



Diseño de una propuesta de enseñanza con el uso de la Representación del Contenido mediada por herramientas digitales sobre sustancias y mezclas.

James Alexis Lucio Camayo

Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
2023



Título del trabajo de grado

James Alexis Lucio Camayo

MG. Robinson Viafara Ortiz

Director

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

2023

Dedico este trabajo a mi familia: A mi padre, a mi esposa por su incondicional apoyo al complejo proceso del desarrollo y culminación de este trabajo de grado y en especial a mi madre y abuela, sé que, aunque no están presentes de cuerpo, siempre estarán acompañándome.

Agradecimientos

A la Universidad Del Valle por brindarme la oportunidad de cumplir con mi desarrollo profesional y académico. Agradezco a mi director, Mg. Robinson Viafara Ortiz, por la gran persona, por el apoyo desde los inicios de la carrera, sus valiosos aportes y el tiempo que dedicó para que fuera posible el desarrollo de este trabajo.

Así mismo quiero agradecer a todos y cada uno de mis compañeros que contribuyeron en mi crecimiento profesional y como persona, especialmente a Jorge Ocampo López y Alejandra González López y también a todas las personas que, con su apoyo y ánimo, me ayudaron a culminar este trabajo, demostrando que con esfuerzo y dedicación es posible alcanzar cualquier meta.

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realizó el diseño de una propuesta de enseñanza sobre sustancias y mezclas, haciendo uso de recursos digitales para hacer énfasis en los tres niveles de representación del lenguaje de la química. Esto se logró a través de una metodología cualitativa de tipo descriptivo, haciendo uso de la Representación del Contenido (ReCo) como instrumento metodológico para el diseño de la enseñanza. Esta investigación da como resultados en primer lugar una ReCo en la cual se explicita la propuesta de enseñanza en los tópicos; sustancias y mezclas, en segunda instancia, un material de dicha propuesta en forma de una cartilla digital para estudiantes. Con base a ellos se pudo concluir que la ReCo es una herramienta útil y valiosa para la formación y la investigación de los profesores de ciencias, ya que facilita la reflexión y explicitación y desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido sobre las diferentes dimensiones de la enseñanza y contribuyendo a mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Palabras clave: Representación del Contenido (ReCo), Sustancias, Mezclas, Estudios de diseño

Abstract

In this research work, the design of a teaching proposal on substances and mixtures was carried out, making use of digital resources to emphasize the three levels of representation of the language of chemistry. This was achieved through a qualitative descriptive methodology, using Content Representation (ReCo) as a methodological instrument for the design of teaching. This research results in, first, a ReCo in which the teaching proposal is made explicit in the topics; substances and mixtures, secondly, a material of said proposal in the form of a digital booklet for students. Based on them, it was concluded that ReCo is a useful and valuable tool for the training and research of science teachers, as it facilitates reflection and explication and development of pedagogical content knowledge on the different dimensions of teaching and contributing to improving the quality of teaching and learning science.

Keywords: Content Representation (ReCo), Substances, Mixtures, Design Studie

Tabla de contenido

Introducción.	9
1. Planteamiento del problema	12
1.1 Pregunta de investigación.	14
1.2 Justificación.	15
1.3 Antecedentes	18
2. Marco teórico	25
2.1 Investigación de los estudios de diseño de la enseñanza.	25
2.1.1 Origen, conceptualización y aportes	26
2.1.2 Enfoques de los estudios de diseño.	28
2.1.2.1 Estudios de diseño desde el enfoque del aprendizaje.	28
2.1.2.2 Investigación basada en el diseño desde la perspectiva de la tecnología.	29
2.1.2.3 Estudios de diseño desde el enfoque curricular	29
2.1.3 Instrumentos metodológicos	30
2.1.3.1 Secuencias didácticas	31
2.1.3.2 Secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)	31
2.1.3.3 La Representación del Contenido (ReCo)	32
2.2 La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de mezclas y sustancia	34
2.2.1 Conceptualización de mezclas y sustancias.	35
2.2.2 Dificultades más comunes en la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias.	36
2.2.3 Los tres niveles de representación en la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias.	38
2.2.4 Los recursos digitales y sus aportes a la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias.	40
3. Objetivos	41
4. Metodología	42
5. Resultados	60
6. Conclusiones	86
7. Referencias	88
8. Anexos	95

Índice de tablas.

Tabla 1. <i>Conceptualización de sustancias y mezclas por diferentes autores.</i>	33
Tabla 2. <i>Relación entre principios de diseño y preguntas del instrumento</i>	46
Tabla 3. <i>Contenido de la unidad de muestreo.</i>	51
Tabla 4. Unidad de Contexto.	53
Tabla 5. <i>Relación entre las fuentes consultadas, los principios de diseño y las preguntas de la ReCo</i>	56
Tabla 6. <i>ReCo para la enseñanza de sustancias y mezclas.</i>	64

Índice de figuras.

Figura 1 1 Interfaz de cartilla del estudiante.....	85
---	----

Introducción.

Este estudio se basa en dar alternativas de respuesta a algunos de los problemas que surgen con la enseñanza y aprendizaje de conceptos abstractos y complejos y los niveles de representación de la química. Por lo tanto, se busca comprender este tipo de problemática y proponer alternativas de solución para estas dificultades mediante el diseño de una propuesta de enseñanza que tenga en cuenta los resultados de los procesos de investigación. Esto se fundamenta en la idea que los docentes diseñadores requieren de la fundamentación y explicitación de su conocimiento pedagógico del contenido para la toma de decisiones curriculares y de enseñanza.

La metodología utilizada tuvo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, enmarcada en la línea de los estudios de diseño. Como referentes teóricos, se hizo énfasis en la línea del diseño de la enseñanza, los conceptos de sustancias y mezclas y los aportes de las TIC y los recursos digitales a la enseñanza de las ciencias. Con base a lo anterior, para el diseño y desarrollo de esta propuesta se seleccionó la representación del contenido (ReCo) a manera de instrumento metodológico para el diseño fundamentado de una propuesta de enseñanza sobre los conceptos de sustancias y mezclas dirigida a los estudiantes de noveno grado. En ella se plantean actividades contextualizadas, enriquecidas mediante el uso de recursos digitales para potenciar el aprendizaje de conceptos de alto nivel de abstracción como el de las sustancias.

En ese sentido, este proceso de investigación dio origen a dos productos académicos: en primer lugar, una propuesta de enseñanza en los tópicos; sustancias y mezclas y en segunda instancia, un material digital de apoyo para estudiantes.

El documento está formado por seis capítulos que a saber son: El primer capítulo trata sobre el planteamiento del problema, su justificación y antecedentes, en los que se fundamenta la problemática existente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de sustancias y mezclas. Además, se destaca la importancia de abordar esta problemática mediante un estudio de diseño de enseñanza. En él también se presenta una revisión de los antecedentes, en la que se analizan investigaciones previas sobre los distintos factores que afectan la problemática educativa planteada. Estos antecedentes nos brindan información útil y sugerencias para abordar la problemática de manera efectiva.

El capítulo dos contiene el marco teórico que ayuda a comprender el origen del problema y justifica las decisiones metodológicas en cuanto al diseño y sus enfoques centrados en el aprendizaje, la tecnología y lo curricular. Así como el instrumento metodológico de diseño, es decir, las secuencias de enseñanza y finalmente la conceptualización de los conceptos de sustancias y mezclas.

El capítulo tres establece los objetivos generales y específicos que se buscan lograr a través de la investigación. El cuarto abordan los aspectos metodológicos, para la resolución de la problemática, utilizando una metodología con enfoque cualitativo de tipo descriptivo, enmarcada en la línea de los estudios de diseño. En el capítulo cinco se muestran dos resultados claves: el primero consiste en una propuesta de enseñanza sobre los conceptos de sustancias y mezclas, utilizando el instrumento metodológico ReCo. El segundo resultado es la producción de un recurso digital interactivo dirigido a los estudiantes. Para finalizar, en el capítulo seis, se exponen las conclusiones obtenidas a través del proceso de investigación.

1. Planteamiento del problema

Nuestra existencia en el mundo moderno inevitablemente cada vez se hace más dependiente de la ciencia y la tecnología, debido a que, en nuestra cotidianidad, es necesario comprender el funcionamiento de diversos fenómenos cotidianos relacionados con la ciencia y la tecnología y requerimos de alimentos, medicamentos, artefactos y un sin número de productos relacionados con este tipo de conocimientos. (Nakamatsu, J. 2012)

En ese sentido, nuestro estilo de vida está muy ligado a la Química, por esta causa es fundamental que la ciudadanía adquiera y maneje conocimientos científicos y tecnológicos que les permitan comprender la funcionalidad de ciertos fenómenos que ocurren en su vida cotidiana y el origen y/o consecuencia del uso de productos derivados de la química.

Lo anterior trae como consecuencia la necesidad de tener conocimientos que nos permitan responder de manera adecuada a estas situaciones, por lo tanto, genera nuevas exigencias y retos a nivel educativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química. Sin embargo, muchos estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje de esta disciplina científica, debido a diversas causas tales como la forma como se desarrolla su enseñanza, los materiales educativos que se usan en ella, la cantidad y naturaleza de sus contenidos (abstractos, dinámicos y complejos), las actitudes y conocimientos previos de los estudiantes y las debilidades formativas de los maestros. (Garnett, 1995; y, Oñorbe de Torre y Col, 2003.) Estas causas no son elementos aislados, sino que, por el contrario, se interrelacionan entre sí, antes, durante y después del proceso de enseñanza y aprendizaje.

En otras palabras, cuando el docente intenta explicar conceptos tales como el de mezclas y compuestos comete errores relacionados con sus debilidades formativas científicas,

pedagógicas y didácticas, como es el caso de usar en sus explicaciones un lenguaje propio de la cotidianidad, pero equivocado en el contexto de la química, lo cual causa confusiones en los estudiantes; además usa materiales análogos y experiencias de naturaleza macroscópica para representar fenómenos de las mezclas, sin tener en cuenta los niveles de representación submicroscópico y simbólico, y de manera inversa cuando explica el concepto de sustancia, lo cual genera confusiones y aprendizajes deficientes en sus estudiantes. Es decir, no logran representar equilibradamente estos conceptos de la química fundamentados en los tres niveles de representación mencionados anteriormente, y no hacen una diferenciación consciente y aplicada a problemas de la vida cotidiana. (Candela, 2016; y, Mishra, Koehler, 2006).

En contraste con lo anterior, se considera que uno de los objetivos del docente es ayudar a sus estudiantes a alcanzar un conocimiento significativo a través de los procesos de enseñanza. En ese sentido, los docentes, a través de nuestro conocimiento pedagógico del contenido, debemos mostrar la química de forma accesible y comprensible, de manera que el estudiante se motive y pueda alcanzar el conocimiento propuesto (Shulman, 1987).

Este conocimiento nos debe facultar para la toma de decisiones curriculares y de enseñanza propias del diseño de propuestas de enseñanza contextualizadas que respondan a los intereses y necesidades de los estudiantes, las cuales debe estar complementadas con la selección de estrategias de enseñanza y recursos didácticos que nos permitan representar eficientemente conceptos tan complejos y abstractos como los de mezclas y sustancias desde los tres niveles de representación de la química, como es el caso, de los recursos digitales. Con base a lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación.

1.1 Pregunta de investigación.

¿Cómo diseñar una propuesta de enseñanza en la cual se articulen recursos digitales para la diferenciación consciente de los tres niveles de representación de la química en los tópicos de mezclas y sustancias?

Esta propuesta se diseñará desde el enfoque de la enseñanza, para ser abordada en la educación media, grado noveno del contexto colombiano. Buscando promover la articulación consciente por parte del docente de los niveles de representación de la química en la enseñanza de las mezclas y sustancias por medio de las TIC.

1.2 Justificación

Entre los principales conceptos para la comprensión de la Química se encuentran los relacionados con las mezclas y sustancias, debido a que en nuestra vida cotidiana estamos en constante interacción con algunas de ellas (Veglia, et al, 2012) llegando a confundirlas entre sí por falta de claridad conceptual. De este modo, el estudio y la comprensión de conceptos como los de mezclas y sustancias, nos permiten a los ciudadanos articular la química, sus productos y su relación o influencia en la sociedad.

En el campo de la educación, aprender a enseñar estos conceptos es una labor compleja, debido a que, por su gran relevancia social, en ocasiones usamos terminología cotidiana que es inadecuada de acuerdo al lenguaje de la química, lo cual dificulta su aprendizaje. Además de esto, en aspectos didácticos la inadecuada representación de los tres niveles (macroscópico, submicroscópico y simbólico) por parte del docente, ocasiona que su comprensión se dificulte aún más de acuerdo a la complejidad y abstracción de los conceptos.

Es por lo anterior, que se justifica el poder plantear de manera fundamentada una propuesta de enseñanza que sirva de orientación a los docentes en ejercicio para hacer una diferenciación consciente y descriptiva cuando en sus explicaciones pasan de un nivel de representación a otro y con esto colaborando a que el estudiante realice una correcta interpretación de las representaciones de los niveles de la química, y tenga aprendizaje significativo sobre estos conceptos y sus implicaciones en su vida cotidiana.

En ese sentido, debido al nivel de abstracción y complejidad de dichos conceptos, se requiere incorporar recursos didácticos que permitan representar de manera adecuada y

eficiente las explicaciones y modelos utilizados por el docente en las sesiones de práctica en el aula. Partiendo de lo anterior, se considera fundamental la incorporación de las potencialidades que nos brindan los recursos digitales en los procesos de enseñanza de este tipo de conceptos y lograr la diferenciación consciente y descriptiva al pasar de un nivel de representación a otro, favoreciendo el aprendizaje y posibilitando la interpretación correcta de cada una de las representaciones utilizadas por el docente.

Esto guarda relación con lo planteado por Moreno, (2006), quien menciona que los jóvenes actuales tienen más desarrollado el canal visual, y una alta estima hacia lo lúdico, debido al tiempo que han sido expuestos a las nuevas tecnologías de la comunicación, desde temprana edad, lo cual aporta un beneficio actitudinal que favorece el proceso educativo. Además, según Carnoy, (2004), los recursos digitales contribuyen al desarrollo de otras habilidades y a que el estudiante ponga en acción su pensamiento analítico mientras interactúa con ellas. Además, según Candela, (2017) es importante resaltar que los recursos digitales suministran diferentes formas de visualización digital para comprender y explicar los diferentes fenómenos químicos desde los tres niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico). Lo anterior justifica la articulación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza de tópicos de la química como las mezclas y soluciones.

Por tanto, se considera de gran pertinencia e importancia el abordar procesos fundamentados y reflexivos que lleven al diseño de propuestas de enseñanza sobre contenidos como mezclas y sustancias que busquen articular los tres niveles de representación de la química mediante el uso de recursos tecnológicos. Lo anterior brinda

un plus que lo hace más relevante y que consiste en el aporte que estos proceso de diseño brindan en el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (CTPC) (Mishra, Koehler, 2006) en el docente diseñador, debido a que lo induce a hacer explícito y a fundamentar la toma de decisiones curriculares y de enseñanza necesarias para plantear una propuesta de esta naturaleza.

