Esos la verdad me los encontré en una página, la verdad los encontré sin querer, estaba buscando un programa de imágenes de Resonancia magnética y encontré este software, la verdad, por mera curiosidad, por mera casualidad” (Tomás, 5 de octubre de 2023). “Pues, como estoy en algunos grupos de redes sociales, grupos de investigadores, me he dado cuenta de algunos recursos disponibles y no recuerdo cómo ACDlabs llegó a mi vida” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

En relación con el buscador utilizado, se percibe una preferencia en 5 docentes por utilizar Google. En un caso los recursos son encontrados por la interacción en redes sociales de grupos de investigadores, como mencionó Ulises. Únicamente Daniela expresó utilizar Google Académico. Este dato es consistente para el tipo de recurso de su preferencia que es el texto, específicamente los artículos científicos de divulgación.

Algunas de las herramientas que afinan este primer paso para la elección de REA son los campos de búsqueda avanzada y el uso de operadores booleanos. Todos los entrevistados tuvieron una respuesta común cuando se les preguntó si los utilizan: No.

Claudia, Mayte y Sofía realizan las búsquedas solo en español. Daniela, Teresa, Tomás y Ulises comparten la característica de utilizar en sus búsquedas tanto el inglés como el español.

Teresa y Tomás complementaron la información al mencionar que algunos recursos o páginas tienen la opción de presentar el contenido en diferentes idiomas. “Lo encontré casualmente con la modalidad de que se puede tener tanto en inglés como en español” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

Es una página y plataforma, porque también se pueden hacer ejercicios, que vienen en varios idiomas y tú puedes elegir el idioma que quieras. Hay otra página que yo utilizo mucho, es la de Academic, que también puedes elegir el idioma, si lo quieres en inglés lo sacas en inglés, si lo quieres en español, lo sacas en español (Teresa, 12 de octubre de 2023).

También se compartió como una forma de compensar el bajo dominio del idioma inglés es el uso de los traductores: “En español, no soy muy buena en inglés, pero bueno con esto del traductor ya también puedes” (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Con esta información se puede identificar que el idioma es un criterio importante en el proceso de búsqueda y selección del REA, no sólo influye el conocimiento de un idioma distinto al español por parte del docente, sino también del estudiantado.

Cuando se les preguntó si conocen algún sitio o repositorio donde haya recursos disponibles para utilizar en las clases de química se mencionaron las redes sociales,

páginas como la UNAM<sup>5</sup>, el portal del CCH<sup>6</sup> (Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México), ¿Cómo ves?<sup>7</sup>, Alonsoformula<sup>8</sup> y sitios de software libre como la Red Latinoamericana de Química<sup>9</sup>.

Solo en 2 casos respondieron que no conocen alguno (para química).

Mayte describió el tipo de recursos que encuentra en el portal del CCH.

Me gusta mucho el portal de CCH. Y ahí hay varios recursos didácticos. Por ejemplo, el modelo de Bohr, ahí lo maneja bastante bien. Y también, por ejemplo, la tabla periódica interactiva te permite varias aplicaciones al darle clic a un elemento pues que te salga completo todo, configuración, el modelo de Bohr” (Mayte, 21 de noviembre de 2013).

Esta sección de la entrevista aporta información interesante, porque confirma en la mayoría de los casos que el material disponible en los sitios o repositorios que conocen coincide con el tipo de REA que utilizan con mayor frecuencia. A excepción de Daniela, que tiene afinidad por el uso de artículos científicos y respondió que no conoce estos sitios específicamente para química; sin embargo, es posible considerar que Google Académico funciona como un repositorio para el tipo de REA que más utiliza.

El paso siguiente a la identificación de un REA, ya sea de manera intencional o por azar, consiste en hacer una revisión para valorar si el recurso resulta de interés para su uso.

---

<sup>5</sup> <https://www.unam.mx/>

<sup>6</sup> <https://portalacademico.cch.unam.mx/>

<sup>7</sup> <https://www.comoves.unam.mx/>

<sup>8</sup> <https://www.alonsoformula.com/>

<sup>9</sup> <https://amc.edu.mx/red-latinoamericana-de-quimica/>



### 5.3.3 Categoría: Seleccionar

La etapa de selección también se considera un proceso complejo por la necesidad de validar la información y la funcionalidad que presenta el recurso, entre otros elementos que se detallan a continuación.

Se les preguntó a los participantes si revisan varios recursos para un mismo tema, solo Daniela y Mayte respondieron que sí.

Relacionado con verificar al autor o quien publica lo común es no revisar. La atención se centra en la confiabilidad de la información, que sea lo que necesitan para el tema, el nivel educativo y que tengan un grado de complejidad acorde a lo que el estudiantado requiere. “Trato de que los videos que yo utilizo pues vengan como de fuentes fidedignas” (Sofía, 17 de noviembre de 2023). “Pocas veces reviso quién lo elabora” (Mayte, 21 de noviembre de 2023) y “Casi no. No tengo esa costumbre” (Daniela, 30 de octubre de 2023).

Identificar el tipo de licencia del recurso encontrado es parte del proceso de selección. Los entrevistados buscan que tengan permisos o licencias que permitan el uso, la reproducción o distribución. Hubo una mención específicamente de Creative Commons; en otros casos se refieren a recursos libres de derecho de autor, formato libre, código abierto o gratuidad.

Trato a veces de ver también los permisos que se otorgan para el recurso para pues, ahora sí, no estar de manera ilegal. Ah, por ejemplo, hay uno que se llama, creo que se llama Creativcomons [la transcripción pretende emular lo expresado], que te permite que puedas copiar (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Teresa busca “imágenes que no tengan problemas con derecho de autor. En internet, en Google, ya hay imágenes que se ponen, que te pueden decir si están

libres de derechos de autor” (Teresa, 12 de octubre de 2023), Tomás busca “recursos digitales sobre todo del formato libre por aquello de las licencias” (Tomás, 5 de octubre de 2023) y Ulises también lo revisa: “te aparece en el momento en que abres el programa. Te aparece si es gratuito, completamente, código abierto o de paga” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

El tiempo de revisión depende del tipo de recurso. El texto, las imágenes y los videos requieren tiempos aproximados a media hora. Sitios que presentan diferentes recursos, simuladores o software especializado tienen una mayor demanda, llegando a varias horas. Mayte menciona que “para revisar el portal del CCH dedico por lo menos una tarde, sí estoy hablando de varias horas” (Mayte, 21 de noviembre de 2023). “Como una media hora más o menos, para revisar un video” (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Ulises y Tomás no dieron un tiempo aproximado para la revisión de software o simuladores. Tomás compartió la forma en que revisa un simulador. Por ilustrar el nivel de dominio de la competencia digital, disciplinar, didáctica y de innovación que se requiere para seleccionar un recurso de este tipo, se presenta ese fragmento de la entrevista a continuación:

Voy a explorar a ver cómo está, cómo se maneja, cómo lo podemos integrar en esta parte de la virtualidad. Primero estuve viendo las reseñas que marcan ahí en esa página, de algunos de los otros usuarios que también pueden dejar ahí sus comentarios, este me llamó la atención sobre todo la parte de algunos *screenshots* de un proceso de titulación en la que se vea la animación [...] puedo a lo mejor, checarlo, lo descargué, lo instalé, básicamente este es una instalación muy simple, lo revisé y estuve viendo que trae muchas más cosas de lo que yo esperaba, la verdad. Entonces dije esto puede ser útil para esta parte (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Otro criterio de selección es que el REA esté actualizado. Para Daniela, que prefiere artículos de divulgación es muy importante que la fecha de publicación no sea mayor a 5 años. En el caso de Tomás, es importante que el software “no sea viejo porque ya no corre en los sistemas operativos actuales” (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Otro elemento de revisión es el dispositivo o sistema operativo en el cual se utiliza el REA ya que no todos pueden ser visualizados en cualquier dispositivo digital o los alumnos no cuentan con el dispositivo recomendado. En algunos casos desde un celular la resolución no es adecuada, otros requieren de una computadora con sistema operativo específico. Mayte sabe que “a veces cambia mucho de un celular, ¿no? No se distingue, no se ve bien” (Mayte, 21 de noviembre de 2023). Sofía da “por hecho que en el celular, porque si usted aquí les pregunta a los jóvenes si tienen computadora de escritorio, no la tienen” (Sofía, 17 de noviembre de 2023). Para Tomás y Ulises, es indispensable el sistema operativo Windows.

Las características que se buscan en un REA, de acuerdo con los participantes se organizaron en la tabla 6:

Aplicadas a lo que es el programa o el contenido programático	Fondo oscuro porque el fondo claro no se ve bien
Dinámico	Dirigido a las necesidades del grupo
Complemento a las explicaciones del docente	Entendible
Duración corta (20 minutos)	Con ejemplos
Compatible con la forma de dar la clase	Profundidad de contenidos adecuada
Simulación (interactividad)	Interfaz amigable
Accesibilidad desde el aula	Que no ocupen muchos tecnicismos
Preferentemente en español	

**Tabla. 6.** Características que los docentes buscan en un REA. Fuente: elaboración propia.

#### 5.3.4 Categoría: Almacenar

Una vez seleccionado el REA el paso siguiente puede ser guardar o compartir. Las características que los docentes mencionaron para este proceso ilustran las diferentes fases en que se encuentran en el uso de la tecnología, desde mantener

registros manuales, almacenar directamente en la computadora o utilizar recursos tecnológicos como el almacenamiento en la nube.

Las estrategias son variadas. Daniela y Teresa coinciden en el uso de Drive, Daniela lo hace desde su celular y Teresa desde la computadora. Sofía, Ulises y Tomás almacenan las descargas en la computadora personal y tienen respaldo en un disco duro o en computadoras del plantel. Claudia lo sube al Classroom. Mayte guarda las ligas en un documento en Word o en la opción favoritos del buscador [refiriéndose al navegador], además de tener un registro en una libreta.

Solamente Tomás mencionó que tiene organizado el material en sitios como iCloud o Dropbox para libros y software.

### **5.3.5 Categoría: Compartir**

Una competencia digital que se considera de nivel intermedio es usar herramientas para compartir archivos y documentos (SEP,2019).

De acuerdo con la información obtenida por la entrevista, resulta de interés que Daniela, Mayte y Sofía, que imparten también otras asignaturas diferentes a química expresaron que en otras academias es una dinámica distinta, más colaborativa.

Al respecto, expresaron “No. Este, con los compañeros de química no” (Daniela, 30 de octubre de 2023); “Estamos hablando nada más de química, ¿verdad? No, casi no, porque a lo mejor no he tenido, así como que el tiempo para podernos sentar y compartir” (Mayte, 21 de noviembre de 2023). “Porque cada quien tiene diferente forma de trabajar, en realidad nunca nos hemos puesto a platicar” (Sofía, 17 de noviembre de 2023). Sin embargo, no fue posible obtener más información sobre esta situación que parece resaltar que esta dinámica para ellas es diferente en otros grupos disciplinares. Ulises expresó que “prefiere tener poca interacción en grupos de docentes (en redes sociales)” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

En los casos que mencionaron que sí comparten material puede ser porque saben que alguien necesita un recurso o porque consideran que el recurso que han seleccionado puede ser de interés para sus colegas. Lo comparten en el Drive, en Classroom o mediante una demostración (no se especificó si de manera presencial o remota). Al respecto se mencionó: “Cuando alguien tiene una necesidad o cuando alguien dice, miren encontré esto está muy interesante. Se comparte el enlace al Drive” (Teresa, 12 de octubre de 2023). “Les hice una pequeña demostración de este tipo de recursos para que ellos también los puedan utilizar... con sus alumnos” (Tomás, 5 de octubre de 2023).

En esta sección se encontró información complementaria, ya que mencionaron la forma en que comparten los recursos con los estudiantes. Daniela y Teresa prefieren compartir en formato impreso los artículos o ejercicios. Tomás y Ulises comparten el enlace del recurso o de su repositorio. Claudia utiliza la plataforma Classroom.

A los participantes se les preguntó si ellos solicitan apoyo de sus compañeros para seleccionar REA. Coincide con la apreciación de que la academia de química es poco colaborativa al compartir información, ya que únicamente en 2 casos se expresó que solicitan apoyo de sus compañeros, ya sea para resolver problemas técnicos o para pedir sugerencias de material didáctico.

A Claudia, Teresa y Tomás les han ofrecido recursos o apoyo para buscarlos. “Sí, tengo un compañero que nos ha compartido” (Claudia, 21 de noviembre de 2023), “Lo comparten cuando alguien tiene una necesidad o cuando alguien dice, miren encontré esto está muy interesante” (Teresa, 12 de octubre de 2023), “Sí, eventualmente también ellos ofrecen ayuda con algún material” (Tomás, 5 de octubre de 2023). Ulises respondió que los recursos son ofrecidos en las redes sociales que son de grupos de investigadores.

### 5.3.6 Categoría: Retos

Los retos que enfrentan los docentes para integrar REA se identifican a partir de la situación de confinamiento por COVID-19. Algunos ya existían, pero no se habían visibilizado, otros aparecieron y están en espera de ser solucionados.

De acuerdo con la información aportada por los docentes en las entrevistas, los retos para integrar REA a las clases se agrupan de la siguiente manera:

- a) Precisión de las características del REA de acuerdo con las necesidades del docente.
- b) Poca experiencia docente con el uso de REA.
- c) Falta de capacitación.
- d) Alumnos con habilidades digitales básicas, falta de interés hacia el aprendizaje de la química, acceso limitado a internet y dispositivos digitales.
- e) Infraestructura insuficiente (acceso a internet y dispositivos digitales).

