

EL DISEÑO DE LA “CoRe”: UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA  
INICIAR LA IDENTIFICACIÓN, EXPLICITACIÓN Y DESARROLLO DEL CTPC DE UNA  
PROFESORA DE BÁSICA SECUNDARIA SOBRE EL FENOMENO DE “FLOTACION DE  
LOS CUERPOS”

YONNY ARMANDO PEREZ GONZALEZ



UNIVERSIDAD ICESI

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACION

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ÉNFASIS ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

SANTIAGO DE CALI

2017

EL DISEÑO DE LA “CoRe”: UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA  
INICIAR LA IDENTIFICACIÓN, EXPLICITACIÓN Y DESARROLLO DEL CTPC DE UNA  
PROFESORA DE BÁSICA SECUNDARIA SOBRE EL FENOMENO DE “FLOTACION DE  
LOS CUERPOS”

YONNY ARMANDO PEREZ GONZALEZ.

Tesis de grado como requisito para optar al título de Magister en Educación

Director Tesis:

BORIS FERNANDO CANDELA RODRÍGUEZ

Mg. en Educación



UNIVERSIDAD ICESI

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACION

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

SANTIAGO DE CALI

2017

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente Jurado

---

Jurado

---

Jurado

*A Dios que es mi razón de ser, A mí amada esposa Eliana que me enseña cada día a ser mejor ser humano y a mis hijos Luna Isabella, Juan Felipe y Juan Esteban, gracias por su apoyo incondicional. Los amo infinitamente.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En estas cortas pero sentidas palabras es difícil expresar mi infinito agradecimiento al Maestro Boris Fernando Candela Rodríguez por su entrega, dedicación y por su tiempo. Por sus regaños de padre, por la orientación y acompañamiento en este proceso que apenas empieza. Personas como usted no deben tener el Rotulo de profesor si no de Maestro. En toda la extensión del significado de esta palabra. **“MIL GRACIAS MAESTRO BORIS”**.

Quiero expresar mi agradecimiento al Men “Ministerio de Educación Nacional” por su programa de Maestros de la excelencia, a la Universidad Icesi, a cada uno de los Profesores que en estos dos años contribuyeron en este proceso de formación. A mis compañeros del grupo Dos de maestría y a todos y cada una de las personas que hicieron posible este paso.

## Contenido

Lista de Tablas .....	8
Lista de figuras .....	9
RESUMEN .....	11
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I .....	17
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Justificación. ....	23
1.3. Antecedentes .....	26
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL.....	33
2.1. Conocimiento Pedagógico Del Contenido A Partir De Las Perspectivas Shulman, Grossman Y Magnusson. ....	34
2.1.1 El constructo Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) desde la postura de Shulman. ....	34
2.1.2 Conceptualización del Conocimiento Pedagógico del Contenido desde la mirada de Grossman. ....	38
2.1.3 Conceptualización y elementos del Conocimiento Pedagógico del Contenido desde el punto de vista de Magnusson. ....	41
2.4. Dificultades/Limitaciones De La Enseñanza Y El Aprendizaje Sobre Fenómeno De La Flotación. ....	76
CAPÍTULO III.....	81
3. Hipótesis, Objetivos Y Aspectos Metodológicos .....	81

3.1 Hipótesis .....	81
3.3.2. Caracterización del estudio de caso. ....	85
3.3.3. Dinámica de la investigación. ....	86
2.3. Conceptualización del instrumento metodológico de la ReCo y su articulación con el CTPC.....	92
a) Ordenamiento conceptual.....	103
CAPÍTULO IV .....	112
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	112
4.1. Orientaciones Hacia La Enseñanza De La Ciencia .....	113
4.2. Curriculum De La Ciencia.....	119
4.3. Comprensión De Los Estudiantes De Un Tópico Específico De La Ciencia.....	126
4.4. Conocimiento Tecnológico Y Pedagógico (Software Y Hardware) Para Gestionar El Aula .....	130
4.5 Conocimiento Tecnológico Del Contenido .....	133
4.6. Estrategias Instruccionales Para La Enseñanza De Las Ciencias .....	136
4.7 Formas De Evaluar Las Ideas .....	142
CAPÍTULO V CONCLUSIONES .....	145
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	153

## Lista de Tablas

Tabla 1. Actividades que configuran la fase de fundamentación. ....	97
Tabla 2. Actividades que configuran la fase de intervención. ....	98
Tabla 3. Categoría Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido y sus subcategorías. ....	106
Tabla 4. Categoría Representaciones del Contenido (ReCo) y sus subcategorías. Adaptada por Candela (2016a, en prensa). ....	106
Tabla 5. Relación entre subcategorías del CTPC y la ReCo. ....	110



**Lista de figuras**

Figura 1 Representación del CPC.....	37
Figura 2 Modelo del conocimiento del profesor. Fuente: Grossman (1990).....	39
Figura 3 Categorización y subcategorización de los datos.....	104
Figura 4 Diseño de la CoRe No.1.....	117
Figura 5 Diseño de la CoRe No.3.....	128
Figura 6 Punto 7. CoRe. No. 3.....	132
Figura 7 Primera versión de la CoRe.....	135
Figura 8 Punto 11 CoRe No.3.....	140
Figura 9 Material instruccional.....	141
Figura 10 Punto 12 CoRe. No.1.....	143
Figura 11 Punto 12 CoRe No.3.....	145

**Lista de anexos**

Anexo A Primera Version de la CoRe del Fenomeno de Flotacion Elaborada por la Profesora .....	162
Anexo B Segunda Versión de la CoRe del Fenómeno de Flotación Elaborada por la Profesora.....	168
Anexo C Tercera Versión de la CoRe del Fenómeno de Flotación Elaborada por la Profesora.....	177
Anexo D. Diario Reflexivo #1.....	186
Anexo E. Diario Reflexivo #2.....	188
Anexo F. Diario Reflexivo #3.....	189
Anexo G. Encuesta Inicial de Diseño de la CoRe .....	191
Anexo H. Encuesta Final sobre el Diseño de la CoRe.....	195
Anexo I. Entrevista Semiestructurada.....	198
Anexo J. Plantilla de Diseño de Actividad instruccional.....	205
Anexo K. Material Instruccional Elaborado por la Profesora.....	212

## RESUMEN

Mediante el presente trabajo de investigación, se ilustra el proceso por el cual una profesora de ciencias naturales en ejercicio en el grado sexto en la escuela secundaria identifica, explicita y desarrolla el CTPC hipotético (Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido hipotético) del Fenómeno de Flotación de los cuerpos. Para tal efecto, la profesora debe enfrentar un conjunto de fases de formación ajustadas a la fundamentación e intervención. Así, la primera le brinda la oportunidad a la profesora de conceptualizar y reconocer los siguientes elementos: el constructo del CTPC, la herramienta de la CoRe; las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas del fenómeno de flotación de los cuerpos en sus estudiantes; aspectos de la pedagogía general; conocimiento del contexto; currículo estatal de las ciencias naturales; y comprensión profunda del fenómeno de flotación de los cuerpos. En cuanto a la segunda fase, se encamina en acompañar a la profesora en ejercicio durante la construcción consciente y progresiva del contenido que fundamenta a la CoRe el fenómeno de flotación de los cuerpos, y posterior desarrollo del material de enseñanza de dicho fenómeno en formato digital (material compartido en Drive). La metodología de investigación utilizada en este trabajo es de perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de casos, en la cual la recolección de datos se lleva a cabo a lo largo de las anteriores fases, utilizando para esta tarea las siguientes fuentes documentales: observación participante de la serie de tareas de aprendizaje que han sido diseñadas, secuenciadas y temporalizadas por el investigador durante la fase de fundamentación; entrevista semiestructurada a la profesora; construcción progresiva de tres versiones de la CoRe; y diálogo informal, encuestas y diario reflexivo. El análisis de los datos produce generalizaciones naturalísticas, tales como: orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia; currículum de la ciencia; Comprensión de los estudiantes de un tópico específico

de la ciencia; Conocimiento tecnológico y pedagógico (Software y Hardware) para gestionar el aula; Conocimiento tecnológico del contenido; Estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia; Formas de evaluar las ideas. Naturalmente, el propósito central de estas generalizaciones descansa en la representación del CTPC en cuestión.

Finalmente, los hallazgos de este trabajo de investigación han permitido afirmar el potencial que tiene el desarrollo progresivo del instrumento metodológico CoRe como una herramienta metodológica de diseño de ambientes de aprendizajes de tópicos específicos, para lograr que los profesores en ejercicio desarrollen las relaciones complejas entre el contenido, la pedagogía y la tecnología, y de esta manera identifique y expliciten el CTPC.

**Palabras Claves:** Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC); Representación del Contenido (CoRe); Escuela básica secundaria, Decisiones Curriculares, Decisiones Instruccionales, elementos de la enseñanza.

## INTRODUCCIÓN.

Los investigadores en educación en las últimas décadas han llegado al consenso que lo que nuestros estudiantes aprenden está correlacionado con el *qué* y el *cómo* los profesores lo enseñan; ligado a esto reconocen que el *qué* y el *cómo* los profesores enseñan viene condicionado por su sistema de conocimientos, creencias y valores acerca de la enseñanza de la disciplina. (Candela & Viafara, 2014). Según Magnusson, Krajcik, & Borko, (1999), Abell & Bryan, 1997 y Candela, (2016) la educación en ciencias no está alcanzando las expectativas propuestas y los estudiantes continúan mostrando las mismas dificultades/limitaciones y concepciones alternativas frente a tópicos específicos de las ciencias naturales, prueba de ello son los bajos desempeños en las pruebas estandarizadas nacionales e internacionales.

En contrastes a lo anterior Shulman (1986), en su propuesta del Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) propone que los profesores experimentados y ejemplares son aquellos que son capaces de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje centrados en el estudiante. Ya que estos profesores poseen un conocimiento profesional que resulta de la combinación e interacción sistemática del conocimiento disciplinar, la pedagogía general y el conocimiento del contexto. Para Candela (2016) en el CPC de Shulman no se representaron de manera explícita las relaciones complejas entre las bases del contenido, pedagogía y tecnología, pero se cree que estas fueron muy importantes para él, como son consideradas ahora en el campo de la educación. En el discurso actual de la educación se plantean las estrechas relaciones entre contenido, pedagogía y tecnología, dado que, existe un amplio rango de tecnologías y recursos digitales, las cuales pueden ser utilizadas en el proceso de enseñanza con el fin de representar y formular un tópico específico. Por lo general, estas nuevas tecnologías incorporan hardware y software, tales

como computadores, juegos educativos, internet y las aplicaciones numerosas que apoyan el proceso antes mencionado.

Ahora bien Mishra y Koehler (2006) Formularon un enfoque de diseño y enseñanza de un tópico donde se enfatiza las conexiones, interacciones, suministros y restricciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. El CTPC a saber el Conocimiento Tecnológico y pedagógico del contenido. Esta base del conocimiento debe ir más allá del contenido, la pedagogía y la tecnología y debe ser una característica propia de los profesores experimentados y ejemplares por lo cual se distinguirán de los profesionales de la disciplina, la pedagogía y la tecnología (Mishra y Koehler, 2006; Candela, 2016). En el CTPC se entrelazan muchos elementos de la enseñanza, con el fin de mediar el aprendizaje de estudiantes singulares dentro de contextos particulares, buscando las mejores formas de formular y representar tópicos específicos a través de recursos digitales; dichos recursos pueden ayudar a direccionar algunos de los problemas que el aprendiz enfrenta, las concepciones alternativas con las que llega y a superar las dificultades y limitaciones frente a tópicos específicos de la ciencia.

Según el presupuesto anterior, los investigadores en educación consideran que el CTPC de un profesor en ejercicio en la escuela secundaria puede ser identificado y desarrollado por medio de un programa de educación que se centra en el desarrollo del instrumento metodológico de la ReCo de un contenido específico de las ciencias (Candela, 2016; Candela, 2016b en prensa). Dicho instrumento metodológico de la Representación del Contenido (ReCo) ha jugado un papel fundamental, ya que su estructura lógica les da la posibilidad a los profesores de tomar en cuenta los elementos teóricos y metodológicos (CPC) que informan el diseño de dichos ambientes de aprendizaje. Ahora bien con la emergencia de los recursos digitales como instrumentos de representación de contenidos

y gestión efectiva del aula, el constructo CPC evolucionado a CTPC y por ello se hace necesario adaptar la estructura epistemológica de la Representación del Contenido (ReCo) al marco teórico emergente, con el propósito que este instrumento metodológico sea utilizado como una heurística clave para identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de una profesora en ejercicio

Finalmente, el informe de este estudio se estructura en cinco capítulos los cuales se describen a continuación brevemente.

El **capítulo 1**, contiene los elementos fundamentales para el desarrollo de la investigación. Entre estos encontramos: revisión de antecedentes (del constructo CPC Conocimiento Pedagógico del Contenido y el constructo emergente CTPC Conocimiento Tecnológico Y Pedagógico del Contenido) así como aquellos que describen la herramienta de la CoRe como medio para ayudar a los profesores a identificar y desarrollar el CTPC de las Ciencias), la formulación del problema a investigar y su justificación.

El **capítulo 2**, describe los elementos teóricos o marco conceptual de referencia. Se realiza una conceptualización del constructo del CPC desde las perspectivas de Shulman (1986), Grossman (1990) y Magnusson et al. (1999). También, se conceptualiza el constructo CTPC Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido; el Instrumento metodológico ReCo y se describen las limitaciones y dificultades frente al fenómeno de flotación de los cuerpos.

Elementos como la hipótesis, los objetivos y la metodología, hacen parte del **capítulo 3**. Aquí detallamos entre otros: el diseño y la dinámica de la investigación, los criterios para la selección del caso, la obtención, análisis e interpretación de datos. Adicionalmente, se puede encontrar la conceptualización del instrumento metodológico de la CoRe. Y los aspectos generales para el análisis de datos

Además **En el capítulo 4**, se muestran los resultados y productos de la investigación, encontrará en esta sección los siguientes elementos: tres (3) versiones de instrumento de la CoRe y el material curricular elaborado por la profesora para la enseñanza del fenómeno de flotación de los cuerpos. Asimismo, este capítulo contiene las generalizaciones naturalísticas de cada una de las subcategorías del CTPC producto de la discusión de resultados orientados desde la perspectiva de Magnusson et al. (1999). Y las Adaptaciones realizadas por Candela (2016).

En el **capítulo 5**, presentamos las conclusiones que evidencian el proceso de identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) hipotético a través de la construcción colaborativa y progresiva del instrumento metodológico de la CoRe.



## CAPÍTULO I

### PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema.

**“La Necesidad de Estudiar el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) de un profesor de secundaria acerca del fenómeno de Flotación de los cuerpos”**

En las últimas décadas los educadores de profesores han llegado al consenso que la educación en ciencias, no está alcanzando las expectativas que subyacen a las actuales reformas del currículum de dichas disciplinas (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Abell & Bryan, 1997). Evidencia de esta situación se refleja en que los estudiantes de la escuela secundaria continúan enfrentando las misma dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de un tópico específico que sostuvieron sus antecesores (Candela 2016). Prueba de esto, son los pobres resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas estandarizadas tanto a nivel nacional como internacional (ej., Saber, PISA, y TIMMS).

Probablemente una de las causas sea que los profesores de la escuela secundaria poseen serias restricciones en el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) de la ciencia, el cual ejerce una fuerte influencia en el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos y de su enseñanza. En efecto, dicho constructo informa sobre la toma de decisiones curriculares e instruccionales que se traducen, tanto en la construcción de un material de enseñanza como en la puesta en escena de éste.

Conviene subrayar que, el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) es una de las bases del conocimiento que va más allá del contenido, la pedagogía y la tecnología. Así pues, esta base debe ser una característica inherente de

todo profesor, que lo distinguen de los profesionales de la disciplina, la pedagogía y la tecnología (Mishra & Koehler, 2006). En este sentido, el CTPC permite entretelar de manera sinérgica y coherente los siguientes elementos: Conocimiento Tecnológico del Contenido, Conocimiento Pedagógico del Contenido; y Conocimiento Tecnológico y Pedagógico. Asimismo, éstos recogen una serie de formas de gestionar el aula y representar un contenido a través de los recursos digitales, con el fin de ayudar a los estudiantes a superar las dificultades y concepciones alternativas con las que llegan al aprendizaje del contenido bajo consideración.

Si bien, en las últimas décadas los diseñadores de las políticas educativas han aumentado el interés por integrar las tecnologías de la información y la comunicación al aula de ciencias, esta acción no ha cumplido con las expectativas de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en las disciplinas científicas. Naturalmente, dichas políticas de educación en la última década se encargaron de proveer a las instituciones educativas de recursos tecnológicos como: computadores y conectividad. Además, alfabetizar a los profesores en el manejo de tecnologías digitales estándar (ej., Software, hardware, email, chat, video, conferencias, entre otras), además de proponer programas de educación cuyo propósito descansa en desarrollar en el profesor habilidades en el manejo de software y hardware que le permitan gestionar el aula. A pesar de estos grandes esfuerzos e inversiones económicas, los estudiantes de la escuela secundaria continúan teniendo las mismas dificultades/limitaciones para comprender los contenidos abstractos de las ciencias.

En este sentido, los programas de educación ofrecidos por las universidades con el fin de integrar la tecnología al aula de ciencias, se centra en el desarrollo de habilidades para el manejo del software y hardware, las cuales juegan un papel importante durante la gestión del aula. Sin embargo, esta perspectiva de formación ha descuidado la otra parte

de la ecuación del proceso de enseñanza, la representación de los contenidos específicos, hecho que se traduce en la desarticulación de la tecnología con el Conocimiento Pedagógico del Contenido (Mishra & Koehler, 2006; Candela 2016). Esta situación se da como consecuencia de que los diseñadores de dichos programas sostienen la creencia que para integrar la tecnología al aula solo se necesita que el profesor haya desarrollado un conjunto de habilidades tecnológicas estándar (Mishra & Koehler, 2006).

Con el fin de comenzar a superar la desarticulación de las bases del conocimiento del contenido, la pedagogía y tecnología durante la práctica del diseño y la enseñanza de un contenido específico, se ha llegado al consenso que los programas de formación deben de brindarle la posibilidad al profesor de enfrentarse a la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje de tópicos específicos (Mishra & Koehler, 2006; Candela, 2016). Esta tarea de formación le brinda la posibilidad al profesor de abordar la práctica real del diseño de un ambiente de aprendizaje para un contenido específico, la cual suministra el escenario apropiado para llevar a cabo indagaciones y reflexiones acerca de los elementos necesarios para el diseño del ambiente en cuestión (Candela, 2016).

Naturalmente, que el desarrollo progresivo y consciente de las diferentes actividades de formación para el diseño del ambiente de aprendizaje bajo consideración le permite al profesor comenzar a identificar, explicitar y desarrollar los aspectos que configuran el CTPC hipotético<sup>1</sup> sobre un contenido de las ciencias. En efecto, el conocimiento que subyace al CTPC entra a jugar un papel crítico para el desempeño apropiado del profesor, tanto para diseñar como enseñar un contenido específico.

---

<sup>1</sup> Se conceptualiza el constructo del CPTC hipotético como la agrupación de bases de conocimientos para la enseñanza de un tópico específico que el profesor en fase de fundamentación ha comenzado a identificar, explicitar y desarrollar en dicho evento. Es decir, dichas bases resultan de la reflexión deliberada en ámbitos tales como: literatura basada en la investigación; prácticas científicas; experiencias de enseñanza controladas (estudios de caso de profesores ejemplares representados por medio de videos o relatos narrativos vicarios), entre otros Y, no de la experiencia de enseñanza en escenarios reales donde el profesor lleva a cabo la reflexión en y sobre la acción (Candela, 2012)

Adicionalmente, esta clase de conocimiento le brinda la posibilidad a él para asistir a los estudiantes particulares durante la co-construcción de la comprensión del contenido en cuestión (Mishra & Koehler, 2006; Brown & Campione, 1996).

Por lo anterior se hace necesario que los docentes de ciencias naturales comiencen a identificar, explicitar y desarrollar los aspectos del CTPC sobre un contenido específico de las ciencias. En este sentido, se ha considerado que el instrumento metodológico de la CoRe (Content Representation) dentro de un programa de formación focalizado en el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos es una buena heurística para asistir a los profesores en el logro de esta meta de desarrollo profesional (Hume, 2010; Hume, 2011; Hume, & Berry, 2011; Hume & Berry, 2013; Candela, 2016).

Conviene subrayar, que la herramienta metodológica CoRe (Content Representation) es un instrumento cuya estructura lógica encarna las decisiones curriculares e instruccionales que toma el profesor cuando diseña la enseñanza del tópico en consideración. Adicionalmente, le permite establecer unas relaciones conscientes entre los elementos del acto educativo, a saber: estudiantes, contenido específico y práctica de enseñanza (Loughran et al., 2004; Mulhall et al., 2003; Candela & Viafara, 2014).

Por tanto, el diseño de la CoRe posee el potencial de andamiar el desarrollo del conocimiento del profesor en tres ámbitos, a saber: práctica profesional, aprendizaje del estudiante, y contenido de la disciplina. En el primer ámbito se ha observado que ésta apoya al profesor en reflexionar productivamente sobre su práctica educativa, hecho que le permite explicitar su conocimiento intuitivo y tácito acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El segundo, brinda la oportunidad al profesor para que reflexione sobre el conocimiento del aprendizaje y el aprendiz. Finalmente, el tercer ámbito le permite a él profundizar en las diferentes formas de representar y formular un contenido específico a unos estudiantes singulares (Bertram & Loughran, 2012).

Naturalmente, el instrumento metodológico de la CoRe en un primer momento fue diseñado con la intención de capturar, representar y documentar el CPC de maestros ejemplares. Posteriormente, dicho instrumento ha sido utilizado como una estrategia clave dentro de los programas de formación de perspectiva de diseño para ayudarle al profesor de ciencias a identificar y desarrollar el CPC de un contenido específico (Hume, 2010; Hume, 2011; Hume, & Berry, 2011; Hume & Berry, 2013). De hecho, esta estrategia de formación ha demostrado ser eficiente para mediar en la identificación y desarrollo de elementos del CPC, tales como: dificultades/limitaciones y concepciones alternativas; formas de representar y documentar los contenidos específicos; y estrategias de enseñanza que ayuden a superar las dificultades.

Finalmente, la emergencia de las tecnologías digitales al primer plano en la educación como una de las herramientas para gestionar el aula y representar los contenidos específicos, junto con la génesis del constructo del CTPC, han creado la necesidad que los profesores desarrollen tanto el CPC como el CTPC de un contenido específico de las ciencias. Para ello, se ha tenido que ajustar el cuerpo teórico y metodológico que subyace al instrumento de la CoRe al marco teórico que funda al CTPC (Candela, 2016a; Candela, 2016b), con el propósito de que cada uno de los ítems que configuran al nuevo instrumento le brinde la posibilidad al profesor de identificar y desarrollar las siguientes bases del conocimiento para la enseñanza: conocimiento tecnológico del contenido; conocimiento tecnológico y pedagógico y; conocimiento pedagógico del contenido (Candela, 2016a; Candela, 2016b).