Teniendo en cuenta los anteriores planteamientos, esta propuesta aporta en diferentes frentes de la educación científica, proponiendo el uso de recursos digitales para la diferenciación consciente de los tres niveles de representación de la química en la enseñanza de los conceptos de mezclas y sustancias y en la formación docente a través del desarrollo del CTPC del docente diseñador lo cual lo hará más competente para desarrollar la labor docente en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales.

1.3 Antecedentes

Considerar referentes bibliográficos e investigaciones previas es fundamental para la contribución al proceso de construcción del presente trabajo de grado. Para lograr esto se consultaron antecedentes de investigación sobre: la identificación de dificultades de la enseñanza y aprendizaje de las mezclas (Garnett, 1995; y, Oñorbe de Torre y Col, 2003.), el planteamiento de una unidad didáctica de enseñanza sobre mezclas con el uso de las TIC (Albornoz, 2018), e investigaciones sobre implementación de secuencias para superar dichas dificultades mediante el uso de recursos TIC (Bueno Ricardo 2013).

En ese sentido, y específicamente sobre las investigaciones previas que tienen relación con la identificación de dificultades de la enseñanza y aprendizaje del concepto de mezclas, se puede afirmar que se ha encontrado que en relación con la conceptualización en la química, los estudiantes tienen dificultad para diferenciar los conceptos de mezclas y el de compuestos y los conceptos de elemento químico y el de sustancias puras (Garnett, 1995; y, 2005).

Estas dificultades pueden tener relación con las representaciones que se les dan a conceptos básicos de química y a la correspondencia con que se usan en el diario vivir. Esto se debe a que en la vida cotidiana la palabra sustancia se utiliza para designar de manera indistinta a una sustancia pura, una mezcla o una disolución; mientras que en la química cada una de estas entidades químicas tiene un significado y una composición particular y diferente a la otra. Por ejemplo, se tiene la concepción de que el aire o la leche son sustancias puras, pero en realidad son una mezcla y una dispersión respectivamente. (Oñorbe de Torre y Col, 2003)

Continuando con la determinación de dificultades, pero en este caso revisando las que se dan en la enseñanza del concepto de mezcla, se encuentra que el uso de recursos analógicos y estrategias de tipo tradicional han cumplido un papel ineficaz para apoyar el proceso de enseñanza del maestro y el aprendizaje en los estudiantes. Esto se debe a que los conceptos de la química y más específicamente conceptos como el de mezclas, sustancias puras, elementos y compuestos, tienen un alto nivel de abstracción por su naturaleza y por los diferentes lenguajes que se utilizan para su representación. En consecuencia, surgen dificultades para que el docente pueda representar y explicar tópicos de esta naturaleza y nivel de abstracción con estos recursos.

Además de estas dificultades, también se ha detectado que los docentes tienen grandes falencias para poder utilizar un lenguaje apropiado y hacer consciente la diferenciación de los lenguajes de la química en sus explicaciones, pasando implícitamente por sus niveles de representación; microscópico, microscópico y submicroscópico sin hacer explícito y consciente al estudiante de estos cambio. (Candela, 2016; y, Mishra, Koehler, 2006).

Es pertinente mencionar estas dificultades para la explicación de los conceptos en la disciplina de la química, haciendo énfasis en las mezclas, desde el punto de vista macroscópico, sin tener en cuenta las representaciones simbólicas y submicroscópicas ocasionan que los estudiantes tengan dificultades para diferenciar una mezcla de un compuesto, así como un elemento y una sustancia pura. Estas dificultades en la enseñanza, guardan estrecha relación con la formación del docente, y el escaso valor que ellos le asignan a una profunda fundamentación en la planeación de sus clases, llevando a que se

basen principalmente en su experiencia y ocasionando un inadecuado planteamiento de diseños de propuestas que trascienden y tienen repercusión negativa en el aprendizaje de los estudiantes.

Martínez Losada, García Barros, Rivadulla López (2009) plantean que los libros de texto utilizan inadecuadamente una representación diferenciada para ilustrar las mezclas (macroscópicas) y las sustancias químicas (microscópica y simbólica), esto puede tener relación con que los estudiantes no puedan diferenciar o caracterizar adecuadamente los distintos tipos de materia (mezclas y sustancias químicas) desde la perspectiva de la Ciencia escolar. Una respuesta a lo anterior sería que los docentes lleguen a representar los diferentes tipos de materia haciendo uso de los tres niveles de representación y no de manera diferenciada, como lo hacen algunos libros de texto.

Martínez Losada, et al (2009) nos ofrece una revisión de antecedentes que en cuanto a la relación entre los conceptos de mezclas y sustancia nos permite entender que diversos autores proponen la existencia de diversas dificultades: unas asociadas a la ambigüedad o al mal uso de la terminología cotidiana en contextos químicos para llamar indistintamente diferentes materiales como sustancia; otra dificultad para distinguir entre sustancias compuestas y mezclas sobre todo homogéneas en las representaciones macroscópicas por asumir que están conformadas por más de un tipo de sustancia (Briggs y Holding, 1986); y en coherencia con lo anterior se da un uso muy restringido del concepto de sustancia, solamente asignado a sustancias simples, compuestas por un solo tipo de átomo en las representaciones microscópicas o simbólicas (Briggs y Holding,

1986), ya que los niños relacionan los compuestos con mezclas al estar conformados de más de una “sustancia” o átomo.

Al respecto, (Furió y Domínguez, 2007) plantean que la enseñanza muchas veces se centra en el uso de representaciones macroscópicas, haciendo alusión a explicaciones del nivel microscópico, con terminología de la teoría atómica- molecular y con la utilización de lenguaje del nivel simbólico, pero sin establecer explícitamente relaciones conscientes entre estos niveles de representación, teniendo la creencia equivocada de que sus explicaciones serán vinculadas fácilmente por los estudiantes con los conocimientos alusivos a los referentes macroscópicos que supuestamente ya poseen.

Como respuesta a lo anterior, Martínez Losada, et al (2009) proponen que desde el ámbito escolar se fomente una perspectiva articulada de distintos tipos de materia, considerando la caracterización y diferenciación desde los modelos macroscópicos y microscópicos. Es decir, que la enseñanza de la química debe caracterizarse por establecer de manera explícita y consciente las relaciones existentes entre los diferentes niveles de representación macroscópicos, microscópicos y simbólicos.

En relación con el segundo grupo de antecedentes que indagan sobre el planteamiento de propuestas de enseñanza sobre mezclas con el uso de recursos análogos y digitales, se encuentran investigaciones como las desarrolladas por Siso, Pavón, Estrada, Esaa, Carrascal Delgado y Mendoza Monagas (2015) quienes plantean una secuencia de enseñanza adaptada para el contexto educativo venezolano, conformada por diez actividades y abordando contenidos y objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, desde una mirada macroscópica del concepto de mezclas y teniendo en

cuenta experiencias de la vida cotidiana desde una mirada CTS de la enseñanza de las ciencias, haciendo uso de recursos análogos, pero no digitales o tecnológicos.

En sus fundamentos metodológicos plantean la importancia de la implementación de nuevos recursos y estrategias que se adapten al contexto, preferencias, gustos, intereses y necesidades del estudiante. Esto representa abordar las relaciones recíprocas entre estudiantes, desarrollar la creatividad, tener en cuenta a la correlación de las ciencias en el contexto cotidiano del estudiante y todo ello en articulación con la planificación adecuada con objetivos plausibles en una propuesta de enseñanza.

Cabe mencionar que no utilizan de manera explícita ningún instrumento metodológico propio de la línea de los estudios de diseño para la organización y fundamentación de la propuesta, ni presentan conclusiones sobre su estudio.

En contraste con lo anterior, autores como Applying & Peake (2004); Ardac y Akaygun (2005); Barnea y Dori (1999); Ebenezer (2001); Kelly, Phelps, y Sanger (2004); Tasker y Dalton (2006), y Williamson & Abraham (1995) plantean como una alternativa importante para el uso de recursos análogos en la enseñanza de la química, la utilización de recursos digitales tales como las animaciones con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje en la clase de química, además exponen que es una manera más útil de posibilitar la comprensión de los procesos que ocurren a nivel molecular en química integrando animaciones en el proceso de enseñanza (Malkoc, 2017). Esto se afirma en la medida que una propuesta de enseñanza debe abordar no solamente aspectos macroscópicos, sino otros de naturaleza microscópica y simbólica para propiciar mejores aprendizajes de conceptos químicos como el de las mezclas.

Sanchez Murillo (2018) Propone el uso de herramientas como las Applets desarrolladas por la Universidad de Colorado (2018) a través de una plataforma virtual de aprendizaje en modalidad a distancia (e-learning) que brinda una gran variedad de herramientas en las que también se integran simuladores Phet. Con las que se puede interactuar de manera segura, donde se tiene la posibilidad de hacer representaciones de resultados gráficamente, así como realizar observaciones en 3D.

Ruge (2017) en su trabajo la modelización de los conceptos de sustancia y mezcla como estrategia de comprensión en un curso de química de educación media tuvo como objetivo “analizar y proponer explicaciones sobre cómo la modelización favorece la comprensión relevante y significativa de los conceptos de sustancia y mezcla en un curso de química de educación media”. Este trabajo busca cambiar la forma de enseñanza de las ciencias abordando algunos conceptos de manera profunda, para lograr que los estudiantes pudieran lograr comprender y explicar algunos fenómenos que tienen lugar en su contexto a partir de la construcción de conocimientos, para alcanzar el objetivo el autor propone la construcción e implementación de una propuesta didáctica sobre los conceptos de mezclas y sustancias aplicando la modelización. Con la finalidad de superar las dificultades en la enseñanza de estos temas.

Por otra parte, se consulta sobre un último grupo de antecedentes en donde se aplican dichas propuestas de enseñanza para superar las dificultades en el aprendizaje de las mezclas.

(Osorio, Bermúdez, 2019; Bueno, Ricardo, 2013) El presente estudio se basó en la aplicación de una metodología de tipo didáctica para la enseñanza y aprendizaje de

disoluciones químicas mediante el uso de las TIC, orientada en la participación activa por parte de los estudiantes, según el diseño de las actividades, que permitió articular su organización cognitiva, los tópicos desarrollados en una unidad, arrojando como resultado un desempeño académico destacado. Este estudio expuso la pertinencia de las estrategias empleadas en ambientes virtuales para el proceso de enseñanza y aprendizaje de soluciones químicas.

En otro estudio se realizó la comparación entre los modelos; tradicional, constructivista y tecnológico, con base en los resultados académicos y la motivación durante la aplicación de la unidad didáctica “Mezcla y sustancias puras”. Se llegó a la conclusión que los estudiantes que utilizaron el modelo constructivista y tecnológico obtuvieron mejores resultados en sus notas post-test con la aplicación del modelo Flipped Classroom, en cuanto a los estudiantes intervenidos con el modelo tradicional, las calificaciones obtenidas fueron más bajas (Jalón, 2015)

2. Marco teórico

Este apartado se realizó con base a la revisión y análisis de una serie de fuentes bibliográficas que conceptualizaban sobre los principales elementos teóricos que permiten obtener una mejor comprensión de la problemática de investigación que orienta este proceso investigativo y, por tanto, contribuyen a dar una respuesta más fiable de acuerdo a estos fundamentos. En ese sentido, los referentes teóricos que conforman este capítulo son los siguientes: Investigación de los estudios de diseño de la enseñanza, Enfoques de los estudios de diseño, Estudios de diseño desde el enfoque del aprendizaje, Investigación basada en el diseño desde la perspectiva de la tecnología, Estudios de diseño desde el enfoque curricular, Instrumentos metodológicos, Secuencias didácticas, Secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA), La representación del contenido (ReCo), La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de mezclas y sustancias, Conceptualización de mezclas y sustancias, Dificultades más comunes en la enseñanza y aprendizaje de mezclas y sustancias, Los tres niveles de representación en la enseñanza de las mezclas y sustancias y Los recursos digitales y sus aportes a la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias.

2.1 Investigación de los estudios de diseño de la enseñanza

La línea de investigación de los estudios de diseño educativo surge de la necesidad de articular la teoría y la práctica educativa a través del diseño de la enseñanza. El término diseño hace referencia al planteamiento fundamentado de propuestas instructivas y prescriptivas dirigidas al análisis y renovación de los contenidos y su organización, de las

estrategias y herramientas utilizadas para el aprendizaje de esos temas y el reconocimiento del contexto en el cual se lleva a cabo el proceso de aprendizaje (Confrey, 2006).

De acuerdo a lo anterior, en ella se llevan a cabo y evalúan ambientes de aprendizaje de tópicos específicos por parte de docente (s)/diseñador (es). Estos están fundamentados en los aportes de las teorías sobre el aprendizaje, la pedagogía general, las teorías de diseño en la enseñanza, el campo de la educación en ciencias, y el contenido disciplinar requerido.

Entre los productos de este proceso de diseño, se formulan y documentan teorías de dominio específico que representan un conjunto de presupuestos teóricos y metodológicos sobre cómo orientar al estudiante. (Candela, 2016). Al respecto, los investigadores que asumen esta metodología en el campo de la educación tienen el interés de generar conocimientos que ayuden al mejoramiento de las prácticas instructivas en diferentes áreas disciplinarias.

2.1.1 Origen, conceptualización y aportes

El docente requiere conocer a fondo lo qué sucede en el aula cuando los estudiantes adquieren conocimientos. Lo anterior, ha llevado a que tanto los investigadores, como los profesores, indaguen sobre métodos que sean sensibles a las dinámicas de los contextos en los cuales los estudiantes desarrollan estos aprendizajes para ser tenidos en consideración para ser usados en la enseñanza, dando lugar a metodologías de investigación adicionales a las existentes. En este contexto surge la investigación de los estudios diseño que pretende comprender y mejorar la realidad educativa por medio de los contextos naturales y del

desarrollo analítico de un diseño instructivo específico. (Molina, Marta; Castro, Encarnación; Molina, José Luis; Castro, Enrique, 2011).

Por investigación de diseño se denomina un paradigma de investigación que ha sido desarrollado dentro de las “ciencias de aprendizaje” que utiliza los conocimientos de un amplio campo de disciplinas que incluyen la antropología, la psicología educativa, la sociología, la neurociencia, así como las didácticas específicas, entre otros, con el objetivo de analizar diferentes factores que influyen en el aprendizaje en contexto, dando como resultado diseños que den respuesta a las diferentes formas de aprendizaje, y el uso de herramientas, estrategias de enseñanza (Confrey, 2006; Sawyer, 2006). En ese sentido, el diseño de ambientes de aprendizaje funciona como contexto para la investigación y al mismo tiempo para los análisis, llevando a entender a los estudios de diseño como un paradigma metodológico de investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza (Cobb y Gravemeijer, 2008).