Y se resumen en una frase de Sofía:

Aquí el problema es que como no lo utilizan (los alumnos), porque como no lo aplicamos, porque no tenemos los medios, no aprenden. Esa es una de las situaciones, si no lo llevan a cabo, entonces ¿cómo lo van a aprender? (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

En secciones previas se han mencionado las características que los profesores entrevistados buscan en un REA. A continuación, se presentan algunos elementos que señalaron en las entrevistas relacionadas con la dificultad de seleccionar un REA: Mayte dice “Apenas lo estoy viendo y lo que pasa es que no es como yo lo quiero” (Mayte, 21 de noviembre de 2023). Otra complicación para Sofía es que “a veces yo les pongo los subtítulos, pero no todos vienen subtitulados” (Sofía, 17 de noviembre de 2023), Teresa identificó que “la clase grabada es un recurso pesado,

en cuestiones de datos” (Teresa, 12 de octubre de 2023), para Ulises “que puedan ellos descargarlo sin ningún problema” (Ulises, 13 de octubre de 2023). Para Tomás “si no encuentras un recurso hay que generarlo” (Tomás, 5 de octubre de 2023), es decir, no siempre el recurso que se requiere está disponible.

Los docentes entrevistados compartieron algunas situaciones relacionadas con la falta de experiencia (habilidad digital) que es otro reto para el uso de REA. En algunos casos se comparte información desde la propia experiencia, en otros, también comparten lo que perciben de sus compañeros.

En un caso, el inicio de la actividad docente en la asignatura de química coincide con el inicio de las clases en modalidad remota por la pandemia de COVID-19, por lo que reconoce no tener conocimiento del uso de plataformas como Classroom o Zoom. La apreciación que compartió Ulises sobre el desempeño de algunos colegas durante este periodo particular es similar al caso mencionado.

No todos, de inicio estábamos preparados para hacerlo, otros incluso estábamos hasta renuentes a hacerlo “¿es que cómo voy a dar un laboratorio desde mi casa?” (el texto subrayado corresponde a un cambio en el tono de voz, haciendo referencia a una frase dicha por otra persona que no es el entrevistado) [...] sí, sí fue muy difícil sobre todo por eso, porque no todos los profesores estaban acostumbrados a manejarse con la computadora (Ulises, 13 de octubre de 2023).

Mayte destaca la importancia del conocimiento previo y uso constante de los recursos digitales para desarrollar la habilidad digital.

Cuesta un poquito más de trabajo si tú no tienes un conocimiento previo, es decir, ay, me gustaría hacer esto, entonces te cuesta más trabajo si no conoces las plataformas [...] no la uso y se me van olvidando [...] ¿cómo se llamaba esa plataforma? Y así me quedo, ¿cómo se llamaba

este? En donde yo podía, yo me acuerdo [...] el no usarlos continuamente, porque mis clases presenciales a veces no puedo estar llevando tantas cuestiones digitales, entonces se me va perdiendo (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Sofía considera que una limitante para el desarrollo de la habilidad digital es la edad, para ella los mayores de 50 años están en desventaja comparados con los alumnos.

Porque de repente, pues alguien de 50, 60 se le complica mucho, pero aun así para mí también fue complicado, porque yo no soy como los chavitos que te hacen, y ellos ya traen esta parte de poder realizar las cosas porque desde niños lo hacen [...] Entonces uno nada más se queda como con lo básico, el celular, los mensajes instantáneos, el correo y el... yo ocupaba paquetería Office para mis presentaciones, pero realmente no ocupaba lo demás (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Sin embargo, aunque Teresa tiene un enfoque similar a Sofía y menciona que algunos colegas no se adaptaron al uso de la tecnología en las clases en modalidad remota durante el periodo de confinamiento por COVID-19 posiblemente por el bajo nivel de dominio de la competencia digital, reconoce que su reto es entrenarse y entender el lenguaje digital.

Soy nómada [migrante], no soy naturalmente digital. No, no nací con ese chip, me tuve que entrenar, entonces ese ha sido mi reto. Entender el lenguaje digital para poder meterme en ello. Tengo compañeros que se quedaron durante la pandemia con información muy atrás, no fácilmente se animan. Ya somos gente grande. Entonces no tan fácilmente le entramos a la utilización de este tipo de recursos, no tan fácilmente porque ya tenemos como nuestros vicios, ¿no? (Teresa, 12 de octubre de 2023).



De la falta de experiencia se hace evidente la necesidad de capacitación, entendida como la “acción de aprender” que representa otro reto, al igual que capacitar a los alumnos. Aunque también es entendida como una forma de solución, lo que se mencionará más adelante.

Los requerimientos de apoyo de personas con más conocimientos fueron mencionados por Claudia, Sofía, Teresa y Tomás. “La verdad sí fue todo un reto porque no estábamos ni siquiera en la escuela como para recibir la asesoría de los compañeros del centro de cómputo” (Claudia, 21 de noviembre de 2023). “Cuando vemos que ya andamos atrasadillos (jajaja) bueno, solicitamos los cursos de actualización” (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Nos hicieron una encuesta, que qué manejábamos y en realidad yo en ese momento, yo solo manejaba WhatsApp y correos, yo nunca había trabajado con Meet, con Zoom, con Teams, con nada, entonces pues nos capacitaron y de ahí fue que tuvimos que también trabajar nosotros porque para mí, aunque pues no soy tan grande, para mí la verdad sí fue un reto (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Tomás aporta información que ilustra con mucho detalle la necesidad de capacitación docente desde los niveles básicos como uso de pizarras electrónicas, elaboración de presentaciones en PowerPoint, hasta niveles intermedios o avanzados como el uso de hojas de cálculo (Excel) o programas especializados:

Se nos tuvo que dar una capacitación desde el uso de Zoom, y de la aplicación de estas pequeñas pizarras electrónicas con ayuda de tabletitas, desde hacer presentaciones en PowerPoint, porque estaban acostumbrados a traer sus acetatos, sus presentaciones ya hechas, sus rotafolios [...] herramientas básicas de cómputo, para empezar, ofimática, desde un Excel que desafortunadamente no todos sabemos emplear un Excel bien, lo ocupamos para una suma y resta, desde

ofimática básica, hacer un documento, hacer una pequeña presentación, y ya cosas o cuestiones más específicas como el uso de algunos programas como este (ChemLab) o como de algunos otros incluso que sí se necesita una capacitación mucho más específica sobre cada uno de los software o recursos (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Sobre capacitar a los alumnos, como requisito para integrar REA al aula Mayte y Sofía comentaron que el mayor nivel de dominio de la competencia digital por parte del estudiantado comparado con los docentes es aparente, ya que los alumnos presentan algunas deficiencias en el uso de la tecnología en el área académica por lo que es necesario enseñarles el manejo de algunos recursos o programas.

Sí, los chicos son muy buenos con el celular, pero en realidad hay cosas que no saben manejarlas. Mientras a lo mejor nosotros sabemos manejar programas como Excel, ellos no, no saben. No, no, no, les cuesta mucho trabajo. O sea, yo creo que es muy fácil dar un clic, pero otro tipo de cosas ya les cuesta un poquito más de trabajo (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Hay algunos programas en química orgánica que sirven para hacer fórmulas, que sirven para hacer este que los bencenos, pentanos, generalmente... alguna vez lo quise hacer, pero no me funcionó mucho porque no lo podían descargar, porque no le entendían, aun a pesar de que les explicaba, le tienes que hacer así y así, a ellos les costaba mucho esta parte de hacer las estructuras, a ellos se los explica uno en el pizarrón, lo ven y lo hacen en físico, pero ellos trasladarlo a esta parte de crearlo a través de las herramientas se les dificulta mucho. Es que ellos están acostumbrados nada más a buscar como la tecnología, como de cosas que ellos ocupan, pero no saben buscar. O sea, a ellos

si les pones a buscar, nada más se meten y en la primera. Y entonces te traen lo que sea (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Tomás señaló que para algunos alumnos es complicado el uso de un dispositivo digital diferente al celular, como puede ser una computadora.

Sí... (muestra el celular) esto, están acostumbrados a traer todo aquí y no te saben operar una computadora. Y cuando les dices a ver siéntense en una computadora y préndala, hagan esto y dicen “¿cómo lo hago? es que mejor... ¿no lo tendrá en forma de aplicación?” (frase dicha en otro tono para resaltar que son los alumnos quienes lo dicen) (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Ulises percibe que los alumnos “sí son diestros para saber mucho sobre redes sociales, pero para programación a los chicos les hace falta más ponerse en sintonía” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

Además de la necesidad de capacitar a los alumnos en algunas áreas del uso de la tecnología, otros retos relacionados con el estudiantado que mencionaron los participantes fueron la baja disposición para estudiar ciencias, específicamente química; la falta de compromiso para realizar actividades fuera del aula o sin la supervisión del profesor: poco compromiso con su propio aprendizaje.

A lo anterior se suman los retos por la infraestructura: del plantel, del docente y del alumno.

En el plantel las limitaciones son el acceso deficiente a internet, la poca disponibilidad para usar los salones de cómputo, pocos cañones o computadoras para préstamo a los docentes, centro de cómputo sin acceso para asignaturas que no son de la especialidad técnica, salones o sala de usos múltiples sin cortinas, lo que dificulta la proyección de los videos, fallas en el suministro eléctrico.

Relacionados con el docente la dificultad para transportar su propio equipo o tener un equipo que presenta algunas fallas.

Y con los alumnos el problema es que no tienen computadoras en su casa, ni acceso a internet y el uso de REA debe ser desde un celular, al que tampoco todos los alumnos tienen acceso.

Se mencionaron tres situaciones más que no pertenecen a las categorías descritas, pero que son relevantes para comprender los retos que enfrentan los docentes.

Mayte reconoce que integrar REA al aula requiere una inversión elevada de tiempo para encontrar o crear el recurso específico que cubra los requerimientos didácticos y esto es una limitante porque hay otras actividades que debe atender.

He tenido muchas ganas de hacer varias cosas, juegos, estoy con que quiero hacer un jopardi [la transcripción busca emular lo expresado por la entrevistada], pero no tengo tiempo, o sea, realmente a veces para sentarme me empiezan a agobiar más cosas, ¿no? O sea, cosas del mismo..., de calificar, de hacer este tipo de cosas, ¿no? Entonces, en mi caso me encanta, te voy a ser sincera, me gusta mucho eso, pero pues sí, me falta tiempo (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Teresa señala un problema de actitud relacionado con la falta de apertura o flexibilidad para modificar las prácticas docentes, sobre todo de quienes tienen muchos años dando clase, “ese es uno de los problemas en nuestra escuela, que hubo una buena parte, una muy buena parte de la planta docente ya somos grandes, tenemos poquita gente, que tampoco se abre tan fácilmente, pero gente joven es poca” (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Tomás destaca un reto que también es significativo. La inversión económica que se requiere para contar con los dispositivos que permitan el uso de REA.

Pues muchas veces también la parte económica para estarse haciendo de ese tipo de recursos, la tabletita, la misma cámara web, diferentes herramientas que necesitamos e ir las integrando, que luego muchas veces pues también eso implica pegar en el bolsillo del maestro (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Los docentes identifican para algunos de estos retos soluciones que se reparten entre el docente y el plantel.

### **5.3.7 Categoría: Solución**

Soluciones que los participantes consideran que resuelven algunos retos mencionados son: “investigando cómo hacer y aprendiendo sobre la marcha” (Claudia, 21 de noviembre de 2023); “ir al centro de cómputo cuando no esté ocupado, estaría bien padre hacer como un tipo jueguito, que los maestros hagamos más uso de esas plataformas” (Daniela, 30 de octubre de 2023); “Yo los videos que traigo es porque los descargo en mi computadora” (Sofía, 17 de noviembre de 2023); “era mostrarles en grupitos de 4 o 5 la computadora, después compré un proyector” (Ulises, 13 de octubre de 2023).

YouTube era mucho más ligero, así es que todas las clases, los temas los hice videos [...] entonces la forma en la que tenemos que trabajar en clase, lo hacemos así, lo imprimimos [...] la solución es animarse a actualizarse, a meterte, a no tenerle miedo a la computadora (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Hace algún tiempo me pude hacer de mi propio cañoncito, ya ando cargando todo eso ya directamente, como parte de mi mochila diaria [...] Vamos a buscar estrategias para que se pueda dar un laboratorio desde

la casa, ¿y cómo? pues utilizando este tipo de recursos (Tomás, 5 de octubre de 2023).

La información presentada está relacionada con un interés personal para enfrentar retos, innovar, buscar capacitación, considerar las necesidades de tiempo, organización y recursos del estudiantado.

Desde la perspectiva de los docentes entrevistados, el plantel puede apoyar para solucionar otros retos identificados como ofertar capacitación con mayor frecuencia, mejorar el acceso a internet, ampliar el acceso a computadoras (portátiles y salones de cómputo).

Sofía, Teresa y Tomás reconocen que la UAEM ha contribuido para resolver de manera inicial el reto de las clases remotas durante el periodo de pandemia por COVID-19 con capacitación sobre el uso de plataformas como Teams o el préstamo de equipo de cómputo, ambas estrategias para los docentes. “Después nos capacitaron, aquí en la escuela nos dieron un curso y también la universidad nos capacitó. De hecho, nos hicieron una encuesta, que qué manejábamos” (Sofía, 17 de noviembre de 2023). “Hay ocasiones en las que la misma escuela sí nos echa la mano y nos ayuda con este tipo de cosas, que nos presta computadoras por un semestre, hay disposición” (Tomás, 5 de octubre de 2023).

La universidad también hizo lo suyo y cuando empezó a dar los cursos en Teams yo fui de las primeras que se... metió para los cursos de Teams, ya habíamos arrancado con, con Microsoft, ya habíamos arrancado con este... con la página que tiene, con la plataforma que tiene la universidad (Teresa, 12 de octubre de 2023).