Desde luego, que la anterior expectativa de formación se podría alcanzar siempre y cuando el diseño y desarrollo del instrumento metodológico de la CoRe esté mediado por un programa de formación configurando por las fases de fundamentación e intervención. En efecto, el desarrollo de dichas fases se encuentran entretrejidas, situación

que le brinda al profesor la oportunidad de conjugar los elementos teóricos y metodológicos comenzados a identificar en la primera fase, los cuales son utilizados al mismo tiempo durante la construcción de la CoRe del contenido de la flotación o fase de intervención.

Por otro lado, la literatura en educación en ciencias ha documentado el conjunto de dificultades/limitaciones y concepciones alternativas con las que llegan los estudiantes al aprendizaje del contenido de la flotación. Por ejemplo, los profesores de educadores de ciencias se han preocupado por documentar las múltiples dificultades y concepciones alternativas con las que se enfrentan los estudiantes durante el aprendizaje del contenido de la flotación de los cuerpos (Barral 1990, García 1998, Mazzitelli 2004, Madrigal 2010, Aguilar 2011).

En este sentido, Barral (1990) afirma que el contenido de la flotación de los cuerpos es un fenómeno físico, el cual se encuentra estrechamente vinculado al mundo de la vida de los estudiantes. De ahí que, ellos construyan una serie de concepciones alternativas provenientes tanto del sistema sensorial como de la cultura donde se está inmerso. Adicionalmente, la literatura en educación en física ha documentado las dificultades para el aprendizaje del contenido de la flotación desde las dos perspectivas: el establecimiento del equilibrio entre las variables fuerzas de empuje y peso; y la relación de dos sistemas de referencia, la masa y el peso (densidad). La primera categoría se encuentra más vinculada a un pensamiento de naturaleza concreta (Silva, 2014); en tanto, la segunda categoría hace parte de un razonamiento de tipo hipotético-deductivo (Piaget & Inhelder, 1972).

Tomando como referencia los anteriores presupuestos se pretende dar solución al siguiente interrogante:

¿De qué manera la construcción reflexiva y deliberada del instrumento ReCo le permite a una profesora de ciencias naturales en ejercicio en la escuela de secundaria, identificar, explicitar y desarrollar el CTPC hipotético del fenómeno flotación de los cuerpos?

## **1.2. Justificación.**

A partir de la década del setenta y los ochentas, la comunidad académica en la educación En ciencias se interesó por la formación disciplinar de los profesores (Shulman 1986). La formación tuvo un giro hacia la categoría del conocimiento de la pedagogía general, se interesó por las prácticas pedagógicas generales al interior del aula, sin prestarle atención al conocimiento específico de la materia (Ball & McDiarmid, 1990). No obstante algunos investigadores en educación han abordado la discusión de la importancia de por qué tener en cuenta el conocimiento específico en el diseño de programas de educación de los profesores (Ball & McDiarmid, 1990; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Shulman, 1986, 1987).

Shulman (1986) se dio cuenta de la necesidad de diseñar el constructo del Conocimiento Pedagógico del Contenido CPC con el propósito de desarrollar una base teórica para la formación de profesores, este marco teórico ayudaría a superar la separación entre la pedagogía y el conocimiento del contenido específico. El considera también que los programas de formación de profesores deben combinar estas dos bases para que estos puedan alcanzar un alto desarrollo profesional en su vida.

Ahora bien, es necesario mencionar que las evaluaciones estandarizadas aplicadas a nuestros estudiantes a nivel nacional e internacional en los últimos periodos de tiempo han mostrado los bajos niveles de desempeño de estos. Esto refleja que nuestros estudiantes en la escuela secundaria continúan afrontando iguales dificultades/limitaciones y concepciones alternativas en los tópicos específicos que sostuvieron sus antecesores (Candela 2016). Posiblemente uno de los orígenes sea que los educadores de la escuela secundaria poseen serios impedimentos en el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) de la ciencia, el cual direcciona al docente en el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos y en su enseñanza. En consecuencia, dicho constructo informa sobre la toma de decisiones curriculares e instruccionales que se traducen, tanto en la construcción de un material de enseñanza como en la puesta en escena de éste.

Conviene subrayar, que según Candela (2016) el CTPC puede ser considerado un constructo en el cual se unen de manera coherente y se sintetizan todos los aspectos de la enseñanza, con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes singulares dentro de un contexto único, esto quiere decir la mejor forma de representar y formular un tema específico a través de recursos digitales; la diferentes metodologías didácticas que usan las tecnologías para hacer más accesible un contenido; como la tecnología puede ser utilizada para construir sobre conocimientos existentes, teniendo en cuenta las concepciones alternativas y ayudar a los estudiantes a superar sus limitaciones frente a tópicos específicos desarrollando nuevas epistemologías o fortaleciendo las viejas.

Ciertamente, el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido CTPC entra a jugar un papel crítico para el desempeño apropiado del profesor, tanto para diseñar como enseñar un contenido específico. Adicionalmente, esta clase de conocimiento le brinda la posibilidad a él para asistir a los estudiantes particulares durante la co-



construcción de la comprensión del contenido en cuestión (Mishra & Koehler, 2006; Brown & Campione, 1996). Evidentemente, que el desarrollo progresivo y consciente de las diferentes actividades de formación para el diseño del ambiente de aprendizaje bajo consideración le permite al profesor comenzar a identificar, explicitar y desarrollar los aspectos que configuran el CTPC hipotético<sup>2</sup> sobre un contenido de las ciencias.

Por otra parte, los investigadores en educación afirman que algunos profesores en ejercicio poseen un nivel bajo en el conocimiento del contenido de la materia, la pedagogía general y la tecnología, bases que integradas configuran el CTPC. Desde luego, que este hecho se convierte en un obstáculo para que ellos diseñen e implementen de manera eficiente una lección particular (Loughran, Mulhall & Berry, 2008; Candela, 2016b). De acuerdo con esto, los investigadores de educación en ciencias de la educación de la universidad del valle poseen acentuado interés por indagar acerca de estrategias adecuadas que les ofrezcan la oportunidad a los educadores en formación y en ejercicio de comenzar a desarrollar el CTPC de las ciencias. Así, se han focalizado en el instrumento metodológico de la ReCo desde una perspectiva de CTPC como una heurística para ayudar a los profesores a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de esta disciplina.

En consecuencia, se considera que el instrumento metodológico apropiado es la ReCo<sup>3</sup> (Content Representation), teniendo en cuenta que su estructura lógica representa las decisiones curriculares e instruccionales que toma el docente cuando plantea la

---

2. Se conceptualiza el constructo del CPTC hipotético como la agrupación de bases de conocimientos para la enseñanza de un tópico específico que el profesor en fase de fundamentación ha comenzado a identificar, explicitar y desarrollar en dicho evento. Es decir, dichas bases resultan de la reflexión deliberada en ámbitos tales como: literatura basada en la investigación; prácticas científicas; experiencias de enseñanza controladas (estudios de caso de profesores ejemplares representados por medio de videos o relatos narrativos vicarios), entre otros Y, no de la experiencia de enseñanza en escenarios reales donde el profesor lleva a cabo la reflexión en y sobre la acción (Candela, 2012)

<sup>3</sup> El acrónimo CoRe son las iniciales del nombre del instrumento en inglés el cual significa Representación del Contenido.

enseñanza de un contenido específico, las cuales informan e iluminan la construcción de los ambientes de aprendizaje bajo consideración. Así mismo, genera espacios de reflexión que le permite al enseñante tomar conciencia de los elementos teóricos y metodológicos que estructuran la enseñanza de un contenido (Loughran et al., 2004; Mulhall et al., 2003; Candela & Viafara, 2014a). Para ello, Loughran, Gunstone, Berry, Milroy y Mulhall, (2000) diseñaron un conjunto de preguntas las cuales direccionan la captura y representación de dichas decisiones que funda el CPC.

Teniendo en cuenta las anteriores creencias junto con el aumentado interés por integrar las tecnologías digitales al aula de ciencias, se ha generado la necesidad por ayudar a los profesores en ejercicio y formación a identificar, explicitar y desarrollar ya no el CPC, sino el CTPC de dicha disciplina. Para ello, se continúa utilizando el diseño de la ReCo como un instrumento de pensamiento y desarrollo profesional de los maestros (Candela, 2016b).

### **1.3. Antecedentes**

Se considera que es pertinente la realización de una revisión bibliográfica desde la cual se puedan tomar aportes importantes para el desarrollo del estudio bajo consideración. De ahí que, los antecedentes estén organizados de acuerdo a las contribuciones que dieron a esta investigación, en cuanto a la formulación y sustentación del problema, la elaboración del marco conceptual y el planteamiento de los aspectos metodológicos. De esta forma, se obtiene un sustento teórico y metodológico desde investigaciones previas efectuadas respecto al interés de estudio de esta investigación, y desde la literatura académica propia del campo educativo, ubicando así el presente trabajo dentro de una línea de investigación. Así pues, es posible tener un acercamiento a cómo identificar, explicitar, y desarrollar el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del

Contenido (CTPC) sobre un tópico específico en un docente, basándose en los resultados de la investigación educativa.

Inicialmente, se revisó la investigación de Pérez (2016) en la que se tomó el diseño de una ReCo como una heurística con el potencial de asistir a profesores en formación para comenzar a identificar, explicitar y desarrollar el CPC (Conocimiento Pedagógico del Contenido) hipotético sobre un tópico específico del campo disciplinar de la química. En dicha investigación, se sostiene que la herramienta metodológica de la ReCo posee un alto potencial para favorecer la construcción del conocimiento que fundamenta la toma de decisiones curriculares y de enseñanza, las cuales direccionan, tanto el acto de enseñanza de un tópico determinado como el diseño de materiales educativos. Esto se debe a que aquella herramienta se diseñó originalmente para capturar, documentar y representar el CPC de profesores ejemplares, por lo que la interacción entre los ítems que la componen permite articular el conocimiento disciplinar, la enseñanza y el aprendizaje de un tópico particular. Naturalmente, esta investigación fue un punto de referencia fundamental para determinar que el instrumento metodológico de la ReCo es ideal para lograr que un docente identifique, explicita, y desarrolle su conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido acerca de un tópico específico, potenciando así sus conocimientos sobre la práctica profesional, el aprendizaje de los estudiantes y el contenido de la disciplina a enseñar.

A diferencia de la investigación anterior, el trabajo de Ruíz (2017) se llevó a cabo con un docente en ejercicio de la educación básica, a quien se le documentó el proceso de identificación, explicitación y desarrollo del CPC hipotético sobre un núcleo conceptual de la biología, mediante el diseño progresivo y colaborativo del instrumento

metodológico de la ReCo. En efecto, esta investigación está más relacionada con los propósitos del presente estudio, ya que ambas se enfocan en identificar, explicitar, y desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido en docentes en ejercicio de la educación básica. De ahí que, la investigación de Ruíz (2017) sea de interés como antecedente, al permitir advertir la importancia que tiene que los docentes fortalezcan sus bases de conocimiento para la enseñanza de las ciencias, las cuales son las que fundamentan sus procesos de planeación, enseñanza y reflexión en y sobre la acción. Se argumenta además que, es necesario que los docentes alcancen un desarrollo profesional de dichas bases, para tener mayores posibilidades de éxito en las reformas actuales del currículo de las ciencias y mejorar los resultados obtenidos por los estudiantes en pruebas estandarizadas nacionales e internacionales.

Ahora bien, en la investigación desarrollada por Loughran, Mulhall & Berry (2008), fue posible evidenciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC en docentes tanto en formación como en ejercicio. Sostienen que es necesario que tanto profesores en proceso de formación como aquellos que ya ejercen, reflexionen acerca de aspectos propios de la práctica educativa, tales como la comprensión de naturaleza de la relación entre el aprendizaje y la enseñanza. Es ahí donde el constructo del CPC desempeña un papel esencial, ayudando a los docentes a desarrollar su pensamiento acerca de lo que significa ser un profesor de ciencias a través de la enseñanza de la misma, brindándoles la oportunidad de reconsiderar y re-estructurar el uso de métodos tradicionales de enseñanza. Como fuentes documentales emplearon en este estudio el diseño de la ReCo y los PaP- eRs<sup>4</sup> para hacer explícitos los conocimientos de los docentes

---

<sup>4</sup>PaP-eR, es el acrónimo de Pedagogical and Profesional experience Repertoire (Repertorio de experiencias Pedagógicas y Profesionales). Son narraciones sobre los procesos de razonamiento y las acciones pedagógicas llevadas a cabo por un docente para la enseñanza de un tópico específico. Esta herramienta metodológica fue diseñada por Loughran et al (2006) para ayudar a los docentes a desarrollar los diferentes elementos del CPC.

participantes. Además, se utilizaron otras fuentes como las entrevistas semiestructuradas, las observaciones participantes y las encuestas.

Naturalmente, este documento es un referente significativo para esta investigación, dado que resalta la importancia que tiene que los docentes reflexionen sobre los conocimientos profesionales necesarios para enseñanza de tópicos específicos de las ciencias, apoyados en el instrumento metodológico de la ReCo. Dicho instrumento hace posible que ellos expliciten sus conocimientos y reflexionen sobre estos, bajo la perspectiva del CPC. Además, en dicho estudio se destaca lo valioso que resulta que un profesor experto o un investigador acompañe a los docentes que apenas se inician en el desarrollo de su CPC, en el proceso de elaboración del instrumento. Por este motivo, en el presente trabajo se toma la decisión de utilizar esta misma estrategia de acompañamiento, con la finalidad de brindar el andamiaje necesario a la docente de secundaria para que desarrolle adecuadamente sus bases de conocimiento para la enseñanza.

En la misma línea de investigación, Nilsson & Loughran (2011), apoyándose en el instrumento metodológico de la ReCo, intentan que un grupo de docentes en formación para la básica primaria comprenda cómo se desarrolla el CPC y cómo este constructo les da la posibilidad de mejorar su aprendizaje profesional. Basándose en los presupuestos de Shulman (1986), Van Driel, Verloop y De Vos (1998), Abell (2008), entre otros, estos investigadores describen el CPC como una forma dinámica de conocimiento que encarna las relaciones complejas entre la pedagogía y el contenido. En efecto, este conocimiento debe estar en constante transformación y expansión, debido a la práctica y a la reflexión que realizan los docentes sobre los diferentes elementos que lo conforman. En este

---

sentido, se plantea que es posible y necesario que los docentes utilicen el constructo del CPC para planear, evaluar y desarrollar su conocimiento profesional. No obstante, los autores indican que la captura del CPC es una tarea que presenta ciertas dificultades, puesto que deben explicitarse los conocimientos tácitos de las acciones específicas que ejecutan los docentes durante la enseñanza en un tópico específico. De ahí que, tome valor la utilización de la ReCo como instrumento metodológico, al posibilitar explicitar dichos conocimientos de una manera sistemática y coherente.

Cabe resaltar que, los resultados obtenidos muestran que los docentes tuvieron una transformación importante en varios de los elementos que configuran la ReCo. Por ejemplo, se observa que lograron construir una conceptualización mucho más clara del tópico a enseñar, lo cual se debe al esfuerzo realizado para representar dicho tópico en forma de grandes ideas. Además, los docentes pudieron advertir que algunos temas aparentemente sencillos para ellos, *eran* mucho más difíciles para los estudiantes, lo que los llevó a reconsiderar las estrategias para presentar y desarrollar esos temas. Adicionalmente, presentaron una evolución de un pensamiento proposicional hacia un pensamiento conceptual, al lograr definir la importancia y secuencia de las grandes ideas. Así pues, este ejercicio investigativo les permitió a aquellos docentes comprender y reflexionar acerca de las relaciones entre el contenido y la pedagogía, lo cual es un elemento catalizador del CPC.

Efectivamente, la investigación de Nilsson & Loughran (2011) reafirma la relevancia que tiene el constructo del CPC sea desarrollado por los docentes para ejercer su práctica profesional docente. Igualmente, ratifica lo oportuno que resulta el uso de la ReCo como medio para apoyar a los docentes en la identificación, explicitación y desarrollo del CPC, al brindarles la posibilidad de hacer conscientes las relaciones y la naturaleza de los componentes del CPC, mediante un razonamiento pedagógico.

Otro documento relevante para el desarrollo de este trabajo, fue el libro de Candela (2016a), en el cual, entre otros aspectos, se presenta el discurso teórico que fundamenta el enfoque de enseñanza denominado Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC). Por ello, este documento aportó de manera significativa a la estructuración y desarrollo del marco conceptual de esta investigación, brindando la posibilidad de conceptualizar desde su contenido los constructos CPC y CTPC, y la articulación del instrumento metodológico de la ReCo con este último constructo.

Cabe mencionar también a Hume (2010), quién desarrolló un trabajo con un grupo de docentes en formación para que comenzaran a identificar, explicitar y desarrollar el CPC hipotético de un tópico específico de la química, de manera que esto les permitiera reflexionar acerca de las implicaciones de la práctica educativa. Dicho interés se debe a que, según este autor, en muchas ocasiones a estos docentes no se les brinda la oportunidad de pensar sobre los desafíos personales y profesionales que aquella práctica involucra. Para ello, empleó la estrategia de la construcción colaborativa de la ReCo, al considerar que les permitiría a los docentes reconocer la enseñanza como un conjunto de acciones complejas de razonamiento pedagógico, que se materializan en las decisiones curriculares y de enseñanza que se toman. Metodológicamente, este estudio se desarrolló en dos fases: la primera, consistió en brindar a los docentes participantes los elementos teóricos pertinentes sobre el CPC y darles a conocer información necesaria para la construcción de la ReCo; la segunda, se centró en la elaboración del instrumento sobre un determinado núcleo conceptual de la química. Se indica que los docentes, al reconocer las dificultades que tienen los estudiantes durante el aprendizaje, se interesaron por contar con un amplio repertorio de estrategias de enseñanza; hecho que demuestra los vínculos que comenzaron a establecer ellos entre la naturaleza del CPC y elementos como el

conocimiento de la disciplina, las estrategias, la orientación hacia la enseñanza y el conocimiento sobre los estudiantes.

De esta forma, es clara la razón por la que este trabajo es un antecedente importante, al reafirmar que la construcción de la ReCo es una manera eficaz para que los docentes comiencen a identificar y desarrollar el CPC. Y más aún, este trabajo brinda un valioso aporte en cuanto a las fases en que se puede desarrollar la metodología del presente estudio, al proponer que primero se realice una fase de fundamentación conceptual que permita al docente tener un acercamiento a los conocimientos de la disciplina y de la pedagogía; para luego llevar a cabo una fase de implementación en la que ponga en juego dichos conocimientos de un modo progresivo y consciente, al tomar decisiones curriculares y de enseñanza acordes a las características y necesidades de unos estudiantes singulares; además de ofrecer espacios para la socialización progresiva de las CoRes y brindar el andamiaje necesario para que el docente desarrolle y estructure su conocimiento profesional.

Una investigación necesaria de considerar en este punto es la de Candela (2016b), en la que se identifica, explicita y desarrolla el CTPC de un grupo de docentes en formación, acerca de un tópico del currículo de la química, a través del desarrollo progresivo del instrumento metodológico de la ReCo, cuya estructura lógica representa los elementos del CTPC. De ahí que, este trabajo brinde aportes importantes para la elaboración de los elementos teóricos centrales de la presente investigación, como la relación entre los componentes del CTPC y la utilidad de la ReCo para identificar, explicitar y desarrollar este constructo. Además, este estudio brinda luces sobre varios aspectos de la metodología que se pueden emplear en esta clase de investigaciones, como la perspectiva metodológica adecuada (cualitativa e interpretativa por estudio de casos), el tipo de fuentes documentales (versiones de la ReCo, entrevista semiestructurada,



videos de las sesiones de intervención, relatos narrativos) y la postura teórica que puede fundamentar el análisis de datos (teoría fundamentada).

Finalmente, un documento clave para el desarrollo de la presente investigación, es el artículo de reflexión elaborado por Candela (en prensa), en el que se sustenta la reestructuración epistemológica realizada al instrumento de la ReCo, con la finalidad de que este continúe siendo utilizado para la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de tópicos específicos de las ciencias. Dicha reestructuración se llevó a cabo debido a la necesidad de adaptar la estructura original de la ReCo al marco teórico del emergente constructo del CTPC, el cual responde a la existencia de un amplio rango de tecnologías y recursos digitales que pueden emplearse para representar y formular un tópico específico en su enseñanza. En este sentido, este artículo brinda a la investigación un elemento muy valioso, que es la adaptación del instrumento metodológico ReCo, con una estructura apropiada para lograr el propósito planteado en este trabajo; además, otorga la base teórica que fundamenta dicha adaptación.

## **CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL**

En la presente investigación sobre la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) de una docente de secundaria acerca del tópico “Flotación de los cuerpos”, se ve la pertinencia de desarrollar brevemente un marco de referencia en el cual se recojan los elementos esenciales de las investigaciones de esta naturaleza. En este sentido, se comienza con la conceptualización del constructo Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) desde las posturas de Shulman, Grossman y Magnusson, tres perspectivas fundamentales para el desarrollo del CTPC. Posteriormente, se aborda la conceptualización del constructo Conocimiento

Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC). Luego, se realiza la conceptualización del instrumento metodológico utilizado en la investigación, conocido como ReCo, y su articulación con el CTPC. Finalmente, se describen las principales dificultades y limitaciones que enfrentan los estudiantes de secundaria cuando intentan aprender sobre el fenómeno de la flotación.

## **2.1. Conocimiento Pedagógico Del Contenido A Partir De Las Perspectivas**

### **Shulman, Grossman Y Magnusson.**

El constructo Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) fue planteado inicialmente por Shulman (1986), resultado del proyecto denominado “Desarrollo del conocimiento de la enseñanza”, llevado a cabo por él y sus colegas investigadores, entre quienes se destaca Pamela Grossman con su trabajo sobre la conceptualización y desarrollo del CPC de profesores de Inglés. Por su parte, Magnusson, Krajcik y Borko ajustaron los elementos de este constructo a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Candela & Viafara, 2014). A continuación, se exponen las perspectivas sobre el CPC de los investigadores mencionados.