Sumado a lo anterior, en opinión de diferentes autores, este paradigma tiene un carácter interdependiente entre el diseño instruccional y la investigación, ya que va más allá de crear teorías de dominio específico (diseños) para algún tópico específico y se concentra en explicar por qué el diseño instruccional como propuesta es eficiente y sugiere cómo puede ser adaptado a nuevas situaciones. Esto es posible porque, al mismo tiempo que se estudia el proceso de aprendizaje, se analizan los modos mediante los cuales este se sustenta y se organiza, entendiendo las relaciones entre teoría educativa, práctica y los recursos didácticos o herramientas conceptuales (Cobb, Confrey, Disessa, Lehrer y Schauble, 2003; Cobb y Gravemeijer, 2008).

2.1.2 Enfoques de los estudios de diseño.

Desde el surgimiento de la línea de investigación, en los estudios de diseño se han caracterizado tres grandes enfoques, los cuales aportan al diseño de la enseñanza desde diferentes perspectivas: en primer lugar, la investigación que abarca el diseño de la perspectiva del aprendizaje, en segundo lugar se encuentra la investigación basada en una perspectiva tecnológica y en tercer lugar los estudios de diseño desde la perspectiva del currículo.

2.1.2.1 Estudios de diseño desde el enfoque del aprendizaje.

Este enfoque es considerado como una de las clases más grandes dentro de las perspectivas de los estudios de diseño y es desarrollada por investigadores como Koeno Gravemeijer y Paul Cobb (2006), buscando crear ambientes de aprendizaje para el desarrollo de teorías de instrucción innovadoras y estudiar formas de aprendizaje que estos ambientes o ecologías están dirigidas a apoyar. La contribución de estos autores se desarrolla en dos perspectivas, el análisis socioconstructivista de la instrucción con la intencionalidad de comprender cómo aprenden los estudiantes, y en trabajos de investigaciones sobre educación matemática realista (RME), inspirada en la necesidad de transformación de esta educación.

Haciendo referencia a la primera intencionalidad, se destaca uno de los aspectos fundamentales de las teorías del diseño instruccional que son dirigidas al diseño o a la meta. Esta característica la hace más favorable para el docente, debido a que, suministra una orientación sobre cómo alcanzar las metas propuestas de aprendizaje. Al mismo

tiempo, esta característica le permite distinguirse de la segunda intencionalidad que trata de estudiar las formas del aprendizaje, que se debe al enfoque de hacer una descripción sobre cómo aprenden las personas o dar explicación de los resultados de ciertos eventos (Reigeluth, 1999).

2.1.2.2 Investigación basada en el diseño desde la perspectiva de la tecnología

El ámbito de la tecnología educativa, también es importante para dar respuesta a la demanda de diferentes investigadores y profesionales del diseño, esto lo logra a través de su colaboración en la identificación y construcción de soluciones a problemas prácticos en la enseñanza y aprendizaje. (Gravemeijer & Cobb, 2006).

La eficiencia en el campo de la tecnología educativa radica en que busca mejorar primordialmente el proceso y los resultados de la enseñanza y el aprendizaje, los cuales han sido cuestionados cada vez más. En contraste a ello, desde esta perspectiva se plantea que el avance en la mejora del aprendizaje y la enseñanza se logra empleando la tecnología en la investigación de diseño como un modelo alternativo de investigación. (Gravemeijer & Cobb, 2006).

2.1.2.3 Estudios de diseño desde el enfoque curricular

Según McKenney, Akker & Nieveen, (2006), para la comprensión de la investigación desde el dominio del currículo, se requiere considerar los elementos que tiene el currículo. Reconociendo que la planificación y la toma de decisiones curriculares forman parte de un proceso realizado por un número grande de participantes, los cuales

están influenciados por una variedad aún mayor de partes interesadas. En este sentido se puede entender que las decisiones tomadas por el docente para diseñar y plantear el plan de estudios se pueden visualizar desde diferentes perspectivas.

Al respecto, Goodlad (1994) citado por McKenney et al (2006, p.111) muestra tres ángulos: sociopolítico, profesional técnico y sustantivo. Desde el ángulo sociopolítico se tiene en cuenta la influencia que ejercen ciertos grupos de interés, ya sea de manera organizada o individual. Desde el ángulo profesional técnico se asumen los métodos del proceso de desarrollo curricular, y desde el ángulo sustantivo se asume la cuestión curricular clásica ¿qué se debe aprender?

Por otra parte, según McKenney et al, (2006) este enfoque puede permitir intervenciones educativas que se conviertan más eficientes, debido a que brindan oportunidades de aprendizaje durante la investigación. Lo anterior, en la búsqueda de ideas sobre la forma de construir e implementar elementos coherentes en un plan de estudio.

2.1.3 Instrumentos metodológicos

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica realizada sobre investigaciones enfocadas en el diseño de la enseñanza a partir de la mirada de diferentes autores, se evidencia que en el campo de la educación en ciencias se han utilizado diferentes instrumentos metodológicos que permiten la explicitación consciente de la fundamentación y toma de decisiones bajo las cuales los docentes llevan a cabo el proceso

de diseño de la enseñanza y la construcción de materiales de enseñanza. A continuación se presentan algunos de estos instrumentos metodológicos para el diseño de la enseñanza.

2.1.3.1 Secuencias didácticas

Las secuencias didácticas son presentadas por autores como Obaya y Ponce (2007), como una metodología adaptable y flexible a la realidad del estudiante. Estos autores la denominan con la terminología de “modelo alternativo de enseñanza” con la intención de formalizar las decisiones y justificaciones de la planeación educativa a nivel macro. Un ejemplo de esto es el caso de los proyectos curriculares que permiten practicar y comprender procesos de enseñanza y comunicación. Con base a lo anterior, estas secuencias, son consideradas como estructuras de acciones que tienen relación entre sí con un orden interno, basadas en una intencionalidad pedagógica de alcanzar un aprendizaje (Obaya y Ponce, 2007).

2.1.3.2 Secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)

Las secuencias de enseñanza y aprendizaje para investigadores como Fensham (2001), Psillos (2000) y Duit (2006), tienen como objetivo, el diseño y evaluación de situaciones reales de aula sobre tópicos específicos. Estas se basan en los resultados de investigaciones sobre las concepciones de contenidos científicos que poseen los estudiantes y docentes. (Psillos y Méheut, 2001). Esta perspectiva orienta la investigación en el nivel micro: en el estudio de una clase en un tema específico; o en el nivel medio: en

el diseño de una secuencia de un único tópico; pero no en el nivel macro: estudio de un curriculum completo durante varios años. (Kariotoglou y Tselfes, 2000).

Las secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) para autores como Lijnse (2000):

Son consideradas como el contexto de investigación más relevante en una didáctica de las ciencias orientada a cambiar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sugiere que la estructura de una SEA debe involucrar tres aspectos o niveles, sin excepción alguna: el contenido disciplinar o la lógica de la disciplina, el motivacional y el nivel de reflexión. Afirma que no solo depende del conocimiento científico a ser enseñado, sino que también obedece al conjunto de variables que emergen del sistema educativo institucional en donde se practica. El propósito es despertar el interés en los estudiantes por el conocimiento científico a través de la organización sistémica de las tareas o situaciones de enseñanza para garantizar la construcción de significados en el plano social en el aula (Agudelo, 2016, pág. 43 - 44).

2.1.3.3 La Representación del Contenido (ReCo)

La ReCo es un instrumento metodológico que fue diseñado para identificar y documentar los aspectos del Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) que un profesor desarrolla al intentar enseñar un tópico específico. Su estructura lógica integra las decisiones curriculares e instruccionales que tiene en cuenta el profesor a la hora de diseñar la enseñanza de un contenido específico. Esta entrevista genera espacios para la reflexión, lo cual permite que el docente tome conciencia y explicita los elementos

metodológicos y teóricos que forman parte de la estructura de su CPC (Loughran, Mulhall, Berry, 2004; Mulhall, 2003; Candela, Viafara, 2014a).

Para el desarrollo de este instrumento metodológico, autores como Loughran, Gunstone, Berry, Milroy y Mulhall, (2000) diseñaron una serie de preguntas (8) que estructuran, direccionan la captura y las decisiones que justifican el CPC (ver anexo 1). Con el surgimiento del constructo teórico del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) y la importancia de su identificación, Candela (2017) adaptó este instrumento agregando cuatro preguntas más sobre la integración del conocimiento

Posterior a esto y con la intención de dar respuesta a otras situaciones de la investigación educativa y más específicamente a la línea de diseño de la enseñanza, Cabezas (2016) propone la implementación de la ReCo como un instrumento metodológico apto para el diseño de propuestas de enseñanza. Para esto se fundamenta en que *“El diseño de una propuesta educativa alternativa implica la toma de decisiones de carácter curricular e instruccional, estas decisiones son de orden disciplinar y pedagógico del tópico específico a enseñar, es decir, en este proceso el docente pone en acción su CPC para la planeación de la enseñanza (Pág., 51)”*.

En ese orden de idea y de acuerdo a lo trabajado en diversas investigaciones de docente en formación y en ejercicio () se determina la pertinencia del uso de la ReCo modificada por Candela (2016) para el diseño de una propuesta de enseñanza en la cual se va a hacer uso de las TIC y sus recursos digitales. Lo anterior, se sustenta en el potencial de la ReCo para *“la construcción de un conocimiento de uso local, como también un conocimiento más general hacia el campo, aportando luces de cómo diseñar, lo cual está*

ubicado en la línea de diseño curricular, que demanda la toma de decisiones curriculares conscientes, informadas y justificadas, lo cual además permite desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido sobre el tema en cuestión en el docente en formación” (Virgen, 2016, pág. 72).

2.2 La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de mezclas y sustancia

La enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos como las sustancias y las mezclas, que hacen parte de una disciplina como la química, está ligada a su conceptualización y su aplicabilidad tanto en el ámbito científico escolar como en la cotidianidad. Sin embargo, las investigaciones dan cuenta de la existencia de diferentes dificultades relacionadas con factores como: el manejo de un lenguaje científico específico que en ocasiones se contrapone al lenguaje cotidiano, un alto nivel de abstracción que no es reducido adecuadamente por el no uso de materiales didácticos digitales y la existencia de diferentes niveles de representación de este contenido, los cuales no son tenidos en consideración al momento de su enseñanza.

A continuación, se enuncian y desarrollan la manera en que cada uno de estos elementos intervienen en la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos.

2.2.1 Conceptualización de mezclas y sustancias

Tabla 1. *Conceptualización de sustancias y mezclas por diferentes autores.*

Al respecto, las mezclas y las sustancias son conceptos centrales de la química, ya que sirven como base para la comprensión de otros conceptos más abstractos, tales como cambio químico, elemento, compuesto y mezcla. En ese sentido, en la literatura se encuentran planteamientos más o menos comunes de diversos autores sobre los conceptos de mezclas y sustancias, de los cuales se asumen los que se presentan a continuación:	
Chang	<i>“Una sustancia es una forma de materia que tiene composición definida (constante) y propiedades distintivas. Son ejemplos de ello el agua, amoníaco, azúcar de mesa (sacarosa), oro y oxígeno. Las sustancias difieren entre sí por su composición y se pueden identificar según su aspecto, color, sabor y otras propiedades”. (Chang, 2011, pág., 7)</i>
	<i>“Una mezcla es una combinación de dos o más sustancias en la que estas conservan sus propiedades. Algunos ejemplos familiares de ello son el aire, las bebidas gaseosas, la leche y el cemento. Las mezclas no poseen composición constante. Por tanto, las muestras de aire obtenidas en distintas ciudades probablemente diferirá en su composición a causa de diferencias de altitud, contaminación atmosférica, etcétera”. (Chang, 2011, pág. 8).</i>
En ese sentido, estas dos formas de clasificar la materia se diferencian básicamente en que en las sustancias podemos determinar de manera exacta su composición y representarlas a través de un símbolo o fórmula química fija que ilustra dicha composición, mientras que en las mezclas esto no se puede debido a su composición variable o indeterminable con exactitud.	
Chang	Por otro lado, tanto las sustancias como las mezclas tienen variaciones o tipos de acuerdo a su composición. <i>Chang, propone que: “las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas” (2011, pág. 7)</i> mientras que <i>“las sustancias pueden ser elementos o compuestos” (2011, pág. 8).</i> En ese sentido, una mezcla es homogénea cuando la combinación de la mezcla es uniforme y es heterogénea si la composición de su mezcla se mantiene separada, por tanto, su composición no es uniforme. En el caso de las sustancias pueden ser un elemento o un compuesto que no se puede separar en otras más sencillas por medios químicos.

Domínguez R.	<i>“Cualquier porción de la materia se puede considerar bien como una sustancia pura o una mezcla. La mayor parte de los materiales que nos rodean son mezclas. Una mezcla es una combinación de dos o más sustancias en la cual cada una de ellas mantiene su identidad química” (2006, pág. 4)</i>
(McNaught y Wilkinson, 1997).	<i>“Sustancia química es materia de composición constante, mejor caracterizada por las entidades de las que está compuesta (moléculas, unidades, fórmulas, átomos). Caracterizada por propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc.”</i>
(Jensen, 1998; 818)	<i>“La definición molar estándar de una sustancia como un material que tiene un conjunto fijo y reproducible de propiedades específicas a una dada temperatura y presión”</i>

2.2.2 Dificultades más comunes en la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias.

La clasificación de los sistemas materiales ha sido una cuestión clave de la química y también un problema debido a su diversidad. Por tanto, a lo largo de la historia se han planteado varios modelos conceptuales para describir e interpretarlos (Furió y Domínguez, 2007). Esto se repite en el ambiente escolar, donde el alumnado debe diferenciar las mezclas de las sustancias, sin embargo, esto presenta confusiones y se han encontrado la existencia de un conjunto de dificultades más o menos reconocibles.

En ese sentido, la enseñanza de conceptos como mezclas y sustancias tiene dificultades relacionadas con el lenguaje que utilizan docentes y estudiantes, ya que en ocasiones al mismo término le otorgan diferentes significados. Esto se debe a la

interacción del lenguaje científico con el común, la existencia de terminología que posee un determinado significado en el ámbito científico y otro en el lenguaje común. (Vargas, 2011).

La enseñanza y aprendizaje de conceptos como mezclas y sustancias conlleva dificultades, tal como lo manifiestan distintos autores que han trabajado sobre estos tópicos con estudiantes de Secundaria (Gómez, Crespo, Pozo y Gutiérrez, 2004; y Pozo y Gómez Crespo, 2009), pues a nivel macroscópico los estudiantes tienen dificultades para diferenciar mezcla y compuesto (Papageorgiou, 2002), y elemento y sustancia pura (Garnett, Garnett, Haeling, 1995)

Muchos estudiantes tienen dificultades para distinguir las mezclas de los compuestos, debido a que en ambos conceptos intervienen varios componentes. El autor propone que el origen de esta dificultad se debe a que no se han adquirido los conceptos de forma operativa de mezcla, sustancia pura, elemento y compuesto, que le permitan al estudiante distinguir la separación de los componentes de una mezcla y la separación de los elementos de una sustancia. (Caamaño, 1983). También autores como (Martínez, García & Rivadulla, 2009) evidencian que los estudiantes tienen una concepción reducida de mezcla y centrada en lo que pueden percibir, excluyendo a productos que se encuentran naturalmente mezclados. Por otra parte, los textos habitualmente empleados presentan algunas deficiencias que podrían explicar las ideas de los estudiantes, debido a que no tratan los conceptos al mismo nivel, los distintos tipos de sistemas materiales.