### 5.3.8 Categoría: REA favorito

En algunas partes del documento ya se ha mencionado el tipo de REA con el que cada participante de la encuesta se siente más familiarizado. En esta sección se describe si la función principal del recurso está relacionada con la presentación de contenido o la realización de actividades.

Los datos indican que Teresa es quien utiliza videos para contenido. Inicialmente utilizaba los disponibles en internet, al no encontrar lo que ella requería optó por elaborar sus propios videos tanto para clases teóricas como para las prácticas experimentales. “Lo busqué por iniciativa propia y terminé haciéndome un canal” (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Claudia, Daniela y Sofía, prefieren los recursos de contenido disponibles en internet, como videos, imágenes, artículos científicos o páginas de divulgación de la ciencia. “Sí, sí, sí. Algunos videos o tutoriales de YouTube” (Claudia, 21 de noviembre de 2023); “artículos científicos para ver en qué áreas se utilizan, por ejemplo, las bases, los óxidos, los ácidos, para qué los utilizan en el laboratorio” (Daniela, 30 de octubre de 2023) y “videos, imágenes que yo bajo de internet, por ejemplo, es que yo sigo muchas páginas de repente, de la UNAM, la de ¿Cómo ves?<sup>10</sup>, la de Muy Interesante, la de National Geographic” (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Tomás, Mayte y Ulises prefieren los recursos con actividades interactivas, como cuestionarios, animaciones o simulaciones. “En la cual, por ejemplo, ellos tienen que ir resolviendo estas pequeñas actividades o incluso, existe la posibilidad de que ellos mismos hagan sus propios experimentos a partir de aquí.” (Tomás, 05 de octubre de 2023),

---

<sup>10</sup> <https://www.comoves.unam.mx/>

Bueno por ejemplo hablando de la del portal de CCH<sup>11</sup> que te digo está lo del átomo, de los orbitales, de repente tú tienes que estar jalando también algunas fórmulas, diferentes imágenes y también te van preguntando. Entonces, de acuerdo con el tema, pues van haciendo preguntas y tú las vas contestando. Entonces, esa parte es la que a mí me gusta, se me hace mejor porque el chico está participando continuamente. (Mayte, 21,11,2023).

Aquí está, sí puedo ir dibujando (lo hace en la pantalla) las estructuras, ahí parece un doble enlace y puedo ir dibujando<sup>12</sup>, no lo he trabajado, pero este sí lo voy a implementar porque es más fácil para ellos, algo que esté en una misma aplicación que sería, que esté instalado aquí ya en Word (Ulises, 13 de octubre de 2023).

### **5.3.9 Categoría: Motivación**

Las entrevistas permitieron conocer a detalle las razones de los docentes para usar o no usar REA. Si bien los participantes en la entrevista tienen experiencia con el uso de REA, hay situaciones en las que consideran que son más las desventajas y prefieren no utilizarlos.

Las razones para utilizar REA se agrupan en una sola: mejorar el aprendizaje del estudiantado; sin embargo, resulta de interés conocer la perspectiva de cada uno de los participantes.

También fue recurrente que utilizáramos algunos videos para ejemplificar los temas. Sí, te compartía que justo yo seleccioné los videos que cubrieran el tema a enseñar, o a presentar, a los muchachos y que la manera en la que se expresara la temática fuera pues de

---

<sup>11</sup> [https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad2/modelos\\_atomicos/modelo\\_bohr](https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad2/modelos_atomicos/modelo_bohr)

<sup>12</sup> <https://www.chem4word.co.uk/files3/>



alguna manera fácil porque estamos hablando de chicos de primer semestre, Química 1 y pues que los términos no fueran pues cómo decirlo pues si no nuevos, pues tan complicados. Busqué alguna explicación pues creo que más general, más sencilla, que además fortaleciera la explicación que yo les estaba dando en la plataforma del Zoom y que fuera compatible también con la información que se presenta en la antología (Claudia, 21 de noviembre de 2023).

Daniela ejemplificó con un recurso que permite reducir la abstracción de la estructura atómica mediante una representación gráfica mostrada en un video:

Si empezamos a hablar de átomos, elementos, todo eso o sea hay muchos que incluso no los van a poder conocer porque no los podemos tener en el laboratorio, ¿no? Entonces para explicar la estructura de un átomo, entonces sí, sí sería bueno un video [...] Que sea eso, didáctico que llame la atención, lo que yo había pensado anteriormente incluso sobre la pandemia es hídole estaría bien padre hacer como tipo un jueguito, ¿no? [...] si lo hacemos dinámico yo siento que a lo mejor sí se les va a quedar algo de la información (Daniela, 30 de octubre de 2023).

Sofía comparte la motivación de Daniela, además considera una ventaja para el aprendizaje con el uso de REA la característica de permitir al alumno acceder a información fuera de su contexto, como observar imágenes de microscopios especializados o experimentos con elementos como el Gadolinio o el Neodimio:

Los videos los pongo como para que ellos puedan comprender el comportamiento de algunos ejemplos y entonces de repente yo les pongo pausa y les digo esto es como lo que les expliqué en el salón [...] De repente encuentro imágenes, por ejemplo, de átomos, imágenes de microscopios electrónicos de barrido y entonces esas

imágenes yo las descargo y las pongo en mis presentaciones y así es como pues trato de acercarles un poquito como a lo que es en realidad. Porque cuando yo les explico y les digo miren este es el modelo atómico de Bohr... O sea, si tú te fijaras en un microscopio, no lo vas a ver así. Entonces ya después les pongo este es como lo más acercado a poder observarlo, pero son imágenes que yo descargo [...] lo importante en química es que es muy abstracto, o sea, son solo modelos. Entonces bueno, a ellos les cuesta mucho trabajo, pues asociarlo con fenómenos, ¿no? Entonces siempre trato de que... eh, pues traigan como ejemplos en específico [...] Ya en la pandemia, de hecho, yo en la pandemia aprendí muchísimo. Encontré mucho material porque me vi en la necesidad de tener que buscar. ¿No? Este, antes yo como que era más de explicarles, de ponerles la teoría y de repente los llevaba a ver videos, pero en la pandemia yo tuve que buscar algo que tratara de hacerlos que les interesara, ¿no? Porque a veces yo los veía, como muy, muy desinteresados [...] una vez encontré uno del magnetismo y era un... pues era una persona que tenía una bata de laboratorio, ha de haber sido un maestro y debe ser de una universidad, porque tenía los materiales... este, tenía el aluminio, el neodimio, tenía este gadolinio, o sea tenía materiales que no son, aquí no tenemos eso (Sofía, 17 de noviembre de 2023).

Para Mayte la innovación es importante, está en una búsqueda constante del REA que cumpla con las características que requiere su estrategia didáctica: “Una clase y siempre cambio, siempre modifico para ver..., ya hasta que no me gusta algo, yo digo, esto. Estoy siempre, estoy buscando cambiar el tema” (Mayte, 21 de noviembre de 2023).

Teresa:

El que los chicos aprendan. El que los chicos para mí, para mí, para mí, es importante que los chicos puedan entender la química, que no se queden con ese sabor de que la química es difícil... que no tienen el recurso para poder aprenderlo. El poder hacerles digerible y atractiva la materia, esa es mi finalidad. Aprovechar, sí en mi unidad académica... y aprovechar que los chicos ven esos recursos, pues por ahí me sigo. Ahorita estoy viendo lo de Tiktok (Teresa, 12 de octubre de 2023).

Tomás:

Y desde que encontré este recurso y que me ha permitido que los chicos entiendan de una forma un poquito más visual esa parte de los cálculos que sí se les llega a complicar un poco, porque les resulta ser un poco abstracto para ellos esta parte de qué es lo que está pasando, sobre todo con esa parte de los cálculos. Entonces dije ¡Ah!, esto puede ser útil para que estos chavos puedan ver e ir siguiendo, haciendo el seguimiento de los cálculos contra lo que van viendo en el laboratorio. Sí resulta pues bien engorrosa esa parte, pero si lo ven mediante una simulación pues es un poquito menos agresivo a la vista y les resulta más llamativo [...] Porque he visto que se les facilita más a los chavos entender las cosas desde esta parte que sea más visual para ellos, que desde un modelo meramente abstracto que es números y agarrar un libro. Hay muchas veces que agarran un libro, y leen las cosas 3, 4 veces y “es que no le entiendo, nada más no me imagino como puede estar sucediendo por ejemplo la disolución de una molécula o la teoría de las colisiones moleculares, o cómo el calor hacer que las moléculas choquen más rápido y se pueda llevar a cabo un equilibrio químico” no me lo imagino...” (el texto subrayado corresponde a un cambio en el

tono de voz, haciendo referencia a una frase dicha por otra persona que no es el entrevistado). Ah mira, pues esto sucede así y le ponemos la modelación y entonces vemos, ahí al menos una representación gráfica de lo que pueden ellos entender, de ese concepto [...] Viendo que existen nuevas herramientas, haciendo las clases más dinámicas, más visuales para ahora sí, enseñarles el gusto por sobre todo por esta ciencia que es difícil, es dura, y que no a todos los chavos les gusta, entonces hay que enseñarles a quererla, pues como uno la quiere, pero enseñárselas de una forma amigable. Que no, que no lleguen a la materia de química y “ash”, como toca padecerla. No. “¡Ah! Toca química, ah... pues a ver ahora con qué nos va a salir este cuate, ahora que nos va a traer, con qué nos va a sorprender” (el texto subrayado corresponde a un cambio en el tono de voz, haciendo referencia a una frase dicha por otra persona que no es el entrevistado) Y pues eso es preparación de uno mismo, actualizándose (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Ulises:

Y pues, por la cuestión de para que los chicos aprendan más sobre esto, eh... trato de aquellos que sean gratuitos o de código abierto, preferentemente, para que ellos puedan tener uso [...] Bueno busco llamar la atención de ellos para que se interesen en el área de la química, pero sí es una labor titánica porque las películas ponen a los científicos como personas sin escrúpulos o gente mala, que lo que hace es para dañar, entonces sí he visto en generaciones que hay una cierta resistencia a esta situación, pero donde yo veo que, que se interesan los chicos, los invito a trabajar y a hacer veranos de investigación aquí en la Facultad de Medicina y la motivación a que estudien las ciencias porque de niño siempre me gustó lo que hasta ahorita he realizado y desde niño siempre me gustó la química y la biología, entonces quiero compartir parte de las experiencias que yo tuve desde mi formación

para que ellos pues tengan mayores oportunidades que yo. Eso es lo que me ha motivado. Es decisión personal (Ulises, 13 de octubre de 2023).

Todos los participantes coinciden en que la decisión de utilizar recursos digitales en sus clases es por iniciativa propia. En algunos planteles hay respaldo de las autoridades educativas, pero en todos los casos se respeta la decisión del docente para usar o no estos materiales.

Dado que los participantes fueron seleccionados por su experiencia con el uso de REA, era esperado que hubiera argumentos a favor de su uso en las clases aun en modalidad presencial. Únicamente Claudia y Daniela aportaron información contraria a la utilización de REA, después de la experiencia en el periodo de confinamiento por COVID-19.

Claudia considera que el uso de REA requiere más tiempo del que dispone en cada clase y prefiere utilizarlo para observar a sus alumnos y detectar por la expresión del rostro a quienes todavía tienen dudas de un tema. Esta actividad solo puede realizarla estando en un aula física y no en una virtual.

En donde tenemos que ir más a la carrera y casi casi que a veces hasta ni pase de lista se hace para que nos dé tiempo en revisar las actividades. Entonces no me sería como de facilidad estar usando los videos y solamente ahí los ven ustedes en su casa, ahí los ven y me hacen como un reporte, porque entonces eso implica ocupar tiempo de mi módulo de 50 minutos para estar revisando, por ejemplo, los resúmenes, ¿no? O hacer una retroalimentación de ellos o que aportó el resumen. Eso me limitaría [...] Estoy como más casada con esa parte tradicionalista, entonces a mí me deja como docente más satisfecha ver que realmente el alumno lo entienda, lo haga por sí mismo y me pregunte y yo le vuelvo a explicar si es necesario y fortalecer sí con los

compañeros de a lo mejor el trabajo en equipo o en parejas pero donde yo vea que los integrantes están participando, que están aportando, porque a través del Zoom para mí era un poco frustrante en ese sentido, que yo no veía que realmente ellos hayan entendido, que realmente lo estén haciendo por sí mismos, que no estén a lo mejor con la pantallita prendida pero por aquí distraídos con el teléfono (Claudia, 21 de noviembre de 2023).

Daniela respondió que no conoce animaciones o actividades interactivas para la asignatura de química, por lo que no considera la posibilidad de integrarlas a sus actividades en el aula.

[Cuando se le preguntó si utilizaría otro tipo de recursos (que no fueran artículos científicos) como animaciones o actividades interactivas] No, no sé, no las conozco y no creo que me gustaría mucho utilizarlas. No se me hace algo muy similar a lo de biología, no sé por qué, pero me ha gustado más dar mi clase de química, dijeran por ahí, a la antigüita ¿no? No he utilizado recursos de ese tipo, y hay muchos maestros que utilizan las presentaciones, videos y todo eso para enseñar y me han comentado los chicos, ¿sabe qué maestra? es de que solamente pasan la presentación y nada más se la pasan hablen y hablen (el texto subrayado corresponde a un cambio en el tono de voz, haciendo referencia a una frase dicha por otra persona que no es el entrevistado). Entonces, no, como que no me ha gustado mucho ese aspecto, ¿no? y no, tampoco he encontrado el punto medio como para decir ok, puedo utilizar esto porque realmente digo, no quiero aburrir a los chavos y lo hago de esa manera (Daniela, 30 de octubre de 2023).