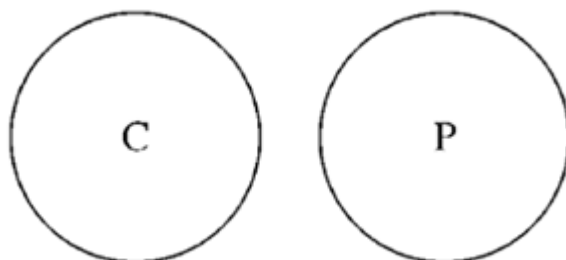
#### **2.1.1 El constructo Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) desde la postura de Shulman.**

Desde la década de los ochenta, en el campo de la educación se ha tenido claridad sobre la importante influencia que tienen las bases de conocimiento en la formación y el ejercicio docente. Estas bases hacen referencia a los conocimientos construidos a partir de las acciones inteligentes del docente cuando diseña e implementa ambientes de aprendizaje sobre tópicos específicos, y además reflexiona sobre los resultados obtenidos. Por ejemplo, el conocimiento del tópico; el conocimiento de las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes al respecto; el conocimientos de las mejores

formas de representar y formular el t3pico; el conocimiento de las tecnolog3as est3ndares con fines pedag3gicos, son algunas de las bases del conocimiento con las que un docente puede desempe1ar adecuadamente su labor educativa (Candela, 2016a).

Sin embargo, se ha dado hist3ricamente una separaci3n entre las bases correspondientes al contenido disciplinar y las que hacen parte del contenido pedag3gico. Ciertamente, en algunos momentos, los programas de educaci3n docente se han enfocado en el desarrollo del conocimiento disciplinar (Shulman, 1986), mientras que en otros, la formaci3n se ha focalizado en la necesidad de que el docente identifique y fortalezca su pedagog3a general, sacrificando el conocimiento del contenido (Ball & McDiarmid, 1990). Al respecto, en la figura 1 se representa la disyunci3n del conocimiento del profesor como dos c3rculos independientes el uno del otro.

Figura 1 Representaci3n de la disyunci3n del conocimiento del profesor.



Bajo este panorama, Lee Shulman, considerado como pionero en Norteam3rica en las investigaciones sobre el Conocimiento Profesional Docente (P3rez, 2016), comenz3 a investigar la interacci3n bidireccional entre estos dos conocimientos (Contenido y Pedagog3a), dando origen al constructo conocido como Conocimiento Pedag3gico del Contenido (CPC) (Candela, 2016a).

En la realizaci3n de su investigaci3n, Shulman y su grupo estudiaron profesores novatos mediante estudios de caso, utilizando instrumentos de registro de datos como:

observación de clases, entrevistas, discusión de relatos con los profesores, observación de materiales vinculados a los contenidos específicos a enseñar. Adicionalmente, recolectaron datos sobre el programa de educación en el que fueron formados los profesores, y sobre el efecto de la preparación de las experiencias formales e informales sobre la pedagogía (Shulman, 1986).

La elaboración de este estudio les permitió sostener que el desarrollo del conocimiento de los profesores sobre un tópico específico puede entenderse desde el constructo “Conocimiento del contenido del profesor”, que consta de tres categorías: a) Conocimiento del contenido del tópico de la materia; b) Conocimiento curricular y c) Conocimiento pedagógico del contenido (CPC) (Shulman, 1986).

Con respecto al conocimiento del contenido, este hace alusión a la cantidad y organización del conocimiento propio de la disciplina en la mente del profesor. La segunda categoría, el conocimiento curricular, se refiere al conocimiento que le permite al profesor diseñar y desarrollar los programas para la enseñanza de tópicos específicos, en determinado nivel de escolaridad, además de orientarlo en la selección y uso de materiales de enseñanza relacionados a dichos programas, en situaciones particulares (Shulman, 1986).

Conviene subrayar que de las tres categorías mencionadas, la que mayor atención ha recibido por parte de la comunidad educativa, ha sido la del conocimiento pedagógico del contenido o CPC, definida por Shulman (2001) como aquel conocimiento que va más allá de saber acerca de un tópico desde la disciplina, es decir, es un conocimiento sobre un tópico para su enseñanza. De esta forma, en el constructo del CPC se articulan el contenido y la pedagogía, lo cual posibilita comprender cómo determinados tópicos pueden ser organizados, representados y adaptados a los intereses de los estudiantes, para su enseñanza. Retomando la representación presentada anteriormente en la figura 1,

Shulman (1986) estima que el CPC existe en la intersección entre el contenido y la pedagogía, superando así una consideración aislada de ambos conocimientos (ver figura 2).

Figura 2 Representación del CPC.

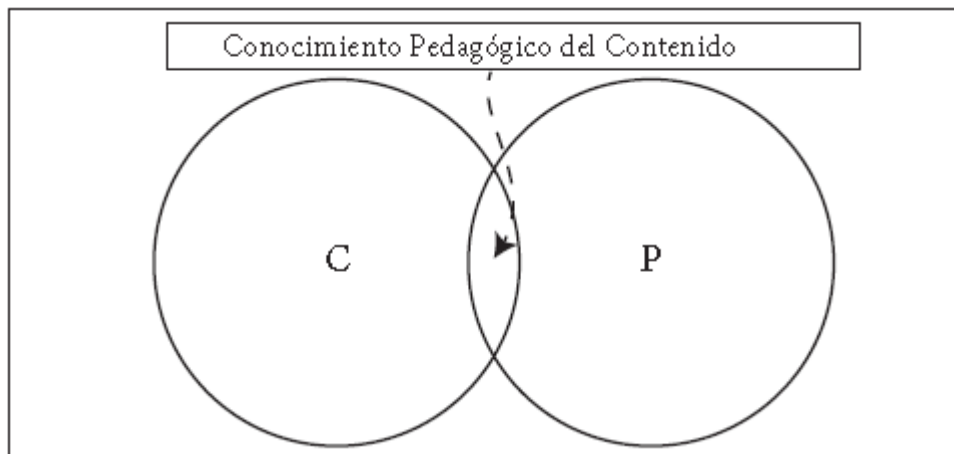


Figura 3 Representación del CPC

Los dos círculos del conocimiento del contenido y conocimiento de la pedagogía se encuentran ahora juntos, conformando el Conocimiento Pedagógico del Contenido. Adicionalmente, este constructo es un sistema iterativo en el que se afectan mutuamente elementos como: diferentes formas de representar y formular los tópicos para hacerlos comprensibles a los estudiantes; conocimientos de las dificultades y concepciones alternativas de los mismos; y conocimientos de las estrategias de enseñanza para ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades. De ahí que Shulman (1986) haga énfasis dentro de este constructo en los tópicos que pueden ser enseñados en una asignatura escolar y las formas más útiles de representarlos, como el uso de las analogías, las metáforas, las ilustraciones, los ejemplos, las explicaciones, los laboratorios, las demostraciones, entre otros, con los cuales se apoye la enseñanza de tópicos particulares.

En vista de lo anterior, el CPC en la actualidad se ha asumido por parte de los investigadores en educación como en un paradigma, con su propia ciencia normal y

problemas (Kuhn, 1977). Por consiguiente, los investigadores y formadores de profesores han concentrado esfuerzos en generar una conceptualización de este constructo, con el fin de elaborar estrategias de investigación e instrumentos que permitan la captura, documentación, representación y articulación del CPC de profesores que realizan prácticas educativas ejemplares en la enseñanza de tópicos específicos de las disciplinas. Además, en los últimos años se ha extendido a los docentes en formación la posibilidad de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar el CPC hipotético de un determinado tópico (Candela, 2016a).

En los apartados siguientes, se aborda el progresivo desarrollo que ha tenido el constructo del CPC. Primero, se explica brevemente la conceptualización elaborada desde Grossman, para luego presentar la perspectiva de Magnusson; el primer autor se centra en la enseñanza del inglés (como lengua materna) y, el segundo se enfoca en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Naturales.

### **2.1.2 Conceptualización del Conocimiento Pedagógico del Contenido desde la mirada de Grossman.**

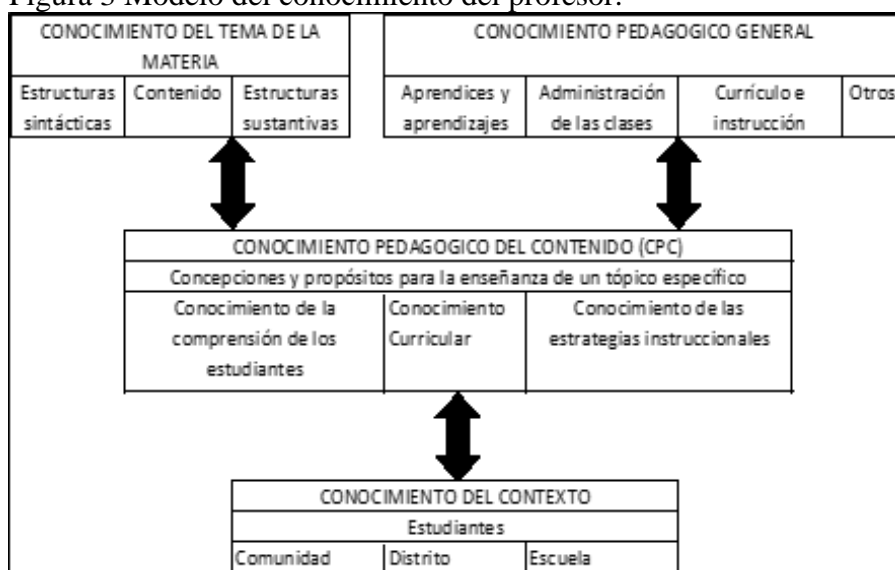
La investigadora Pamela Grossman llevó a cabo un estudio con un grupo de seis docentes de inglés novatos, quienes presentaron durante su formación inicial un excelente desempeño académico, y además algunos de ellos se encontraban realizando su doctorado, de modo que se puede evidenciar su buen conocimiento de la disciplina. Esta muestra se dividió en dos subgrupos de tres docentes; en un grupo, los docentes habían estudiado durante su carrera de educación en cursos formales sobre currículo e instrucción específicos a la enseñanza del inglés (como primera lengua), mientras que en el otro grupo, los docentes se certificaron como tales mediante programas alternativos de certificación. Cabe resaltar que este tipo de programas alternativos demandan una

inversión de tiempo y cognición menor, en comparación con los cursos que forman parte de las carreras de educación (Grossman, 1990).

Desde este estudio, Grossman (1990), basado en los referentes teóricos de Elbaz (1983), Leinhardt & Smith (1985), Shulman (1986, 1987), intenta mostrar cómo los cursos específicos sobre una materia condicionan el desarrollo del CPC de los profesores de inglés. Conviene subrayar que los aportes derivados desde Shulman (1986, 1987) toman una mayor relevancia, debido a que es a partir de los mismos que Grossman (1990) orienta la formulación del “Modelo de conocimiento del profesor”.

Así pues, Grossman (1990) reconfigura las “Bases del Conocimiento para la Enseñanza” propuestas por Shulman (1987), afirmando que el conocimiento del profesor abarca cuatro áreas generales: conocimiento pedagógico general; conocimiento del tema de la materia; conocimiento pedagógico del contenido y conocimiento del contexto (ver figura 3), las cuales guardan una relación compleja, interactuando e influenciándose directamente entre ellas.

Figura 3 Modelo del conocimiento del profesor.



Fuente: Grossman (1990).

En relación al CPC de un tópico específico, los resultados de este estudio proporcionaron a Grossman (1990) la posibilidad de identificar y caracterizar los componentes de este conocimiento, sosteniendo que este es un constructo resultado de la interacción sinérgica entre elementos como:

- Conocimiento y creencias acerca de los propósitos de la enseñanza de la materia: este se refleja en las metas del docente para la enseñanza de un tópico particular. Además, el saber profesional del docente juega un papel fundamental en este elemento, incidiendo en el mismo.
- Conocimiento curricular de la materia: incluye el conocimiento de los materiales curriculares disponibles para la enseñanza de un tópico determinado, y la forma en la que el docente puede realizar una adecuada selección y organizados de los núcleos conceptuales del currículo a lo largo de los grados de escolaridad.
- Conocimiento de la comprensión de los estudiantes acerca del contenido específico de la materia: es decir, lo que ya conocen los estudiantes sobre el tópico en cuestión, sus intereses y expectativas frente al mismo. Además, incluye la comprensión acerca de lo que a ellos posiblemente se les dificulta aprender frente a dicho tópico.
- Conocimiento de las estrategias curriculares e instruccionales: abarca el conocimiento del docente sobre los mejores procedimientos que pueden posibilitar a los estudiantes superar sus dificultades y lograr el aprendizaje del tópico específico.

Sin desconocer que estos elementos estructuran el sistema iterativo del CPC, cumpliendo un rol esencial en el saber profesional docente, Grossman (1990) concluye que el primer elemento (conocimiento y creencias acerca de la enseñanza de la materia)



condiciona a los demás, de manera que las decisiones curriculares y de enseñanza del docente se encuentran supeditadas a dicho elemento, al cual Magnusson, Krajcik y Borko (1999), denomina como las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, a continuación, se presenta la forma en la que Magnusson conceptualiza el CPC, en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales.

### **2.1.3 Conceptualización y elementos del Conocimiento Pedagógico del Contenido desde el punto de vista de Magnusson.**

Como se puede inferir, el modelo propuesto por Magnusson et al. (1999) se fundamenta teóricamente en las investigaciones elaboradas por Shulman (1986, 1987) y Grossman (1990), realizando una adaptación de estas propuestas, al enfocar el CPC hacia su naturaleza y desarrollo en docentes de ciencias. En este sentido, Magnusson et al. (1999) producen un conjunto de generalizaciones en las que se reflexiona acerca de las relaciones complejas que se dan entre la disciplina, el contexto y la pedagogía, elementos estimados como fundamentales para la identificación y desarrollo del CPC.

Ahora bien, en el desarrollo de aquellas generalizaciones, Magnusson et al. (1999) asumen los siguientes presupuestos:

- 1) el CPC es un conocimiento que no es estático, sino que se transforma mediante la reflexión sobre práctica educativa del docente, y presenta como fortaleza su constitución por partes.
- 2) el conocimiento del docente influye en su práctica educativa, y por lo tanto, en el aprendizaje de sus estudiantes.
- 3) los docentes experimentados cuentan con múltiples representaciones y formulaciones del conocimiento disciplinar, además de conocer una gran diversidad de estrategias de enseñanza, lo que les permite tomar decisiones instruccionales más precisas. Por el

contrario, los docentes novatos poseen pocas representaciones acerca de los tópicos de la disciplina, lo cual afecta de manera importante sus decisiones de enseñanza.

Conviene subrayar que se reconoce en este modelo el carácter dinámico e integrador que poseen sus componentes y estructura, adquiriendo una mayor complejidad en contraste con la propuesta de Shulman (1986, 1987) sobre el CPC. Así pues, se sostiene que el docente requiere de un conocimiento que le posibilite transformar e integrar los diferentes tipos de conocimiento, e igualmente le permita abordar adecuadamente cuestiones como las dificultades de aprendizaje, las formas de evaluación, la selección, secuenciación y temporalización de contenidos, y el diseño de las actividades de enseñanza. Este planteamiento surge debido a que se identifica como problema de conocimiento de los docentes, la fragmentación existente en los diversos conocimientos necesarios para realizar su labor educativa (Pérez, 2016).

En concordancia con lo anterior, desde Magnusson et al. (1999) se conceptualiza el CPC como un sistema complejo, conformado por cinco elementos, los cuales interactúan sistemáticamente y presentan límites difusos entre sí. A continuación, se explica cada uno de estos elementos de forma concreta.

#### ***2.1.3.1 Elementos del CPC desde Magnusson***

A partir de su investigación, Magnusson et al. (1999) reconocen lo difícil que puede llegar a ser la identificación y documentación del CPC de un docente, debido a que las bases de conocimiento que configuran este constructo poseen unos límites difusos. No obstante, este grupo de investigadores logró clasificar dichas bases en los cinco elementos presentados a continuación.

a) Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia

Aquí, se usa el término de “orientación” como una manera de clasificar los diferentes métodos posibles de emplear en el aula para la enseñanza de las ciencias. Naturalmente, este elemento se refiere al conocimiento y creencias de los docentes sobre los propósitos y metas que tiene la enseñanza de la ciencia en un nivel educativo particular. También, hace alusión a las ideas arraigadas que estos llevan al aula para enseñar un determinado tópico científico (Candela & Viafara, 2014). En efecto, dicho conjunto de conocimientos e ideas, determina los métodos de enseñanza seleccionados y utilizados por el docente en el aula con sus estudiantes.

Se puede inferir entonces que este elemento es usado por el docente como fundamento para orientar su toma de decisiones curriculares y de enseñanza acerca del abordaje de un tópico específico. En consecuencia, este conocimiento influye en el establecimiento de aspectos como: metas de aprendizaje de cada clase, tareas de los estudiantes, materiales curriculares a utilizar, formas de representar y formular el tópico abordado, evaluación del aprendizaje del estudiante (Magnusson et al., 1999).

Ahora bien, según la revisión de la literatura hecha por Magnusson et al. (1999) sobre las diversas orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia, existen nueve categorías de estas orientaciones, las cuales son: procesos, rigor académico, didáctica, cambio conceptual, actividad conducida, descubrimiento, proyecto basado en la ciencia, investigación e investigación orientada. Cabe mencionar que esta categorización fue elaborada tomando en cuenta las metas de enseñanza y las características de la instrucción durante la práctica educativa que fundamentan cada tipo orientación.

Es preciso señalar que investigaciones realizadas para identificar y caracterizar los conocimientos y creencias de los docentes sobre la enseñanza cuando ingresan a cursos de Aprendiendo a Enseñar Ciencias, permiten reconocer que ellos pueden llegar a emplear al mismo tiempo varias orientaciones, que poseen metas de enseñanza contradictorias (Candela & Viáfara, 2014). Asimismo, en estos estudios se ha logrado distinguir a las orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia como un elemento que condiciona los otros cuatro aspectos que estructuran el CPC planteados por Magnusson et al. (1999).

b) Conocimiento y creencias sobre el currículo de la ciencia

Para lograr identificar el elemento curricular en el CPC del docente, se apropia aquí una postura del currículo como aquella propuesta que el docente construye para la enseñanza de un determinado tópico. Conforme a esto, Magnusson et al. (1999) sostiene que el currículo posee dos características fundamentales: 1) metas y objetivos de la enseñanza; y, 2) los programas curriculares y los materiales para la enseñanza de un tópico específico.

Con relación a la primera característica, en el caso colombiano, es responsabilidad del Ministerio de Educación Nacional definir los lineamientos curriculares de la enseñanza de las ciencias en las escuelas del país. Para ello, se construyen y publican desde esta entidad documentos estatales que el docente debe analizar para comprender las ideas sustentadas en estos documentos, con el fin de determinar las metas y los objetivos que sus estudiantes deben alcanzar con el aprendizaje de un tópico científico particular.

Por otro lado, la segunda característica se refiere al conocimiento sobre los programas y los materiales pertinentes para la enseñanza de un tópico específico de la ciencia. Sobre este asunto, Magnusson et al. (1999) sostienen que el currículo debe organizarse en niveles que correspondan al desarrollo de la población en general, sin olvidar ajustarlo al contexto propio de los estudiantes. También, se plantea que el docente debe tener conocimiento acerca de la estructura sintáctica de la disciplina dentro y a través de los

grados (currículo horizontal y vertical). En efecto, este conocimiento le permitirá articular el tópico que está abordando en el momento con otros que se desarrollan en el mismo nivel educativo, así como saber las ideas que sus estudiantes han aprendido y van a aprender a lo largo de la educación primaria y secundaria.

Sobre los materiales a utilizar para la enseñanza de un tópico específico, se identifica que la mayoría de los docentes estiman como principal material para la enseñanza, el libro de texto (Magnusson et al., 1999). No obstante, existen otros recursos usados para reemplazar o complementar a dicho material, como, por ejemplo: otros docentes, las TIC, los modelos tridimensionales sobre partículas, los laboratorios simulados, las experiencias anteriores de enseñanza del tópico, los conceptos de otras disciplinas, entre otros (Candela & Viáfara, 2014).

Finalmente, se puede inferir que este elemento diferencia al profesional de la educación del especialista de la disciplina. Esto se debe a que posibilita al docente enfocarse en la significación que tiene el enseñar un determinado tópico de las ciencias a sus estudiantes, y pensar en cómo hacerlo de la mejor manera.

#### c) Conocimiento de la comprensión por parte del estudiante

Este elemento hace referencia al conocimiento que el docente debe poseer sobre las concepciones alternativas que han construido los estudiantes acerca del tópico, los modelos con los que ellos aprenden mejor, sus estilos de aprendizaje, los tópicos científicos que les representan mayor dificultad para aprender, y los esquemas de razonamiento necesarios para que aprendan el tópico abordado. En concordancia con esto, se considera que un docente competente debe comprender estos esquemas, conociendo cuáles están vinculados al aprendizaje del tópico específico a trabajar con sus estudiantes, y si ellos han desarrollado dichos esquemas (Shayer & Adey, 1986). Esto le

permite al docente tomar la decisión en qué punto iniciar la enseñanza del tópico específico (Candela y Viáfara, 2014).

Conviene mencionar también que un docente competente debe tener conocimiento acerca de las concepciones alternativas que presentan los estudiantes sobre un tópico específico, con el propósito de entender las acciones e ideas de los estudiantes (Magnusson, et al., 1999). Al respecto, Magnusson et al. (1999) manifiestan que en estudios referentes a la comprensión de los docentes sobre los conocimientos intuitivos de sus estudiantes, se ha encontrado que a pesar de que aquellos distinguen las dificultades de sus estudiantes, les falta conocimiento para ayudar a estos últimos a superarlas. Es decir, aunque se logren hacer explícitas las concepciones y dificultades de los estudiantes en el aula de clases, los docentes se encuentran inhabilitados para diseñar e implementar estrategias que promuevan el aprendizaje del tópico en cuestión.

En este orden de ideas, en el conocimiento de la comprensión del estudiante como elemento estructural del CPC, es posible reconocer que se entiende la enseñanza como un proceso centrado en el estudiante, quien es un sujeto activo con habilidades para construir sus conocimientos mediante distintas acciones individuales y socioculturales. De esta manera, se pretende dar al estudiante la oportunidad de lograr una comprensión conceptual de los tópicos del currículo de ciencias, y el desarrollo de esquemas de pensamiento de orden superior.

d) Conocimiento y creencias acerca de la evaluación en la alfabetización científica

De acuerdo con Magnusson et al. (1999), en la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes entran en juego dos aspectos esenciales: 1) el conocimiento sobre las dimensiones a ser evaluadas en el aprendizaje de las ciencias (cognitiva, procedimental y actitudinal); y, 2) el conocimiento de los métodos mediante los que el aprendizaje puede evaluarse. Así, estos métodos deben permitir, entre otros fines, monitorear el nivel de

desarrollo en los estudiantes sobre la comprensión conceptual, la conexión con otros tópicos dentro y a través de las disciplinas, el uso del conocimiento científico en situaciones cotidianas, las prácticas científicas y el razonamiento práctico (Magnusson et al., 1999).