La enseñanza muchas veces se centra en caracterizaciones microscópicas desde el nivel atómico molecular y en la utilización del nivel simbólico, teniendo la ingenua

creencia de que ese tipo de explicaciones se asocian con facilidad a los referentes macroscópicos que el estudiante supuestamente ya conoce (Furió y Domínguez, 2007)

Algunos autores proponen sobre las dificultades de enseñanza y aprendizaje de los conceptos sustancia química y compuesto químico, que son prerrequisitos para temas más avanzados como el cambio químico y diferencias del cambio físico. Como lo sugiere (Llorens, 1994). Los estudiantes presentan dificultades para alcanzar el concepto de sustancia pura y su conceptualización tiende a la noción de material (madera, aire, etc.). Toda clase de materia relacionada con alguna utilidad o fenómeno que sea relevante para los estudiantes. No es raro entonces que el agua, hielo, aluminio sólido y aluminio en polvo, por ejemplo, se consideren sustancias distintas (Sanmarti, 1990). La enseñanza no tiene en cuenta el significado que los estudiantes le dan a las palabras, esos significados son muy utilizados en su contexto cultural. Por ejemplo, el concepto de sustancia química desde una perspectiva macroscópica es relacionado con el de material y es aceptado en su contexto cotidiano.

2.2.3 Los tres niveles de representación en la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias

Otro de los referentes teóricos para el diseño de esta propuesta de enseñanza son los tres niveles de representación de la química. Autores como Johnstone (1991) plantean que la enseñanza efectiva de la química depende de las capacidades de comunicación del docente para orientar procesos al interior del aula, es decir, el lenguaje de esta disciplina tiene la capacidad de agilizar o como obstáculo para que el estudiante pueda acceder a los tópicos abstractos. De igual forma, el autor estima que la química tiene una estructura

conceptual compleja formada por tres niveles de representación: (a) nivel de representación macroscópico, (b) nivel de representación submicroscópico y (c) nivel de representación simbólico. Johnstone (1982) citado en Candela y Viafara, 2017)

(a) Nivel de representación macroscópico o funcional/descriptivo: permite describir el fenómeno en cuestión a través de las representaciones que se han originado por la interacción del sistema sensorial del sujeto con el evento en consideración. Por ejemplo, el sujeto puede describir propiedades de los objetos, como densidad, color, volumen, masa, combustión, entre otras.

(b) Nivel de representación simbólico o representativo: es aquel usado por los sujetos para comunicar las propiedades y transformaciones tanto físicas como químicas de la materia; para ello, utilizan las siguientes representaciones: ecuaciones químicas, gráficos, mecanismos de reacción, analogías y modelos analógicos.

(c) Nivel de representación submicroscópico o explicativo: en este nivel los químicos y los docentes de química, intentan explicar por qué las sustancias se comportan de la forma en que lo hacen, y para esto movilizan al aula modelos teóricos como: átomos, moléculas, iones, isómeros, polímeros, orbitales atómicos, enlaces, etc., con el propósito de brindarle a la población no instruida en esta disciplina un modelo mental que le permita comprender y relacionar los fenómenos macroscópicos. (Candela & Viafara, 2017, p. 48).

Johnstone (1982) plantea que estos tres niveles de representación conforman un sistema en la acción que interactúan entre sí y que se encuentra interiorizado en la memoria del químico o docente de química debido a su constante uso en su desempeño profesional; por ello no son conscientes cuando se mueven entre estos niveles.

2.2.4 Los recursos digitales y sus aportes a la enseñanza y el aprendizaje de las mezclas y sustancias

La incorporación de recursos digitales brindan nuevas posibilidades en los procesos de enseñanza y aprendizaje, las imágenes, sonidos, interactividad son elementos que refuerzan la comprensión y motivan al estudiante. Recursos audiovisuales como el vídeo y televisión digital, los videojuegos y procesos de gamificación, la realidad aumentada, los dispositivos móviles, las tecnologías interactivas como pizarras digitales, mesas multicontacto, robótica (García, Valcárcel Muñoz-Repiso, 2016)

3. Objetivos

Teniendo en consideración que la pregunta de investigación que orienta este proceso investigativo, se plantean los siguientes objetivos de investigación

Objetivo general

Diseñar una propuesta de enseñanza en la cual se articulen recursos digitales para la diferenciación consciente de los tres niveles de representación de la química en los tópicos de mezclas y sustancias.

Objetivos específicos

- Seleccionar y justificar el instrumento metodológico para el diseño de la propuesta de enseñanza
- Desarrollar la teoría del dominio específico para la enseñanza de los contenidos de sustancia y mezclas
- Desarrollar material de enseñanza que materialice la teoría de dominio específico

4. Metodología

Teniendo en cuenta que el presente trabajo tiene como intención el diseño de una propuesta de enseñanza sobre los tópicos, sustancias y mezclas como planteamiento para lograr superar las dificultades que se dan en el proceso de aprender estos contenidos por parte de los estudiantes. En ese sentido, se considera de gran importancia seleccionar un instrumento metodológico que induzca la reflexión, el desarrollo del sistema de conocimientos y la toma de decisiones que lleven al diseño fundamentado y al planteamiento creativo de las actividades en las cuales se materializa dicha propuesta.

Al respecto, para dar una respuesta a lo anteriormente mencionado, la metodología empleada tiene un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, en la línea de estudios de diseño desde la perspectiva del aprendizaje. Con base en ella se desarrolla un proceso metodológico consistente en tres fases que inicia con la selección del instrumento metodológico de la Representación del contenido (ReCo) para realizar el diseño y que da como resultados una teoría de dominio específico y un material de enseñanza sobre los tópicos, sustancias y mezclas.

Aspectos metodológicos

Como se mencionó, esta investigación se lleva a cabo a través de una metodología con un enfoque cualitativo. Este enfoque se asume de acuerdo a la naturaleza del problema a investigar, el cual requiere asumir un carácter dialógico en las mentalidades, sentimientos y creencias que son considerados elementos de análisis en el proceso de producción y conocimiento. Para González (2013), *“la investigación cualitativa tiene como propósito la construcción de conocimiento sobre la realidad social, a partir de las*

condiciones particulares y la perspectiva de quienes la originan y la viven” (Pág. 91). Lo anterior es de gran relevancia para el estudio de problemáticas educativas por su naturaleza compleja.

En ese sentido, la metodología cualitativa se considera la más adecuada para abordar el problema a investigar. Esto se debe a que ella nos otorga la posibilidad de desarrollar un proceso investigativo flexible, pero con un análisis profundo de la realidad educativa en la que se enmarca la problemática a investigar y con base a ello arrojar una respuesta contextualizada a ella aprovechando la riqueza de interpretar en profundidad los diversos elementos que constituyen el proceso educativo de referencia.

Una vez se enuncia que este estudio tendrá una metodología de enfoque cualitativo, se considera adecuado que él tendrá un alcance de tipo descriptivo. Es decir, se buscará dar cuenta detallada de los procesos, situaciones, y sucesos que se dan en el contexto educativo específico investigado, haciendo énfasis en las características específicas que intervienen en él. Esto se dará a través del analizar información obtenida a partir de diversas fuentes documentales que sean resultado de investigaciones previas con relación al problema de interés.

Al respecto, Hernández (2014, Pág. 92), plantea que: *“Los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”*. Esto es de gran valor para el proceso metodológico, debido a que en él lo que se pretende es conocer en profundidad las características de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los conceptos de sustancias y mezclas. Finalmente, es importante decir que esta investigación, al estar enmarcada en la

línea de estudios de diseño desde la perspectiva del aprendizaje, pretende obtener, como resultado principal, la producción de una teoría del dominio específico que responda a las necesidades educativas específicas investigadas.

Procedimiento metodológico

El llevar a cabo estos elementos metodológicos requiere que el investigador desarrolle un proceso o procedimiento que permita cumplir con los objetivos planteados y dar respuesta al problema planteado. Aunque este procedimiento no es rígido e inalterable, se estipula que estará constituido por tres fases que se articulan y retroalimentan, pero que inicia con la selección del instrumento metodológico que se utilizará para el diseño de la propuesta de enseñanza y que se espera arroje como resultados una teoría de dominio específico y un material de enseñanza sobre los tópicos sustancias y mezclas.

A continuación se describen cada una de las fases proyectadas en este proceso metodológico.

Selección del instrumento metodológico para el diseño de la propuesta de enseñanza.

En la línea de diseño de la enseñanza hay diversos instrumentos metodológicos que varían en sus características y niveles de exigencias para el docente diseñador, en este caso se pretende seleccionar un instrumento que sea susceptible de seguir siendo usado por el docente en su ámbito laboral y no solo en el ámbito investigativo. En ese sentido, y con base en la revisión de antecedentes y de referentes teóricos en el campo del diseño de la enseñanza, se ha evidenciado la existencia de diferentes instrumentos y entre ellos, destacamos la Representación del Contenido (ReCo) para tal propósito.

Esta selección se realiza a pesar de que el origen de dicho instrumento metodológico no fue para ser utilizado en el diseño de la enseñanza, sino para la documentación del conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Esta selección se fundamentó en que la ReCo además permite documentar y representar los conocimientos pedagógicos y disciplinares que le permiten al docente diseñar ambientes de aprendizaje de manera fundamentada, reflexiva y consciente para la propuesta de enseñanza de un tópico específico. Es decir, en ella se recogen todas las decisiones curriculares y de enseñanza que el docente diseñador asume para formular una teoría de dominio específico, lo cual es propio del proceso de diseño de la enseñanza.

Esta selección también está fundamentada en los resultados de investigaciones recientes desarrolladas por docentes en formación inicial (DFI) en el contexto local. En ese sentido, autores como Cabezas (2016), Gallardo y Torres (2016), Arboleda y Virgen (2016), Bravo (2021), plantean diversos beneficios relacionados con el uso de este instrumento metodológico para tales propósitos. Entre los beneficios enunciados están: la sostenibilidad del instrumento para ser utilizado no solo en procesos investigativos, sino laborales y la posibilidad del desarrollo del CPC del docente diseñador.

Finalmente, se debe destacar que en este proceso se utilizará la adaptación de la ReCo desarrollada por Candela (2016) (ver anexo 2) y no la planteada por Loughran (2000). Esta selección se realiza teniendo en cuenta que en el diseño de la propuesta de enseñanza, se pretende la articulación fundamentada de recursos digitales que le faciliten a los estudiantes el diferenciar conscientemente los tres niveles de representación de la química en el contexto disciplinar de las mezclas y sustancias. Lo anterior es posible en la

medida que la adaptación realizada por Candela busca la documentación del conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido (CTPC), y lograrlo propone cuatro nuevos interrogantes relacionados con la incorporación de las TIC y los recursos digitales en la enseñanza y aprendizaje de contenidos específicos.

El diseño de la propuesta de enseñanza

La selección de la ReCo como instrumento metodológico para el diseño de la propuesta de enseñanza nos permite determinar la existencia de unas categorías y conocimientos que deben ser explicitados y fundamentados para poder producir una teoría de dominio específico sobre los tópicos, sustancias y mezclas. En ese sentido, se requiere la búsqueda, selección y análisis de diversas fuentes de información para fundamentar las decisiones curriculares y de enseñanza que conformarán dicha teoría. Además, estas fuentes deberán ser analizadas de manera rigurosa, organizada y sistemática y, por tanto, se considera apropiado realizarlo teniendo en cuenta la técnica de análisis de contenidos para tal fin.

En relación con las categorías o principios de diseño que se tendrán en cuenta en este estudio, se retoman los planteados por Gallardo y Torres (2016). Estos principios de diseños son los siguientes: La selección y descomposición de la gran idea; El planteamiento de metas de Aprendizaje; El reconocimiento de las dificultades de enseñanza y aprendizaje; El planteamiento de las estrategias de enseñanza y los elementos de la evaluación continua y formativa. Estos principios de diseño guardan relación con las preguntas que conforman el instrumento metodológico, tal como se muestra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Relación entre principios de diseño y preguntas del instrumento metodológico, elaboración propia a partir de Gallardo y Torres (2016)

Principios de Diseño / Categoría	Preguntas de la ReCo	Temas
Selección y descomposición de la gran idea	1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? 3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?	Conceptualización de mezclas y sustancias Diferenciación de los conceptos de mezclas y sustancias Disoluciones y sus componentes Mezclas homogéneas y heterogéneas Constitución de la materia y sus estados de agregación Prerrequisitos o saberes necesarios para aprender Mezclas y sustancias: -Los estados físicos y los cambios de fase - Cambios Químicos -Naturaleza eléctrica de la materia -Enlace Químico. -Composición definida de sustancias compuestas como consecuencia de la Ley de proporciones definidas: Procesos de combustión.) -los tres niveles de representación de la química
Metas de Aprendizaje	2. ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	Paradigma de la cognición situada La importancia de la enseñanza de sustancias y mezclas Los tres niveles de representación de la química

Reconocimiento de las dificultades de enseñanza y aprendizaje	4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea? 5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea? 6. ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	El lenguaje como dificultad en la enseñanza Conceptos sustancia química y compuesto químico Diferencias entre procesos físicos y químicos Problemas que influyen en la enseñanza de la temática disoluciones Factores que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conceptos sustancias y mezclas Materiales Didácticos
Estrategias de enseñanza	7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea? 8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea? 9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño? 10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea? 11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por	El uso de las TIC en educación para la enseñanza, aprendizaje y práctica. Reconociendo las disoluciones y sus componentes. Enfoques CTS en sustancias, mezclas, (disoluciones) Laboratorios virtuales en química Métodos de separación de mezclas Utilización de pre-tests como diagnóstico de conocimientos previos Actividades de enseñanza mediadas por tecnologías digitales Recursos digitales en la educación.

	las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?	
Evaluación continua formativa	12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?	Conocimientos y competencias en ciencias naturales Evaluación cualitativa y cuantitativa

En relación con la búsqueda, selección y análisis de las fuentes de información para fundamentar las decisiones curriculares y de enseñanza, se destaca que se tuvieron en cuenta dos criterios. El primer criterio consiste en el lugar de difusión o publicación, en ese sentido, se abordaron publicaciones indexadas que cuentan con evaluación por pares y materiales audiovisuales desarrollados por instituciones de reconocido prestigio académico, la difusión del documento en línea en base de datos o en buscadores

académicos. El segundo criterio fue el periodo de publicación ubicado entre los años 1986 y 2019. En ese sentido, se seleccionaron fuentes tales como: libros, tesis, artículos, etc.