### **5.3.10 Categoría: Contexto ideal**

Con la información que comparten los docentes se puede describir un contexto ideal en el que coinciden todos los requerimientos, de manera sintetizada lo expresado fue:

Una opción útil sería tener un aula con acceso a internet, una computadora y un cañón o pantalla; sin embargo, la mejor opción consiste en un aula con capacidad para todos los alumnos de un grupo, con una computadora de uso individual con acceso a los programas y recursos digitales previamente seleccionados por el docente para garantizar que estos favorezcan el proceso de aprendizaje y al mismo tiempo motiven e interesen al estudiante que realiza las actividades con la guía del docente en el aula y como complemento, una tabla periódica interactiva.

Contar con orientación y apoyo de expertos que incrementen el uso de recursos innovadores, así como reorganización de los horarios escolares para tener módulos dobles, es decir, dos de 50 minutos cada uno.

### **5.3.11 Categoría: Uso de REA antes, durante y después de la pandemia por COVID-19**

En la investigación fue de interés conocer el uso de REA durante el periodo de confinamiento por COVID-19, ya que se considera que fue indispensable el uso de la tecnología para dar continuidad a las actividades académicas, por lo que se preguntó a los participantes si hubo alguna modificación en sus estrategias didácticas antes, durante y después de este periodo.

Tomás describe cómo percibió el inicio del confinamiento por COVID-19 desde la perspectiva docente:

Estábamos acostumbrados a tener la presencialidad absoluta y de pronto, sabes qué, no puedes salir ni a la esquina de tu casa y tienes que seguir impartiendo el conocimiento, tienes que seguir preparando chavos, transmitiéndoles esto y pues hay que buscar recursos (Tomás, 5 de octubre de 2023).

Ya se han descrito algunas situaciones que se presentaron o se modificaron en este periodo, como la escasa familiaridad con el uso de plataformas como Teams o Classroom y la necesidad de buscar recursos, como videos o simuladores, que permitieran al estudiantado lograr los aprendizajes considerados para el formato presencial.

Para enriquecer la descripción, Teresa y Ulises compartieron que ellos desde antes del periodo de confinamiento ya grababan sus propios videos y usaban los simuladores, estas prácticas las mantienen actualmente.

Para Tomás, una de las actividades que surgieron por la pandemia de COVID-19 y mantiene en la actualidad fue el uso de simuladores.

Entre las actividades que dejaron de ser útiles después del periodo de confinamiento están el uso de una herramienta para dibujar estructuras de química orgánica, debido a la falta de interés de los alumnos y el uso de plataformas como Zoom o Teams, según lo comentado por Ulises, Claudia y Mayte.



#### **5.4 Análisis de Resultados**

En la figura 18 se esquematiza la información principal obtenida en esta investigación, con la finalidad de ilustrar los hábitos y desafíos de los docentes, así como de representar la relación entre los elementos que influyen en los procesos de curaduría de REA.

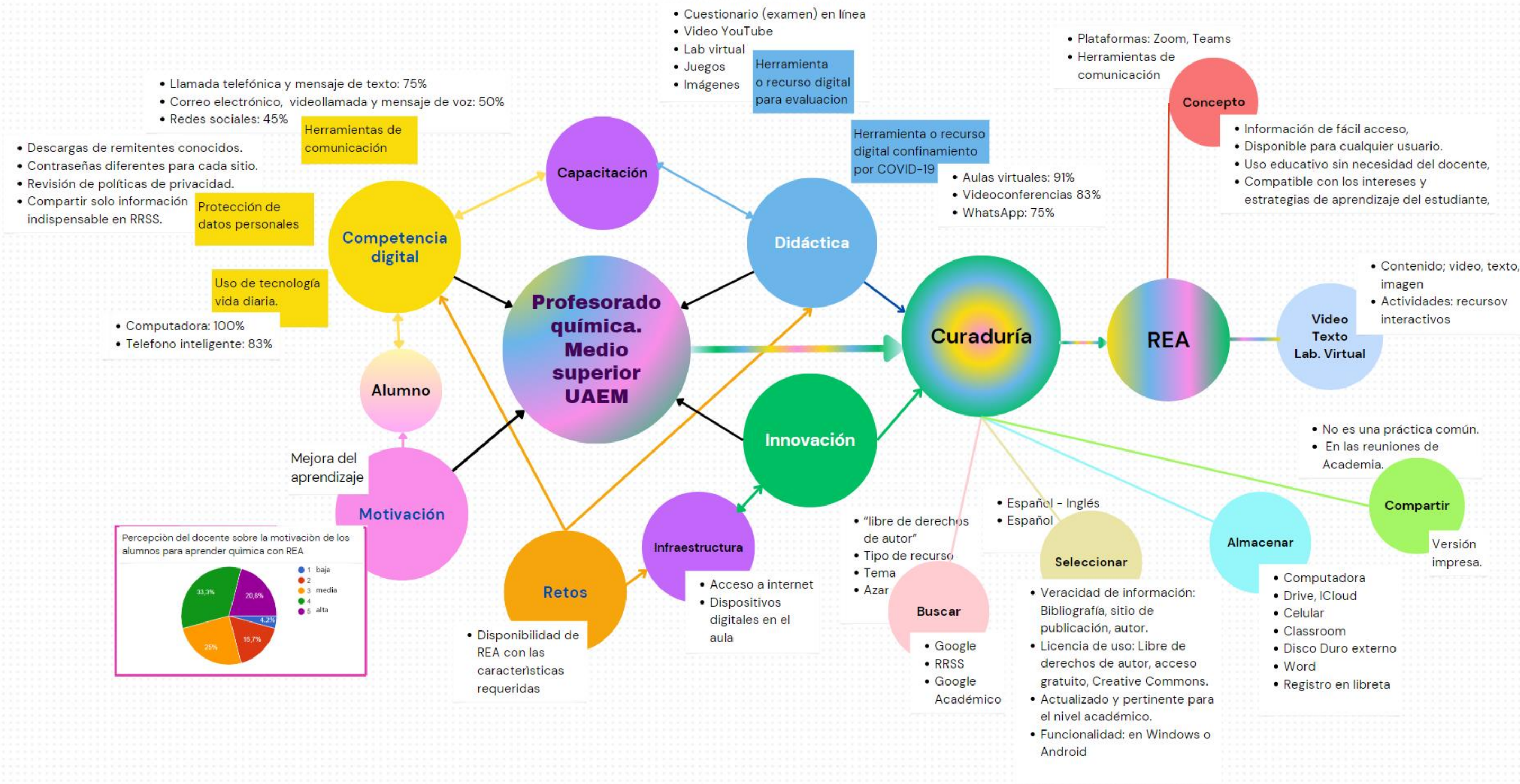


Figura 18. Análisis de resultados. Fuente: elaboración propia con información obtenida en la encuesta y en las entrevistas semiestructuradas. Hecha en Canva

La intención de la investigación no es evaluar de forma individual el nivel de competencia digital docente, sin embargo, se considera que los participantes en la encuesta cumplen con el nivel de dominio básico del marco de habilidades digitales (SCT, 2019), ya que se evidenció su capacidad para usar dispositivos electrónicos; navegar en internet; crear cuentas y perfiles; usar aplicaciones; localizar, guardar, administrar, organizar y evaluar la relevancia de la información.

Algunos de los docentes entrevistados mencionaron también tener habilidades del nivel de dominio intermedio como el uso de ambientes virtuales, plataformas, aplicaciones, juegos, programas, simuladores; elaboración de materiales educativos digitales como video o podcast y uso de las redes sociales para trabajo colaborativo, así como el reconocimiento a las licencias para respetar de forma legal los derechos de autor.

Otra competencia digital de nivel intermedio que es de interés para el contexto educativo es el uso de herramientas para compartir archivos y documentos (SEP,2019). Esta es una de las acciones que solamente realizan Teresa, Tomás y Ulises.

Las competencias digitales mencionadas en párrafos anteriores, de acuerdo con García Aretio (2020) corresponden a la competencia del área tecnológica, lo que es necesario, mas no suficiente para integrar REA a la práctica docente, ya que únicamente es un complemento de las competencias disciplinar, pedagógica y de innovación/investigación.

Los participantes en la encuesta compartieron datos de su formación y grados académicos, así como algunos detalles de su práctica profesional. Esta información está relacionada con las competencias disciplinar y de innovación/investigación.

Queda fuera del alcance del presente trabajo la obtención de información relacionada con la competencia pedagógica; no obstante, es posible encontrar una relación entre estas competencias y el uso de REA en los participantes.

Dado que todos los participantes tienen un nivel de dominio similar en el área tecnológica, son las áreas disciplinar y de innovación/investigación las que influyen en el uso y tipo de REA. De acuerdo con los datos analizados quienes prefieren REA de mayor complejidad de uso o los diseñan, son quienes tienen en común una licenciatura en algún área de la química: Sofía, Teresa, Tomás y Ulises. A diferencia de Claudia, Daniela y Mayte que comparten una formación académica en licenciatura en el área de Biología y un uso de REA más conservador. Esto puede ser interpretado como una representación del concepto de capital cultural-académico (Casillas *et al.*, 2014), que es distinto en cada grupo, entre otras razones, porque los docentes lo adquirieron en campos disciplinares diferentes.

También es determinante lo que aporta el área de innovación/investigación del perfil docente, ya que parece existir relación con el grado de Doctor en Ciencias de Tomás y Ulises con el tipo de REA de su preferencia. Ellos dos coinciden en que los simuladores que utilizan los encuentran por “azar”; sin embargo, puede explicarse como una manifestación del *habitus digital* que Casillas (2003) interpreta como inclinaciones para actuar de forma no consciente a partir de condiciones objetivas, de una trayectoria social y tecnológica, así como de la relación con dispositivos digitales. Otros usuarios también pueden “encontrarse” con los mismos recursos, pero pasan desapercibidos debido a la posición que ocupan en el *campo*, desde la interpretación de Bourdieu (2017).

Teresa también evidencia el *habitus digital* (Casillas, 2003) desde el área de innovación/investigación. En este caso no son los estudios de doctorado, sino la influencia de su capital cultural-académico y capital tecnológico, es decir, la experiencia de impartir clases tanto en el sistema presencial como en el sistema abierto (aún antes del confinamiento por COVID-19) y el interés por innovar. Estos

elementos la llevaron a elaborar REA a partir de lo que ella identifica como necesidades de sus alumnos junto con la comprensión de las nuevas condiciones del campo escolar a partir de la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a la vida cotidiana (Casillas y Ramírez, 2018).

En relación con las motivaciones de uso de los REA, la información que comparten los docentes coincide con lo reportado en la literatura para el uso de REA en la enseñanza de la química, como reducir la complejidad por los niveles de abstracción (Garritz, 2000) con el uso de videos (Ramachandran *et al.*, 2019) o recursos interactivos (Alimova, 2022). Reproducir situaciones experimentales en laboratorios virtuales sin generar los gastos del uso de los materiales o cuando no se tienen disponibles, y con la posibilidad de repetirlos tantas veces como se requiera para lograr el aprendizaje (Cataldi *et al.*, 2009). Esto se relaciona con el conocimiento de los participantes sobre la didáctica de la química y el enfoque que propone Ramos (2020) para utilizar la tecnología con la intención de desarrollar en los estudiantes competencias para la búsqueda y validación de información, resolver problemas y desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior, como el pensamiento crítico y el pensamiento químico.

Los docentes que participaron en la entrevista tienen, en su mayoría, una disposición al uso de REA, aun cuando las condiciones de infraestructura y disposición del alumnado para adaptarse a estrategias “no tradicionales” de enseñanza-aprendizaje son adversas.

Esto puede explicarse porque los docentes tienen dominio del conocimiento disciplinar, comprenden la didáctica de la química, poseen habilidades digitales y la motivación para innovar, además de mantenerse en actualización constante, lo que les permite aportar estrategias de solución a los retos enfrentados en procesos de enseñanza-aprendizaje de conceptos abstractos como las estructuras moleculares o la formación de enlaces en procesos químicos.

## Capítulo VI. Conclusiones

La investigación se realizó con la finalidad de describir los hábitos y los desafíos relacionados con la búsqueda, selección y evaluación para integrar recursos educativos abiertos (REA) en procesos de enseñanza-aprendizaje de química de docentes en las escuelas del tipo medio superior de la UAEM, ya que de este proceso dependen el diseño e implementación de una estrategia didáctica digital exitosa.

En la primera fase de la investigación se perfiló a la población objeto de la investigación y mediante autorreporte, es decir, desde la propia percepción del docente sobre sus habilidades digitales, se conoció si usan REA y qué tipos de REA emplean y/o diseñan. A partir de los datos obtenidos en la encuesta, no se encontró relación entre las preferencias de uso de REA y el género, edad, años de experiencia o escolaridad.

En la encuesta participaron 55% de los docentes que pertenecen a la Academia Interescolar de Química, el total de encuestados reportó que utiliza REA y los más utilizados fueron: texto, video, imagen, mapa conceptual, mapa mental e infografía, que coinciden con los que dijeron elaborar y utilizar con mayor frecuencia. Los simuladores, recursos interactivos y animaciones fueron los menos utilizados, lo cual fue identificado también a partir de la e-observación participante en el curso de actualización docente organizado por la Academia Interescolar de Química, ya que mostraron interés en las plataformas que fueron compartidas por la expositora experta, y al avanzar el curso, algunos participantes compartieron con el grupo su interés por revisar los materiales sugeridos para integrarlos a propuestas de uso en el aula, como algo novedoso.

En la encuesta, el 54% de los participantes consideró, con base en su experiencia en el aula con el uso de REA, que la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de la química es alta. Esta información se complementó con las

aportaciones de la entrevista, donde los docentes mencionaron que la razón principal para integrar REA es que ayudan a disminuir la complejidad de los conceptos abstractos de la química. No obstante, algunos docentes entrevistados también reconocieron como una limitante que los alumnos no tienen las habilidades necesarias para trabajar con este tipo de recursos, lo que aumenta la complejidad del proceso de aprendizaje. Otra razón de no uso reportada fue el tiempo insuficiente de cada módulo de clase ya que no permite el desarrollo de las estrategias didácticas. La principal desmotivación reportada fue la falta de dominio de la competencia digital de los docentes.