Ahora bien, considerando la investigación en la educación en ciencias, se destaca la importancia de una perspectiva que tiene como finalidad la alfabetización científica de los estudiantes, la cual les permita participar de forma activa y responsable en la toma de decisiones dentro de su proceso de aprendizaje desde los niveles individual, familiar y social. Bajo esta perspectiva es posible advertir que todos los tópicos no tienen el mismo grado de dificultad de evaluación, por lo que el docente debe saber qué dimensiones pueden ser evaluadas en un tópico específico (Candela y Viafara, 2014). En otras palabras, un docente competente debe implementar métodos de evaluación que estén vinculados estrechamente con las características de los tópicos a evaluar.

- e) Conocimiento y creencias sobre las estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia

Las estrategias instruccionales hacen alusión a aquellos procedimientos flexibles y adaptables con los cuales los docentes buscan favorecer un aprendizaje integrado y por comprensión conceptual de los tópicos del currículo de las ciencias (Candela, 2012). Según Magnusson et al. (1999), este elemento del CPC está conformado por: 1) el conocimiento de las estrategias generales para enseñar ciencias, y 2) el conocimiento de las estrategias específicas para promover la comprensión de un tópico específico en los estudiantes.

Acerca de las estrategias generales, estas tienen una correlación con las orientaciones hacia la enseñanza presentadas previamente, pues estas aluden a la forma de orientar la práctica educativa en el aula, considerando las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal, con el propósito de conseguir que los estudiantes aprendan sobre diversos tópicos de la disciplina científica. Al respecto, se ha encontrado en la literatura sobre la educación en ciencias, gran diversidad de estrategias y modelos de enseñanza específicos a la disciplina. Algunos ejemplos son, la estrategia denominada POE<sup>5</sup> y el modelo conocido como el Ciclo de Aprendizaje (Lawson, Abraham & Renner, 1989), que consta de tres fases: exploración, introducción y aplicación.

Conviene subrayar que, de acuerdo con Magnusson et al. (1999), el Ciclo de Aprendizaje se ha utilizado en la enseñanza de la ciencia con diferentes orientaciones como la enseñanza por descubrimiento, por investigación orientada o por cambio conceptual. Para lograr ello, los diferentes grupos de investigación han hecho ciertas modificaciones a dicho ciclo, para ajustarlos de acuerdo a sus conocimientos y creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Por otro lado, en cuanto a las estrategias específicas movilizadas en el aula por el docente, se afirma que estas presentan dos características principales: (a) las actividades y (b) las representaciones. En este sentido, un docente competente debe tener la capacidad de decidir qué tipo de representación usar en la enseñanza de un determinado tópico, la cual posibilite al estudiante pasar del nivel de representación concreto al nivel abstracto, logrando así reconocer en su cotidianidad los fenómenos naturales de acuerdo a los hechos aprendidos. Es necesario mencionar que el docente debe tener claro y dejarles

---

<sup>5</sup> La sigla POE traduce: predecir observar y explicar. Esta metodología fue propuesta por Champagne, Kopfler & Anderson (1980) para investigar el pensamiento de estudiantes de Física de la Universidad de Pittsburg. Se la conoció con las siglas DOE (demostrar, observar y explicar) y, posteriormente, Gunstone & White (1981), transformaron la idea de DOE en POE.



claro a sus estudiantes, las fortalezas y debilidades de las representaciones utilizadas en el aula, las cuales pueden ser analogías, metáforas, demostraciones, laboratorios, simulaciones, entre otras (Candela y Viafara, 2014).

En referencia a las actividades específicas diseñadas para un tópico, se sostiene que estas apoyan al docente en la ejecución de una enseñanza eficaz, y al estudiante en la comprensión de los tópicos específicos. Ahora bien, las actividades que comúnmente se utilizan en el aula de ciencias son: problemas, demostraciones, simulaciones, investigaciones y experimentos (Candela y Viafara, 2014). Es preciso resaltar el hecho que, al contrario de los docentes novatos, los profesores experimentados cuentan con amplio repertorio de actividades, las cuales han construido de manera reflexiva a lo largo de su experiencia profesional, buscando facilitar a los estudiantes la comprensión de los tópicos abstractos de la ciencia (Clermont, Borko, & Krajcik, 1994). Además, la experiencia que poseen estos profesores les otorga una mayor competencia para identificar los errores y dificultades de sus estudiantes en el desarrollo de un tópico, a partir de lo cual ellos rediseñan la actividad específica para posibilitar a los estudiantes superar aquellas dificultades (Candela y Viafara, 2014).

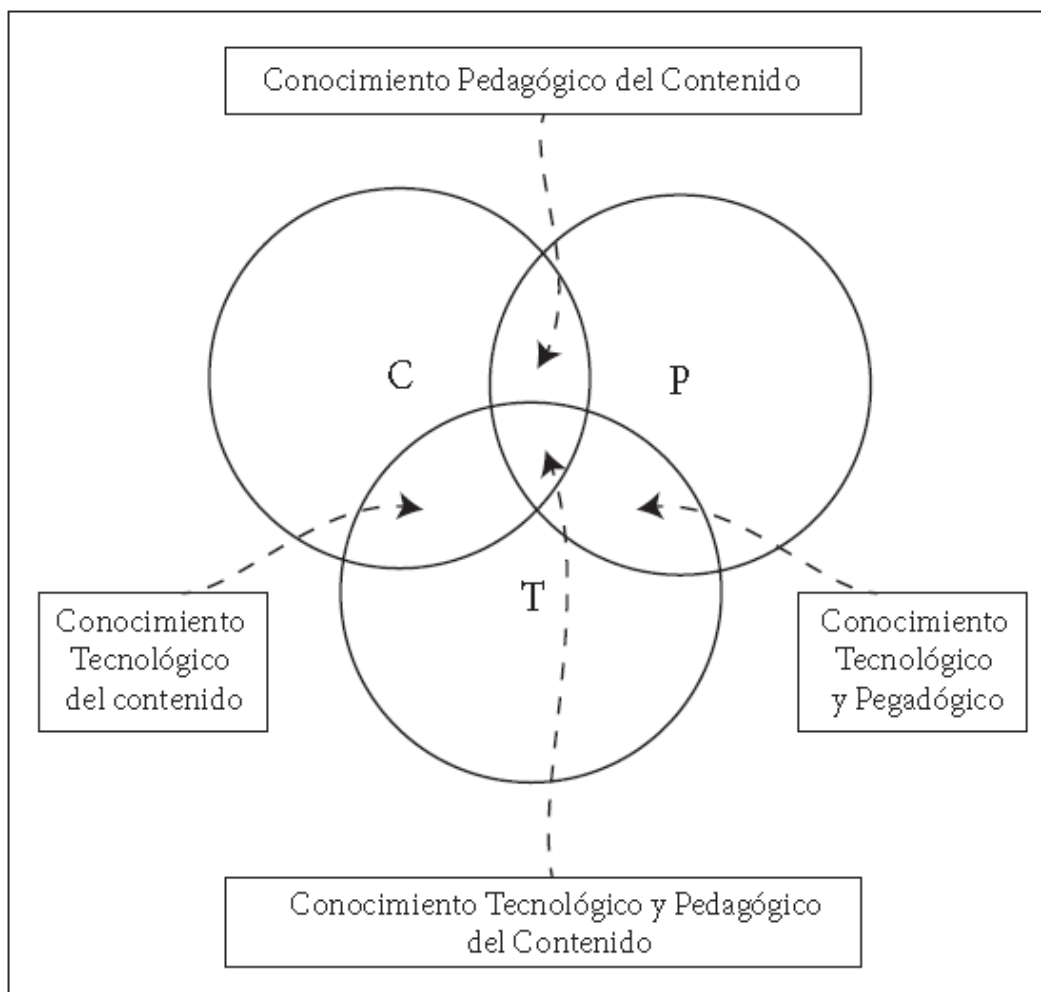
## **2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DEL CONSTRUCTO CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO**

Se cree que Shulman, a pesar de no representar explícitamente las relaciones existentes entre las bases del conocimiento del profesor *Contenido, Pedagogía y Tecnología*, éstas fueron consideradas por él como elementales. Conviene subrayar que, a diferencia de hoy, cuando él planteó su enfoque de enseñanza, la integración de la tecnología al aula no era un aspecto principal en las investigaciones del campo de la educación. Sin embargo, con

el surgimiento y la masificación de nuevas tecnologías y recursos digitales con potencial para ser usados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ha empezado a tomar mucha fuerza el análisis de las relaciones complejas presentes entre el contenido, la pedagogía y la tecnología, dentro de la investigación educativa. Usualmente, estas nuevas tecnologías incluyen hardware y software, como por ejemplo los computadores, los videojuegos educativos, la internet y las diversas aplicaciones que apoyan el proceso ya mencionado, al permitir la representación y formulación de un tópico específico (Candela, 2016a).

Bajo este contexto, Mishra y Koehler (2006) propusieron un enfoque de enseñanza que enfatiza en las conexiones, interacciones, suministros y restricciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. Aquí, el conocimiento acerca del Contenido (C), la Pedagogía (P) y la Tecnología (T) es estimado como fundamental para el desarrollo de una enseñanza adecuada, aunque vale aclarar que el conocimiento sobre estos aspectos no es abordado de forma individual, sino más bien como una interacción compleja de esas tres bases (ver figura 4).

Figura 4. Modelo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC).



Los círculos Contenido, Pedagogía y Tecnología, se amalgaman produciendo cuatro tipos de conocimientos interrelacionados. Fuente: Mishra y Koehler (2006).

Así pues, resulta preciso destacar la forma en la que el modelo formulado por Mishra y Koehler (2006) muestra la naturaleza específica de cada una de las relaciones entre las bases Contenido, Pedagogía y Tecnología. Dicho de otro modo, además de analizar cada uno de estos conocimientos de forma separada, conjuntamente realizaron la conceptualización de la interacción sinérgica de éstos entre pares de bases de conocimiento. Como consecuencia de ello, este modelo da origen a un nuevo conjunto de conocimientos: Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC), Conocimiento Tecnológico del Contenido (CTC), Conocimiento Tecnológico y Pedagógico (CTP). Y

como resultado de la interacción de estas tres bases de conocimiento, emerge el constructo de Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) (ver figura 4).

Se logra evidenciar entonces, que esta conceptualización es parecida a la realizada por Shulman, quien también tuvo en cuenta las relaciones entre el contenido y la pedagogía, dándole a dichas relaciones la denominación de Conocimiento Pedagógico del Contenido. En los siguientes párrafos, se presenta de forma breve cada uno de los conocimientos surgidos de relaciones entre las tres bases de conocimiento (Contenido, Pedagogía y Tecnología), los cuales son primordiales dentro de este modelo de integración de la tecnología al aula.

#### 2.2.1 Conocimiento del contenido.

Este conocimiento alude a la cantidad y la organización del conocimiento en sí mismo, en la mente del docente. Es decir, que el docente comprenda las estructuras del tema de la disciplina. De acuerdo con Josep Schwab (1978, citado por Candela, 2016a), la organización de la disciplina contiene las estructuras sustantivas y sintácticas: las primeras, se refieren a las diversas formas en que se organizan los conceptos básicos y principios de la disciplina para la inclusión de nuevos hechos; por su parte, las estructuras sintácticas hacen alusión a las diferentes maneras en que la verdad o la falsedad, la validez o la invalidez se establecen, o en otras palabras, son las formas mediante las que el conocimiento sustantivo ha sido construido, validado y comunicado a un público.

#### 2.2.2 Conocimiento pedagógico.

Esta categoría hace referencia a un conocimiento profundo sobre las técnicas, rutinas, estrategias y modelos de enseñanza más adecuados a la naturaleza del tópico y a

las metas de enseñanza. Asimismo, se toma en consideración el discurso empleado en el aula de clases. Cabe mencionar que este es un conocimiento de tipo general, el cual subyace a elementos como la gestión y organización del aula, el aprendizaje de los estudiantes, la puesta en práctica de un plan de aula, y las metodologías de evaluación (Candela, 2016a).

En este sentido, un docente que cuente con una comprensión amplia y profunda de los factores propios de la pedagogía general, puede tomar decisiones curriculares y de enseñanza acerca de un tópico que posibiliten a los estudiantes el desarrollo progresivo de un pensamiento de orden superior, resultado de un aprendizaje por comprensión conceptual. Para esta tarea es necesario que el docente haga uso de los principales elementos que haya interiorizado de las teorías del aprendizaje, como procesamiento de la información, constructivista cognitiva, constructivista sociocultural, entre otras (Candela, 2016a).

### 2.2.3 Conocimiento pedagógico del contenido.

Como se mencionó anteriormente, Shulman (1987) conceptualizó el CPC como “el conocimiento que va más allá del tema de la materia per sé a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para enseñar” (p. 9). Esto significa que este conocimiento surge de la amalgama entre el Contenido y la Pedagogía, la cual hace posible comprender la forma en que ciertos tópicos y problemas pueden ser organizados, representados y adaptados a las distintas metas de enseñanza, y a los intereses de los estudiantes.

Naturalmente, Shulman (1986) incorporó en este conocimiento la mayoría de los tópicos que son enseñados de una asignatura y las maneras más adecuadas de representarlos, mediante el potencial que poseen las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, es decir, las formas de representar y formular un determinado tópico que sean útiles para hacerlo comprensible. Conviene subrayar que no hay solo una forma adecuada para representar, pues el docente, desde la investigación o desde su experiencia profesional, puede contar con una diversidad de formas alternativas de representación (Candela, 2016a).

#### 2.2.4 Conocimiento tecnológico.

De acuerdo con Mishra y Koehler (2006), este conocimiento apunta a la comprensión que posee el docente sobre tecnologías estándar (como libros, marcadores, tablero digital, computador portátil, proyector, programas con posible uso educativo) y tecnologías de mayor complejidad (internet, videos digitales, laboratorios virtuales). De ahí que, este conocimiento incluye contar con las habilidades necesarias para manejar estas tecnologías. Por ejemplo, tener conocimiento sobre cómo emplear el sistema operativo y el hardware de un computador, o saber acerca del manejo de programas estándar como los procesadores de texto, las hojas de cálculo, las presentaciones en diapositivas multimediales, los navegadores, el correo electrónico, entre otros. Además, el conocimiento tecnológico implica tener la capacidad de instalar y desinstalar programas y dispositivos periféricos, así como crear, modificar, guardar y compartir documentos en los diferentes programas.

Como es de suponer, este conocimiento requiere de un proceso de actualización constante, al estar la tecnología en un continuo cambio. En efecto, en este momento se cuenta con determinados programas informáticos considerados con potencial para la enseñanza, no obstante, luego de algún tiempo, dichos programas quedarán en desventaja y desactualizados frente a otros más nuevos, e incluso desaparecerán en los siguientes años (Mishra y Koehler, 2006). Por este motivo, el docente debe desarrollar la capacidad de aprender y adaptarse al continuo avance de las nuevas tecnologías, lo cual le permite usarlas permanentemente para la representación de los tópicos y gestión de la enseñanza en el aula.

#### 2.2.5 Conocimiento tecnológico del contenido.

Este conocimiento se remite a cómo se relacionan recíprocamente la Tecnología y el Contenido. En este punto, se reconoce que la tecnología da la oportunidad de innovar en las representaciones de los tópicos de una disciplina, al brindar una gran diversidad de formas de representar y una alta flexibilidad de navegación a través de ellas, sin desconocer las restricciones que dicha tecnología impone al proceso de representación y formulación de los tópicos (Mishra y Koehler, 2006).

Por consiguiente, el docente no solo debe tener una profunda comprensión de las estructuras sustantivas y sintácticas del tópico de la disciplina, sino que además debe tener conciencia de las conexiones de dicho tópico con las diversas alternativas digitales de representación, como animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales, entre otros, aportadas por el mundo tecnológico. Es preciso mencionar aquí que se tiene la idea que las formas digitales de representación solamente emulan lo que antes se hacía con materiales físicos. No obstante, la aplicación digital hace más que eso, al posibilitar a los

estudiantes, por ejemplo, realizar un control de variables y poder construir modelos matemáticos de algunos fenómenos naturales (Candela, 2016a).

#### 2.2.6 Conocimiento tecnológico pedagógico.

Según Mishra y Koehler (2006), este conocimiento hace referencia a la forma en la que la tecnología puede mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de una manera general. En efecto, aquí se consideran los elementos y las capacidades proporcionados por los recursos digitales a la organización y gestión del aula. Por ende, este conocimiento implica una comprensión de las diversas herramientas que pueden apoyar la ejecución del proceso mencionado antes, fortaleciendo las estrategias pedagógicas implementadas en el aula.

#### 2.2.7 Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC).

El CTPC es una base de conocimiento que va más allá del contenido, la pedagogía y la tecnología. Ciertamente, esta base es estimada como una característica inherente de todo docente, al diferenciarlo de los profesionales en la disciplina, la pedagogía y la tecnología (Mishra y Koehler, 2006). En efecto, tomando en cuenta la conceptualización del CPC de Shulman, el CTPC es un constructo en el que se enlazan de manera sinérgica y coherente un conjunto de elementos de la enseñanza que buscan mediar el aprendizaje de un tópico determinado en unos estudiantes de un contexto específico, tales como: las formas más adecuadas de representación y formulación de un tópico mediante recursos digitales; las técnicas pedagógicas utilizadas por las tecnologías de modo constructivo para la enseñanza de un tópico; el conocimiento de las limitaciones y potencialidades que poseen los tópicos para ser aprendidos y cómo la tecnología puede apoyar la superación



de algunas dificultades que enfrentan los estudiantes; el conocimiento de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes frente al tópico a aprender; y el conocimiento sobre cómo las tecnologías se pueden utilizar con el propósito de construir sobre el conocimiento pre-existente y desarrollar nuevos conocimientos, o fortalecer los ya existentes (Candela, 2016a).

Resulta preciso mencionar que para lograr un diseño e implementación de la enseñanza de un tópico específico de buena calidad, es necesario contar con una comprensión real de los complejos vínculos existentes entre los aspectos *Tecnología, Contenido y Pedagogía*, que brinde la facultad de construir estrategias y representaciones idóneas para un determinado contexto. Bajo esta premisa, para alcanzar una integración provechosa de la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de tópicos específicos, es imprescindible entender los tres aspectos claves no de manera individual, sino dentro de las relaciones complejas existentes entre ellos, definidas por las dinámicas de cada uno y en interacción con los otros (Mishra y Koehler, 2006). De ahí que, se sostenga que no existe una solución tecnológica única aplicable indistintamente a cada docente, cada asignatura, o cada manera de entender la enseñanza.

Como se puede inferir de lo anterior, los tres aspectos o componentes del modelo formulado por Mishra y Koehler (2006), configuran un sistema total, donde los límites entre uno y otro son difusos. De hecho, estos componentes interaccionan bajo un estado de equilibrio dinámico, o en otros términos, entre los tres componentes del CTPC existen unas relaciones transaccionales dinámicas (Bruce, 1997; Dewey y Bentley, 1949; Rosenblatt, 1978). Ello significa que al realizar de un cambio en uno de los componentes, dicho cambio se verá reflejado en una modificación en los otros dos aspectos, demostrando así los estrechos vínculos presentes entre ellos (Mishra y Koehler, 2006).

### **2.3 Conceptualización del instrumento metodológico de la ReCo y su articulación con el CTPC**

El instrumento metodológico denominado Representaciones del Contenido (ReCo) fue diseñado, implementado y validado inicialmente por el equipo de Loughran, Gunstone, Berry, Milroy y Mulhall (2000) a partir del marco teórico que fundamenta la metodología de los estudios de caso, con la intención de capturar, documentar y representar los pensamientos, juicios, tomas de decisiones y acciones llevadas a cabo por un docente experimentado y ejemplar, cuando diseña y enseña un tópico específico del currículo de la ciencia (Loughran et al., 2000). Es decir, dichas representaciones permite recopilar el CPC de un docente de ciencias acerca de un tópico específico, y proporcionan algunas intuiciones sobre las decisiones curriculares y de enseñanza que este toma durante el diseño, la implementación y la reflexión (Candela & Viafara, 2014). Sin embargo, la estructura lógica original de la ReCo no permite recoger las decisiones curriculares y de enseñanza frente a la integración de la tecnología a la enseñanza de las ciencias, articulada con el contenido y la pedagogía. Por ello, se considera pertinente la adaptación y ajuste de este instrumento a las perspectivas del CTPC planteadas por Mishra y Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999), de tal forma

Que permita documentar las decisiones del docente acerca de los recursos tecnológicos que utiliza para representar, formular y gestionar la enseñanza de un determinado tópico de las ciencias. A continuación se explican estas ideas con mayor detalle.

### 2.3.1 Representaciones del Contenido (ReCo).

De acuerdo con Loughran, Berry y Mullhall (2006), la Representación del Contenido (ReCo) es un instrumento que tiene como finalidad documentar, representar y capturar las descripciones integrales sobre los elementos que conforman el CPC de docente experimentados y ejemplares, vinculados a la enseñanza de un tópico particular. De ahí que, se vea en este instrumento la posibilidad que brinda de explicitar la naturaleza tácita del CPC a otros docentes. Esto abre la oportunidad de compartir entre los docentes el conocimiento sobre la enseñanza de tópicos específicos, construido por diversos docentes ejemplares, desde distintos contextos y visiones de la enseñanza, entendiendo que una ReCo no es una construcción estática, o una única y correcta manera de representar un contenido particular.

Conviene subrayar que la ReCo es un instrumento metodológico útil para capturar el CPC, el cual ha sido utilizado exitosamente en diferentes contextos por varios docentes de ciencias (Padilla, Ponce-de-Leon, Rembado & Garritz, 2008; Rollnick, Bennett, Rhemtula, Dharsey & Ndlovu, 2008). Además, en la última década, se ha considerado que el desarrollo reflexivo de este instrumento por parte de docentes de ciencias en formación posiblemente les permita comenzar a identificar, explicitar y desarrollar su CPC hipotético sobre el diseño y la enseñanza de un contenido específico de ciencias (Bertram & Loughran, 2012; Candela, 2016a; Candela, 2016b; Candela & Viafara, 2014; Hume, 2010, 2011; Hume & Berry, 2011; Hume & Berry, 2013). Por esta razón, se han comenzado a utilizar estas representaciones (ReCo) como un recurso curricular en los cursos de “Aprendiendo a enseñar química” con el propósito mencionado (Candela, 2016b).

Así pues, la ReCo se puede entender como un resumen sobre la forma en que un docente diseña la enseñanza de un tópico específico y, de las razones por las cuales lo diseña así. En efecto, cuando se recopila el CPC mediante este instrumento, se obtienen algunas de las intuiciones que el docente tiene frente a las decisiones curriculares y de enseñanza que debe tomar durante el diseño de la enseñanza de un tópico particular. Por ende, resulta natural que en este instrumento se articulen los siguientes elementos claves del acto educativo: los estudiantes, el tópico específico y la práctica de los docentes (Mulhall, Berry & Loughran, 2003).