Con relación a la técnica utilizada para dar un manejo apropiado, riguroso, organizado y sistemático, se usó la técnica de análisis de contenidos, lo cual se desarrolla a continuación con más detalle.

La técnica del Análisis de contenidos.

Con esta técnica de investigación para el análisis y procesamiento de datos científicos del objeto de estudio, en este caso, el diseño de una propuesta de enseñanza para los tópicos, sustancias y mezclas, es decir, el contenido. Con el fin de proporcionar conocimientos, nuevas intelecciones, representaciones de los hechos y una guía práctica para la acción. Como lo indica Krippendorff (1990) *“El análisis de contenido es una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto”* (Pág. 29). De este instrumento de la ciencia se espera fiabilidad, al aplicarse por otros investigadores en distintos momentos y circunstancias con los mismos datos, los resultados deben ser los mismos que se obtuvieron originalmente. Como requisito, el análisis de contenido debe ser reproducible.

Según *“Berelson (1952) el análisis de contenido es una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación”* (Pág. 18). Con el requisito de que la técnica sea “objetiva y sistemática”.

Para que el proceso sea reproducible, las reglas que lo rigen deben ser explícitas y aplicables de la misma manera a todas las unidades de análisis.

Por tanto, es conveniente desarrollar una estructura minuciosa del análisis de los contenidos, donde se tiene en consideración la recopilación de documentos en la unidad de análisis. Asimismo, se determinan dos clases, unidades de análisis; unidades de muestreo y unidades de contexto. Iniciando el proceso de análisis identificando las características de los documentos que tienen representación en aspectos teóricos en relación con el problema de investigación.

Tabla 3. Contenido de la unidad de muestreo.

UNIDADES DE MUESTREO	
FUENTE	TEMA
<i>Libros</i>	• Los tres niveles de representación de la química • Enseñar Ciencias
<i>Artículos</i>	• La situación de enseñanza y aprendizaje como sistema de actividad: el alumno, el espacio de interacción y el profesor. • Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales: un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla • El Problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla • Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos • La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques • Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química • Sitio web como estrategia de enseñanza en la educación para la sostenibilidad

	● Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo ● Formación de Profesores de Ciencias y Matemáticas: algunos temas de interés general ● Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancias y compuesto químico. ● Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancias y compuestos químicos. ● Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares ● Aspectos de la comprensión de ideas elementales en química por parte de estudiantes de secundaria ● Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de procesos químicos ● El desarrollo de la enseñanza de la química: una respuesta cambiante a la demanda cambiante ● Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia ● La importancia de la evaluación formativa
<i>Capítulos de libros</i>	Capítulo 2 ¿por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?
<i>Trabajos de investigación (Tesis)</i>	● Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación. ● Diseño e implementación de una hipermedia educativa para el mejoramiento en el aprendizaje del concepto sustancia ● Propuesta para el aprendizaje del concepto de solubilidad en soluciones acuosas en el grado undécimo.

Tabla 4. Unidad de Contexto.

UNIDAD DE CONTEXTO		
AUTOR (ES)	TÍTULO DEL ARTÍCULO O CAPÍTULO DEL LIBRO	TEMA PRESENTADO
<i>(Jong, O. D., 1996)</i>	Formación de Profesores de Ciencias y Matemáticas: algunos temas de interés general	Actividades experimentales o de laboratorio en el proceso de enseñanza
<i>Johnstone, AH (1993)</i>	El desarrollo de la enseñanza de la química: una respuesta cambiante a la demanda cambiante	Asociación entre fórmula y partícula en el uso de las ecuaciones químicas
<i>Candela (2014)</i>	Aprendiendo a enseñar química	Los tres niveles de representación del lenguaje de la química
<i>De Vargas, E. (2006).</i>	La situación de enseñanza y aprendizaje como sistema de actividad: el alumno, el espacio de interacción y el profesor.	Enfoques socioculturales del aprendizaje
<i>Buitrago Suárez, Y. D. C. (2012).</i>	Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación.	Enseñanza de la química
<i>Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003).</i>	Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales : un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla	Aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla

<i>Fernández, P. S., & Vargas, N. M. (2011).</i>	El Problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla	Propuesta didáctica para enseñar conceptos fundamentales de la química (compuesto, elemento, mezcla, etc.)
<i>Furió, C. (2000).</i>	Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos	Investigación sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en temas de Ciencia. Didáctica de las Ciencias
<i>Torres Avirama, M y Vargas Méndez, D. (2017).</i>	Diseño e implementación de una hipermedia educativa para el mejoramiento en el aprendizaje del concepto sustancia	Proceso de aprendizaje del concepto sustancia
<i>Crespo, M. A. (1996)</i>	Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química	Ideas y dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la química
<i>Galeano Gallego, J. A. (2015).</i>	Propuesta para el aprendizaje del concepto de solubilidad en soluciones acuosas en el grado undécimo	Uso de las unidades didácticas Concepto de solubilidad en soluciones acuosas
<i>Dávila Sanabria, D. T., Galvis Álvarez, A. C., & Vivas Granados, R. (2015).</i>	Sitio web como estrategia de enseñanza en la educación para la sostenibilidad	Creación de ambientes de aprendizaje a través del diseño
<i>(Díaz, F. 2003)</i>	Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo	La importancia del contexto para el aprendizaje

(Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. 2007).	Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancias y compuestos químicos.	Dificultades en los conceptos sustancias y compuestos
(Furió Más, C., Domínguez Sales, M. C., & Guisasola Aranzábal, J. 2012)	Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancias y compuestos químicos.	Diseño de secuencias de enseñanza para los conceptos de sustancias y compuestos
Furió Más, CJ, & Furió, C. (2018)	Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos.	El nivel macroscópico de las sustancias.
(Losada, C. M., Barros, S. G., Carlos, J., & López, R, 2009)	Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares	Ambigüedad o mal uso de la terminología cotidiana en contextos químicos
(Briggs y Holding, 1986).	Aspectos de la comprensión de ideas elementales en química por parte de estudiantes de secundaria	Dificultad para distinguir (en las representaciones macroscópicas) entre sustancias compuestas y mezclas
(Oñorbe de Torre y Col, 2003)	¿Qué dificultades conceptuales presenta el aprendizaje de química?	Dificultades relativas a la forma de razonamiento del estudiante
(Raviolo, A, 2019).	Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia.	Convenciones usadas a nivel simbólico
(Talanquer, V, 2015)	La importancia de la evaluación formativa	Evaluación formativa

Tabla 5. *Relación entre las fuentes consultadas, los principios de diseño y las preguntas de la ReCo*

Principios de Diseño	Preguntas de la ReCo	Fuentes
Selección y descomposición de la gran idea	1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? 3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?	<i>Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003).</i> Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales: un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla
Metas de Aprendizaje	2. ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	<i>Buitrago Suárez, Y. D. C. (2012).</i> Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación. (Díaz, F. 2003) Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo <i>Candela (2014) Capítulo 2 ¿por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?</i>
Reconocimiento de las dificultades de enseñanza y aprendizaje	4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea? 5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea? 6. ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de	<i>Crespo, M. A. (1996)</i> Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química (<i>Jong, O. D., 1996</i>) Formación de Profesores de Ciencias y Matemáticas: algunos temas de interés general <i>Fernández, P. S., & Vargas, N. M. (2011).</i> El Problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla

	esta idea?	<i>Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos</i> <i>(Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. 2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancias y compuesto químico.</i> <i>(Furió Más, C., Domínguez Sales, M. C., & Guisasola Aranzábal, J. 2012) Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancias y compuesto químico.</i> <i>Furió Más, CJ, & Furió, C. (2018) Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos.</i> <i>Galeano Gallego, J. A. (2015). Propuesta para el aprendizaje del concepto de solubilidad en</i> <i>(Losada, C. M., Barros, S. G., Carlos, J., & López, R, 2009) Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares</i> <i>(Briggs y Holding, 1986). Aspectos de la comprensión de ideas elementales en química por parte de estudiantes de secundaria</i> <i>(Oñorbe de Torre y Col, 2003) ¿Qué dificultades conceptuales presenta el aprendizaje de química?</i> <i>Johnstone, AH (1993) El desarrollo de la enseñanza de la química: una respuesta cambiante a la demanda</i>
--	------------	---

		cambiante (Raviolo, A, 2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales : un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla
--	--	---

Estrategias de enseñanza	7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea? 8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea? 9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño? 10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea? 11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?	Dávila Sanabria, D. T., Galvis Álvarez, A. C., & Vivas Granados, R. (2015). Sitio web como estrategia de enseñanza en la educación para la sostenibilidad. Torres Avirama, M y Vargas Méndez, D. (2017). Diseño e implementación de una hipermedia educativa para el mejoramiento en el aprendizaje del concepto sustancia
Evaluación continua y formativa	12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?	(Talanquer, V, 2015) La importancia de la evaluación formativa

Relación entre principios de diseño y preguntas del instrumento metodológico Tomado y adaptado de Gallardo y Torres (2016)

5. Resultados

Este apartado muestra los hallazgos logrados mediante el desarrollo de la investigación, guiado por las fases metodológicas descritas en el capítulo anterior. Así, se obtuvieron dos productos: 1) La ReCo como una propuesta didáctica sobre sustancias y mezclas; y 2) la plasmación de dicha teoría en una cartilla digital interactiva para los estudiantes.

La propuesta de enseñanza sobre sustancias y mezclas (ReCo)

Este es el primer producto de esta investigación, que consiste en proponer una enseñanza basada en el uso del instrumento metodológico ReCo (ver tabla 6)

Tabla 6. *ReCo para la enseñanza de sustancias y mezclas.*

Preguntas Pedagógicas	Gran idea: La materia se puede dividir en dos grandes categorías: las sustancias y mezclas. Estas se diferencian en que las sustancias son aquellas formas de materia que tienen una composición definida y propiedades que las caracterizan, mientras que las mezclas son aquellas formas de materia que se componen por dos o más sustancias en una composición variable.		
Sub ideas	La estructuración de la materia se puede apreciar a través de nuestros sentidos en el nivel macroscópico. En ese nivel percibimos productos que tienen composiciones diferentes que en muchas ocasiones no se pueden apreciar a simple vista. Estos productos pueden ser mezclas o sustancias.	A nivel sub microscópico, la materia tiene entidades que no pueden ser percibidas por nuestros sentidos. Están formadas por átomos y moléculas, tienen composición definida y se denominan sustancias. Las podemos diferenciar en elementos y compuestos de acuerdo a su composición.	La química diferencia las mezclas y las sustancias de acuerdo a su composición. Ante la dificultad de poder hacerlo de manera directa, se hace uso de las representaciones y el lenguaje simbólico. En ese sentido, las sustancias tienen representaciones simbólicas a través de las, además se usan palabras tales como átomos y moléculas. Lo anterior, es usado para las sustancias y no para las mezclas y, por tanto, nos permite diferenciarlas.
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?	Se pretende, mediante este conjunto de ideas, introducir a los estudiantes en la descripción macroscópica de diferentes mezclas. En ese sentido, se pretende aproximar al estudiante a la distinción de mezclas homogéneas y	Identificar las sustancias como entidades químicas con composición y propiedades fijas. Diferenciar el concepto de sustancia desde la química al usado en el lenguaje cotidiano. Adquirir la terminología del	Identificar las sustancias por sus representaciones simbólicas (fórmulas, símbolos químicos y las estructuras de Lewis). Utiliza representaciones simbólicas (fórmulas, símbolos químicos y las estructuras de Lewis) para diferenciar

	heterogéneas de acuerdo a la posibilidad de diferenciar sus componentes a simple vista. Identifica en la cotidianidad disoluciones, llegando a reconocerlas como mezclas homogéneas que pueden diferenciarse de acuerdo a la concentración de sus componentes (soluto y solvente). Se introduce la idea de la imposibilidad de tener certeza sobre la composición cuantitativa exacta (proporción) de los componentes de las mezclas.	lenguaje submicroscópico de la química (átomos y moléculas) y relacionarlo con las sustancias (elementos y compuestos) de acuerdo a su composición. Diferenciar los elementos de los compuestos de acuerdo a su composición. Reconocer que las disoluciones son un tipo de mezcla que forma un sistema homogéneo de dos o más sustancias en proporciones variables que no reaccionan entre sí y que se pueden separar por medios físicos.	las mezclas de los compuestos. Apropia el lenguaje de la química para diferenciar las explicaciones macroscópicas, sub microscópicas y simbólicas sobre las mezclas y los compuestos. Utiliza el conocimiento construido para identificar y diferenciar mezclas de sustancias en su entorno.
	Que los estudiantes logren construir y usar un conocimiento científico de manera colaborativa. Es decir, que las interacciones entre pares les permita comprender situaciones socio naturales y explicarla de manera clara haciendo uso del lenguaje de la química. Estimular en los estudiantes el desarrollo de procesos de pensamiento como: la comparación, descripción, predicción y justificación; mediante la observación de fenómenos. Diferenciar las mezclas y las sustancias de acuerdo a la posibilidad de representación macroscópica, sub microscópica y simbólica.		