En la segunda etapa de la investigación, la información que compartieron los docentes en la entrevista semiestructurada permitió describir los hábitos y los desafíos relacionados con la búsqueda, selección y evaluación de recursos educativos abiertos (REA) para su uso en procesos de enseñanza-aprendizaje de química en el tipo medio superior. Los desafíos y necesidades derivadas coinciden con lo reportado en la literatura: mejoras en la infraestructura (Pinto, 2005) y más capacitación docente (García *et al*, 2012; González, 2021; Martínez, 2017; Raygoza, 2017; Torres, 2013; Tuárez-Párraga y Loo-Colamarco, 2021).

Se incluye como desafío, la actitud desinteresada del alumnado hacia el aprendizaje de la química.

Si bien parece no existir un proceso sistematizado para la búsqueda, selección y evaluación de los recursos digitales, los docentes sí consideran las características de los REA que son: ser contenido o herramienta digital, gratuito y con una licencia que permita su almacenamiento, distribución y/o modificación. Cabe precisar que, si bien el personal docente entrevistado no expresó con estos términos las características de los REA, con base en el enfoque fenomenológico adoptado en la investigación se traducen y recuperan de esta manera para asociar los hallazgos al discurso teórico. En otras palabras, tal vez el profesorado no distingue con claridad entre REA y otros recursos digitales disponibles en línea, pero sí privilegia en la

práctica aquellos que en sus características se ubican como REA o se acercan a ellos.

Así, los docentes realizan un proceso de evaluación del recurso que, además de la funcionalidad, valora que el contenido esté relacionado con los programas de estudio y que el nivel de complejidad sea apropiado para sus alumnos y, con base en ello, los integran a sus clases para facilitar los aprendizajes. Se aprecian procesos de búsqueda, selección y evaluación intuitivos, más que sistemáticos, que por lo tanto no pueden caracterizarse estrictamente como procesos de curaduría; por lo que podríamos estar ante una 'curaduría en ciernes'.

Los docentes entrevistados expresaron la necesidad de capacitación en competencias digitales y estrategias de actualización e innovación con el uso de REA en las clases de química. No en todos los casos fue una petición personal, sino que surgió como una necesidad identificada en sus colegas, principalmente a partir del periodo de confinamiento por la pandemia de COVID-19.

Con esta investigación se puede comprender que para el personal docente ha sido un reto, en lo individual, desarrollar y apropiarse de la competencia digital en la vida académica; sin embargo, es a partir de la forma en la que cada uno integra el conjunto de disposiciones de ser, percibir, actuar y pensar lo que los acerca a distintos logros, es decir, el *habitus digital*.

En la literatura se han reportado variables asociadas al desarrollo de la habilidad digital, como la edad, el género, la etnia, la personalidad (innovadores, creativos, curiosos), estilos y habilidades cognitivas (inteligencia analítica, alta comprensión lectora, memoria de trabajo y vocabulario, logros personales), intereses y conocimientos previos, interés en la ciencia, actitudes y percepciones digitales, autoeficacia y/o nivel socioeconómico (Haddon *et al.*, 2020). Resulta de interés que entre los participantes en la entrevista fue posible evidenciar el *habitus digital*, desde la relación directamente proporcional entre el nivel de formación académica en el



área de química con la complejidad del REA más utilizado. En el entendido de que la complejidad de un REA puede estar dada por los requerimientos para diseñar y producir recursos propios (videos) que cumplan con las características de aprendizaje de los estudiantes; o bien, por la funcionalidad de recursos como simuladores o software especializado. A diferencia de los participantes con formación en el área de biología, en la que los REA más utilizados son menos complejos, como el texto o la imagen.

Otra relación identificada es entre el tipo de recurso y el género. Los hombres son los que utilizan los REA de mayor complejidad, lo que se relaciona con un mayor dominio de la habilidad digital en comparación con las usuarias de videos disponibles de internet o artículos científicos. *El habitus digital* en este caso puede ser el resultado de cómo se perciben y actúan en función del género, de acuerdo con Haddon *et al.* (2020), el género masculino tiene una mayor autopercepción de dominio de la competencia digital, lo que genera más confianza en el desempeño.

## **6.1 Limitaciones de la investigación**

Algunas de las limitaciones identificadas en la investigación son:

- La falta de información del contexto personal de los participantes en la entrevista para establecer la relación entre su nivel de habilidad digital en la vida cotidiana con el uso de REA y tener más evidencias del *habitus digital*.
- Conocer la percepción de los estudiantes sobre su propio nivel de dominio de la competencia digital, su motivación hacia el aprendizaje de la química y la percepción de sus procesos de aprendizaje con el uso de REA.
- Se considera que existe una relación entre la teoría pedagógica y las características del REA utilizado; sin embargo, por el enfoque de la investigación no se recolectó información que describa el uso del recurso en el aula, por lo que no es posible saber si un video o un recurso interactivo

están relacionados con una teoría de aprendizaje conductista o constructivista.

## **6.2 Perspectivas de la investigación**

Cherrstrom *et al.* (2020) consideran que actualmente el panorama en el área de educación es adecuado para realizar investigación relacionada con la curaduría educativa. Por lo que esta investigación puede tener continuidad al considerar las perspectivas y propósitos de los docentes relacionados con el uso de REA en la enseñanza de la química; o bien, realizar un estudio comparativo entre instituciones del tipo medio superior en otros estados de la República Mexicana.

En la etapa final de este trabajo de investigación cobró gran relevancia el uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en variadas actividades, incluida la docencia y la generación de contenidos digitales, por lo que se considera un área de oportunidad que amerita una investigación específica, la cual podría articularse con temas cubiertos en este documento ya que se relacionan con la producción y el uso de recursos educativos abiertos para la enseñanza y el aprendizaje de disciplinas escolares, como la química.

## Referencias

- Abanikannya, M. O. (2019). Effectiveness of hypermedia and multimedia learning strategies on the academic performance of chemistry students in Nigeria. *Labor et Educatio*, (7), 201-214.
- Ahmad, Z., Ammar, M., Sellami, A., y Al-Thani, N. (2023). Effective pedagogical approaches used in high school chemistry education: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1796-1810.
- Aguirre-García, J., Jaramillo-Echeverri, L. (2012). Aportes del método fenomenológico a la investigación educativa. *Revista latinoamericana de estudios educativos (Colombia)*, 8(2), 51-74.
- Alimova, F. A. (2022). Problems with using the possibilities of digital educational resources in studying chemistry. *Berlin Studies Transnational Journal of Science and Humanities*, 2(1.5 Pedagogical sciences).
- Alvarado-Zamorano, C., Cañada, F., Mellado, V., Garriz, A. (2013). Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. 107-112.
- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. <http://mayestra.files.wordpress.com/2013/03/bibliografc3ada-de-referencia-investigac3b3n-cualitativa-juan-luis-alvarez-gayou-jurgenson.pdf>

- Anci, F., Paristiowati, M., Budi, S., Tritiyatma, H., Fitriani, E. (2021). Development of TPACK of chemistry teacher on electrolyte and non-electrolyte topic through lesson study. *AIP Conference Proceedings* 2331, 040038  
<https://doi.org/10.1063/5.0041804>
- Arteaga, E., Armada, L., Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., McIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Comput. Graph. Appl.*, 34-47.
- Blume, C. (2020). German teachers' digital habitus and their pandemic pedagogy. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 879-905.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., Coehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School science and mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bourdieu, P. (2017). *Habitus en habitus: A sense of place*. Routledge. Pp.43-49.
- Caamaño, A. (2001). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo. Una perspectiva desde España. *Educación Química*, 12(1), 7-17.
- Caamaño, A., Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68-81.
- Calderón, E., Flores, F., Gallegos, L., de la Cruz, G., Ramírez, J. Castañeda, R. (2016). Laboratorios de ciencias en el bachillerato: tecnologías digitales y adaptación docente. *Apertura, revista de innovación educativa*. 8(1).

- Casillas, M. (2003). La sociología de Pierre Bourdieu. En Adriana García Andrade. Teoría sociológica contemporánea: un debate inconcluso. [https://www.uv.mx/personal/mcasillas/2014/03/11/teoria-sociologica-contemporanea\\_un-debate-inconcluso/](https://www.uv.mx/personal/mcasillas/2014/03/11/teoria-sociologica-contemporanea_un-debate-inconcluso/)
- Casillas, M. y Ramírez, A. (2018). El habitus digital: una propuesta para su observación. Pierre Bourdieu en la Sociología Latinoamericana. El uso de campo y habitus en la investigación, Morelos, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, 317-341.
- Casillas, M., Ramírez, A. y Ortiz, V. (2014). El capital tecnológico una nueva especie del capital cultural: Una propuesta para su medición”. En Alberto Ramírez Martinell y Miguel Ángel Casillas Alvarado. Háblame de tic: Tecnología Digital en la Educación Superior, 23-38. Argentina: Brujas; Social tic. <https://www.uv.mx/personal/mcasillas/files/2016/05/20.pdf>
- Castañeda, L., Esteve, F., Adell, J. (2018) ¿Por qué es necesario repensar la competencia docente para el mundo digital? *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 18(56). <https://revistas.um.es/red/article/view/321581>
- Castillo, M. y Zorrilla, M. (2021). Las e-metodologías: internet como campo o medio de investigación, en O. Zúñiga y M. Zorrilla (coord.) Habilidades de investigación en el posgrado: estrategias metodológicas. pp. 85-97.
- Cataldi, Z., Donnamaría, M., Lage, F. (2009). Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación

y de cambio conceptual. In IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

Centro Nacional de Desarrollo Curricular en sistemas no propietarios, CEDEC (2023). Las licencias Creative Commons: qué son, por qué utilizarlas y cómo hacerlo. <https://cedec.intef.es/las-licencias-creative-commons-que-son-por-que-utilizarlas-y-como-hacerlo/>

Celaya, R., Lozano, F., Ramírez, M. (2010). Apropriación Tecnológica En Profesores Que Incorporan Recursos Educativos Abiertos En Educación Media Superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45), 487-513.

Cervera, M., Martínez, J., Mon, F. M. E. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*.

Chamizo, J. (2004): Antología de la Enseñanza Experimental. México. Facultad de Química-UNAM.

Chamizo, J., Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*, 51(1), 9-19.

Chamizo, J., Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Cherrstrom, C. y Boden, C. (2020). Expanding role and potential of curation in education: A systematic review of the literature. *The Reference Librarian*, 61(2), 113-132.

Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, 3.

Creative Commons (2023). *Licensed list.*

[https://creativecommons.org/licenses/?lang=es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/?lang=es_ES)

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.

Duperet, E., Pérez, D., Cedeño, M., Ramírez, A. y Montoya, L. (2015). Importancia de los repositorios para preservar y recuperar la información. En *MEDISAN*. Vol. 19, no. 10, 3080-3087. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368445180014>.

Duval, E., Wiley, D. (2010). Guest editorial: Open educational resources. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(02), 83-84.

Edwards, B., Bielawski, K., Prada, R., Cheek, A. (2019). Haptic virtual reality and immersive learning for enhanced organic chemistry instruction. *Virtual Reality*, 23, 363-373.

Espinoza-Islas, V., Rubiales-Sánchez, F., Santana-Galindo, A. (2022). Diagnóstico sobre rezago escolar en el Colegio de Ciencias y Humanidades. *Revista RedCA*, Vol. 4, Núm. 12 (febrero-mayo 2022) Universidad Autónoma del Estado de México, ISSN-e: 2594-2824.

Feldman-Maggor, Y., Rom, A., Tuvi-Arad, I. (2016). Integration of open educational resources in undergraduate chemistry teaching—a mapping tool and lecturers' considerations. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 283-295.

Friesen, N. (2013). Realising the open in open educational resources: Practical concerns and solutions. *Open educational resources: Innovation, research and practice*, 79-90.