De acuerdo con lo sustentado hasta el momento, se puede inferir que la ReCo plantea un desafío al docente y su manera de entender la enseñanza de tópicos específicos de las ciencias, pues le muestra ciertos elementos claves que deben ser considerados en el diseño de la enseñanza de los mismos, tales como: el establecimiento de las ideas fundamentales para la enseñanza de un determinado tópico; la determinación de lo que los estudiantes deben desarrollar durante el abordaje de cada idea; las razones por las cuales es importante que los estudiantes conozcan dichas ideas; las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cada idea; las posibles dificultades y limitaciones de los estudiantes al aprender estas ideas; y, las estrategias de enseñanza y evaluación para cada idea. Es decir, que la enseñanza de las ideas centrales de un tópico específico, deben abordarse en el aula en conjunción con la pedagogía propia del tópico (Candela, 2016a).

Es preciso destacar que la ReCo cumple una doble función, debido a que sirve como herramienta de investigación para acceder al CPC que tienen los profesores de ciencias, y a la vez sirve como forma de representar dicho conocimiento. Por este motivo, se usa la ReCo como herramienta de entrevista a grupos de docentes de ciencias para recopilar su comprensión acerca de los aspectos propios del CPC de un tópico particular,

e igualmente se utilizan los resultados obtenidos de esas entrevistas como una forma de representación (Candela, 2016a).

Ahora bien, con relación a la estructura lógica de este instrumento, se puede decir que está constituido por un conjunto de preguntas que deben ser respondidas para cada una de las ideas consideradas centrales en la enseñanza y el aprendizaje de un tópico específico. Originalmente, la ReCo se construyó con un total de ocho preguntas en las que se tenían en cuenta las dos clases de decisiones clave que puede tomar el docente: las decisiones curriculares y las decisiones de enseñanza (Shulman, 2001). Las primeras, aluden a la planificación reflexiva del acto educativo, o dicho de otra forma, a la selección de la estructura conceptual del tópico específico, las metas a alcanzar a través de su enseñanza, los aspectos que dificultan su enseñanza y aprendizaje, entre otros. Por otro lado, las decisiones de enseñanza se refieren a las estrategias generales usadas para la enseñanza de la disciplina y las estrategias específicas del tópico a abordar (Shulman, 2001). En este sentido, Loughran et al. (2000) diseñaron un conjunto de ocho preguntas orientadas hacia la captura y representación de las decisiones curriculares e instruccionales que fundamentan el CPC, dispuestas en la siguiente tabla (tabla 1).

Imagen 1. Instrumento metodológico ReCo (Representaciones del Contenido).

ESTRUCTURA LÓGICA DEL INSTRUMENTO DE LA CoRe BASE PARA LA ENTREVISTA			
<p>¿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:</p>			
Preguntas pedagógicas	Ideas/Conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea No. 1	Idea No. 2	Idea No. 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?			

**Fuente:** Loughran et al. (2000) traducido por Candela (2016a).

En el siguiente apartado, se conceptualizan cada una de estas preguntas y se presenta la adaptación realizada por Candela (en prensa) a la estructura original de la ReCo, con el fin de integrar coherentemente la Tecnología a los elementos Contenido y Pedagogía, propios del CPC.

### **2.3.2 Conceptualización de los ítems de la ReCo y su relación con los elementos del CTPC.**

Una ReCo es un instrumento que permite capturar y representar la comprensión de los docentes de ciencias sobre la enseñanza de un tema específico. En este sentido, inicialmente, su estructura consistía en una matriz en cuyos encabezados de la columnas se ubicaban las ideas centrales del tema a enseñar, y en las filas se disponían ocho preguntas o ítems que buscan revelar el razonamiento de los docentes al diseñar actividades pedagógicas para dicho tema (Loughran, Mulhall & Berry, 2004). En otros términos, estos ítems tienen el propósito de documentar y representar el CPC de un tópico específico de las ciencias que ha desarrollado un docente ejemplar a lo largo de su experiencia en la labor educativa.

Sin embargo, tomando en cuenta que el paradigma del CPC ha evolucionado hacia el CTPC, integrando el conocimiento de la tecnología a la enseñanza de las ciencias, se ha considerado pertinente realizar una adaptación de la estructura lógica de la ReCo al marco teórico que sustenta este nuevo paradigma del CTPC (Candela, en prensa). Según Candela (en prensa), dicha adaptación se realizó bajo los marcos teóricos provenientes de las perspectivas del CTPC de Mishra y Koehler (2006) y, Magnusson et al. (1999), con el fin de dar la oportunidad a los docentes de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar los aspectos que configuran el CTPC de un tópico específico de ciencias. Así pues, se adicionaron a la ReCo cuatro preguntas que articulan el aspecto de la tecnología a la enseñanza y la evaluación de los tópicos disciplinares, logrando de este modo que cada pregunta del instrumento se vincule estrechamente con los diferentes elementos del CTPC formulados por los autores de este modelo (Magnusson et al., 1999; Mishra & Koehler, 2006), configurándose la ReCo finalmente por doce preguntas (ver tabla 2).

Imagen 2. Adaptación de instrumento metodológico ReCo (Representaciones del contenido).

IDEAS/CONCEPTOS IMPORTANTES EN CIENCIAS			
	Idea No. 1	Idea No. 2	Idea No. 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
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 utilizas 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 con esta idea)			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			

**Fuente:** Adaptado por Candela (en prensa), desde Loughran et al. (2006), bajo las perspectivas del CTPC de Mishra y Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999).

De ahí que, para el desarrollo de cada uno de los ítems del instrumento metodológico ReCo, sea indispensable tener presentes en primera instancia los diferentes elementos del CTPC. De hecho, es posible establecer de manera explícita la relación entre los elementos que configuran el CTPC, con los ítems que conforman la ReCo (Candela, 2016a). Dichas relaciones se exponen en la siguiente tabla (tabla 3).



Imagen 3. Relación de los elementos del CTPC con los distintos ítems de la ReCo  
(Representaciones del contenido).

	Elementos	Ítems de la CoRe
CTPC o TPCK	Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia <sup>16</sup> .	2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? 10. ¿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 sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
	Currículum de la ciencia.	1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? 3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?
	Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de la ciencia.	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?
	Conocimiento de las tecnologías de orden general (Software y Hardware) para gestionar el aula.	7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?
	Conocimiento de los recursos digitales para formular o representar una 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 utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?
CTPC o TPCK	Estrategias de enseñanza para la enseñanza de la ciencia.	11. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea). 10. ¿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 sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
	Formas de evaluar las ideas.	12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?

Fuente: Tomado de Candela (2016a).

De esta forma, es posible observar cómo los ítems de este instrumento propician el establecimiento de unas relaciones explícitas entre los elementos de la enseñanza de un tópico específico, asociados a los estudiantes y el ejercicio de los docentes, bajo el paradigma del CTPC (Candela, 2016a). Dichos elementos hacen referencia a: 1) ideas centrales para la enseñanza de un determinado tópico; 2) metas de aprendizaje; 3) concepciones alternativas de los estudiantes sobre cada idea; 4) limitaciones y dificultades relacionadas con la enseñanza/ aprendizaje de esas ideas; 5) estrategias de enseñanza para cada idea; 6) conocimiento de la evaluación de un contenido específico, y (Candela & Viafara, 2014); 7) recursos tecnológicos para representar, formular y gestionar la enseñanza (Candela, 2016a).

En este punto, resulta pertinente exponer brevemente la conceptualización de cada uno de los ítems que configuran la estructura lógica de la ReCo, para dar a entender de forma clara lo que implica el desarrollo de estos ítems.

### **Ideas/Conceptos importantes en ciencias para un tópico específico**

Este aspecto hace alusión a las ideas de las ciencias que el docente estima como claves para el logro de las metas de aprendizaje que él ha propuesto para sus estudiantes (Mulhall et al., 2003). Así pues, la manifestación de estas ideas por parte del docente tiene como propósito central que él explicito o identifique el conjunto de ideas que conforman de manera coherente el tópico particular a enseñar. Conviene subrayar que dichas ideas deben estar en concordancia con las metas de aprendizajes que se pretende que los estudiantes alcancen de manera progresiva (Candela, 2016a).

### **1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?**

Este ítem alude al aspecto del CTPC que permite al docente determinar lo que los estudiantes pueden aprender sobre un tópico específico. Ciertamente, en esta decisión curricular influye el conocimiento del docente acerca de la disciplina y la pedagogía propia de esta. Es preciso mencionar que este ítem se encuentra alineado con el elemento del CTPC “Currículo de las ciencias”. Por lo tanto, aquí se recogen los contenidos que subyacen a cada una de las ideas centrales en las que se ha secuenciado la enseñanza del tópico en cuestión, vinculados a sus respectivas metas de aprendizaje. De esta manera, el desarrollo de este ítem brinda apoyo al docente en la determinación de las ideas fundamentales para la enseñanza del tópico específico, de modo que estas se encuentren alineadas a las respectivas metas de aprendizaje planteadas (Candela, 2016a).

### **2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?**

La elaboración de la respuesta a este ítem le proporciona al docente la oportunidad para tomar consciencia acerca de por qué resulta significativo que los estudiantes construyan aprendizajes sobre una idea o un concepto particular (Candela, 2016a). Lógicamente, a este aspecto lo permea el sistema de creencias y valores propio de cada docente, motivo por el cual, a lo largo de la experiencia en el diseño y la enseñanza de tópicos específicos, cada docente transforma el currículo estatal en un currículo planeado (Nilsson & Loughran 2012). Así pues, cuando el docente toma decisiones sobre qué enseñar, toma en cuenta los tópicos de las ciencias que tienen importancia en la vida cotidiana del estudiante, en su desarrollo como ciudadano científicamente alfabetizado, e igualmente

considera cómo dichos tópicos se relaciona con otros conocimientos que el estudiante trabaja en otras áreas (Candela, 2016a).

Es posible inferir que este ítem se encuentra estrechamente vinculado con el elemento del CTPC “Orientaciones hacia la Enseñanza”, dado que el eje central son los propósitos que fundamentan la enseñanza de un determinado tópico. Por tal razón, este ítem recoge el conocimiento y las creencias que tiene el docente frente a los propósitos y metas de la enseñanza de un contenido particular. Asimismo, aquí se considera la visión de enseñanza que posee el docente, la cual implementa en el aula durante el abordaje de un tópico específico (Candela, 2016a).

### **3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?**

Este ítem de la ReCo tiene que ver con las decisiones curriculares que toma el docente sobre lo que va enseñar. Esto es un proceso complejo, ya que hay que seleccionar qué contenidos son los indicados para que los estudiantes puedan aprenderlos comprensivamente. También, este proceso implica decidir sobre aquellos contenidos que serán omitidos por él (Hollon, Roth & Anderson, 1991). De este modo, en estas decisiones es necesario encontrar un equilibrio entre lo que el docente conoce sobre los tópicos científicos y lo que es útil en la enseñanza de los mismos. Así pues, se logra evidenciar con claridad que este ítem se relaciona estrechamente con el elemento del CTPC “Currículum de las ciencias”. Aquí, el docente utiliza su conocimiento del currículo vertical y horizontal, para determinar los contenidos a enseñar, evitando de esta manera caer en la acumulación de información en demasía (Candela, 2016a).

#### **4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?**

Este es un ítem fundamental para la práctica del diseño de la enseñanza, puesto que orienta la elaboración de actividades de enseñanza que favorezcan la superación por parte de los estudiantes de las dificultades y limitaciones que estos presentan frente al aprendizaje de una determinada idea. Naturalmente, el conocimiento acerca de estas dificultades y limitaciones se deriva, tanto de la literatura en educación en ciencias, como del entendimiento procedente de la experiencia de diseñar, implementar y reflexionar sobre la enseñanza de un tópico específico. En concordancia con ello, es notorio que este ítem se encuentra asociado a las características del elemento del CTPC “Comprensión de los estudiantes de un tópico específico de las ciencias” (Candela, 2016a).

#### **5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?**

Este ítem posibilita explicitar las diferentes concepciones alternativas que pueden llevar los estudiantes al aula. En este sentido, el contenido de esta pregunta es de gran relevancia en la toma de decisiones de enseñanza, pues informa al docente de antemano sobre las posibles intuiciones que sostienen los estudiantes frente a determinadas situaciones problemáticas, y de acuerdo a dicha información, puede diseñar actividades de aprendizaje que medien el desarrollo progresivo de esas intuiciones, hacia concepciones más elaboradas (Candela, 2016a).

Efectivamente, este ítem, al igual que el anterior, está articulado estrechamente con el aspecto del CTPC “Comprensión de los estudiantes de un tópico de las ciencias”. Ello indica que las concepciones alternativas, junto con las dificultades/limitaciones de los estudiantes sobre un tópico, constituyen el conocimiento sobre la comprensión con la que llegan los estudiantes al aula de ciencias (Candela, 2016a).

#### **6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?**

Para el desarrollo de este ítem se contempla, tanto el conocimiento contextual sobre los estudiantes, como los principales elementos del conocimiento pedagógico general que inciden en el método de enseñanza. En consecuencia, este ítem permite al docente remitirse hacia los antecedentes académicos y culturales con los que llegan los estudiantes al aprendizaje de un tópico, acorde a lo cual sea graduado el nivel de dificultad y complejidad de la actividad de aprendizaje, ajustado igualmente a la zona de desarrollo proximal de los mismos. Sumado a ello, este ítem posibilita al docente pensar sobre qué técnicas, estrategias y modelos de enseñanza implementar en el aula, que sean los más pertinentes para apoyar el proceso de aprendizaje por comprensión conceptual del estudiante. Así pues, como los dos ítems anteriores, éste también está asociado con el elemento del CTPC “Comprensión de los estudiantes de un tópico específico de las ciencias” (Candela, 2016a).

## **7. ¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?**

Aquí se recoge el conocimiento del docente acerca de las diferentes tecnologías digitales que dan la posibilidad de apoyar, tanto la representación como la enseñanza de un determinado tema. Este conocimiento resulta importante para tomar decisiones en cuanto al diseño de las actividades de enseñanza y la gestión del aula, de modo que le permiten al docente andamiar el aprendizaje por comprensión conceptual e integrada (Candela, 2016a).

Cabe precisar que este ítem está alineado estrechamente con el elemento del CTPC “Conocimiento de las tecnologías de orden general (Software y Hardware) para gestionar el aula”, debido a que el contenido de este ítem le muestra al docente el posible uso que puede hacer de tecnologías digitales generales, tanto software como hardware, que los constantes desarrollos tecnológicos proveen a la sociedad (Candela, 2016a). En este sentido, este conocimiento le permite al docente integrar al aula de ciencias, software creados con fines distintos al educativo, como por ejemplo: Word (procesador de texto), Power Point (creador de presentaciones con diapositivas multimediales), Movie Maker (editor de video), Wix (creación de páginas web), Skype (aplicación para realizar videoconferencias), Pixton (herramienta para crear historietas). Adicionalmente, este conocimiento le posibilita hacer uso de dispositivos tecnológicos como computador, proyector, tablero digital, entre otros.

**8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea?**

Este ítem busca que los docentes identifiquen y expliciten las posibles formas de representar y formular un tópico específico, para lo que pueden utilizar, tanto de recursos físicos como digitales. Por ejemplo, se puede representar el fenómeno de la combustión, ya sea mediante un laboratorio físico o a través de una animación. Conviene subrayar que en la elección entre las distintas posibilidades que existen para representar y formular un tópico, inciden aspectos como la naturaleza del contenido, las metas de aprendizaje, y la disponibilidad de recursos. Resulta evidente entonces la vinculación de este ítem con el elemento del CTPC “Conocimiento de los recursos digitales y no digitales para formular o representar una idea”, favoreciendo en el docente la toma de conciencia sobre la diversidad de recursos y situaciones problemáticas de tipo digital y no digital que se pueden asociar con el tópico abordado en clase (Candela, 2016a).

**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 apoya dicha intención de diseño?**

Este ítem enfatiza en las diferentes fortalezas y debilidades que puede tener un recurso digital al momento de representar y formular un tópico específico. En consecuencia, el contenido de este ítem ayuda al docente en el diseño de las actividades de aprendizaje que conforman el material de enseñanza, considerando la incidencia de aquellas debilidades y fortalezas en el proceso de aprendizaje del estudiante por comprensión conceptual del tópico abordado. Cabe precisar que, al igual que el anterior ítem, este está alineado con



el elemento del CTPC “Conocimiento de los recursos digitales y no digitales para formular o representar una idea”. Ciertamente, este ítem invita al docente a reconocer cuáles son las potencialidades y las restricciones de usar videos, animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales,..., durante el diseño y la enseñanza de un determinado tópico, de tal manera que le sean de utilidad para apoyar el aprendizaje por comprensión conceptual e integrada de sus estudiantes (Candela, 2016a).

**10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).**

En este ítem se tiene como propósito que el docente indique las diferentes técnicas, estrategias y modelos de enseñanza que puede utilizar dentro de la enseñanza de un tópico específico. Esto significa que las decisiones tomadas respecto a estos aspectos, se encuentran definidas por la naturaleza del concepto a enseñar y por las metas de aprendizaje propuestas para el mismo. Ahora bien, en el diseño de las actividades de aprendizaje, el docente se puede apoyar en las teorías del aprendizaje (como procesamiento de la información, constructivista cognitiva, constructivista sociocultural, entre otras), que estén acordes con algunas técnicas, estrategias y modelos de enseñanza que puedan ser incluidas en dicho diseño (Candela, 2016a).

En efecto, este ítem se encuentra alineado con el aspecto del CTPC “Estrategias de enseñanza para la enseñanza de las ciencias”. Cabe mencionar que este conocimiento brinda al docente orientaciones respecto a cómo puede estructurar su clase (como pequeños grupos de discusión, discusión con toda la clase, estructura no interactiva, y trabajo individual), además de ayudarlo en la selección del modelo de enseñanza a

implementar (por ej., el ciclo de aprendizaje). Naturalmente, las anteriores decisiones afectan de manera fundamental el desarrollo de las actividades de aprendizaje diseñadas y secuenciadas (Candela, 2016a).

**11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales emplea con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?**

Al poner en juego todos los conocimientos contenidos en los anteriores ítems, el docente está en la capacidad de diseñar e implementar una secuencia de actividades de aprendizaje, construidas desde un conjunto de representaciones, tanto digitales como no digitales, que cuentan con sus correspondientes tareas problemas. En este sentido, durante el ejercicio del diseño de la enseñanza del tópico en consideración, el docente se ha apoyado en las teorías educativas de nivel general (como las teorías del aprendizaje, las teorías curriculares, la pedagogía general y las teorías del diseño instruccional), y en los marcos teóricos de nivel intermedio derivadas de los estudios del campo de la educación en ciencias, vinculados estrechamente con la enseñanza y el aprendizaje del tópico específico apoyado en las tecnologías (por ej. lenguaje multinivel de las ciencias, literatura en educación en ciencias, estrategias y modelos de enseñanza específicos a las ciencias, literatura sobre la integración de las TIC al aula de ciencias). Así pues, el docente, bajo la dirección de los ítems mencionados, selecciona los elementos que considera más oportunos desde estas fuentes de conocimiento, construyendo de esta forma un cuerpo de conocimientos de nivel particular, también conocido como teorías de

dominio específico<sup>6</sup>, las cuales orientan, de forma coherente e informada, la construcción de un artefacto o material de enseñanza (Candela, 2016a).

## **12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?**

Este ítem representa uno de los elementos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues brinda al docente la posibilidad de monitorear el nivel de comprensión y confusión de los estudiantes durante este proceso. Por esta razón, cuando el docente identifica algún tipo de dificultad, inmediatamente reflexiona in situ para tomar nuevas decisiones curriculares y de enseñanza que permitan apoyar al estudiante en la superación de dicha dificultad. En este sentido, la evaluación que se propone en este ítem es de tipo formativa, la cual busca orientar al estudiante para que alcance progresivamente un pensamiento más sofisticado. Naturalmente, la evaluación formativa que elabora el docente es implícita y se encuentra articulada al tópico bajo consideración, motivo por el que puede ser casi imperceptible para este (Candela, 2016a).

Claramente, este ítem se relaciona con el elemento del CTPC referido al conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias. Este conocimiento está estructurado por las dimensiones que deben ser evaluadas en la enseñanza de un tópico específico (conceptual,

---

<sup>6</sup> Las teorías de dominio específico se refieren, en este trabajo, al conjunto de orientaciones teóricas y metodológicas sobre cómo apoyar el proceso del aprendizaje de los estudiantes acerca de un contenido específico, desde aspectos como: serie de ideas que configuran el contenido en cuestión; metas de aprendizaje; dificultades/limitaciones y concepciones alternativas; estrategias de enseñanza; formas de representar y formular las ideas; y evaluación formativa del contenido; entre otras. Estas teorías surgen como producto de la interacción sistemática entre las teorías del aprendizaje, la pedagogía, las teorías del diseño instruccional y la literatura en educación en ciencias (Candela, 2016a).

procedimental y actitudinal). De esta manera, en este ítem se alude a los procesos de alfabetización científica de la ciencia, que buscan formar ciudadanos científicamente alfabetizados, capaces de participar en la toma de decisiones a nivel local, nacional y universal (Candela, 2016a). Además, aquí se recoge el conocimiento que posee el docente sobre las estrategias que permiten evaluar el aprendizaje de un tópico particular desde una perspectiva de evaluación formativa, donde la comprensión conceptual, la interdisciplinariedad en los temas, la naturaleza de la ciencia, la investigación científica y el razonamiento práctico tiene un rol preponderante (Magnusson et al., 1999).

#### **2.4. Dificultades/Limitaciones De La Enseñanza Y El Aprendizaje Sobre Fenómeno De La Flotación.**

Bajo los planteamientos del paradigma “Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido” (CTPC), resulta fundamental considerar los resultados generales documentados en investigaciones del campo de la educación en ciencias en cuanto a las dificultades/limitaciones de enseñanza y aprendizaje propias del fenómeno de la flotación. Retomando lo expuesto en apartados anteriores, en dicho paradigma se estima como una base de conocimiento el saber acerca de la comprensión de los estudiantes sobre un concepto o tópico específico de la ciencia, e igualmente en el instrumento ReCo existen tres ítems dirigidos a esta base (Preguntas 4, 5 y 6). En virtud de ello, se ve la necesidad de indagar en la literatura en educación en ciencias sobre las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas más importantes que tienen los estudiantes al momento de enfrentarse al aprendizaje del fenómeno de la flotación, lo cual informe el diseño del material de enseñanza sobre este tópico para dar la oportunidad de superar dichas dificultades y concepciones.