2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?	El mundo macroscópico es en el cual los estudiantes pueden percibir la materia. En este mundo, se visualizan diferentes sustancias y mezclas, a veces sin poder distinguir la una de la otra. En ese sentido, Buitrago (2012), nos plantea que, “El hecho de que la mayor parte de procesos químicos y físicos tenga lugar en una mezcla o disolución hace del estudio de las disoluciones un apartado importante de la química”. (pág.19) Por lo anterior, es pertinente que los estudiantes reconozcan las sustancias, mezclas o disoluciones con las que tiene contacto en su vida cotidiana, tales como: El aire, los aerosoles, bebidas carbonatadas, la sangre, la limonada, entre otras. Logrando así que despierten interés por lo visto en el ámbito escolar y haciendo que integren los conocimientos disciplinares	La materia que podemos observar tiene propiedades que dependen de su composición química. Esto ocasiona que lo que percibimos depende de aquello que se escapa de nuestros sentidos por su naturaleza submicroscópica. El que no lo podamos percibir no implica que no lo debamos comprender y poder explicar para llegar a darle sentido a dichas propiedades. Por lo anterior, es de gran relevancia el que los estudiantes adopten las explicaciones que la química ofrece sobre la materia en su nivel sub microscópico. Este es el caso de las sustancias, las cuales son parte importante de la materia; sin embargo, para llegar a comprender claramente su significado debemos recurrir a explicaciones sobre su composición molecular o atómica. Esto genera la necesidad del reconocimiento del lenguaje y las representaciones del nivel submicroscópico.	Es importante que los estudiantes aprendan sobre: La comprensión y uso de representaciones del lenguaje simbólico en este nivel implica las formas de expresar por medio de símbolos conceptos como sustancias y mezclas; elementos, compuestos, moléculas, enlaces que forman sustancias o mezclas. La diferencia entre las mezclas y las sustancias varía de acuerdo a su composición. Todas las sustancias tienen representación en el lenguaje simbólico a diferencia de las mezclas, ya que no es posible representarlas por medio de fórmulas o lenguaje escrito.
---	---	--	---

	en su ámbito sociocultural, ya que poseen las facultades de relacionar los tres niveles de representación de la química planteados por Johnstone (1982) citado en Candela (2014). Lo anterior guarda relación con lo planteado en el paradigma de la cognición situada, donde se destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje y reconoce que el aprendizaje escolar es, ante todo, un proceso de enculturación en el cual los estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales. (Díaz, F. 2003) Es por lo anterior que se destaca la importancia de la enseñanza de sustancias y mezclas, donde el estudiante debe aprender a contrastar lo visto en clase con su vida cotidiana para apropiarse del conocimiento y que este sea de su interés; teniendo en cuenta que aprender y hacer son		
--	--	--	--

	acciones inseparables. En concordancia con lo anterior, la enseñanza/aprendizaje sobre los conceptos como las sustancias y mezclas tienen gran importancia, puesto que las encontramos en nuestra vida cotidiana muy comúnmente, es muy difícil encontrar sustancias puras en nuestro ambiente, ya que en la gran mayoría de casos se encuentran como mezclas, y en muchos de ellos como mezclas homogéneas.		
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?	Ideas prerequisite para comprender sustancias y mezclas: ● Concepto de materia ● Átomos y moléculas ● Partículas subatómicas ● Tabla periódica ● Símbolo químico ● Enlace Químico ● Composición definida de sustancias compuestas (la Ley de proporciones definidas) Ideas que se pueden aprender posteriormente con el tema de disoluciones: ● Cinética de las reacciones químicas ● Velocidad de reacción y factores de los que depende ● Los estados físicos y los cambios de fase ● Cambios Químicos		

4. ¿Cuáles son las dificultades limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?	El lenguaje como dificultad en la enseñanza. La utilización de un lenguaje específico por parte de los docentes y/o libros sin hacer diferenciación consciente, dando saltos entre los niveles macroscópicos, submicroscópico y simbólico, lo cual dificulta el aprendizaje por parte de los estudiantes. Esto está ligado al uso del lenguaje cotidiano en las explicaciones de la química, ya que estos conceptos tienen una connotación diferente con relación a la que obtienen en el contexto de la Química. La falta de una fundamentación previa que sirva de base para la construcción de estos conceptos. Confusión entre términos, conceptos básicos y representaciones de la química. Furió (2000) señala que los alumnos tienden a confundir los conceptos sustancia química y compuesto químico, prerequisites conceptuales necesarios para que posteriormente conceptualicen cambio químico y para diferenciarlo de cambio físico. Insuficiencia o mal uso de recursos o medios didácticos para representar de manera adecuada y eficiente el discurso químico. No uso de recursos digitales y enseñanza centrada en explicaciones teóricas. Desarticulación entre cursos teóricos y actividades experimentales o de laboratorio en el proceso de enseñanza (Jong, O. D., 1996) Débil o insuficiente formación de los profesores de química. El interés por convertirse en profesor de esta disciplina no es muy alto, al menos, no lo suficiente como para satisfacer las necesidades inmediatas de nuevos profesores de química. (Jong, O. D., 1996) No uso o desconocimiento del conocimiento previo y del contexto de los estudiantes para articular el conocimiento químico con la realidad o cotidianidad del estudiante. La enseñanza de los conceptos como sustancias y mezclas presenta dificultades ligadas al uso del lenguaje por parte de los docentes y estudiantes, otorgando diferentes significados al mismo término. Esto debido a la interacción del lenguaje de la disciplina con el lenguaje común, ya que existen términos científicos que tienen otro significado en el lenguaje cotidiano. (Fernández, P. S., & Vargas, N. M., 2011) Centrar la enseñanza en caracterizaciones desde el nivel submicroscópico haciendo énfasis en lo atómico molecular y en el nivel simbólico, teniendo la ingenua creencia de que ese tipo de explicaciones se articulan con facilidad a los referentes macroscópicos que el estudiante supuestamente ya conoce (Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. 2007).
---	---

	El uso de recursos analógicos y estrategias de tipo tradicional para la enseñanza del concepto de Mezcla han cumplido eficazmente su papel de apoyar al maestro en su proceso de enseñanza. Debido a que los conceptos en química, como el de mezclas, sustancias puras, elementos y compuestos, tienen un alto nivel de abstracción y por los diferentes lenguajes que son utilizados para su representación. Como consecuencia, surgen dificultades para que el docente pueda representar y explicar tópicos de esta naturaleza y nivel de abstracción con estos recursos. La enseñanza muchas veces se centra en la utilización de representaciones macroscópicas, haciendo alusión a aplicaciones del nivel microscópico, con la terminología atómica - molecular utilizando el lenguaje del nivel simbólico, sin establecer relaciones conscientes explícitamente entre los niveles de representación. (Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. 2007).		
5. ¿Cuál es su conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza de esta idea?	Los estudiantes tienen una falta de criterios macroscópicos para inferir si en un proceso han cambiado las sustancias o no, lo anterior, le impide distinguir entre procesos físicos y químicos. (Furió Más, C., Domínguez Sales, M. C., & Guisasola Aranzábal, J. 2012) “Los estudiantes presentan dificultades cognitivas y cognoscitivas para alcanzar un conocimiento autónomo y significativo de la temática, disoluciones, tales como: Percepción fraccionada y/o distorsionada, carencia de recursos verbales o de	Los estudiantes presentan dificultades con la relación que le dan a las representaciones a conceptos básicos de la química y la correspondencia con que los usan en la vida cotidiana. Debido a que en la vida cotidiana la palabra sustancia la utilizan para designar de manera indistinta a una sustancia pura. Por ejemplo, se tiene la concepción de que el aire o la leche son sustancias puras, pero en realidad son una mezcla y una dispersión respectivamente. (Oñorbe de Torre y Col, 2003) “En general, no utilizan la definición macroscópica de sustancia como material puro, no	La influencia del abuso de un formulismo memorístico donde se enfatiza la asociación entre fórmula y partícula en el uso de las ecuaciones químicas y como indica Johnstone, AH (1993). No se relacionan explícitamente con el nivel macroscópico de las sustancias. (Furió Más, CJ, & Furió, C, 2018) La falta de entendimiento de las convenciones usadas a nivel simbólico (Raviolo, A, 2019). Los estudiantes confunden el nivel de representación submicroscópico propuesto por Johnstone con el nivel simbólico. (Galagovsky, 2003)

habilidades lingüísticas previas, la impulsividad, inadecuada orientación espacial y/o temporal, la dificultad para conservar lo esencial de lo observado y percibido y la imprecisión e inexactitud en la recolección de la información y en la organización de la misma”. Como se cita en (Galeano, 2015, pág.29). Ambigüedad o mal uso de la terminología cotidiana en contextos químicos para llamar indistintamente diferentes materiales como sustancia. (Losada, C. M., Barros, S. G., Carlos, J., & López, R, 2009) Dificultad para distinguir (en las representaciones macroscópicas) entre sustancias compuestas y mezclas (sobre todo homogéneas), por asumir que están conformadas por más de un tipo de sustancia (Briggs y Holding, 1986). En la experiencia cotidiana de los estudiantes, según la cual pueden diferenciar entre	mezclado, que posee un conjunto de propiedades características y constantes”. (Furió-Más, 2012. Pág. 112) Por el contrario, suelen asociar el significado empírico de sustancia con el más general de material o producto mezclado (Furió Más, C., Domínguez Sales, M. C., & Guisasola Aranzábal, J., 2012), que suele utilizarse en el lenguaje cotidiano. -Los estudiantes tienden a interpretar los cambios preferentemente en términos de interacción entre sustancias para formar otras nuevas. Para muchos la química sería el arte de mezclar sustancias para obtener otras diferentes. (Crespo. 1996) -No son capaces de conceptualizar la sustancia como un sistema microscópico formado por partículas iguales (átomos, moléculas o iones). Por lo general, en este nivel reducen el concepto de sustancia al de sustancia simple, es decir, un cuerpo formado por el mismo tipo de átomos (Furió-Más,
---	--

	material y no material, considerando material todo aquello que se puede ver, tocar, tiene masa y, por tanto, peso, quedando así excluidos los gases (Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. 2007). “En general, desde el punto de vista químico, los estudiantes reducen los sistemas materiales a dos: mezcla o compuesto, por una parte, y sustancia simple o elemento químico, por otra.” (Furió-Más, 2012, Pág. 116)	2012) Se da un uso muy restringido del concepto de sustancia, solamente asignado a sustancias simples (elementos), compuestas por un solo tipo de átomo en las representaciones microscópicas o simbólicas (Briggs y Holding, 1986), ya que los niños relacionan los compuestos con mezclas al estar conformados de más de una “sustancia” o átomo.	
6. ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	Teniendo en cuenta factores que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje como el contexto, ambientes sociales, se presentan algunos elementos de reseña acerca del docente, los estudiantes, los recursos utilizados para la ejecución del material de enseñanza. El docente: De acuerdo a la temática a trabajar (mezcla homogénea o disolución), el docente debe ser licenciado en Biología y Química o licenciado en ciencias naturales y educación ambiental; debe ser un profesional de la educación con conocimientos profundos y competencias docentes que le permitan comprender, atender y resolver la complejidad de situaciones escolares como parte de su labor pedagógica en la enseñanza de las ciencias. En tal sentido, el docente debe tener un profundo dominio temático especializado. Además de tener una formación pedagógica y didáctica amplia que le faculte para trascender más allá del escenario físico del aula de clases y llegar a contextualizar estos conocimientos, a través de situaciones de enseñanza-aprendizaje cercanas a la realidad de sus estudiantes. Adicionalmente, requiere de competencias digitales docentes, para		

poder incorporar de manera pedagógica las TIC y sus recursos en la enseñanza. Finalmente, debe ser un profesional con habilidades del siglo XXI, tales como la creatividad y el pensamiento crítico, para desarrollar prácticas pedagógicas que respondan a las necesidades reales de su contexto (de planeación, didácticas y evaluativas). (Ministerio de educación, 2013).

El estudiante:

Esta actividad está dirigida para estudiantes entre los 13 y 14 años de edad. Se espera que él asuma un rol activo y crítico de su proceso de formación en el aula o en cualquier otro campo donde se construya el aprendizaje. En ese sentido, el estudiante debe ser consciente que el mayor interesado en su aprendizaje debe ser él mismo. Por tal motivo debe asumir un rol protagonista en este proceso. Hay que mirar hacia adentro capacidades, habilidades, deseos, motivaciones, etc. que poseemos, ahí está la clave del aprendizaje. Se pretende que tenga actitudes positivas frente a las ciencias naturales y deseo de aprender, además de tener conocimientos digitales básicos y capacidad de trabajar colaborativamente.

Por otro lado, se prevé que los estudiantes pueden tener dificultades para comprender conceptos abstractos sin la oportunidad de experimentar y observar fenómenos químicos en persona. Sin embargo, se espera que tengan una actitud positiva hacia el uso de recursos digitales y experiencias prácticas sencillas como estrategias para su aprendizaje.

Contexto institucional:

Esta propuesta se diseña para ser implementada en un colegio oficial en Colombia de estrato dos. En ese sentido, se prevé la falta o desuso del laboratorio de química y se concibe como un desafío para la enseñanza de esta disciplina académica. Tampoco se considera imprescindible el acceso a equipos y materiales de laboratorio especializados. Lo anterior, se debe a la intención de afrontar la dificultad de desarrollar una educación científica con enfoque práctico y experimental en química sin contar con grandes recursos para hacerlo.

En consecuencia, de lo anterior y reconociendo el trabajo de los entes gubernamentales por dotar de infraestructura tecnológica a las instituciones educativas. Se asume que el colegio llegue a contar con algunos dispositivos electrónicos (PC, Tablet o Portátiles) de nivel intermedio de configuración, además de acceso a internet con conectividad intermedia. En ese caso, sería ideal (aunque no obligatorio) que hubiera una cultura

	institucional de uso de las TIC y específicamente para la enseñanza de las ciencias. Sumado a esto un compromiso en brindar una educación de calidad en química a sus estudiantes, utilizando métodos alternativos y creatividad para superar las limitaciones. Materiales didácticos: En pro de desarrollar el proceso educativo de la propuesta diseñada con el fin de facilitar las finalidades planteadas, se requiere tener acceso a materiales didácticos convencionales y digitales que apoyen al docente y a los estudiantes en los procesos de representación, interacción y experimentación con materiales y situaciones que sean adecuadas para lograr el alcance de las finalidades planteadas. La experiencia de enseñanza-aprendizaje no se limita al espacio del aula de clase y no requiere de materiales y espacios sofisticados para desarrollar procesos de experimentación. En contraprestación, si se requieren materiales o recursos digitales que faciliten la simulación de experiencias sobre las sustancias y las mezclas y de materiales de común uso de los estudiantes para experimentar sobre estos conceptos.
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar se emplean para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?	Para el desarrollo y ejecución del material y las actividades de enseñanza se requiere el apoyo de Tecnologías digitales estándar como: Computadores o Dispositivos móviles, Video beam, Internet con conectividad intermedia, cámara web, micrófono y Plataforma de videoconferencia (Zoom, Google Meet)
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza, con el fin de representar y	Los recursos no digitales o análogos que se prevé utilizar en esta propuesta son: • Materiales caseros (a elección de los estudiantes) • Guía impresa con Imágenes de diferentes sustancias y mezclas • Cuadernos o libretas de apuntes Los recursos digitales que se prevé utilizar en esta propuesta son:

formular la idea?	• Video sobre la composición de la materia: sustancias y mezclas. • Presentación de diapositivas: sobre sustancias y mezclas en sus diferentes estados de agregación • Simulador de laboratorio: Para identificar sustancias y métodos de separación de mezclas • Animación en formato de video (representación de sustancias a nivel molecular) • Laboratorio virtual con el cual se plantea la construcción una molécula • Video sobre las disoluciones. • Laboratorio virtual sobre las disoluciones como mezclas homogéneas y la separación y diferenciación de sus componentes.
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios se apoya esta intención de diseño?	Para la presente propuesta de enseñanza se tienen en consideración diversos recursos digitales como; Animaciones en formato video, simuladores, laboratorio virtual. Esto se debe a que ellas brindan un aporte en la representación de fenómenos naturales para el desarrollo de las metodologías educativas. Para esto contribuye a facilitar la comprensión de fenómenos abstractos, el desarrollo de la autonomía intelectual, impulsan la creatividad y permiten que estudiantes y profesores tengan acceso a herramientas para optimizar sus funciones y roles en la consecución, procesamiento y comunicación de la información facilitando la construcción de nuevos conocimientos. Entre las herramientas digitales que se van a usar en esta propuesta están: Simuladores (de sustancias químicas y Laboratorio virtual); juego educativo; Videos), animaciones en formato de video. A continuación, se presentan cada uno de ellos agrupados en sus categorías, mencionando su funcionalidad, la actividad en la cual será usado y el enlace desde el cual se puede acceder en internet. Simuladores: - Laboratorio virtual: “Jugando a separar sustancias”. En él se relaciona al estudiante con distintos tipos de sustancias (puras o mezclas) utilizadas en su contexto y también con materiales y sustancias propias de un laboratorio, contribuyendo así a que los estudiantes relacionen lo aprendido con lo contextual. https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/11/22/jugando-a-separar-sustancias/