- Gallardo, K., Alvarado, M., Lozano, A., López, C., Gudiño, S. (2017). Materiales Digitales para Fortalecer el Aprendizaje Disciplinar en Educación Media Superior: Un Estudio para Comprender cómo se Suscita el Cambio Educativo. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(2), 89-109.
- Gallego, D., y Márquez, F. (2016). La indagación como estrategia para la educación STEAM.
- Gamboa, M. (2020). Prácticas educativas y expectativas durante la pandemia y hacia la pospandemia, opiniones de docentes de Química de Costa Rica. *Educación en la Química*, 26(02), 309-314.
- García Aretio, L. (2020). Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 9-30.
- García, R., Mendivil, A., Ocaña, M., Ramírez, C., Armenta, J. (2012). Competencias digitales en maestros de escuelas de educación media superior privadas. *Apertura*, 4(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5547152>.
- Garriz, A. (2000) Más sobre ideas previas y enseñanza de la química. *Educación química*, 11 (3), 291-292.
- Garzón, J. (2016). La curaduría de contenido digital: un espacio de encuentro entre el saber disciplinar y pedagógico. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia].  
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5209/1/JuanGarzon\\_2016\\_curaduriacontenidodigital.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5209/1/JuanGarzon_2016_curaduriacontenidodigital.pdf)



- Giménez, G. (1997). La sociología de Pierre Bourdieu. UNAM.  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Coleccionpedagogicauniversitaria/2002/no37-38/1.pdf>
- Godoy, M., Cáceres, J., Álvarez, M., Henríquez, E., Garay, Z. (2021). Competencias digitales y STEM: Desafíos en la formación de profesores de química, en E. Serna (Ed.) Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI 4 (2), pp. 614-631.
- González, J., Guerra, P. (2021). La formación inicial y continua para la docencia en educación media superior: un análisis socioespacial y de los planes de estudio de la oferta educativa en instituciones de educación superior en México. XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa CNIE.  
<https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v16/doc/1955.pdf>
- González, M. (2021). Competencias digitales del docente de bachillerato ante la enseñanza remota de emergencia. *Apertura*, 13(1), pp. 6-19.  
<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1991>
- Haddon, L., Cino, D., Doyle, M., Livingstone, S., Mascheroni, G., Stoilova, M. (2020). Children's and young people's digital skills: a systematic evidence review., 1-152.
- Havemann, L. (2016). Open educational resources. Encyclopedia of Educational Philosophy and Theory.
- Hernández, M., Rodríguez, V., Parra, F., Velázquez, P. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) en la enseñanza-aprendizaje de la

- química orgánica a través de imágenes, juegos y video. *Formación universitaria*, 7(1), 31-40.
- Hernández, R. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill.
- Higgins, S. (2011). Digital curation: the emergence of a new discipline. *International Journal of Digital Curation*, 6(2), 78-88.
- Hodgkinson-Williams, C. y Arinto, P. (2017). Adoption and impact of OER in the Global South. *African Minds*.610.
- Iraís, S. (2022, 26, 01). 563,000 estudiantes mexicanos de preparatoria abandonaron sus estudios: SEP. TecReview. <https://tecreview.tec.mx/2022/01/26/tendencias/563000-estudiantes-mexicanos-de-preparatoria-abandonaron-sus-estudios/>
- INEGI (2022). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022. <https://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/encuesta-nacional-sobre-disponibilidad-y-uso-de-tecnologias-de-la-informacion-en-los-hogares-endutih-0>
- Jiménez, G., Núñez, E. (2009). Cooperación online en entornos virtuales en la enseñanza de la química. *Educ. quím*, 20(3), 314.
- Kier, M., Johnson, L. (2022) Exploring How Secondary STEM Teachers and Undergraduate Mentors Adapt Digital Technologies to Promote Culturally Relevant Education during COVID-19. *Educ. Sci.* 12(1), 48. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/1/48>

- Kozma, R., Russell, J. (2005). Multimedia learning of chemistry. The Cambridge handbook of multimedia learning, pp. 409-428.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 37(22), 41-60.
- Loughran, J., Mulhall, P., Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of research in science teaching*, 41(4), 370-391.
- Lozano, D., Penagos, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25(3), 332-342.
- Martínez, L. (2017) Percepción y análisis de la integración de las TIC en la asignatura de química por parte de los profesores del núcleo 3 de la ciudad de Bucaramanga-Colombia. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/47661>
- Marzano, R., Pickering, D. (2005). Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro. 2 ed. ITESO, México.
- Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. In *Psychology of learning and motivation* Vol. 41, pp. 85-139.
- Mayer, R. (2002). Cognitive theory and the design of multimedia instruction: An example of the two-way street between cognition and instruction. *New Directions in Teaching and Learning*, 89, 55–71.

- Mayer, R. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125–140.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación química*, 26(2), 94-99.
- Morales, R., Curiel, L. (2019). Estrategias socioafectivas factibles de aplicar en ambientes virtuales de aprendizaje. Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (69), 36–52.
- Morales Del Pino, J. (2022). Actitudes de estudiantes hacia la enseñanza de la asignatura de química en pandemia y pos-pandemia en una institución educativa limeña. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe>
- Oliver, G., y Harvey, R. (2016). Digital curation. American Library Association. Pp. 7-11.
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 50-70.
- Parga, D., Mora, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25(3), 332-342.
- Parra, L. (2022). Investigación educativa en el ámbito de las competencias digitales en educación. Coloquio de Investigación 2022. ICE-UAEM

- Pérez, Y., Chamizo, J. (2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La educación media superior. *Educación química*, 27(3), 182-194.
- Picón, G., González de Caballero, G., Paredes, J. (2020). Desempeño y formación docente en competencias digitales en clases no presenciales durante la pandemia COVID-19. *Human Sciences*.  
<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/778/1075>
- Pinto, G. (2005). Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos. Sección de Publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Pozo, J. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En J. Pozo y F. Flores (coord.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* pp. 73-89.
- Quirós, C. (2020). Estrategias de gamificación para la enseñanza de la química. En Libro de Memorias XII Festival Internacional de Matemáticas XXII Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Vol. 45).
- Rahman, N., Rosli, R., Rambely, A., Siregar, N., Capraro, M., Capraro, R. (2022). Secondary school teachers' perceptions of STEM pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 119-134.  
<http://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp119-134>.
- Ramachandran, R., Sparck, E., Levis-Fitzgerald, M. (2019). Investigating the effectiveness of using application-based science education videos in a

- general chemistry lecture course. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 479-485.
- Ramos, A. (2020). Enseñar Química en un mundo complejo. *Educación química*, 31(2), 91-101.
- Rap, S., Feldman-Maggor, Y., Aviran, E., Shvarts-Serebro, I., Easa, E., Yonai, E., Blonder, R. (2020). An applied research-based approach to support chemistry teachers during the COVID-19 pandemic. *Journal of chemical education*, 97(9), 3278-3284.
- Raygoza, M. (2017). Competencias digitales de los docentes en educación media superior: situación actual y posibilidades de desarrollo. [Tesis de maestría, Tecnológico de Monterrey].
- Redecker, C. (2020). Marco europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu.
- Saldaña, J. (2021). The coding manual for qualitative researchers.
- Sánchez, G., Valcárcel, M., (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 33-44.
- Sanguino, N. (2020). Fenomenología como método de investigación cualitativa: preguntas desde la práctica investigativa. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, (20), 7-18.
- Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. <https://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ensenanza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmarti.pdf>

- Sansom, R., Clinton-Lisell, V., Fischer, L. (2021). Let students choose: Examining the impact of open educational resources on performance in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 745-755.
- SEP. (2019). Características de los Docentes de la Educación Media Superior. <http://cosdac.sems.gob.mx/web/encuesta-perfil-alumnos2019.php>
- SITEAL (2018). Sistema colombiano de formación de educadores y lineamientos de política. <https://siteal.iiep.unesco.org/>
- STC (2020). Marco de habilidades digitales. <https://www.cid.gob.mx/information/politic/>
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación (Vol. 1). Paidós.
- Thompson, T. (2023). On Trends and Gaps in the Study of Open Educational Resources: A Systematic Literature Review. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4595912](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4595912)
- Tisoglu, S., Cagiltay, K., Kursun, E. (2021). Adoption of online multimedia resources in a general chemistry laboratory course context: A case study. *E-Learning and Digital Media*, 18(2), 185-208.
- Torres, S. (2013). Programa de formación digital para docentes basado en niveles de competencia: Una propuesta para incrementar la inserción de ambientes de aprendizaje apoyados en TIC en las aulas. *RIDE Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. 10.

- Trindade, V. (2016). Entrevistando en investigación cualitativa y los imprevistos en el trabajo de campo: de la entrevista semiestructurada a la entrevista no estructurada. *Técnicas y estrategias en la investigación cualitativa*, 18 - 34.
- Trust, T. (2018) 2017 ISTE Standards for Educators: From Teaching With Technology to Using Technology to Empower Learners, *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34:1, 1-3, DOI: 10.1080/21532974.2017.1398980
- Tuárez-Párraga, M., y Loor-Colamarco, I. (2021). Herramientas digitales para la enseñanza creativa de química en el aprendizaje significativo de los estudiantes. *Revista Dominio de las ciencias*. 7(6).  
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2380>
- Turan, Z. (2023). Evaluating whether flipped classrooms improve student learning in science education: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 67(1), 1-19
- UAEM (2008). Ley Orgánica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- UAEM (2020). Planes de estudio y programas de química para el bachillerato. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- UAEM (2022). Modelo Universitario. Órgano Informativo Universitario. Adolfo Menéndez Samará. Número 128, año XXVII.
- UAEM (2022). Reglamento General De Educación Media Superior De La Universidad Autónoma Del Estado De Morelos.
- UAEM (s.f). Matrícula total por ciclo. Recuperado el 14 de mayo de 2023, de <https://mieg.uaem.mx/publico/matricula>



- UAEM (s.f). Porcentaje de Cobertura Estatal Nivel Medio Superior. Recuperado el 14 de mayo de 2023, de <https://mieg.uaem.mx/publico/matricula>
- UNESCO (2015). Guía básica de recursos educativos abiertos (REA). <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>
- UNESCO (2017). Agenda desarrollo sostenible 2030. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- UNESCO (2019). Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos UNESCO 2019. <https://www.unesco.org/es/legal-affairs/recommendation-open-educational-resources-oer>
- UNESCO (2019). La Recomendación de 2019 de la UNESCO sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA): fomento del acceso universal a la información mediante material de aprendizaje abierto de calidad. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383205\\_spa?posInSet=95&queryId=N-44fa8d6c-33b7-462a-8949-ab5435764234](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383205_spa?posInSet=95&queryId=N-44fa8d6c-33b7-462a-8949-ab5435764234)
- Weller, M., De los Arcos, B., Farrow, R., Pitt, B., McAndrew, P. (2015). The impact of OER on teaching and learning practice. *Open Praxis*, 7(4), 351-361.
- Wiley, D., Bliss, T. J., McEwen, M. (2014). Open educational resources: A review of the literature. *Handbook of research on educational communications and technology*, 781-789.
- Wilson, S., Shulman, L. "150 ways" of knowing: representations of knowledge in teaching. En: J. Calderhead (s.f.), *Exploring teacher thinking* (pp. 104-124). Eastbourne, Inglaterra, 1987.

Zorrilla Abascal, M.L., Farías Gaytán, S.C. y Vicario Solórzano, C.M. (Coords.).  
(2023). Guía de indicadores de calidad de recursos educativos digitales GIC-  
RED. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación  
Superior (ANUIES).

Zorrilla Abascal, M.L. (2022). Pensamiento frente a la tecnología disruptiva.  
Coloquio de otoño 2022. Miradas y aproximaciones a la complejidad social  
desde la interdisciplina. ACSHEM.  
<https://www.youtube.com/watch?v=XeVVMUBP3oc>

## Anexos

### Anexo 1. Comparativo de investigaciones sobre habilidades digitales en docentes

Año	Autor(es)	Nivel educativo	Objetivo	Metodología	Muestra	Asignatura	Validación	Obtención de datos	Observaciones
2016	Calderón <i>et al</i>	Bachillerato	Evaluar cómo los profesores introducen y se apropian de elementos tecnológicos en los laboratorios de ciencias de la UNAM.	descriptiva, exploratoria	29 docentes primera etapa. Alumnos y docentes en la segunda etapa	Física, Química y Biología	alfa de Cronbach	Dos etapas: cuestionario y observación en clase	El uso más común de los docentes es la proyección de información, es decir, solo incluyen algunas herramientas digitales a las mismas prácticas educativas. En química además se utilizan simuladores, a diferencia de física y biología.
2016	Garzón	Básica y media	Indagar el valor de la curaduría de contenido digital y explorar el papel del saber pedagógico en este proceso.	cualitativa, exploratoria	5 docentes	Ciencias Sociales	ND	Entrevistas (grupales e individuales) posterior al trabajo de campo.	Identifica la curaduría como un proceso autoformativo para los docentes y su estrecha relación con la mejora de las competencias tecnológica, pedagógica e investigativa.

**Tabla 7.** Comparativo de investigaciones sobre habilidades digitales en docentes. Fuente: Revisión de la literatura

ND: no disponible

Año	Autor(es)	Nivel educativo	Objetivo	Metodología	Muestra	Asignatura	Validación	Obtención de datos	Observaciones
2017	Raygoza	media superior	Conocer las competencias digitales en un plantel del colegio de bachilleres.	cualitativa, descriptiva	Etapa 1: 8 docentes. Etapa 2: 4 docentes. Etapa 3: 4 docentes	ND	ND	Etapa 1: cuestionario. Etapa 2: entrevista.	La etapa 3 es para cotejar los datos obtenidos en las etapas previas. Los docentes confunden habilidades digitales con uso de herramientas ofimáticas. Hay discordancia entre los datos de las etapas 1 y 2 con los datos de la observación en campo, ya que no se observó el uso de TIC en las clases. Los docentes no conocen el catálogo de competencias digitales.
2020	Picón <i>et al.</i>	ND	Analizar el desempeño docente en clases no presenciales durante la pandemia con el uso de NTIC.	cuantitativa, de campo descriptiva transeccional	79 docentes	ND	piloto con 5 individuos fuera de la muestra.	cuestionario en línea (Google Forms)	Entre los principales desafíos se encontró que la plataforma colapsa, hay fallas con el internet. Se resalta el uso de videos, chat, imágenes y texto digital. Cerca del 60% de los docentes mantuvieron el formato de clase presencial.