En efecto, al recurrir a la literatura se evidencia que varias investigaciones del campo de la educación en ciencias han tenido como propósito documentar las distintas dificultades y concepciones alternativas que tienen los estudiantes y docentes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje acerca de la flotación de los cuerpos (Baillo & Carretero, 1997; Barral, 1990; Campanario, 2003; Madrigal & Slisko, 2010; Maturano, Mazzitelli, Núñez & Pereira, 2005; Mazzitelli, Maturano, Núñez & Pereira, 2006). Cabe precisar que en los estudios consultados se encontró concordancia entre varios aspectos de sus resultados, por lo cual a continuación se presentan estas coincidencias, puesto que se considera que representan los aspectos de mayor conflicto en el proceso de aprendizaje del tópico bajo consideración.

Conviene subrayar, inicialmente, que un aspecto importante destacado en algunas de las investigaciones analizadas, es el hecho que la flotación de los cuerpos es un fenómeno físico, estrechamente vinculado al mundo cotidiano de los estudiantes, desde cortas edades. De ahí que, ellos lo vean como un fenómeno “común” sobre el cual no existe una necesidad de reflexionar qué lo causa o por qué sucede. Además, al poseer una gran cantidad de experiencias sensoriales sobre dicho fenómeno, es natural que ellos construyan concepciones alternativas basadas en su intuición y su sistema sensorial, con explicaciones de tipo monocausal (Barral, 1990; Madrigal & Slisko, 2010; Mazzitelli et al., 2006).

Se menciona también en estos estudios que el empuje, concepto central para la comprensión de la flotación, es una fuerza, y los estudiantes comúnmente tienen dificultades con este tipo de conceptos (Barral, 1990; Mazzitelli et al., 2006). En consecuencia, muchos estudiantes no reconocen los factores que inciden en el empuje, e incluso conociendo la correspondiente fórmula, no logran utilizarla en la predicción de fenómenos importantes (Maturano et al., 2005; Mazzitelli et al., 2006). Algunos otros, no

reconocen como necesaria la existencia de esta fuerza para que los objetos floten, a pesar de haber abordado previamente el principio de Arquímedes (Barral, 1990; Mazzitelli et al., 2006). Una explicación respecto a esta idea es que los estudiantes creen que las fuerzas no actúan sobre cuerpos “en equilibrio”, es decir, como cuando los cuerpos flotan existe equilibrio, llegan a considerar que no existen fuerzas actuando sobre ellos, de modo que no hay empuje (Barral, 1990).

Otro aspecto primordial que se menciona en los resultados de las investigaciones indagadas, es que las dificultades conceptuales que sostienen los estudiantes en varias ocasiones son compartidas por los docentes, lo cual lleva a pensar acerca de la necesidad de reflexionar por parte de estos sobre la fortaleza de su conocimiento del contenido de la disciplina (Madrigal & Slisko, 2010; Mazzitelli et al., 2006), elemento que hace parte de las bases de conocimiento del CTPC. Frente a ello, se plantea que mediante una constante actualización del docente es posible superar los esquemas simplificados que mantiene sobre fenómenos como el abordado aquí (Mazzitelli et al., 2006). Cabe mencionar también, que se identifica en los libros de texto graves falencias de tipo conceptual, presentando este fenómeno de una forma imprecisa y confusa. Este aspecto puede incidir de manera importante en las concepciones que desarrollan tanto docentes como estudiantes, por lo que es fundamental tomar una postura reflexiva ante estos materiales educativos para evitar el afianzamiento de dificultades conceptuales (Barral, 1990; Campanario, 2003; Madrigal & Slisko, 2010; Maturano et al., 2005; Mazzitelli et al., 2006)

Con respecto a las concepciones alternativas que sostienen los estudiantes sobre el fenómeno de la flotación, todas las investigaciones consultadas resaltan que los

estudiantes consideran el peso de los objetos como un factor fundamental en la explicación del fenómeno en cuestión (Baillo & Carretero, 1997; Barral, 1990; Campanario, 2003; Madrigal & Slisko, 2010; Maturano et al., 2005; Mazzitelli et al., 2006). Así pues, en la mayoría de los casos, se toma el peso como el único factor causal para la flotación o el hundimiento de un objeto, y en algunos casos se consideran en una escasa medida la relación peso-volumen. De hecho, el volumen muchas veces no forma parte de los conceptos con los que los estudiantes construyen sus ideas sobre la flotación (Madrigal & Slisko, 2010; Mazzitelli et al., 2006). Es preciso decir que en aquellos casos en los que se toma en cuenta el empuje y algunas condiciones de flotabilidad, sólo se hace en relación al peso del objeto (Maturano et al, 2005).

En varios de los estudios consultados se expone que los estudiantes justifican la flotación por la presencia de aire, es decir que los cuerpos flotan si contienen aire dentro de ellos (Madrigal & Slisko, 2010; Maturano et al, 2005; Mazzitelli et al., 2006). De hecho, se indica que esta concepción ha sido identificada en investigaciones previas (Mazzitelli et al., 2006). Conviene precisar en este punto otras concepciones alternativas presentadas por los estudiantes, las cuales se consideran influyentes en su proceso de aprendizaje sobre el fenómeno de la flotación, a saber: el tamaño del objeto afecta su capacidad de flotar, es decir, un objeto grande flotará menos que uno pequeño del mismo material (Mazzitelli et al., 2006); la cantidad y el tipo del líquido inciden en la flotabilidad, considerando por ejemplo que un objeto se hundirá más en aguas profundas (Madrigal & Slisko, 2010; Mazzitelli et al., 2006).

Ciertamente, los aspectos mencionados con anterioridad son elementos cruciales a tomar en cuenta dentro del diseño del material de enseñanza sobre el tópico de la flotación. Por

ello, el diseñador y el docente deben tener consciencia de las dificultades que posiblemente van a tener los estudiantes en el aprendizaje de este fenómeno, lo cual le permitirá, de forma informada, tomar decisiones pedagógicas acordes a esta información, eligiendo los métodos de enseñanza más apropiados para el proceso de enseñanza y aprendizaje del tópico en consideración.



## CAPÍTULO III.

### 3. Hipótesis, Objetivos Y Aspectos Metodológicos

#### 3.1 Hipótesis

Es factible lograr la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) sobre un tópico específico (fenómeno de la flotación) de una docente de ciencias naturales en ejercicio de la básica secundaria, mediante la construcción progresiva y cooperativa del instrumento metodológico denominado ReCo. Esto se debe a que se distingue en dicho instrumento la posibilidad que da a la docente de reflexionar e indagar sobre los elementos de la enseñanza de un tópico específico como: las ideas centrales para su enseñanza, las metas de aprendizaje de dicho tópico, las concepciones alternativas de los estudiantes sobre cada idea, las limitaciones y dificultades relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de esas ideas, entre otros. Dichas reflexiones son las que direccionan la toma de decisiones curriculares e instruccionales, las cuales se traducen en un material de enseñanza constituido por un conjunto de actividades de aprendizaje que representan el tópico bajo consideración.

Este problema de investigación será afrontado con una metodología de perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de casos, en la que la recolección de datos se estructura en dos fases: Fundamentación e Intervención. Con la primera fase, se busca brindar a la docente las bases conceptuales que le permitan comprender los elementos del constructo CTPC, el instrumento metodológico ReCo, y el núcleo conceptual del fenómeno de la flotación, a partir lecturas y discusiones reflexivas al respecto. La segunda, tiene la finalidad de posibilitar a la docente estudiada diseñar y desarrollar de manera progresiva y reflexiva los ítems de la ReCo acerca del tópico de la flotación, elaborando así diferentes versiones de la ReCo, las cuales serán analizadas cada una con

la intención de alcanzar la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) del tópico en cuestión.

### **3.2 Objetivos**

#### **3.2.1 Objetivo General**

Identificar, explicitar, y desarrollar el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) sobre el fenómeno de la flotación de una docente de grado sexto de básica secundaria, por medio de la elaboración progresiva y cooperativa del instrumento metodológico ReCo (Representación del Contenido).

#### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y desarrollar los elementos del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) sobre el fenómeno de la flotación, correspondientes a las decisiones curriculares representadas en la ReCo.
- Identificar y desarrollar los elementos del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) sobre el fenómeno de la flotación, correspondientes a las decisiones instruccionales representadas en la ReCo.
- Diseñar el material de enseñanza sobre el fenómeno de la flotación, bajo la orientación del marco teórico documentado a través de la ReCo.

### **3.3 Aspectos metodológicos de la investigación**

#### **3.3.1 Metodología**

Se ha definido llevar a cabo esta investigación desde un enfoque cualitativo<sup>7</sup> por estudio de caso, considerando que el objetivo es que la docente de secundaria identifique y empiece a desarrollar el CTPC sobre el tópico específico de la flotación para su enseñanza en grado sexto. En este sentido, los datos de este trabajo se toman desde los pensamientos y las acciones inteligentes de dicha docente cuando diseña la enseñanza del tópico bajo consideración. Conviene subrayar que en investigaciones anteriores (Bromme, 1988; Candela, 2012; Grossman, Wilson & Shulman, 2005; Gudmundsdóttir & Shulman, 2005; Porlán, Rivero & Martín del Pozo, 1997; Shulman, 1986, 1987; Valbuena, 2007) han tomado como referencia esta perspectiva metodológica, dado que permite comprender e interpretar el objeto de estudio desde el punto de vista que tiene de la realidad educativa el sujeto estudiado.

Al llegar a este punto, es importante mencionar las características particulares con las que cuenta la metodología de corte cualitativo e interpretativo, las cuales tienen un rol fundamental en el desarrollo de los estudios de enfoque naturalístico (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), tales como:

1) El investigador busca estudiar el ambiente social, indagando, explorando y describiendo los sucesos, interacciones, actuaciones y singularidades propias del objeto de estudio. Por ello, el objetivo esencial se encamina hacia la interpretación y

---

<sup>7</sup>De acuerdo con Hernández et al. (2010), este enfoque también se ha considerado como investigación naturalista, fenomenológica, etnográfica o interpretativa. Igualmente, es como una especie de “paraguas” en el que se incorporan una variedad de concepciones, perspectivas técnicas e investigaciones de orden cualitativo.

construcción de significado desde la interacción subjetiva entre el investigador y el sujeto investigado. Durante dicho proceso, el investigador elabora una teoría de la interpretación de la realidad observada, describiendo su naturaleza y dinámica. En consecuencia, las generalizaciones producidas son de carácter naturalístico y no universal.

2) Las interpretaciones de los participantes en la investigación sobre la “realidad”, interactúan y convergen de tal forma que se construye una “realidad compartida”, que se transforma poco a poco durante el desarrollo del estudio, y a su vez sirve como fuente de datos.

3) Sobre el tipo de datos obtenidos de las diferentes indagaciones, se sostiene que estos no son estandarizados, ya que no se realiza medición, cuantificación ni análisis estadístico. En cambio, dichos datos son representados mediante un conjunto de proposiciones, que articuladas semánticamente, conforman relatos consistentes con los cuales se documenta la situación analizada, tal y como es percibida por los participantes.

4) El proceso de indagación es desarrollado de forma global, al comprender el fenómeno como un sistema. Para ello, se identifican las condiciones particulares que lo regulan y sus interacciones. Esto requiere de una indagación flexible, que posibilite una continua reflexión entre los datos conseguidos y la construcción de una teoría para interpretarlos.

5) El enfoque cualitativo de investigación se basa en una perspectiva interpretativa. De ahí que, el investigador se plantee lo siguiente: a) incorporar la información encontrada a unos marcos de referencia existentes, o elaborar unos propios para poder interpretar dicha información; b) conocer los significados, perspectivas e interpretaciones que poseen los participantes, reconociendo y dando validez a sus

construcciones personales, sin abandonar la rigurosidad intrínseca de la investigación (Eisner, 1998).

### **3.3.2. Caracterización del estudio de caso.**

Según Stake (1999, p. 16), “El caso es algo específico, algo complejo, en funcionamiento.”; es decir, el caso posee un carácter de único, diferente de otros, por lo que no puede tratarse de cuestiones generales. Otra cualidad que se le atribuye, es el de ser un “*sistema integrado*” en el que sus partes integrantes, dada su especificidad, se relacionan y se rigen entre sí por principios y reglas. Asimismo, su grado de organización le permite funcionar como un todo, manteniendo su naturaleza a pesar de estar inmerso en un sistema más amplio y complejo.

Así pues, en coherencia con los objetivos planteados en esta investigación, se ha decidido utilizar la metodología ya mencionada, dado que la intención de este estudio se centra en conocer, interpretar y entender las dinámicas propias del *sistema*. Para esto, es necesario que el sujeto investigado (docente de secundaria) tome consciencia del conjunto de conocimientos que constituyen el CTPC acerca del fenómeno de la flotación, por medio de la construcción cooperativa de la ReCo.

Esta metodología de corte cognitivo constructivista, favorece que los participantes intercambien saberes, conocimientos, experiencias, expectativas y realidades, o en otras palabras, promueve el aprendizaje colaborativo. Es preciso decir que lo anterior permitirá la expresión de ambos sujetos (investigado - investigador), empeñados en descifrar la naturaleza del sistema con la intención de crear oportunidades de innovación en sus dinámicas.

Ciertamente, esta metodología hace uso de variedad de técnicas e instrumentos que posibilitan la exploración y recolección de información del caso, como la observación participante, las entrevistas semiestructuradas, los diarios reflexivos, la revisión de relatos narrativos, archivos personales (por ej., planeador de clase), filmaciones de las sesiones de intervención, entre otros.

### **3.3.3. Dinámica de la investigación.**

Seguidamente, se presentan los elementos que se estima que permitirán comprender<sup>8</sup> las características del estudio de caso, los cuales son: Justificación de la selección del caso, Selección de los instrumentos de recolección, Criterios para la obtención de datos y Criterios para el análisis de datos. Vale la pena decir, que la dinámica de investigación es un proceso iterativo, por lo cual, a pesar de que se ha organizado en diferentes etapas explicadas de forma aislada, en la práctica se advierte cómo estas interactúan en distintos momentos. Esto significa que la dinámica del proceso investigativo no es rigurosamente secuencial.

#### ***3.3.3.1 Justificación de la selección del caso.***

El caso seleccionado en esta investigación, debido a sus rasgos, pertenece al estudio de caso de carácter instrumental, bajo los tres tipos de estudio de casos<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup>Según Lee (1989), la investigación de campo puede aludir a tres niveles de comprensión: Comprensión Subjetiva (significados cotidianos de los participantes de la investigación), Comprensión Interpretativa (significado que da el investigador a las comprensiones subjetivas de los participantes), Comprensión Positiva (significado que da el investigador a los hechos objetivos de la situación, que se forma obligatoriamente desde la comprensión interpretativa).

<sup>9</sup>De acuerdo a la finalidad del estudio de caso, según Stake (1999), existen tres tipos: Intrínseco, Instrumental y Colectivo.

formulados por Stake (1999). Cabe mencionar que, en el estudio instrumental de casos, el interés se ubica en comprender un problema más amplio que el caso en sí mismo, pero en el cual este puede ilustrar dicha comprensión. Es decir, el caso es utilizado como un instrumento para comprender un determinado problema general, volviéndose así un elemento secundario (Stake, 1999).

Ahora bien, según Stake (1999), es necesario considerar en la selección del caso los siguientes criterios:

- Máxima rentabilidad en lo que se aprende, es decir, evaluar que tantas oportunidades ofrece el caso para lograr la comprensión y la formulación de generalizaciones naturalísticas sobre el fenómeno estudiado. En este sentido, el caso debe aportar experiencias significativas que permitan alcanzar esto. Además, debe tomarse en consideración que el tiempo y la posibilidad de acceso, pueden afectar esta rentabilidad.
- Disponibilidad de tiempo para ejecutar de las tareas de campo.
- Disposición por parte del sujeto investigado para la elaboración de tareas, asistencia a reuniones, realización de lecturas y demás.
- Acceso y permanencia en el campo durante el tiempo necesario.

Adicionalmente, se determinaron tres condiciones particulares para la elección del caso a estudiar:

- Tiempo de experiencia mayor a 5 años como docente de básica secundaria en el campo de las ciencias naturales.
- Ser docente de ciencias naturales en grado sexto o séptimo en el tiempo actual.
- Haber sido docente de grado sexto o séptimo en mínimo dos oportunidades.

De acuerdo con los anteriores lineamientos establecidos para la selección del caso, el conocimiento en persona de los docentes de la institución educativa, y el interés por abordar en el aula el fenómeno de la flotación, se centra la atención en los docentes de los grados sextos y séptimos<sup>10</sup> (4 en total). Así pues, se realizó una reunión informal con estos docentes, en la que se les manifestaron los propósitos de la investigación y los compromisos que tanto ellos (como sujetos de investigación) como el investigador adquieren al dar su autorización para involucrarlos en la misma. De estos docentes, solamente una (la docente de grado sexto-1) expresó querer participar en la investigación, debido a que veía en esta la oportunidad para aprender y reflexionar sobre su práctica educativa. Los demás docentes presentaron distintas situaciones que a su juicio no les facilitaba hacer parte de este estudio<sup>11</sup>.

En cuanto a la docente participante, se conoce que realizó sus estudios profesionales en una universidad pública denominada Universidad del Valle, ubicada en Cali-Valle, titulándose hace diez años como Licenciada en Biología y Química. Hasta el momento, ha hecho distintos cursos de formación y diplomados relacionados con su área de conocimiento, y adelanta actualmente estudios de posgrado en la universidad mencionada. Cabe mencionar que la docente posee doce años de experiencia, de los cuales siete corresponden a su labor en el sector oficial como docente de básica secundaria y media vocacional, en diferentes grados de este nivel de formación, enseñando las asignaturas respectivas al área de ciencias naturales. Explica la docente que es ella quien

---

<sup>10</sup>En los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2004), en la columna de entorno físico, se define que los estudiantes del ciclo de sexto y séptimo deben desarrollar acciones de pensamiento y de producción de conocimientos que les permitan comprender y explicar diferentes fenómenos naturales.

<sup>11</sup>Dos docentes dijeron que laboraban en otros colegios en la jornada contraria, y la otra docente expresó estar estudiando idiomas en el momento.



se encarga de distribuir la intensidad horaria de las asignaturas de biología, química, física y educación ambiental en el nivel de secundaria y media.

Retomando los criterios y las condiciones particulares aludidas anteriormente para la selección del caso, y considerando la breve descripción sobre el sujeto de estudio, se puede afirmar que este caso sí posibilita el cumplimiento de esos criterios, ya que:

- Respecto a la *máxima rentabilidad*, las siguientes cualidades permiten alcanzarla:
  - a) su trayectoria o experiencia como docente de básica secundaria, la cual da la posibilidad conocer cómo durante este tiempo (12 años) ella ha adaptado los marcos teóricos provenientes de su formación inicial al desarrollo de sus prácticas en el aula para el nivel educativo de sexto, aportándole esto a su formación profesional;
  - b) su formación académica universitaria, pues al compartir similitudes con el investigador en cuanto a la universidad de formación inicial, se facilita el establecimiento de un lenguaje y una comunicación asertiva necesarios para desarrollar conocimientos y explorar inquietudes acerca de temas específicos, favoreciendo el proceso de análisis de la información obtenida, y;
  - c) su asignación académica, ya que la docente de secundaria es ubicada en la enseñanza de las asignaturas propias a su área de conocimiento (ciencias naturales), lo que da la posibilidad de evidenciar cómo los elementos de la enseñanza (conocimiento disciplinar, metas de la enseñanza, concepciones alternativas, formas de evaluación, entre otras) son relacionados para poner en marcha estrategias particulares en el abordaje de los tópicos del currículo de las ciencias.
- Sobre el *tiempo*, la docente dispone de este para la realización de tareas independientes como la lectura de artículos, la escritura de diarios reflexivos, el desarrollo de la ReCo, entre otros. Además, indicó la posibilidad de hacer uso de

horas fuera del tiempo laboral para cuestiones como asesorías necesarias a lo largo del proceso.

- En relación a la *disposición del sujeto investigado*, existe en este caso la ventaja de que se conoce previamente<sup>12</sup> al grupo de docentes de la institución educativa y sus formas de trabajar. Por esta razón, se tiene la certeza de que la docente es diligente, abierta a nuevas ideas, dispuesta a trabajar y aprender, y comprometida con los procesos de desarrollo de diversas iniciativas institucionales.
- En cuanto al *acceso y permanencia en el campo*, el conocer de antemano la institución en la que labora la docente bajo estudio, facilita el acceso constante a ella y a su espacio de trabajo. Esto hace posible darle el apoyo pertinente en cada una de las fases del estudio.

Es preciso mencionar que la docente en este momento está llevando a cabo un proceso de formación en el nivel de posgrado en el área de educación, lo cual le permite desarrollar habilidades que aplica actualmente dentro de su práctica pedagógica en el aula. Estableciendo así la claridad sobre las particularidades del objeto de estudio y el propósito de investigación, se presenta en el siguiente apartado la descripción de los instrumentos de recolección empleados.

---

<sup>12</sup>Hace siete años que se tiene conocimiento de la Institución Educativa. Se ha trabajado con el grupo de docentes de allí en actividades de planeación curricular.

### ***3.3.3.2 Selección de los instrumentos de recolección.***

Debido a que el propósito de este estudio de tipo interpretativo es conocer y documentar de forma objetiva<sup>13</sup> la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido sobre el fenómeno de la flotación en una docente de secundaria, se utilizarán de técnicas e instrumentos de carácter cualitativo, que por su naturaleza descriptivo- narrativa se acomodan a dicho propósito. Para establecer estas técnicas e instrumentos, se buscaron investigaciones de este tipo que contarán con propósitos acordes a los de esta investigación. Esta indagación permitió conocer sobre el instrumento metodológico denominado ReCo<sup>14</sup>, al cual se alude de forma muy breve a continuación.

#### a) Instrumento metodológico de la ReCo

El instrumento Representaciones del Contenido (ReCo), utilizado exitosamente en diferentes contextos por varios docentes de ciencias (Padilla, Ponce-de-Leon, Rembado & Garritz, 2008; Rollnick, Bennett, Rhemtula, Dharsey & Ndlovu, 2008). fue diseñado a partir del marco conceptual que fundamenta la metodología de los estudios de caso, con la intención de capturar, documentar y representar los pensamientos, juicios y tomas de decisiones llevadas a cabo por un docente experimentado y ejemplar, cuando diseña la enseñanza de un tópico específico del currículo de la ciencia (Loughran et al., 2000). De esta forma, dichas representaciones permiten recopilar el CPC de un docente de ciencias acerca de un tópico particular, y aportan información sobre las intuiciones que

---

<sup>13</sup>Es válido aclarar que en esta comprensión incidirá inevitablemente la subjetividad, el sistema de conocimientos y experiencia del investigador.