- **Construcción de un compuesto.** Es un simulador útil para la construcción e identificación de sustancias y compuestos químicos. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/build-a-molecule>
- **ChemSketch.** Es un simulador útil para dibujar estructuras químicas, se visualizará en 2D y 3D. <https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>

Juego educativo

- **Mezclas y sustancias puras.** Este minijuego permite relacionar un conjunto de materiales con una categoría (Mezclas homogéneas y heterogéneas y sustancias puras) a la cual se adscribe de acuerdo a su composición. Se utilizará para relacionar materiales de la vida cotidiana con su categoría de acuerdo a su composición a nivel submicroscópico. <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/368-mezclas-y-sustancias-puras>

Videos

- **Elemento, compuesto o mezcla.** Este video se usará a manera de introducción para identificar entre un elemento, compuesto y mezclas. <https://www.youtube.com/watch?v=3RHDP52FpNE>
- **ChemSketch Introduction and Demo.** Este video muestra las funciones y el manejo de la herramienta a modo de tutorial. <https://www.youtube.com/watch?v=JXBu1qMyO0A>
- **Química Fórmula y Ecuaciones EA.** Este video sobre la nomenclatura de compuestos químicos es recomendado con el objetivo de explicar y ejemplificar la forma de escribir compuestos. <https://youtu.be/Hy56N8h4uLw>

Animación

- **Mezclas y separaciones.** Esta animación se empleará como introducción para conocer algunos métodos de separación de mezclas. <https://www.youtube.com/watch?v=2FPaXer7AN0>
- **Moléculas y sustancias puras paso a paso.** Esta animación se implementará para identificar moléculas y sustancias a nivel submicroscópico. <https://www.youtube.com/watch?v=fzWnRh-TDgg&t=14s>

10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea?	Las actividades de esta propuesta de enseñanza tienen una secuencialidad que se estructura de lo macroscópico hacia lo simbólico. Esto de acuerdo a reconocer la capacidad de los estudiantes de observar y comprender los eventos cotidianos (macroscópicos) relacionados con la química, pero la imposibilidad de darles explicaciones desde la mirada submicroscópica y representaciones simbólicas por no ser parte de su realidad cercana. En ese sentido, las actividades se plantean de forma secuencial en las tres subideas que se proponen alcanzar de acuerdo a estos tres niveles de representación. Estos niveles van desde lo macroscópico hasta lo simbólico, pasando por lo submicroscópico, es decir, están en correspondencia con los tres niveles de representación del lenguaje de la química. Esto se concreta en que el primer bloque de actividades planteadas para el estudio de la primera subidea que profundiza el estudio de las mezclas desde el nivel macroscópico. Mientras que el segundo bloque de actividades sugerido para la segunda subidea enfatiza el estudio de las sustancias desde una mirada submicroscópica de la materia. Finalmente, en las actividades propuestas para la tercera sub idea se aborda la diferenciación de las mezclas y las sustancias, haciendo referencia al lenguaje simbólico de la química. Metodológicamente en el primer bloque de actividades se realiza el reconocimiento macroscópico de sustancias y mezclas haciendo uso de los sentidos y de materiales de la cotidianidad de los estudiantes. Además, se enfrenta al estudiante a una situación y una serie de preguntas orientadoras que activan su sistema de conocimientos y creencias como base para su proceso de aprendizaje. Asimismo, se utilizarán métodos de separación de mezclas para determinar la imposibilidad de conocer la composición exacta de ellas. En el segundo bloque de actividades se aborda el nivel submicroscópico aprovechando los aportes de los recursos digitales para representar las ideas y modelos que la química propone para explicar la diversidad de la materia, adoptando terminología tal como elementos y compuestos químicos y su relación con otra como átomos, compuestos y enlace. El papel de los recursos digitales es fundamental para representar lo relativo a las sustancias químicas. Esto se debe a que estas se escapan de la percepción de sensorial de los estudiantes, por lo cual es importante aportar a los estudiantes representaciones de ellas por medio de animaciones y simulaciones que le promuevan la construcción de ideas claras o conceptos sobre los elementos y los compuestos como sustancias químicas de acuerdo a su composición molecular. El tercer bloque de actividades se enfoca en la diferenciación de las mezclas y las sustancias, haciendo
--	--

	referencia al nivel de representación simbólico de la química. En este se proponen actividades que involucran el lenguaje escrito y gráfico de la química como: símbolos, fórmulas, ecuaciones, estructuras de Lewis, entre otros. Por otro lado, se espera establecer las diferencias del lenguaje cotidiano con el lenguaje de la química. Esta propuesta de enseñanza involucra estrategias y actividades innovadoras que vinculan herramientas digitales y multimediales en los tópicos de sustancias y mezclas, en relación con su complejo nivel de abstracción, requiere de representaciones más cercanas a los conceptos científicos y a su vez permiten formar relaciones más amenas con los estudiantes. Las estrategias de enseñanza consideradas para las actividades, cada una de ellas, se compone de tres momentos: introducción, desarrollo y cierre. Se empleará el diálogo entre el docente y los estudiantes como herramienta fundamental para construcción del conocimiento, ya que a través del diálogo el docente puede lograr que los estudiantes expresen abierta y explícitamente sus conocimientos, así como también cuestionar su razonamiento y corregir sus errores. Otra estrategia que se utilizará será los cuestionarios, que son una herramienta de enseñanza para motivar la reflexión en el aula, potencian las habilidades de argumentación y de dar explicaciones.		
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones	Actividad 1. Reconociendo las mezclas y sustancias. Actividad 1.1: Nombre: Mezclas y sustancias de la cotidianidad. Descripción: Para esta actividad se propone traer al aula cinco materiales	Actividad 2. Sustancias a nivel Submicroscópico Actividad 2.1: Nombre: Sustancias, compuestos y mezclas desde el nivel submicroscópico. Descripción En esta actividad se requiere de la asistencia de una animación	Actividad 3. Representación simbólica de sustancias y algunas mezclas. Actividad 3.1: Nombre: Las sustancias tienen nombres. Descripción Para el desarrollo de esta actividad es necesario la observación de un video

alternativas?	disponibles en los hogares de los estudiantes, con el objetivo de que el estudiante lo clasifique como sustancia o mezcla de acuerdo a sus conocimientos previos. Estos materiales deberán ser identificados y escritos en una tabla de acuerdo a la clasificación del estudiante. El desarrollo de esta actividad estará acompañado por una serie de preguntas a modo de diálogo con el fin de relacionar los conceptos de los estudiantes con la identificación de los materiales observados. Actividad 1.2: Nombre: Sustancia, compuesto o mezcla. Descripción: Esta actividad se enfoca en la composición y clasificación de la materia en sustancias, compuestos y mezclas. Para la cual se utilizará un video	(https://www.youtube.com/watch?v=fzWnRh-TDgg&t=14s) en el que se representan sustancias puras, elementos. Para el desarrollo de esta actividad, el docente realizará preguntas orientadoras que permitan entrar en discusión y debate sobre la diferencia entre elemento y compuesto, para luego generar explicaciones sobre dichos conceptos. Finalmente, el estudiante debe representar gráficamente los modelos de sustancias puras y compuestos por medio de un dibujo o haciendo uso de recursos digitales. Actividad 2.2: Nombre: Identificando sustancias. Descripción: Para esta actividad se hará uso de una presentación en la que el docente explicará por medio de imágenes las clases de sustancias	educativo. (https://youtu.be/Hy56N8h4uLw) sobre la nomenclatura de compuestos químicos y tomarán apuntes sobre los conceptos y ejemplos que se presentan. Luego, resolverán un cuestionario sobre el tema. Finalmente, compartirán sus respuestas y dudas con el docente y sus compañeros, mediante un foro. Actividad 3.2: Nombre: Construyendo Fórmulas Descripción: Utilizando una herramienta en línea para construir fórmulas químicas, como el constructor de fórmulas químicas “ChemSketch” de Science Geek (https://www.sciencegeek.net/Chemistry/chemware/chemware.shtml) Esta herramienta permite a los estudiantes construir fórmulas químicas arrastrando y soltando elementos en la pantalla. Adicionalmente, se utilizará un videotutorial para el manejo de la herramienta (https://www.youtube.com/watch?v=JXBu1qMyO0A)
---------------	--	---	---

	educativo(https://youtu.be/3RHDP52FpNE) con el propósito de identificar las sustancias puras y mezclas más utilizadas en nuestra vida diaria. Además de reconocer los diferentes tipos de mezclas. Esta actividad se desarrolla a través del diálogo entre estudiantes y docente, orientado por una serie de preguntas sobre el video, donde se busca que los estudiantes logren diferenciar los conceptos de sustancias y mezclas. Actividad 1.3: Nombre: Jugando a separar sustancias Descripción: En esta actividad se utiliza una animación https://youtu.be/2FPaXer7AN0 y se complementa con una práctica de laboratorio virtual con el que los estudiantes pueden interactuar con diferentes tipos de sustancias,	en sus diferentes estados de agregación. (https://view.genial.ly/64c042cc18a01f00110f19a3/interactive-image-fotografia-interactiva) Se busca que los estudiantes logren relacionar lo visto en el video de la anterior actividad y profundizar con la presentación en donde se hace énfasis en sustancias que no son observables a simple vista, pero que hacen parte de nuestra vida diaria y son fundamentales para nuestra vida. Se les pedirá a los estudiantes que realicen un esquema haciendo uso de herramientas de diseño, donde representen las sustancias y compuestos más comunes en sus diferentes estados de agregación. Actividad 2.3: Nombre: Construcción de un compuesto Descripción: Para la siguiente actividad se propone la construcción de	Se les pide a los estudiantes construir las fórmulas químicas de las sustancias, compuestos y mezclas (si es posible) más comunes con las que se encuentran en la vida cotidiana, como: Sal, Agua, dióxido de carbono, ozono, aire.
--	---	--	--

	mezclas e instrumentos de laboratorio. El simulador cuenta con distintos métodos de separación de mezclas. (https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/11/22/jugando-a-separar-sustancias/) El objetivo es que el estudiante reconozca cuáles de estas se pueden separar y los diferentes métodos para lograrlo.	compuesto o molécula por medio de un simulador (https://phet.colorado.edu/es/simulations/build-a-molecule) con el cual los estudiantes podrán identificar las diferencias a nivel submicroscópico entre una sustancia pura y un compuesto. Los estudiantes deben construir compuestos, utilizando sustancias o elementos como hidrógeno, oxígeno y carbono. Actividad 2.4: Nombre: Sustancias de la vida cotidiana a nivel submicroscópico. Descripción: Se les presenta a los estudiantes diferentes imágenes de sustancias y mezclas a nivel macroscópico; Agua, Sal, Azúcar y Arena. Se les pide a los estudiantes que las clasifiquen en sustancias y mezclas. Luego se les presentan imágenes de las mismas sustancias y mezclas	
--	--	--	--

		a nivel submicroscópico. Se les pide a los estudiantes que relacionen las imágenes macroscópicas con las submicroscópicas. Se discute con los estudiantes cómo las sustancias están formadas por partículas del mismo tipo (por ejemplo, todas las moléculas de agua son iguales), mientras que las mezclas están formadas por diferentes tipos de partículas (por ejemplo, la arena es una mezcla de diferentes tipos de partículas).	
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?	El enfoque de los procesos de evaluación planteado para cada una de las actividades presentadas en las tres subideas es de tipo formativa. Esto se debe a que se da dentro de los procesos de enseñanza, obteniendo así evidencias continuas sobre los avances en la construcción de los conocimientos y competencias que van adquiriendo los estudiantes en el proceso. A partir del análisis de estos avances se elaboran juicios y valoraciones y se brinda retroalimentación al estudiante; además, permite la toma de decisiones pedagógicas en la búsqueda de obtener mejores resultados en el proceso (avanzar en el programa o retroceder, cambiar estrategias metodológicas, quitar, simplificar o agregar contenidos, etcétera). La evaluación formativa implica un reto para el docente. Esto ocurre porque el docente requiere conocimientos profundos en la disciplina, tener en cuenta de forma constante las ideas expresadas por los estudiantes, identificar a partir de ellas las dificultades de aprendizaje más comunes y de acuerdo a esto seleccionar un conjunto de estrategias de enseñanza que satisfagan a las diversas necesidades de los estudiantes (Talanquer, V, 2015) Además de lo anterior, la evaluación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje será permanente. En ella,		

el maestro se basará en la observación del educando y de su actitud frente al aprendizaje usando técnicas formales e informales. Además de emplear instrumentos que le brinden información actualizada sobre el estado del proceso educativo. Esto estará complementado con una evaluación cualitativa del estudiante, teniendo en cuenta lo que se aprendió, cómo se aprendió y para qué se aprendió. Finalmente, además de los criterios anteriormente nombrados, en cada subidea se tendrán en cuenta los siguientes criterios para evaluar el desempeño del estudiante y la eficacia de las acciones planteadas.		
La primera actividad se evaluará teniendo en cuenta las respuestas de los estudiantes de forma dialógica. Para esto se brinda la posibilidad de argumentación y discusión al estudiante. Bajo la perspectiva evaluación formativa, a partir de una serie de preguntas que se irán planteando progresivamente y podrán ser respondidas por medio del diálogo entre el docente y los estudiantes, teniendo como referencia la observación de los materiales que los estudiantes han traído al aula desde sus hogares. Para la segunda actividad se evaluará de manera dialógica, teniendo en cuenta la observación de un video	En la primera actividad la evaluación se llevará a cabo por medio del debate. Para ello se tiene como punto de partida las preguntas planteadas por el docente en relación con la observación de una animación en formato video sobre sustancias puras y elementos a nivel submicroscópico. Finalmente, los estudiantes van a representar gráficamente (dibujos, esquemas, etc.) en hojas de papel o utilizando herramientas digitales, una sustancia, un compuesto y una mezcla. La segunda actividad tendrá en cuenta la evaluación de la actividad anterior y el video como retroalimentación o en complemento de una presentación explicativa por parte del docente.	Para la primera actividad se evaluará la precisión y corrección de las representaciones simbólicas mediante fórmulas químicas de las moléculas o modelos que los estudiantes escriban. También se evaluará la comprensión del material a través de preguntas de seguimiento y discusiones en grupo. En la segunda actividad se evaluarán la exactitud de las fórmulas químicas construidas por los estudiantes, es decir, si corresponden a los materiales solicitados (elementos, compuestos y mezclas) y si respetan las reglas de escritura de las fórmulas moleculares, empíricas y estructurales. Además, se tendrá en cuenta la elaboración de un informe escrito sobre el proceso y los resultados de la actividad, mostrando reflexión y crítica sobre su aprendizaje.

educativo donde se enfoca en la composición y clasificación de la materia en sustancias, compuestos y mezclas. Donde el docente orientará por medio de preguntas la discusión de lo observado. Finalmente, para la realización de esta actividad tiene como propósito conocer la capacidad de relacionar una sustancia o mezcla en nivel macroscópico con un concepto de naturaleza macroscópica. Para la segunda actividad se evaluará de manera escrita, donde los estudiantes van a Registrar sus apreciaciones de acuerdo con lo realizado en el laboratorio virtual, con el fin de identificar y establecer algunos métodos de separación de mezclas por medio de la experimentación virtual.	En ella se evaluará mediante preguntas realizadas por pequeños grupos de estudiantes acerca del contenido. Estas serán planteadas a los otros grupos de compañeros a modo de cuestionario. Luego se revisarán las respuestas y se harán las correcciones en grupos de trabajo. En la tercera actividad se utiliza como estrategia evaluativa la construcción y diseño de una sustancia, un compuesto y una mezcla a través de un simulador. Para la cuarta actividad se evaluará el trabajo en parejas, donde se les pedirá a los estudiantes diligenciar un documento o formato con la ayuda del simulador para que dibujen o capturen en él la información sobre sustancias presentes en la vida cotidiana. Posteriormente, a las parejas se les pide que compartan sus resultados con el resto de la clase. Seguido de tres preguntas para verificar su comprensión y fomentar el debate y las conclusiones.
---	---

		En la quinta actividad la evaluación se hará mediante una discusión sobre imágenes comparando sus niveles entre sí	
--	--	--	--

Materialización digital sobre de la propuesta de enseñanza con el uso de la Representación del Contenido mediada por herramientas digitales sobre sustancias y mezclas.