**Tabla 7.** Comparativo de investigaciones sobre habilidades digitales en docentes (continuación). Fuente: Revisión de la literatura

ND: no disponible

## Anexo 2. Necesidades de capacitación docente

Necesidades de capacitación docente				
¿Requiere capacitación para...?	Habilidad digital	Sí	Tal vez	No
Editor de textos, correo electrónico y navegación por internet.	<b>Básica</b> navegar en internet, crear cuentas y perfiles, usar aplicaciones, localizar información	26.7 %	32.1 %	41.2 %
Uso de equipo de cómputo y los distintos dispositivos tecnológicos (dispositivos móviles, tabletas o smartphone)	<b>Básica</b> Uso de dispositivos electrónicos	30.5 %	35.3 %	34.2 %
Ambientes virtuales (plataformas, aplicaciones, juegos, programas, simuladores)	<b>Intermedia</b> comunicación y colaboración en ambientes digitales,	47.9 %	37.5 %	14.6 %
Elaboración de materiales educativos digitales	<b>Intermedia</b> creación de contenidos,	54.9 %	33.9 %	11.2 %
Crear y editar audio digital	<b>Intermedia</b> creación de contenidos, comunicación y colaboración en ambientes digitales	51.9 %	35.2 %	12.9 %
Usar blogs y wikis para generar plataformas de aprendizaje en línea dirigidas a sus estudiantes	<b>Intermedia</b> creación de contenidos, comunicación y colaboración en ambientes digitales	53.7 %	33.8 %	12.5 %
Ser capaz de detectar el plagio en trabajos de sus estudiantes	<b>Intermedia</b> creación de contenidos, derechos digitales	51.1 %	34.3 %	14.6 %
Recopilar contenido Web apto para el aprendizaje en el aula	<b>Básica</b> navegar en internet, localizar información, guardar, administrar y organizar información, evaluar la relevancia de la información,	46.2 %	37.2 %	16.6 %
Usar herramientas para compartir archivos y documentos con los estudiantes	<b>Intermedia</b> comunicación y colaboración en ambientes digitales, derechos digitales,	41.8 %	36 %	22.2 %
Utilizar las redes sociales para trabajo colaborativo	<b>Intermedia</b> creación de contenidos, comunicación y colaboración en ambientes digitales, derechos digitales, ciudadanía digital,	37.6 %	40.7 %	21.7 %

**Tabla 3.** Resultados encuesta a docentes del nivel medio superior. Fuente: Elaboración propia a partir de SEP (2019).

### **Anexo 3. Carta de presentación**

Cuernavaca, Mor., a 26 de abril de 2023  
Asunto: Carta de presentación de estudiante  
de la Maestría en Investigación Educativa

**Director de la Escuela  
PRESENTE**

Mi nombre es **Cruz María García Díaz Infante**, soy licenciada en Química por la Universidad Nacional Autónoma de México y actualmente curso el segundo semestre de la Maestría en Investigación Educativa (MIE) en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

La investigación que desarrollo con la asesoría de la Dra. María Luisa Zorrilla Abascal, profesora-investigadora adscrita al ICE, tiene como objetivo conocer el uso de recursos educativos abiertos en las clases de química en el nivel medio superior.

A fin de ubicar el estudio en un contexto específico, tengo el interés de realizar la investigación en las escuelas de nivel medio superior de la UAEM.

Entre los alcances del proyecto que se consideran relevantes para la comunidad escolar de las preparatorias de la UAEM se incluye un diagnóstico de las habilidades digitales y las necesidades de capacitación docente para el uso de recursos educativos abiertos. Los resultados también pueden contribuir a identificar necesidades de curaduría y/o generación de recursos digitales para la asignatura de química en el nivel medio superior.

La primera fase de la metodología propuesta en el protocolo requiere de la participación del personal docente de la Academia de Química del nivel medio superior de la UAEM, y es por esta razón, que amablemente solicito su apoyo para contar con información y facilidades de acceso para el trabajo de campo.

Estoy en la mejor disposición de concertar una cita para compartirle los detalles de esta primera fase del proyecto.

Agradezco el tiempo prestado y quedo a su disposición.

**Lic. Cruz María García Díaz Infante  
Estudiante de la MIE**

**Vo. Bo.  
Dra. María Luisa Zorrilla Abascal  
Directora de tesis y  
Profesora-Investigadora de Tiempo Completo  
Instituto de Ciencias de la Educación**

#### Anexo 4. Diseño de encuesta. Etapa 1

Título: Uso de recursos educativos digitales gratuitos (RDG)<sup>13</sup> en las clases de química de nivel medio superior

Objetivos: Identificar qué proporción del personal docente de química en escuelas del nivel medio superior de la UAEM utiliza RDG y cuáles son los tipos utilizados con mayor frecuencia.

¿Qué busco?	¿Cómo lo obtengo?
Perfil (Género, edad, escolaridad, experiencia docente en química en EMS)	1. Nombre (completar)
	2. Género (selección simple) opciones: Femenino, Masculino, prefiero no responder
	3. Edad (lista desplegable) opciones: rangos incremento 10, inicia en 20
	4. Escolaridad: nivel y área de conocimiento (lista desplegable/completar) Opciones: Licenciatura, Especialidad, Maestría, Doctorado
	5. Años de experiencia docente en química en EMS (completar)
	6. Plantel de la preparatoria de la UAEM en que labora (lista desplegable) Escuela Comunitaria de Tres Marías/Huitzilac Escuela de Técnicos Laboratoristas/Campus Norte Preparatoria No. 1/Cuernavaca Preparatoria No. 2/Cuernavaca Preparatoria No. 3/Cuautla Preparatoria No. 4/Jojutla Preparatoria No. 5/Puente de Ixtla Preparatoria No. 6/Tlaltizapán
Dato de contacto	7. La siguiente etapa de esta investigación es una entrevista (presencial o por videoconferencia). Si usted fuera persona candidata, ¿Cuál sería el medio preferido para recibir la notificación? WhatsApp                      Correo electrónico (completar)
Competencias digitales vida cotidiana	8. Seleccione los dispositivos digitales que ha utilizado en la última semana: (Selección múltiple) Opciones: teléfono inteligente, Tablet, computadora, lector electrónico de libros, altavoces inteligentes Otros:(completar) 9. Seleccione las opciones preferidas de comunicación con su familia, amigos o compañeros de trabajo mediada por tecnología: (selección múltiple) Opciones: Llamada telefónica, mensaje de texto, Whatsapp, videollamada, correo electrónico, redes sociales (Facebook, Instagram) Otras: (completar) 10. Seleccione las acciones que realiza para proteger sus datos personales al utilizar dispositivos digitales.:

<sup>13</sup> Después del pilotaje de la encuesta, se prefirió el término recurso educativo digital gratuito (RDG) por ser más claro que REA (Recurso educativo abierto). Así, no sería necesario aportar información para explicar que se entiende por REA en esta investigación y alterar la información obtenida en la encuesta y posteriormente en la entrevista.

	(selección simple) opciones: Protejo ciertos datos personales, Protejo con contraseña los archivos con datos personales, Evito almacenar datos personales electrónicamente, Protejo exhaustivamente los datos personales, No los protejo.
¿Qué busco?	¿Cómo lo obtengo?
Competencias digitales tareas administrativas	<p>11. ¿Cuál es el medio que prefiere para intercambiar sugerencias y/o materiales didácticos con sus colegas de la asignatura? (selección múltiple) Opciones: Mensaje de texto, Whatsapp, videollamada, correo electrónico, redes sociales (Facebook, Instagram), pizarras colaborativas (Jamboard, Padlet) Otros: (completar)</p> <p>12. ¿En los últimos 12 meses ha participado en algún curso de capacitación/actualización en modalidad a distancia? (selección si-no).</p> <p>13. ***Durante los últimos cuatro años, ha utilizado herramientas o recursos digitales en las clases de química: (selección sí – no*; ir a *Describa las razones principales por las que no utiliza herramientas o recursos digitales en las clases de química (Completar) *ir a terminar encuesta.)</p>
Uso de REA	<p>14. Seleccione de la lista los <b>recursos digitales de acceso gratuito</b> que ha utilizado en sus estrategias didácticas para las clases de química en el nivel medio superior.</p> <p>Ninguno          Texto (libros, artículos, blogs, noticias)          Imagen          Infografía          Mapa mental          Mapa conceptual          Animación          Video          Podcast          Material interactivo (diseñado en <i>Kahoot, Worksheets, Edmodo</i>)          Simuladores (PhET, <i>Educaplus</i>)</p> <p>15. Seleccione, si fuera el caso, los recursos elaborados por usted. (duplicar pregunta 14)</p>
Competencias digitales pedagógicas y didácticas	<p>16. Durante las clases a distancia por el periodo de pandemia por COVID-19, la vía de intercambio de actividades con los estudiantes del curso de química fue: (completar)</p> <p>17. ¿Ha utilizado alguna herramienta o recurso digital para la evaluación (diagnóstica, formativa o sumativa) de sus estudiantes? (selección sí*-no) (*completar: ¿cuál(es)?)</p> <p>18. De acuerdo con su experiencia en el aula con el uso de RDG, considera que la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de la química es: (Seleccionar un nivel), de niveles del 1-5.</p>
Extra:	19. Puede compartir algún comentario o sugerencia relacionado con este cuestionario: (completar)



## Anexo 5. Guía para entrevista semiestructurada

Título: Búsqueda, selección, evaluación y apropiación de Recursos Educativos Abiertos para la enseñanza de la química en nivel medio superior.

Buen día profesor/profesora \_\_\_\_\_, gracias por aceptar mi solicitud para participar en esta entrevista con una duración aproximada de 60 minutos. Soy Cruz María García Díaz Infante, estudiante del tercer semestre de la Maestría en Investigación Educativa en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UAEM. La intención de esta entrevista es obtener información sobre cómo el personal docente que imparte Química en el nivel medio superior busca, selecciona y evalúa los REA que utiliza en sus clases, para describir de forma general la situación actual en este nivel educativo en la UAEM.

La entrevista busca recuperar lo que usted hace habitualmente para integrar RD en su planeación de clase, por lo que sus respuestas no se considerarán correctas o incorrectas.

Como se detalla en el formulario de consentimiento informado que hemos firmado, resguardaré y trataré de manera confidencial la información que me brinde y no daré a conocer su identidad en ninguno de los reportes derivados de esta investigación.

Con la finalidad de organizar la información requiero algunos datos personales:

- Nombre completo
- Edad
- Formación académica
- Años de experiencia (química en nivel medio superior)
- Unidad académica en la que labora
- En qué modalidad imparte las clases (en la UAEM)

NOTA: En este guion, el texto que aparece en **color negro** son las **preguntas principales** que la entrevistadora formulará directamente a las personas entrevistadas. El texto que aparece en **color verde** son las notas de la

entrevistadora sobre el diseño del guion, las cuales **se usarán para explorar la información a mayor profundidad**, dependiendo de las respuestas que se obtengan con las preguntas principales.

### Guion

Con las preguntas 1-3 espero que mencione la identificación del REA a partir de la necesidad didáctica del recurso para el logro del aprendizaje; la búsqueda: qué, cómo y dónde buscó, qué y dónde encontró; cómo eligió el recurso que utilizó; cómo lo almacenó y/o compartió, cómo y por qué lo integró de esa manera al trabajo con los estudiantes y si conoce las licencias que le permiten hacer uso del recurso.

0. ¿Qué es para usted un Recurso Educativo Abierto (REA)?

1. Entiendo que usted ha usado REA en sus clases, le pido por favor me describa paso a paso **cómo busca** los REA que ha empleado.

Preguntas de apoyo (en caso de que no mencione alguno/s de estos temas en su respuesta)

- a. ¿Utiliza palabras clave de búsqueda? ¿Cómo las determina?  
¿Qué buscador/es utiliza? ¿Usa las herramientas de búsqueda avanzada? ¿Emplea operadores booleanos?
- b. ¿Su búsqueda es solo en español o en otros idiomas? \*Si otros idiomas: ¿Cuáles? ¿Por qué?
- c. ¿Conoce algunos sitios donde haya recursos disponibles para los diversos temas trabajados en sus clases? ¿Puede compartir algunos ejemplos (desde su equipo de cómputo)?

2. ¿Cómo es el proceso para **seleccionar** un REA?

Preguntas de apoyo (en caso de que no mencione alguno/s de estos temas en su respuesta)

- a. ¿Revisa distintos tipos de recurso para el mismo tema?
- b. ¿Qué características debe tener un recurso para ser seleccionado? ¿Revisa usted quién lo elabora/publica? ¿Cómo sabe si el recurso es gratuito?
- c. Cuando encuentra un recurso que considera útil, ¿cuánto tiempo aproximado dedica a revisarlo? ¿Cómo revisa la confiabilidad del contenido científico, la pertinencia para el nivel educativo, la redacción y ortografía, el diseño, la funcionalidad, la compatibilidad con diferentes sistemas operativos?

3. ¿Cómo es su proceso para **guardar y recuperar** los REA seleccionados?

Preguntas de apoyo (en caso de que no mencione alguno/s de estos temas en su respuesta)

- a. Una vez que ha encontrado el recurso que cumple con los requisitos, ¿lo almacena? ¿Cómo? ¿Dónde?
- b. Si tuviera que utilizarlo o compartirlo, ¿lo encontraría con facilidad?
- c. ¿Conoce herramientas para hacer colecciones personales de recursos en línea? (herramientas de curaduría como Pocket, PearlTrees, ScoopIt!, Paper.li, Pinterest, etc.)

4. ¿**Comparte** usted REA con sus colegas?

Preguntas de apoyo (en caso de que no mencione alguno/s de estos temas en su respuesta)

- a. En caso de respuesta afirmativa, preguntar ¿cómo los comparte?
- b. En caso de respuesta negativa: ¿por qué no?
- c. ¿Solicita usted apoyo de sus colegas para buscar y seleccionar REA? ¿Algunos de sus colegas comparten REA con usted?

5. Teniendo en cuenta sus experiencias con el uso de REA para las clases de Química en la preparatoria \_\_\_\_\_, ¿Cuáles son los **retos** que ha tenido que enfrentar para integrar a sus clases REA de manera exitosa?

Aquí espero que mencione infraestructura, capacitación, habilidades digitales de docentes y estudiantes, dominio de los contenidos a enseñar y conocimientos didácticos de la química, situaciones extraordinarias (como la pandemia).