<sup>14</sup>ReCo es un acrónimo en español de Representaciones del Contenido; en inglés se conoce como ReCo.

orientan las decisiones curriculares y de enseñanza que toma durante el diseño y la reflexión (Candela & Viafara, 2014). No obstante, la estructura lógica original con la que se construyó la ReCo no permitía recoger las decisiones curriculares y de enseñanza frente a la integración de la tecnología a la enseñanza de las ciencias, articulada con el contenido y la pedagogía. Por ello, se tomó en cuenta la adaptación y ajuste de este instrumento (Candela, 2016a; Candela, en prensa) a las perspectivas del CTPC planteadas por Mishra y Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999), que posibilita documentar las decisiones del docente acerca de los recursos tecnológicos que utiliza para representar, formular y gestionar la enseñanza de un determinado tópico de las ciencias. Para saber más acerca de la conceptualización de este instrumento, remitirse al apartado del marco conceptual

### **2.3. Conceptualización del instrumento metodológico de la ReCo y su articulación con el CTPC.**

Además de la ReCo, se utilizaron otros instrumentos de recolección, a saber: entrevista semiestructurada, relatos narrativos, diario reflexivo y videos de las sesiones de intervención. Debido a la considerable cantidad de datos obtenidos mediante estos instrumentos, y con el propósito de garantizar su apropiada interpretación, se realizará una triangulación de datos<sup>15</sup> (Denzin, 1970) que dé fiabilidad y credibilidad a esta investigación. Dicha triangulación permitirá revisar y contrastar permanentemente los datos con las diferentes fuentes documentales, para validar y/o concretar los elementos centrales de la teoría emergente.

---

<sup>15</sup>La clasificación de Denzin (1970) establece los siguientes tipos de triangulación: de métodos, de investigadores, teórica, de datos y múltiple.

Ahora bien, para la aplicación de aquellos instrumentos de recolección que posibilitaron la obtención de los datos, se llevaron a cabo dieciocho sesiones en las que tuvieron lugar varias actividades que hacen parte de las fases de *fundamentación* e *intervención* (ver tablas 4 y 5). De esta forma, la aplicación complementaria de estos instrumentos permitió reducir sus sesgos y limitaciones individuales, consiguiendo un mecanismo consistente para la producción de generalizaciones naturalísticas (Guba & Lincoln, 1982) en esta investigación. Es preciso señalar en este punto los demás instrumentos de recolección utilizados y el procedimiento de triangulación de datos elaborado.

b) Entrevista semiestructurada<sup>16</sup>

En la fase intervención, se hicieron dos entrevistas de carácter flexible, lo que permitió hacer ciertas modificaciones a la formulación y secuencia de las preguntas, de forma que se trataran aspectos clave para el logro de los objetivos de este estudio. Las preguntas base que se usaron en estas entrevistas (ver anexo I) fueron validadas primero por Pérez<sup>17</sup> (2016), elaborando dos pruebas piloto con docentes de ciencias naturales en formación. Por este motivo, se utilizaron en este trabajo dichos interrogantes.

Con relación a la primera entrevista, se hizo con el fin de conocer las ideas y sensaciones de la docente a lo largo del proceso de acercamiento, reflexión y construcción de la ReCo. A partir de la información obtenida en esta entrevista, se logró conocer más profundamente el nivel de comprensión que la docente poseía sobre los diferentes

---

<sup>16</sup>Las entrevistas se grabaron y transcribieron para poder revisarlas más minuciosamente, de tal forma que permitiera la identificación de elementos valiosos para el análisis de datos.

<sup>17</sup>Este estudio se denomina: “El diseño de la “ReCo”: Una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de la química de profesores en formación”.

elementos conceptuales de dicho instrumento metodológico. Igualmente, se revelaron sus dificultades y creencias al respecto. Lo anterior, permite analizar los resultados obtenidos con la ReCo, desde el nivel de identificación, explicitación y desarrollo de los elementos del CTPC sobre el fenómeno de la flotación. Además, estos datos sirven de fundamento en la selección de estrategias pertinentes para continuar con el proceso de construcción cooperativa de la ReCo.

Por su parte, la segunda entrevista se llevó a cabo finalizando la fase de intervención, de manera que fuera posible reconocer el nivel de desarrollo sobre los elementos del CTPC del fenómeno de la flotación. Así pues, con la información aportada por estas dos entrevistas, se realizó un comparativo que posibilitó la identificación de la evolución en los elementos del CTPC y la descripción de sus características particulares.

c) Relatos narrativos

Por cada una de las dieciocho sesiones ejecutadas con la docente, se elaboró un relato narrativo. Esto se hizo con la intención de poder identificar aquellos hechos centrales o críticos que no fueron evidenciados en el momento de la acción. Para ello, cada relato fue dividido en unidades básicas, señalando los aspectos clave que permitieran revelar las relaciones implícitas entre las subcategorías del CTPC (para mayor información, leer el apartado *3.3.3.4 Criterios para el análisis de datos*).

Conviene subrayar que el empleo de estos relatos, en conjunto con las entrevistas y las tres versiones de la ReCo, dan la oportunidad de verificar si los datos obtenidos y las interpretaciones realizadas se ajustan entre sí y se validan con el marco conceptual, sustentando la construcción de la teoría.

#### d) Diario reflexivo

Se hace uso de este instrumento metacognitivo en esta investigación, dado que permite la expresión escrita de reflexiones acerca del proceso de aprendizaje de quien lo desarrolla. En este sentido, en el estudio este instrumento funciona como un elemento de evaluación permanente que da la facultad a la docente de tener conciencia sobre el estado inicial de sus conocimientos y su progreso, las dificultades y fortalezas que ella presenta, y las formas de gestión del aprendizaje que emplea. Es preciso señalar que la finalidad de utilizar esta herramienta, es que la docente represente descriptivamente las reflexiones personales, observaciones e inquietudes que se producen en el desarrollo de las sesiones. Con ello, se manifiesta el conjunto de creencias, conocimientos e ideas que sostiene la docente sobre los diferentes elementos de su práctica educativa.

En efecto, al dar la posibilidad de documentar y sistematizar el proceso de investigación desde la visión del sujeto, el diario reflexivo permite revisar si las interpretaciones del investigador se corresponden apropiadamente con las del sujeto. En consecuencia, es posible realizar una interpretación y una teorización más aproximada de la realidad.

#### e) Videos de las sesiones de intervención

Se grabaron las 12 sesiones cada una de 60 minutos de la fase de intervención que se llevaron a cabo con la docente, con el fin de registrar el desarrollo consciente y progresivo de la ReCo acerca del fenómeno de la flotación. Así pues, se documentó en video las discusiones sostenidas durante estas sesiones sobre los elementos que componen el instrumento metodológico, y las decisiones curriculares e instruccionales pertinentes para la enseñanza del tópico en cuestión, bajo la caracterización de los elementos del CTPC. Estos videos permitieron registrar en el discurso de la docente, la evolución que

ella iba teniendo en su apropiación de los elementos que constituyen la toma de decisiones curriculares e instruccionales que conforman la ReCo.

### ***3.3.3.3 Criterios para la obtención de datos.***

Para efectos de organización y descripción, las actividades que permitieron la obtención de los datos de esta investigación se distribuyeron en dos fases principales. La *fase de fundamentación*, consiste en que la docente de ciencias naturales de secundaria en ejercicio conceptualice los elementos del CTPC, los ítems de la ReCo y la enseñanza del fenómeno de flotación, de manera que tenga claridad sobre los aspectos necesarios para el diseño de actividades de enseñanza que retomem las ideas centrales del fenómeno bajo consideración. Por su lado, la *fase de intervención*, tiene que ver con apoyar a la docente en ejercicio en la construcción consciente y progresiva del contenido que constituye a la ReCo sobre el fenómeno de la flotación.

Es conveniente aclarar en este punto que a pesar de que las tareas de recolección de datos y su análisis se exponen aquí separadas, éstas se encuentran vinculadas estrechamente, o en términos de Eisenhardt (1989), presentan un solapamiento. Esto se debe al ejercicio realizado en la recolección de datos, ya que simultáneamente a esta tarea el investigador analiza, haciendo notas de campo de las interpretaciones y sensaciones que se van produciendo durante el desarrollo de la actividad. A continuación, se presentan las actividades que constituyen cada una de estas fases.

#### a) Fase de Fundamentación

El desarrollo de esta primera fase se hizo durante los meses de octubre y noviembre de 2016, ejecutándose en este tiempo ocho sesiones de trabajo en total. Conviene destacar que la docente participante realizó independientemente algunas



actividades. En la tabla 4 se exponen las actividades desarrolladas, con su el propósito y tiempo respectivo.

*Tabla 1. Actividades que configuran la fase de fundamentación.*

<b>ACTIVIDAD DESARROLLADA<sup>18</sup></b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>TIEMPO</b>
- Presentación de los propósitos y los aspectos generales del proceso de investigación.	Conseguir que la docente investigada comience a ser consciente de los elementos teóricos del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido.	Tres sesiones de 60 minutos cada una.
- Socialización del marco conceptual que sustenta la perspectiva de las Bases del Conocimiento para la enseñanza, centrándose en el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido.		
- Presentación del instrumento de la ReCo, mediante la socialización de dos artículos en los que se muestra su uso y las conclusiones derivadas.	- Identificar el uso de la ReCo como instrumento clave para la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC en los docentes de ciencias.	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
- Análisis de una ReCo de un docente ejemplar.	- Empezar a tomar conciencia los sobre los distintos elementos que constituyen el CTPC de un docente acerca de tópico específico.	
Exposición de todos los ítems que estructuran la ReCo, y de los elementos del CTPC que	Conseguir que la docente empiece a identificar los	Dos sesiones de 60 minutos cada una.

<sup>18</sup>El registro de las actividades fue a través de grabaciones de audio y notas de campo.

se recogen en cada uno de ellos.	elementos del CTPC del t3pico bajo consideraci3n.	
Entrega de los art3culos acerca de las dificultades y concepciones alternativas sobre la ense1anza y el aprendizaje de la f3sica y pedagog3a general.	Lograr que la docente tome conciencia de aquel conocimiento, para que lo articule con su conocimiento derivado de la experiencia.	Dos semanas y media trabajadas independientemente por la docente investigada.
Reuni3n con la docente para la discusi3n de los art3culos.	Discutir y aclarar inquietudes de la docente con respecto a las dificultades y limitaciones de la ense1anza y aprendizaje de la f3sica, as3 como las concepciones alternativas de los estudiantes frente al fen3meno de la flotaci3n.	Una sesi3n de 70 minutos.

#### b) Fase de Intervenci3n

Esta segunda fase se llev3 a cabo entre los meses de enero y marzo de 2017, desarroll3ndose en total diez sesiones. Del mismo modo que en la fase anterior, la docente debi3 realizar de modo independiente algunas actividades. A continuaci3n, se presentan las actividades desarrolladas, con su el prop3sito y tiempo respectivo, en la tabla 5.

*Tabla 2. Actividades que configuran la fase de intervenci3n.*

<b>ACTIVIDAD DESARROLLADA<sup>19</sup></b>	<b>PROP3SITO</b>	<b>TIEMPO</b>
--	------------------	---------------

<sup>19</sup>El registro de las actividades se hizo mediante videos y notas de campo.

---

Ejercicio de acercamiento inicial a la construcción de la ReCo N°1 sobre la enseñanza del fenómeno de la flotación para grado sexto (secundaria).	Conocer el grado de comprensión y de explicitación de los elementos del instrumento ReCo.	Tres semanas trabajadas independiente mente por la docente investigada.
Primera revisión de la ReCo N°1	Analizar las fortalezas y debilidades experimentadas durante la ejecución del primer ejercicio de construcción de la ReCo N°1, apoyándose en los relatos narrativos y diarios reflexivos elaborados.	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Socialización de los elementos teóricos sobre la enseñanza del fenómeno de la flotación, y ejemplos de secuencias de enseñanza y aprendizaje de dicho tópico.	Recoger información sobre los aspectos curriculares e instruccionales del tópico de la flotación.  Proporcionar elementos teóricos de referencia a la docente que le posibiliten reflexionar sobre la toma de decisiones curriculares e instruccionales del tópico bajo consideración.	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Elaboración de la ReCo N°2 sobre la enseñanza del fenómeno de la flotación para grado sexto (secundaria).	Registrar la evolución y dificultades tenidas en la apropiación de elementos que conforman la toma de decisiones curriculares e instruccionales en la ReCo.	Tres semanas trabajadas independiente mente por la docente investigada.

---

---

Segunda revisión de la ReCo N°2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexionar sobre los aprendizajes desarrollados y las dificultades experimentadas durante la segunda construcción del contenido de la Reco, apoyándose en los relatos narrativos y diarios reflexivos elaborados.</li> </ul>	Dos sesiones de 60 minutos cada una.
Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar comparaciones entre las ReCo N°1 y N°2 para determinar la evolución alcanzada por parte de la docente, e identificar las dificultades que ha presentado hasta el momento.</li> <li>- Conocer las sensaciones y percepciones de la docente durante la tarea de construir las versiones de la ReCo y reflexionar al respecto.</li> <li>- Explicitar las dificultades y limitaciones presentadas hasta el momento por la docente, durante el proceso de diseño de la ReCo sobre la enseñanza del fenómeno de la flotación.</li> </ul>	Una sesión de 50 minutos.
Elaboración de la ReCo final N°3 sobre la enseñanza del fenómeno de la flotación para grado sexto (secundaria).	Documentar la evolución lograda por la docente en los aspectos curriculares e instruccionales que constituyen a la ReCo.	Dos semanas trabajadas independiente mente por la docente investigada.
Tercera revisión de la ReCo final N°3	Identificar el progreso alcanzado durante la construcción de las tres versiones de la ReCo, apoyándose también en los relatos narrativos y diarios reflexivos elaborados durante el	Dos sesiones de 60 minutos cada una.

---

---

	proceso. Además, brindar orientaciones para continuar el desarrollo la ReCo y los elementos del CTPC del tópico en cuestión.	
Entrevista	Explicitar los aprendizajes tanto personales como profesionales desarrollados durante el proceso de construcción reflexivo y cooperativo de la ReCo acerca de la enseñanza del fenómeno de la flotación.	Una sesión de 50 minutos.

---

#### ***3.3.3.4 Criterios para el análisis de datos***

Es importante destacar que la perspectiva teórica que fundamenta el análisis de datos en esta investigación, es la conocida como *Teoría Fundamentada*, planteada por Strauss y Corbin (2002). Desde esta perspectiva, se permite el uso de varios métodos e instrumentos para la recolección de información, y se considera que “*todo es información*” (Glaser & Holton, 2004), lo cual requiere de un análisis riguroso de la información resultante de las fuentes documentales empleadas. En este sentido, dada la diversidad de fuentes y el gran volumen de información obtenido mediante ellas en este estudio, es pertinente la elaboración de un registro detallado de los datos y una categorización que exponga coherentemente las diferentes relaciones que existen en la interacción de los elementos estudiados durante la investigación.

De esta manera, se evidencia la relación directa existente entre la recolección de los datos, su análisis y la elaboración de la teoría. Es decir, dichos elementos, resultado de una aproximación global y naturalística a la realidad, dan la posibilidad que posterior al proceso de interpretación y categorización conceptual contextualizada, se desarrolle una teoría que dé cuenta del significado de la *realidad* del sujeto. De acuerdo con lo

anterior, se hace necesario ampliar estas ideas de la teoría fundamentada de Strauss y Corbin (2002), con las cuales se orientó el proceso de teorización de la realidad descrita y conceptualizada en esta investigación.

- Teoría Fundamentada: algunos conceptos que orientan el análisis de datos

La teoría fundamentada<sup>20</sup> es considerada como un método de investigación que deriva en una teoría surgida desde los datos recogidos y analizados sistemáticamente, mediante distintos procedimientos de investigación. Su aporte más relevante es la posibilidad que brinda de explicar de forma consistente la diversidad de relaciones que sustentan la realidad que se desea estudiar. Para ello, se realiza la codificación, el muestreo teórico<sup>21</sup> y la permanente comparación entre las diferentes categorías y fases del estudio, hasta su saturación, de tal forma que no haya más información para codificar. A partir de este punto, se puede definir la categoría central de investigación, y posteriormente producir una serie de teorías de nivel sustantivo<sup>22</sup> que explican las relaciones existentes entre las categorías. Desde estas teorías es posible la formulación de hipótesis que deberán ser validadas luego, con el fin de elaborar una teoría formal del objeto de estudio (Strauss & Corbin, 2002).

---

<sup>20</sup>La Teoría Fundamentada fue planteada inicialmente por Glaser y Strauss (1967). Luego, Strauss y Corbin (1990) elaboraron una versión metodológica de esta.

<sup>21</sup>El muestreo teórico “[...] es la recolección de datos guiada por los conceptos derivados de la teoría que se está construyendo y basada en el concepto de *hacer comparaciones*, cuyo propósito es acudir a lugares, personas o acontecimientos que maximicen las oportunidades de descubrir variaciones entre los conceptos y que hagan más densas las categorías en términos de sus propiedades y dimensiones” (Strauss & Corbin, 2002, p. 217).

<sup>22</sup>Son las teorías generadas desde la interacción permanente experimentada por el investigador durante la recolección de los datos en un determinado contexto.

Se considera que este proceso de construcción de la teoría constituye una tarea compleja que requiere de la abstracción y la simplificación de lo representado (Strauss & Corbin, 2002). A continuación, se expone el proceso ejecutado en este estudio para la construcción de la teoría, con la que se pretende describir y explicar la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido del fenómeno de la flotación, de una docente de sexto de secundaria.

#### **a) Ordenamiento conceptual**

Primeramente, es necesario aclarar que las categorías en las que se vinculan las unidades de análisis, no se establecieron a partir de los datos, sino que vienen definidas por el marco conceptual del CTPC adaptado por Candela (2016a), desde Mishra y Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999). Ahora bien, según el procedimiento de ordenamiento conceptual, estas categorías deben provenir del conjunto de conceptos derivados de los datos. Sin embargo, como en este caso, es posible utilizar *nombres prestados*<sup>23</sup> para realizar el proceso de codificación sistemática que permita la generación de la teoría explicativa del objeto estudiado en este trabajo.

Conviene subrayar que, la codificación teórica es un procedimiento fundamental en el análisis y la construcción de la teoría. En coherencia con lo planteado por Strauss y Corbin (2002), se realiza la interpretación de datos por codificación abierta. Es decir, se tomó la información cruda resultante de las fuentes documentales empleadas (entrevistas, relatos narrativos, diarios reflexivos, el contenido de las diferentes versiones de la ReCo y videos de las sesiones de intervención) y se analizó su contenido de forma detallada y

---

<sup>23</sup>De acuerdo con Strauss y Corbin (2002) la toma de *nombres prestados* o provenientes de la literatura puede llegar a producir sesgos en la interpretación de los datos. No obstante, se estima que, al ejecutar la codificación abierta, selectiva y axial de la información, no se presentará dicho inconveniente para el logro de los propósitos de esta investigación.

profunda. Para la descomposición de las unidades de registro, se seleccionó el criterio gramatical<sup>24</sup>, lo que implicó que el texto fuera dividido en unidades básicas (oraciones y párrafos). Dicho ejercicio permitió separar y analizar cada una de las unidades de análisis, de manera que se reconocieran sus propiedades y dimensiones particulares. Al mismo tiempo, se compararon estas unidades en búsqueda de similitudes y diferencias que pudieran constituirse finalmente como conceptos, vinculados estrechamente con el objeto de estudio abordado.

Así pues, se le asignó un color a cada uno de estos conceptos, de modo que representara una categoría y subcategoría particular. Asimismo, se utilizó esta táctica en los comentarios elaborados por el investigador, que se emplearían luego para la descripción de cada una de las categorías y subcategorías determinadas. Un ejemplo de este proceso se muestra mediante la figura 5<sup>25</sup>.

Figura 4 Categorización y subcategorización de los datos

---

<sup>24</sup>Según Rodríguez, Gil y García (1996), hay distintos criterios para la separación de las unidades de registro: gramatical, temático, temporal, espacial, social y conversacional.

<sup>25</sup> Tomado de la transcripción de una entrevista realizada a la docente de grado sexto de secundaria.



CoRe No. 1 FLOTACION GRADO 6°		
FLOTACION.		
	IDEA No.2	IDEA No.3
<b>N DE LA PERFI</b>	<b>“LOS CUERPOS LIVIANOS FLOTAN POR QUE NO TIENEN MUCHO PESO. LOS CUERPOS PESADOS SE HUNDEN POR QUE TIENEN MAS PESO.”</b>	<b>“LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES INCIDEN EN EL FENOMENO DE FLOTACION DE LOS OBJETOS.”</b>
materiales ie algunos y otros se	Los objetos con menor peso siempre flotan en las superficies líquidas, los objetos con mayor peso siempre se hunde.	La flotación de un objeto depende de la forma y de su composición.
diferentes que los s objetos uperficies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se definirá peso, masa y se compararan algunos objetos livianos y pesados y se tratara de relacionar estos conceptos con el fenómeno de flotación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se relacionara las propiedades físicas y químicas de los objetos y si estas tienen alguna relación con el fenómeno de flotación de los objetos.</li> </ul>
rimentales opiedades		
permiten e hundan,		
capacidad den en la fenómeno de este ocer las a materia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>A través de la solución a esta idea nos permitirá diferenciar entre peso y masa de los objetos.</li> <li>Nos permitirá definir algunos conceptos de propiedades de la materia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta idea nos permite reconocer las propiedades físicas y químicas de los materiales.</li> <li>Como las propiedades químicas y físicas de los objetos inciden en los comportamientos de los objetos ante los diferentes fenómenos naturales.</li> </ul>

**YONNY ARMANDO PEREZ** 15 de abril de 2017

En cuanto al curriculum de la ciencias esta ideas no están **secuencializadas** y temporalizadas. Son ideas fragmentadas no recogen el conocimiento sustantivo del contenido

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Orientación hacia la enseñanza de las ciencias, actividad **conducidad**.

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Orientación centrada en el docente, actividad **conducidad**.

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Orientación de la enseñanza centrada en el profesor.

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Orientación hacia la enseñanza de las ciencias centrada en el docente

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Orientación hacia la enseñanza de las ciencias, Rigor académico

**YONNY ARMANDO PEREZ**  
Actividad centrada en el docente

Área de revisiones

En la figura 4, es posible identificar aquellos elementos claves que posibilitan la asociación de esa unidad de análisis con la categoría ReCo y su subcategoría *formas específicas de evaluación*, representadas por el texto resaltado. Se logran observar, además, los comentarios hechos por el investigador al lado derecho, los cuales exhiben las relaciones implícitas con otras subcategorías de la categoría CTPC.

Es preciso señalar que, en el proceso de comparación constante de las propiedades que conforman las categorías descriptivas del CTPC (ver tabla 6), y la ReCo (ver tabla 7), se distinguió un patrón de repetición que se ajusta tanto a los elementos del CTPC adaptados por Candela (2016a) desde las perspectivas teóricas de Mishra y Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999), como a los ítems que estructuran el instrumento metodológico ReCo. Este hecho, reafirma la selección de estas categorías deductivas para el ordenamiento conceptual de la gran cantidad de información obtenida en esta investigación (ver tablas 6 y 7).