El segundo producto de esta investigación, consiste en un material que materializa en formato digital lo planteado en la propuesta de enseñanza (ReCo). Este material es: una cartilla interactiva para el estudiante.

En ese sentido, la cartilla interactiva está organizada estructuralmente de una manera similar a su diseño en la ReCo, es decir, abordando la gran idea y las tres subideas. Se encuentra organizado en tres niveles, cada uno de ellos contiene dos o tres actividades alusivas a los tres niveles de representación del lenguaje de la química; Macroscópico para el primer nivel, Submicroscópico para el segundo nivel y Simbólico para el tercer nivel. Para hacer que cada subidea sea más fácil de entender y atractiva para los estudiantes, se utilizan recursos digitales como animaciones, vídeos, imágenes interactivas, juegos y ejercicios interactivos. El material para los estudiantes fue creado mediante la herramienta en línea Genially. Este software permite originar todo tipo de contenidos visuales e interactivos.

El estudiante o usuario puede acceder al material por medio del enlace que se encuentra al final de la descripción. Una vez ingrese debe iniciar la interacción con las actividades en el primer nivel (macroscópico). Para poder avanzar al segundo nivel (el submicroscópico) tendrá que haber resuelto correctamente cada una de las actividades del primer nivel. De esta misma manera, para poder alcanzar el tercer y último nivel

simbólico, tendrá que haber resuelto completamente lo propuesto en el segundo nivel. Una vez que se haya iniciado este nivel, el usuario podrá navegar libremente por cada uno de los tres niveles de interacción y representación propuestos

Cada nodo en la parte derecha contiene una serie de botones interactivos, que contienen hipervínculos que al ser pulsados llevará al estudiante a otra ventana que contiene la información referente a su denominación (ver imagen 1). Es decir, ellos dan acceso a elementos pedagógicos tales como:

Actividades: manifiesta las responsabilidades académicas que se espera realicen los estudiantes con los recursos suministrados

Objetivos: deja explícitos los aprendizajes que se esperan obtener con la actividad,

Descripción: realiza una breve presentación de la actividad

Procedimiento: Pone de manifiesto el proceso o las instrucciones que orientan al estudiante para realizar la actividad

Recursos: menciona los recursos y materiales que se requieren para realizar la actividad. Cabe mencionar que algún recurso como el simulador y un laboratorio que de acuerdo a su relevancia tienen un botón explícito para su adquisición o descarga.

Tiempo: Manifiesta el tiempo que se estipula como el requerido para desarrollar la actividad indicado para cada actividad.



Figura 1 1 Interfaz de cartilla del estudiante

Adicional a esto, en la parte inferior de cada nodo existe un menú de navegación conformado por cuatro iconos que, ubicados de izquierda a derecha en ese orden, permiten el acceso a la página anterior, al menú principal, a la página de inicio y a la página siguiente. De la misma manera, en el lado izquierdo existen botones informativos, que al pasar el puntero sobre este, ofrecen información en forma de texto o brindan ayuda para resolver dicha actividad.

El acceso al material mencionado está disponible en el siguiente enlace

- [Cartilla del Estudiante](#)

6. Conclusiones

En este apartado se presentan las respuestas que se obtienen al finalizar esta investigación enfocada en el diseño de una propuesta de enseñanza sobre sustancias y mezclas. Estas conclusiones se basan en los objetivos planteados y la metodología que condujo a los resultados finales. De esta manera, a través del desarrollo de la investigación se pudo concluir que:

El diseño de esta propuesta de enseñanza utilizando el instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) favorece la explicitación y el desarrollo del conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido, a través de la toma de conciencia, reflexión y fundamentación de los conocimientos profesionales que el docente necesita para diseñar y llevar a cabo la enseñanza. Según Candela (2016), el éxito de este instrumento metodológico se basa en su implementación en un proceso reflexivo que recopila los elementos curriculares e instruccionales que el profesor debe tener en cuenta al planificar y ejecutar el diseño de la enseñanza. En relación con esto, en esta investigación se concluye además que el instrumento ReCo tiene el potencial de ser una herramienta sostenible para diseñar propuestas de enseñanza sobre temas específicos, documentar y desarrollar el conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido (CTPC) que un docente tiene sobre un tema específico de la ciencia.

En el caso de los docentes diseñadores en formación inicial, esto se logra a través del reconocimiento de la falta de repertorio de experiencias y del vacío formativo. Lo anterior, se subsana por medio de la reflexión sobre los aportes del campo de conocimiento que facilita la toma de decisiones curriculares e instruccionales fundamentadas, el

enriquecimiento de sus saberes del contenido a enseñar y el reconocimiento de las estrategias para enseñarlo. En ese orden de ideas, usar la ReCo como herramienta metodológica acompañada de la confrontación del conocimiento registrado en ella, hace que el profesor diseñador piense sobre el conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido que posee, llegando a identificar sus debilidades profesionales de formación así como los vacíos en sus conocimientos que debe aprender y sobre las formas de cómo enseñarlo. Teniendo en cuenta lo anterior, en esta investigación se desarrolla una teoría del dominio específico basada en los presupuestos teóricos y metodológicos que se tuvieron en cuenta para la toma de decisiones curriculares, fundamentadas para la propuesta de las actividades materializadas en un contenido digital para la enseñanza de los contenidos de sustancias y mezclas.

Por otro lado, para finalizar en este estudio se llegó a concluir que en el diseño de actividades que pretendan el reconocimiento y diferenciación consciente de los tres niveles de representación de la química es fundamental la articulación de recursos digitales. En este caso específico, que además pretende mejorar los procesos de aprendizaje y la enseñanza de contenidos como: sustancias y mezclas, estos recursos digitales facilitan la representación de estos conceptos complejos y abstractos mediante videos, animaciones, simulaciones, etc. Además, facilitan la implementación de estrategias y actividades para lograr satisfacer las necesidades y dificultades de los estudiantes, que fueron plasmadas para desarrollar la cartilla de actividades. En consecuencia de lo anterior, el proceso ayudó al docente diseñador a fortalecer su CTPC para la enseñanza, brindando alternativas a la carencia o poca experiencia, utilizando herramientas y recursos que apoyen de manera contextualizada e innovadora el proceso de enseñanza y aprendizaje.

7. Referencias

- Agudelo Osorio, E. (2016). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje basada en investigación sobre el núcleo de la discontinuidad de la materia.
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/9401>
- Albornoz Córdoba, E. (2018). *Unidad didáctica del concepto MEZCLAS en química, una herramienta motivadora para el proceso de enseñanza-aprendizaje* (Doctoral dissertation).
- Briggs, H., & Holding, B. (1986). *Aspects of Secondary Student's Understanding of Elementary Ideas in Chemistry: Full Report*. Children's Learning in Science Project, Centre for Studies in Science and Mathematics, The University.
- Buitrago Suárez, Y. D. C. (2012). Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula. *Sede Orinoquía*.
- Caamaño Ros, A., Mayós, C., Maestre, G., & Ventura, T. (1983). Consideración sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la Química en el Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- Candela Rodríguez, B y Viáfar Ortiz, R. (2017). Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los Pap-eRs como instrumentos para identificar y desarrollar el CPC.

- Candela Rodríguez, B. F., & Viafara Ortiz, R. (2014). Articulando a CoRe e os PaP-eR ao programa educativo por orientação reflexiva: uma proposta de formação para os professores de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (35), 89-111.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142014000100005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Candela, B. F. (2014). *Aprendiendo a enseñar química*. Universidad del Valle.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tDynEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Johnstone+\(1982\)+citado+en+Candela+y+Viafara,+2017](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tDynEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Johnstone+(1982)+citado+en+Candela+y+Viafara,+2017)
- Candela, B. F. (2017). Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias. *Dra. Olga Lucía Castiblanco Abril Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia Editor en Jefe Dr. Diego Fabian Vizcaino*, 158.
https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/issue/download/812/pdf_3#page=159
- Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*. Mexico-McGraw-Hill.
- De Torre, A. O., Rodríguez, E. P., & de Pro Bueno, A. (2003). *Enseñar ciencias* (Vol. 176). Grao.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13.
- Dominguez, R (2006). Química La Ciencia Básica. M.D Reboiras. Universidad Autónoma de Madrid. Editorial Thomson 2- 4
- Fernández, P. S., & Vargas, N. M. (2011). El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. *Educació química*, (8), 44-51.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7994111>
- Furió Más, C., Domínguez Sales, M. C., & Guisasola Aranzábal, J. (2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 2012, vol. 30, num. 1, p. 113-127
- Furió Más, CJ, & Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11 (3), 300-308.
<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66442>

- Furió, c. (2000). «Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos». *Educación Química*, 11(3): 300
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7994111>
- Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia química compuesta. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 241-258.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de "reacción química" a partir del concepto de "mezcla". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 107-121.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14705233>
- Galeano Gallego, J. A. (2015). Propuesta para el aprendizaje del concepto de solubilidad en soluciones acuosas en el grado undécimo. *Facultad de Ciencias*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55425>
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2016). Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. Tomado de:
<https://gredos.usal.es/handle/10366/131421>
- Garritz, A., & Trinidad Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación química*, 15(2), 98-102.
<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66192>
- Gravemeijer, K. y Cobb, P. (2006). Diseño de investigación desde una perspectiva de diseño de aprendizaje. En *Investigación en diseño educativo* (págs. 29-63). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203088364-12/design-research-learning-design-perspective-koeno-gravemeijer-paul-cobb>
<https://ensciencias.uab.cat/article/view/v30-n1-dominguez-furio-guisasola>
<https://redie.uabc.mx/redie/article/view/85/151>
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64219>
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68729>
<https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6434>

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0187-893x2015000300177

- Johnstone, AH (1993). El desarrollo de la enseñanza de la química: una respuesta cambiante a la demanda cambiante. *Revista de educación química*, 70 (9), 701.
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed070p701>
- Jong, OD (1996). Editorial Invitada: Formación de Profesores de Ciencias y Matemáticas: algunos temas de interés general. *Revista europea de formación del profesorado*, 19 (2), 103-107.
- Losada, C. M., Barros, S. G., Carlos, J., & López, R. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8.
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N1.pdf
- Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J., & Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información tecnológica*, 29(2), 41-52.
- Mckenney, S., Nieveen, N., & Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. En J. Akker, K. Gravemeijer, & S. McKenn, Educational design research (pág. 176). Londres.
- Molina, M., Castro, E., Molina, JL y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 75-88.
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/243824>
- Moreno, M. E. (2006), Las TIC y el Desarrollo del Aprendizaje en Educación Inicial, Rev. Electr. de Humanidades, Educ. y Comunic. Social, 1 a edición, año 1, 1-11
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En Blanco y Negro*, 3(2),38-46.
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/3862>
- Osorio Bermúdez, D. S. Propuesta pedagógica que contribuya a la enseñanza en ciencias naturales en el tema de la materia-separación de mezclas, utilizando un simulador

virtual y práctica de laboratorio. *Facultad de Ciencias*.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76329>

Pavón, Z. S., Esaa, A. E., Delgado, E. C., & Monagas, C. M. (2015). Un modelo de secuencia de enseñanza de la temática: mezclas. Tipos y separación de mezclas. *Diálogos educativos*, (29), 124-140.

https://www.researchgate.net/publication/328365005_Revista_Electronica_UN_MODELO_DE_SECUENCIA_DE_ENSEANZA_DE_LA_TEMATICA_MEZCLAS_TIPOS_Y_SEPARACION_DE_MEZCLAS_A_TEACHING_SEQUENCE_MODEL_OF_THE_AREA_OF_MIXTURES_TYPES_AND_SEPARATION_OF_MIXTURES

Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2019000200114&script=sci_abstract&tlng=pt

Raviolo, A., Garritz, A., & Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica.

Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (22).

<https://revistas.um.es/red/article/view/111631>

Rivadulla López, Juan & García, Tatiana & Barros, Susana. (2019). Propuesta de enseñanza sobre sustancias y mezclas para Educación Primaria.

https://www.researchgate.net/publication/338791821_Propuesta_de_ensenanza_sobre_sustancias_y_mezclas_para_Educacion Primaria

Rodríguez, B. F. C. (2016). El diseño de la “Core”: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. *Boletín Redipe*, 5(9), 146-167.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6066074>

Rodríguez, B. F. C. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 12(2), 158-172.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6750742>

- Sánchez Murillo, C. A. (2018). Enseñanza de las propiedades físico-químicas de la función química sal, en estudiantes de 10° 3, en la Institución Educativa «Jorge Eliécer Gaitán»: una propuesta que integra las TIC. *Facultad de Ciencias*.
- Soto Bueno, D. R. (2013). Bases para la traducción-recreación al español de poemas escritos en francés. Tomado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11923>
- Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educación química*, 26(3), 177-179.
- Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educación química*, 26(3), 177-179. Tomado de: <https://experts.arizona.edu/en/publications/the-importance-of-formative-assessment>
- Veglia, S., Vázquez, G., Brillada, A., & Odetti, H. (2012). Problemas asociados a la enseñanza del contenido disoluciones durante la escolaridad primaria y secundaria. In III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 26, 27 y 28 de septiembre de 2012 La Plata, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.

8. Anexos

Anexo 1. Instrumento de la ReCo

Estructura lógica del instrumento de la ReCo. Base para la entrevista

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema _____? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto _____. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a enseñar, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).			
8. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?			

At
Ve

Anexo 2. Estructura lógica del instrumento de la ReCo adaptada al constructo del CTPC.

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema de la _____? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto _____. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a enseñar, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Cuál es su conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?			
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea?			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios se apoya esta intención de diseño?			
10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea.			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			