Si no menciona los desafíos derivados de la pandemia, agregar estas preguntas de apoyo:

- a. ¿Existieron modificaciones en la forma en que usted utilizaba REA durante y después del periodo de aislamiento por COVID-19? Mencione cuáles.
  - b. ¿Cuáles estrategias adoptó durante el confinamiento y discontinuó al regresar a clases presenciales?
  - c. ¿Cuáles adoptó durante el confinamiento y se han mantenido en las clases presenciales?
  - d. ¿Qué estrategias utilizaba antes de pandemia y se mantuvieron sin cambio hasta la actualidad?
6. ¿Qué posibilidades de solución identifica para los retos mencionados?
- a. ¿Cuáles situaciones dependen de la institución para ser solucionadas?
  - b. ¿Cuáles situaciones pudiera usted resolver?

7. ¿Hay algún recurso en particular que le resulte de interés por su utilidad o diseño? ¿Qué **características** fueron las más relevantes para usarlo en el trabajo con los estudiantes? ¿Puede compartir el enlace o mostrar el recurso?

Con esta información espero conocer los tipos de REA que usa la persona entrevistada.

Preguntas de apoyo (en caso de que no mencione alguno/s de estos temas en su respuesta)

- a. ¿Qué tipos de REA prefiere?:
  - qué formato es el preferido y por qué (texto, imagen, audio, video o interactivo)
  - que presenten contenidos o que permitan a los estudiantes realizar actividades (o ambos)

- para computadora, para móvil o que se puedan acceder a través de cualquier dispositivo

8. A partir de su experiencia, ¿Cuáles son las **razones** por las que ha decidido integrar REA a sus estrategias didácticas?

Aquí busco explorar las motivaciones personales de cada persona entrevistada.

¿Le han solicitado en su unidad académica emplear REA en su labor docente?

9. ¿Cómo sería el contexto ideal para facilitar el trabajo del personal docente en el uso de REA como materiales de uso cotidiano en las clases de química en el nivel medio superior?

Aquí espero que aporte información para complementar las preguntas anteriores.

10. ¿Le gustaría comentar algo que no se haya considerado en la entrevista y que se relacione con los temas abordados en ella?

Tiene la intención de cerrar la entrevista permitiendo que la persona entrevistada exprese de manera libre cualquier otro pensamiento que aporte información relevante a la investigación.

## Anexo 6. Rúbrica para evaluar guion de entrevista

Estudiante: Cruz María García Díaz Infante (MIE 2022)

Título: Búsqueda, selección, evaluación y apropiación de Recursos Educativos Abiertos para la enseñanza de la química en nivel medio superior

Se adjuntan preguntas de investigación y el guion de entrevista a evaluar

Persona experta que realiza la valoración: Nombre

Criterio	No cumple (0 a 4 puntos)	Cumple parcial (5 a 7 puntos)	Cumple (8 a 10 puntos)	Observaciones y/o recomendaciones
<b>PREGUNTAS (este apartado evalúa las preguntas contenidas en el guion de entrevista)</b>				
1. Las preguntas incluidas en el instrumento son <b>afines</b> con las preguntas de investigación.				
2. Las preguntas son de tipo empírico, por lo que permiten <b>obtener datos</b> para intentar dar respuesta a las preguntas de investigación.				
3. Las preguntas son <b>claras</b> .				
4. Las preguntas son <b>neutras</b> (sin sesgos)				
5. Las notas auxiliares son <b>pertinentes</b> para orientar la entrevista y profundizar en la exploración de los temas en caso de que no se obtenga la información deseada a partir de un primer cuestionamiento.				
6. Hay oportunidad para que la persona entrevistada agregue <b>información adicional no contemplada en la entrevista</b> .				
7. Las preguntas siguen un <b>orden de importancia decreciente</b> (captar primero lo que más interesa de acuerdo con el objetivo de la investigación).				
<b>INTRODUCCIÓN (esta sección evalúa el apartado introductorio del guion de entrevista)</b>				
8. Se contempla <b>información introductoria-contextual</b> para situar el objetivo de la entrevista				

9. El estimado de <b>tiempo</b> para aplicarla es realista.				
10. Se garantiza adecuadamente el <b>anonimato</b> de la persona entrevistada y el tratamiento confidencial de la información.				
11. Se solicitan los <b>datos personales</b> indispensables para identificar y caracterizar a la persona entrevistada.				
Comentarios adicionales al instrumento (no expresados previamente):				

Fecha en que se realizó la evaluación:

Puntaje final (suma de los puntajes asignados a cada criterio):

¡Muchas gracias por el valioso apoyo!

## Anexo 7. Formatos de consentimiento informado de participación



Carta de consentimiento informado: **Encuesta**



Título del Proyecto de investigación: **Recursos educativos abiertos (REA) en la asignatura de química en el nivel medio superior: estado actual y desafíos**

Investigadora: **Cruz María García Díaz Infante** [cruz.garcia@uaem.edu.mx](mailto:cruz.garcia@uaem.edu.mx)

Institución: **Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Instituto de Ciencias de la Educación**

Programa: **Maestría en Investigación Educativa**

Directora de Tesis: **María Luisa Zorrilla Abascal** [maria.zorrilla@uaem.mx](mailto:maria.zorrilla@uaem.mx)

Se extiende una cordial invitación para participar en la investigación que tiene como objetivo conocer los usos y prácticas del personal docente relacionados con los recursos educativos abiertos (REA) en las clases de química de nivel medio superior. Si usted acepta, se le pedirá responder una encuesta en formato digital con una duración aproximada de 20 minutos, desde la siguiente liga:

<https://forms.gle/pAp8YanaVjhCeGLeA>

Los datos proporcionados serán resguardados por la investigadora y serán utilizados de manera confidencial solo para fines académicos y de investigación. La participación es libre y voluntaria.

### **Consentimiento:**

Al aceptar la invitación, acepto lo siguiente:

- Que el estudio me ha sido explicado.
- Que tengo derecho a retirarme del estudio en cualquier momento.
- Que tengo libertad ahora y en el futuro para hacer preguntas acerca del estudio.
- Que conozco el compromiso de la investigadora para mantener mi información con carácter de confidencial.

( ) Por tanto, **acepto** participar en este proyecto de investigación educativa.

( ) Por tanto, **no acepto** participar en este proyecto de investigación educativa.

**Su aceptación o no aceptación de los términos expresados en este formato será consultada a través de una pregunta en el cuestionario en línea, por lo que su respuesta quedará registrada y vinculada a su nombre y fecha de respuesta.**

**¡Gracias!**





## Carta de consentimiento informado: **Entrevista**



Título del Proyecto de investigación: **Recursos educativos abiertos (REA) en la asignatura de química en el nivel medio superior: estado actual y desafíos**

Investigadora: **Cruz María García Díaz Infante** [cruz.garcia@uaem.edu.mx](mailto:cruz.garcia@uaem.edu.mx)

Institución: **Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Instituto de Ciencias de la Educación**

Programa: **Maestría en Investigación Educativa**

Directora de Tesis: **María Luisa Zorrilla Abascal** [maria.zorrilla@uaem.mx](mailto:maria.zorrilla@uaem.mx)

Usted cumple con las características para participar en la segunda fase de la investigación que tiene como objetivo describir el proceso de búsqueda y selección de recursos educativos abiertos (REA) en las clases de química de nivel medio superior.

Si usted acepta, participará en una entrevista con duración aproximada de 60 minutos que será audiograbada, Puede elegir entre el formato presencial o por videoconferencia en el horario que de manera previa se acordará, tomando en cuenta su disponibilidad. Se recomienda que durante la entrevista tenga a la mano su equipo de cómputo, para que pueda mostrar algunos REA que usa o ha usado en sus clases.

Los datos proporcionados serán resguardados por la investigadora y utilizados de manera confidencial solo para fines académicos. La participación es libre y voluntaria.

### **Consentimiento:**

Me han informado que la entrevista tiene una duración aproximada de 60 minutos y será audiograbada: y que la investigadora tiene la disposición de compartir conmigo los resultados que arroje este proyecto de investigación educativa.

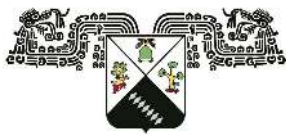
( ) Por tanto, **acepto** participar en esta fase del proyecto.

( ) Por tanto, **no acepto** participar en esta fase del proyecto.

Nombre del (la) participante: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**¡Gracias!**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

*"Evolución Mediante la Educación"*

## ACTA DE DICTAMEN DE TRABAJO DE TESIS

Las y los integrantes de la Comisión Revisora del Trabajo de Tesis de Maestría titulado: **REA para la enseñanza de la química en educación media superior: estudio cualitativo con docentes** que presenta la candidata a Maestría en Investigación Educativa: **Cruz María García Díaz Infante**, quien realizó su investigación bajo la Dirección de la Dra. María Luisa Zorrilla Abascal, después de haber revisado la tesis, otorgan el dictamen siguiente: **APROBADA**

Observaciones:

Cuernavaca, Morelos, a 24 de mayo de 2024

DIRECTOR(A) DE TESIS	Dra. María Luisa Zorrilla Abascal
LECTOR(A)	Dra. Ana Esther Escalante Ferrer
LECTOR(A)	Dra. María Luisa del Carmen Garduño Ramírez
LECTOR(A)	Dra. Maribel Castillo Díaz
LECTOR(A)	Dra. Rosa María Guadalupe Vadillo Bueno





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**MARIA LUISA ZORRILLA ABASCAL | Fecha:2024-05-24 10:10:04 | FIRMANTE**

H98h9uS0AVuA/k845LvHH0rasEfrSOI5y+fUlemRwdhuGecXmsNWRMdoQXbY1mkjaqvDNCQSZk7yWPFDSayoBxafXTpgBjoW6i6qjhSrEsHYChpCWv3UqH7orvil/jbNHv5orvS  
siY5YfaAmWQXr0G6vEj7Ar8DPZNEqRUNpzESXDMf+J5rEn+VSIUVFbc38QlxETLd36Su4ZR9bKmmTppqY8rIU9jq0FwD/M58k0mDUPEmLJ5RcN/zp0n2SyNSecuFuL+iwFwLa4  
RyiegDpXmolaYYQFWuWgRJulFJC9H+7REYeOghFCoNSTRP563zvrnioutO9iYuBprij8Kopag==

**ANA ESTHER ESCALANTE FERRER | Fecha:2024-05-24 10:31:39 | FIRMANTE**

j6Fvv3irer1JxoSh/8lobir/Ju7ca1HOwFSLq7Vsd7VVIQC9PmkisYafKj0KxRz5x97ZpYEL49n/SVAXjPlh1xZt0JefdjUabS2QUjXfum8Ug+V2jb57qzYEL63fMOo7mMZSOUfbOSfRNF  
+m3qBzai9d6BHP52ldbCjiz9dHHnk5jYhAZoGkOffvmNuO7s7cFrKrTNNi9VZHCaOVYgWtuYgnofWG7rPTTrcUZUfJmkCq1w+wdGtU1GsHecZfaxwVneq5MBQcVcMAQxdjMuTy  
vQRVCdSuxraG6qx9esXS5WHRoNYMhpsNfEfrSzlnrTjffMznP1kaAsLKloEm2ePgA==

**MARIA LUISA DEL CARMEN GARDUÑO RAMIREZ | Fecha:2024-05-24 10:54:15 | FIRMANTE**

XC/cHAjMRiLTRDw4Ba4ukLiapdirLfnPQQBRAEXHy+A8AotXpJwPMCCQ/0Cmp/d3iNKxWnfNZOwbw0pF3jcer4roVCIARhlv9anP5GBtGU3Uj+fWU2nzEQolp7L1jca+vTYrJ7AS  
EIEpyuEG0Cp0GBt4quYXTjhb05XXGgaA1wbZe1w1mNCMrNUBgPMfPQED7XfkBKMCw+M7etcyOgF+iSb36bGkgT3657s3VlftU+mTAEIBeEJKFYajDZw31Yr0g9oajZO3yVJR2  
Z5sVK/nLgiltfoKYebj2APceyFgNJ5oiTc++p0vU85OhBnf46Ku9mK2ibA/XI8DXQZp9koA==

**MARIBEL CASTILLO DIAZ | Fecha:2024-05-24 18:57:22 | FIRMANTE**

CbFeVeRrLti6JmY77qhr6jYO8SuEnKiiWDCPeEa+oGkO181mqSZos5B2kpPMZUjr6aFLy+bgW+/6OZSSJgqlxdTs7QfaXEU6XUq6k/mbyjHitiFzmdrQqMv3qvtZ1qQ3oywpTtm  
K9H0Z+ENG0s/UTmPExo+sGFN/Zoatwlf+mTTKNHQEUnh6jQzzfkCN1qKoC5vw/GbaHi/ffWbH6a+SUjNPIDkol.tcsUU6eu7fL9NXLuFkKVCZYRunuB0+07Me65UODtJBr61Bsg3  
Lmbd1vxwQSBfEkn+WkiPlvObY31StVM8hiRmZA/srVlxvKJqZLU0kV6L4UouHMcgJVUAg==

**ROSA MARÍA GUADALUPE VADILLO BUENO | Fecha:2024-05-28 17:22:39 | FIRMANTE**

KXDEBq6bwJxr2XBSL5jH3xPer2DEA9G1vRKMLuTAVev7JqgW0515e/Wr+FB1YeYkok15O+6HAR/KpDsdPG30CsbfBz1fNCH4+oQSmKjZhc68UkJPxP+4oJGkUYHBF7Gq9O  
ZSkGJ2DO1spSHj29GWwpz0rGHqC4bGIYZw+h8J/JG8HnR/F3ZfwGMmSI5PiqXCqkTGww3bJfoJedFnM2++z3Jwuh0wEZPzVChZJ/w26fVtgKo/ekzeJl90MP9zLaQIT/+iPPPRg  
9q9AdAlpBEJD0mDMVxWhobXgPH32F6xhvhwL3Z8q+rZyw86TBX2e/cnTsKQvmZ+VXvDBKaW52Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



hpE7jFqvO

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/SBmpD2qe4YvJhYS9kY7EvoJSIQ1G1YY1>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029