*Tabla 3. Categoría Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido y sus subcategorías.*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍAS</b>
<b>CTPC</b>	<p>Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia</p> <p>Conocimiento y creencias sobre el currículo de la ciencia</p> <p>Conocimiento y creencias sobre la comprensión por parte del estudiante acerca de un tópico específico de la ciencia</p> <p>Conocimiento y creencias acerca de la evaluación en la alfabetización científica</p> <p>Conocimiento y creencias sobre las estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia</p> <p>Conocimiento de las tecnologías de orden general (software y hardware) para gestionar el aula</p> <p>Conocimiento de los recursos digitales para reformular o representar una idea.</p>

Adaptado por Candela (2016a) desde las perspectivas de Mishra & Koehler (2006) y Magnusson et al. (1999).

*Tabla 4. Categoría Representaciones del Contenido (ReCo) y sus subcategorías. Adaptada por Candela (2016a, en prensa).*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍAS</b>
<b>ReCo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?</li> <li>2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?</li> <li>3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?</li> <li>4. ¿Cuáles son las dificultades/ limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?</li> <li>5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?</li> <li>6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?</li> </ol>

- 
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 apoya dicha intención de diseño?
  10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con 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 sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
  12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?
- 

Antes de describir las demás codificaciones empleadas, conviene aclarar que estas y el análisis de la información, son procesos dinámicos, flexibles y no lineales. Por ello, la codificación axial, que *subsigue* a la codificación abierta, puede llevarse a cabo al mismo tiempo que la primera codificación. Ciertamente, esto tuvo lugar durante el proceso de la recolección de la información en este estudio, lo que facilitó el planteamiento de algunas hipótesis acerca de las relaciones entre las categorías, subcategorías y sus propiedades.

Así pues, se realizó la codificación axial con la que se buscó depurar y establecer los elementos que permitieran hacer la descripción de las categorías del CTPC y la ReCo en las que se agruparon las unidades de análisis anteriormente, e identificar posibles relaciones entre las dimensiones de sus propiedades. En términos de Strauss y Corbin (2002), el proceso de esta codificación consiste en “[...] *reagrupar los datos que se*

*fracturaron durante la codificación abierta.*” (p. 135). Esto conlleva a la realización de un conjunto de actividades que otorguen la posibilidad de elaborar explicaciones precisas sobre los contenidos de cada una de las categorías establecidas y sus respectivas subcategorías. De esta manera, se evidencia cómo la codificación axial significa realizar un cambio de un nivel descriptivo (en codificación abierta) a un nivel relacional de mayor organización conceptual, el cual permita comprender y explicar las relaciones dadas entre las categorías, su contenido y estructura.

En este sentido, Strauss (1987) definió ciertas tareas necesarias de llevar a cabo en el desarrollo de la codificación axial, que permitirán finalmente evidenciar las relaciones existentes entre las categorías. Estas tareas son:

1) *Extraer las propiedades de cada una de las categorías:* En realidad, esta tarea se realiza desde la codificación abierta, donde ubicados en la perspectiva del CTPC, se logra establecer inicialmente las relaciones entre las unidades de análisis y sus particularidades, asociándolas a un determinado concepto. Ello se consiguió mediante una lectura reiterada y metódica de los textos narrativos, en la que se hicieron marcas textuales y comentarios alusivos a las categorías de estudio halladas en estos documentos.

2) *Profundizar en el análisis buscando condiciones, interacciones y consecuencias del fenómeno al que hace alusión cada categoría:* El análisis de datos implica dos niveles de explicaciones: el primero, tiene que ver con las palabras empleadas por los entrevistados, y el segundo, se refiere a las conceptualizaciones del investigador sobre estas (Strauss & Corbin, 2002). De ahí que, con la pretensión de incluir los dos

niveles de explicación en el análisis, dado que posibilitan la comprensión de la naturaleza de los fenómenos y sus relaciones en el contexto<sup>26</sup>, se ejecutaron las estas acciones:

- Lectura preliminar de los documentos.
- Revisión del documento.
- Identificación de las contradicciones y variaciones de un fenómeno determinado.
- Establecimiento y explicitación de las condiciones en las que surge un fenómeno.
- Identificación de algunas relaciones entre los fenómenos y las categorías.
- Conocimiento de las acciones que realiza el sujeto frente a un determinado fenómeno.
- Registro de la evolución de los fenómenos y la influencia de estos en la categoría a la que pertenecen.
- Identificación de la repetición de los fenómenos.

3) *Establecer relaciones entre las categorías y subcategorías*: Es fundamental evidenciar a lo largo de esta codificación, la manera *natural* y paralela como surgen algunos *indicios* sobre las relaciones entre categorías y subcategorías. Dichas señales se reafirmarán a medida que se avance en la lectura metódica, identificando que cada una de las unidades de análisis se adscribe a la estructura de la categoría o subcategoría atribuida (Strauss, 1987).

4) *Búsqueda de características relevantes que muestren cómo se pueden relacionar las categorías principales entre ellas*: Como consecuencia de la ejecución de

---

<sup>26</sup>Según Strauss y Corbin (2002) el contexto hace alusión al conjunto de condiciones que generan una situación particular.

las tareas previas, se logró determinar que las subcategorías del CTPC y de la ReCo, se relacionan de manera directa y proposicional. Es más, estas convergen en el instrumento de la ReCo, en el cual se explicita y documenta la toma de decisiones curriculares e instruccionales. Así pues, los ítems que estructuran este instrumento permiten conocer la forma en que la docente hace explícito y desarrolla su CTPC acerca del fenómeno de la flotación, mediante sus diferentes decisiones curriculares e instruccionales. A continuación, se expone cómo cada uno de los ítems de la ReCo se corresponde con una de las subcategorías del CTPC (ver tabla 8).

*Tabla 5. Relación entre subcategorías del CTPC y la ReCo.*

<b>CATEGORÍA CTPC</b>	<b>SUBCATEGORÍAS DEL CTPC</b>	<b>SUBCATEGORÍAS DE LA ReCo</b>
	Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia	2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? 10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).
	Conocimiento y creencias sobre el currículo de la ciencia	1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? 3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?
	Conocimiento y creencias sobre la comprensión por parte del estudiante acerca de un tópico específico de la ciencia	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?
	Conocimiento de las tecnologías de orden general (software y hardware) para gestionar el aula	7. ¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?

---

Conocimiento de los recursos digitales para reformular o representar una 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 apoya dicha intención de diseño?
Conocimiento y creencias sobre las estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia	10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con 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 sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?
Conocimiento y creencias acerca de la evaluación en la alfabetización científica	12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?

---

## b) Teorización

De acuerdo con Strauss y Corbin (2002), teorizar es el acto de construir, a partir de un conjunto de categorías sólidas, un esquema lógico en el que se integren sistemáticamente dichas categorías mediante oraciones que indiquen sus relaciones, formando así un marco teórico que dé cuenta de algún fenómeno social, educativo, psicológico, entre otros. Las oraciones que indican relación son las que ponen de manifiesto quién, qué, cuándo, dónde, por qué, cómo y con qué consecuencias suceden los hechos (Strauss & Corbin, 2002).

Una vez que las categorías son relacionadas a través de oraciones que permiten la constitución de un marco teórico explicativo sobre un determinado fenómeno, los hallazgos del estudio dejan de ser un ordenamiento conceptual y se transforman en teoría

(Strauss & Corbin, 2002). En este sentido, para llevar a cabo dicho proceso de teorización, se debe realizar la codificación selectiva, la cual posibilita integrar las categorías establecidas a una categoría medular. Sin embargo, como se aprecia en la tabla 5 (correspondiente a la codificación axial), en la codificación anterior se logró definir el CTPC como categoría medular o central. Una razón para este aparente *salto* en el proceso de codificación, es el conocimiento previo de los elementos teóricos de referencia que facilitan reconocer como este constructo articula, integra y explica proposicionalmente cada una de las subcategorías de la ReCo.

Por todo esto, el análisis de esta información otorga el conjunto de elementos pertinentes y necesarios para la construcción de una teoría, que permita describir y explicar la forma en que la docente de grado sexto de básica secundaria identifica, explicita y desarrolla su Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido sobre el fenómeno de la flotación, a través del diseño cooperativo de la ReCo. En el siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos, resultado del proceso de descripción, ordenamiento conceptual y teorización llevado a cabo.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

Después de realizar el proceso de codificación de los datos teniendo en cuenta los aspectos de la codificación abierta, axial y selectiva; nos propondremos como objetivo la construcción de la teoría que permita sustentar nuestro objeto de estudio. Tendremos como elementos para esta teorización, a) La teoría del CPC desde la perspectiva de Magnusson et al (1999); b) elementos del modelo del CTPC formulado por Mishra y Koehler (2006); c) Categorías y Subcategorías del CTPC adaptadas y ajustadas por Candela (2015); d) La información previamente codificada; e) el contenido de las



diferentes CoRes diseñadas, diarios reflexivos y entrevistas; f) interpretaciones y observaciones realizadas por el investigador a cada una de las unidades de análisis.

Luego se detallarán cada uno de los hallazgos evidenciados en cada una de las subcategorías del CTPC; como observaremos cada subcategoría muestra sus cualidades específicas que las delimitan pero a su vez permite relacionarlas con las subcategorías de la herramienta metodológica CoRe. Dicho escenario nos admite establecer unas relaciones semánticas con la finalidad de construir la teoría. La cual se refiere en la siguiente sección.

#### **4.1. Orientaciones Hacia La Enseñanza De La Ciencia**

Aquí, se usa el término de “orientación” como una manera de clasificar los diferentes métodos posibles de emplear en el aula para la enseñanza de las ciencias. Naturalmente, este elemento del CTPC se visualiza en las fuentes documentales enunciadas como insumo para la codificación y se refiere al conocimiento y creencias de los docentes sobre los propósitos y metas que tiene la enseñanza de la ciencia en un nivel educativo particular. También, hace alusión a las ideas arraigadas que estos llevan al aula para enseñar un determinado tópico científico (Candela & Viafara, 2014). En efecto, dicho conjunto de conocimientos e ideas, determina los métodos de enseñanza seleccionados y utilizados por el docente en el aula con sus estudiantes.

En nuestro caso, podemos esperar que la docente presente una orientación hacia la enseñanza de la ciencia de corte constructivista dada su formación académica (Licenciatura en Biología y Química), además ella manifiesta inicialmente que su metodología empleada es de corte constructivista: aspecto que es evidenciado en la siguiente viñeta

“.....Mi enfoque metodológico es de corte constructivista. Ya que constantemente tengo en cuenta las ideas previas de mis estudiantes, permito que ellos construyan sus conceptos teniendo en cuenta los aspectos del eje temático que yo les enseño a través de las diferentes estrategias didácticas tales como videos, presentaciones en power point, laboratorios o actividades de indagación. Cada una de estas actividades permitirá que ellos elaboren sus propios conceptos. Además se tienen en cuenta elementos tales como Exposición del tema y ejercicios de transcripción (tablero cuaderno, fotocopia cuaderno o libro cuaderno). Lectura de transcripción. Consulta de tareas o investigaciones y La evaluación.....”.

**Encuesta inicial sobre el diseño de la CoRe L-26. (Anexo G)**

No obstante, a través de la revisión del diseño de la herramienta metodológica CoRe, exploración de materiales y otros documentos elaborados por la docente; pudimos verificar que las metas de enseñanza, estaban centradas en la transferencia de hechos científicos y en la explicación de estos por parte de los estudiantes. Dichas gestiones, evidencian una noción positivista de la ciencia, donde el estudiante juega un papel de destinatario de la información. Se evidencia esta proposición, en las acciones y estrategias propuestas por la profesora en la primera CoRe (Anexo C pregunta #1 y 2), además dichas actividades y estrategias pueden ser agrupadas en cuatro acciones elementales:

- Exposición del tema.
- ejercicios de transcripción (tablero cuaderno, fotocopia cuaderno o libro. cuaderno). Lectura de transcripción.
- Consulta de tareas o investigaciones.
- La evaluación.

Sumado a lo anterior, la profesora a pesar de que ha construido un marco teórico que recoge los aspectos del (constructivismo cognitivo y sociocultural) durante su formación profesional, evidencia en un alto porcentaje un enfoque de enseñanza centrado en el profesor y los contenidos, sin ser conscientes de las teorías

del aprendizaje que fundan dicho enfoque. Esta asunción se puede ver por medio de una declaración emitida por ella en la encuesta de diseño de la CoRe:

“.....La identificación y desarrollo del CTPC de un tópico de las ciencias me han permitido darme cuenta que las teorías del aprendizaje, las teorías del currículum y psicológicas que uno aprende a lo largo de la fase de fundamentación ayudan a planear la enseñanza de un corte constructivista social. Claro, que en el comienzo de esta fundamentación no era consciente de la utilidad de este conjunto de teorías por ello las primeras actividades de aprendizaje de la CoRe las construí desde un enfoque más conductista donde el profesor habla y los estudiantes escuchan....” **(Anexo G Encuesta de diseño de la CoRe Eliana P 7; C 7)**

De hecho, la profesora en el diseño de las primeras CoRes no se percató del tipo de problema de la enseñanza y de la naturaleza del contenido. Por esta razón, ejecuto acciones de aprendizaje que por la naturaleza del problema de enseñanza y del contenido era más acertado orientar el proceso de instrucción en el profesor y el contenido. Por lo cual, está decisión de diseño debía estar iluminada por teorías del aprendizaje del procesamiento de la información (Johnstone, 1991; Gabel, 1999), la cual admite estructurar y mostrar la información para que los educandos consigan una articulación entre esta información y los marcos que ya muestran en su memoria permanente. Ciertamente, que el anterior escenario se traduce en una desarticulación entre las metas de aprendizaje y las diferentes estrategias y modelos de enseñanza

“.....En el inicio de la fundamentación y capacitación no era consciente de la existencia de la relación que debe de existir entre las diferentes teorías del aprendizaje y la naturaleza del tema y la enseñanza de este. Por ello, en un comienzo diseñe actividades de aprendizaje donde el profesor explicaba los principales aspectos del tema y los estudiantes solo se dedicaban a poner atención, sin haber hecho un análisis previo de cuál teoría de aprendizaje se ajusta más a la enseñanza del tema.....” **(Anexo G Encuesta diseño de la CoRe Eliana P 8; C 8).**

Con relación, a las rutinas de instrucción para la enseñanza de las Ciencias naturales escogidas por la profesora, hallamos que el criterio usado, es en un alto porcentaje es de carácter experiencial o práctico. Dicho de otra manera, ella realiza en algunas oportunidades revisiones bibliográficas en libros de texto o internet que le

permiten orientar sus acciones para el desarrollo de un tema específico según informo la educadora, otros documentos de apoyo son los planes de área o planes de aula elaborados por ella o por sus compañeros de área. Desde luego, que estos insumos resultan ser escasos si el objetivo es ayudar en el desarrollo de destrezas y prácticas científicas ajustadas a las Ciencias Naturales.

“.....En el proceso de mi planeación yo tengo en cuenta varios aspectos:

- Documento institucional, esto quiere decir el documento de plan de área institucional y el documento de plan de aula. Este plan de aula se describen cada una de las actividades que se realizaran en el desarrollo de la actividad de enseñanza y aprendizaje.
- Para la planeación tengo en cuenta también los estándares, los dba.
- Me ayudo en algunas oportunidades con libros de texto, o de páginas de internet.....” (Anexo G Encuesta inicial sobre el diseño de la CoRe)

“.....En mi proceso de planeación de la actividad de enseñanza se escogían los tópicos a tratar con los estudiantes, en algunas oportunidades se hacía consultas de actividades para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se diseñaban actividades que se podían articular con estos procesos pero en ningún momento se tenían en cuenta las limitaciones y dificultades de los estudiantes y las tampoco se tenían en cuenta las concepciones alternativas de los mismos sobre los tópicos de las ciencias....” (Anexo H encuesta de diseño de la CoRe Eliana P 6; C 6)

Asimismo, al verificar las respuestas plasmadas en los interrogantes de la CoRe, que se relacionan con esta categoría (¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea? ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? y las razones particulares de su uso con esta idea), reafirmamos que las intenciones del proceso de enseñanza están centradas en la transferencia de hechos científicos y la exposición de gran cantidad de contenidos. Efectivamente en las CoRe 1 y 2 (ver Anexos C y D), podemos observar que la maestra, no presenta relaciones de causa-efecto entre los aspectos de la enseñanza<sup>27</sup> y la intención de ésta; ella nos muestra que busca que los alumnos asimilen (contenidos),

---

<sup>27</sup> En este documento se consideran aspectos de la enseñanza los siguientes: propósitos de aprendizaje; grandes ideas de las ciencias; dificultades/limitaciones y concepciones alternativas; estrategias instruccionales y de evaluación.

pero se no reconoce el propósito explícito de estos aprendizajes, por esta razón se evidencia que sus formas de enseñanza sean insuficientes y poco asertivos.

Figura 5 Diseño de la CoRe No.1

	IDEA No.1	IDEA No.2	IDEA No.3
	<p><b>"TODOS LOS CUERPOS NO FLOTAN DE LA MISMA FORMA SOBRE UNA SUPERFICIE LIQUIDA."</b>            Cuando se colocan objetos de diferentes materiales y diferentes características se observa que algunos se mantienen en la superficie del líquido y otros se hunde.</p>	<p><b>"LOS CUERPOS LIVIANOS FLOTAN POR QUE NO TIENEN MUCHO PESO, LOS CUERPOS PESADOS SE HUNDEN POR QUE TIENEN MAS PESO."</b>            Los objetos con menor peso siempre flotan en las superficies líquidas, los objetos con mayor peso siempre se hunde.</p>	<p><b>"LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES INCIDEN EN EL FENOMENO DE FLOTACION DE LOS OBJETOS."</b>            La flotación de un objeto depende de la forma y de su composición.</p>
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pretende a través de diferentes actividades experimentales que los estudiantes comprendan que los objetos pueden flotar o hundirse en las superficies líquidas.</li> <li>• Se explicara con actividades experimentales conceptos como densidad, propiedades físicas y químicas de los objetos.</li> <li>• Se explicara qué características permiten que algunos objetos floten y otros se hundan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se definirá peso, masa y se compararan algunos objetos livianos y pesados y se tratara de relacionar estos conceptos con el fenómeno de flotación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se relacionara las propiedades físicas y químicas de los objetos y si estas tienen alguna relación con el fenómeno de flotación de los objetos.</li> </ul>

Adicionalmente, se observa que la orientación hacia la enseñanza de las ciencia planteada por la profesora se materializa en el conjunto de estrategias y herramientas utilizada por ella en la actividad áulica. Y estas a su vez determinan el actuar de los sujetos en este espacio físico. Para nuestro caso en particular dichas actuaciones establecidas se mostraron en algunas oportunidades de forma unidireccional. Del mismo modo, y como examinamos anteriormente, las estrategias de enseñanza estaban enmarcadas en procesos de copia, transcripción, proyección de videos o de power point y en algunos casos memorización de contenidos. Cada una de estos ejercicios muestra el pensamiento que tiene la maestra de sus alumnos, en nuestro caso en particular; el estudiante como consignatario de información. Por este motivo los ejercicios de enseñanza planteados por la profesora son monótonos, faltos de motivación y enfocados a robustecer los contenidos planteados en clase.

**“..... ¿Qué enfoque metodológico utiliza usted en sus clases?**

Yo les enseño a través de las diferentes estrategias didácticas tales como videos, presentaciones en power point, laboratorios o actividades de indagación. Cada una de estas actividades permitirá que ellos elaboren sus propios conceptos. Además se tienen

en cuenta elementos tales como Exposición del tema y ejercicios de transcripción (tablero cuaderno, fotocopia cuaderno o libro cuaderno). Lectura de transcripción. Consulta de tareas o investigaciones y La evaluación...”. **Anexo G Encuesta inicial sobre el diseño de la CoRe.**

Ahora bien, en el proceso de fundamentación, diseño y elaboración de las diferentes versiones del instrumento metodológico CoRe, se observaron grandes logros en relación al reconocer a los alumnos como los ejes centrales de las actividades áulicas. Ciertamente, este enfoque no era desconocido para ella; por lo cual en esta fase se retomaron los conocimientos adquiridos por la profesora en su etapa de formación profesional y se re direccionaron en su práctica educativa en el aula de clase. En esta fase se puede observar en la CoRe 3 (ver Anexo x) y en el material elaborado por la docente; que se articulan los conocimientos previos evidenciados por los estudiantes con la organización y elaboración de dicho material y su puesta en escena; la docente se percató que no todos los temas que conforman las grandes ideas se deben abordar desde un enfoque focalizado en el estudiante. Esto quiere decir que en algunos momentos y contenidos específicos las actividades áulicas estarán centradas en el profesor. Por lo cual, esta fase le permitió reflexionar y relacionar conscientemente cada uno de los aspectos de la enseñanza en función de su naturaleza y de su propósito. A su vez, este proceso le permitió incorporar aspectos claves para escoger estrategias instruccionales oportunas para la representación y formulación de los contenidos. Este aspecto puede verse reflejado en las siguientes viñetas.

“...El proceso de diseñar la CoRe fue un proceso complejo y que implicó bastante del compromiso. Ya que primero no conocía aspectos fundamentales para la construcción de este documento, por tal motivo fue necesario consultar y documentarme sobre los aspectos teóricos y pedagógicos sobre el tópico específico planteado. En este caso fenómeno de flotación. Fue también necesario consultar sobre las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre este tópico. Todos estos aspectos implican un proceso reflexivo constante de mi labor docente. Ya que a medida que se avanzó en el proceso de fundamentación pasamos de una CoRe planteada en tres grandes ideas y luego paso a estar organizada en 4 grandes ideas. Al inicio se plantearon tres ideas pero a medida que me fundamentaba se logró gran

coherencia en las 4 grandes ideas situación que al inicio no fue posible. En el proceso del diseño de la CoRe al abordar cada una de las preguntas, se debía de tener en cuenta las características, las dificultades, concepciones alternativas, el nivel de desarrollo cognitivo y conceptual de los estudiantes, para así construir una propuesta coherente que permitiera construir conocimiento útil, acorde a sus necesidades y contextualizado. Por tanto, el diseño de la CoRe no es algo arbitrario e inmediato, sino más bien es un proceso inteligente y reflexivo en el que el profesor por medio de su CTPC, crear la estructura de su clase, como también los elementos que tendrá en cuenta y la relación e importancia de los mismos. En síntesis, por medio de la construcción de la CoRe, se diseña y analiza el proceso de enseñanza que se pretende realizar...”. **Anexo H Encuesta Diseño de la CoRe Eliana.**

“...En el inicio del proceso de construcción de la CoRe no era consciente de la existencia de la relación que debe de existir entre las diferentes teorías del aprendizaje y la naturaleza del tema y la enseñanza de este. Por ello, en un comienzo cuando planteo y diseño actividades para la primera CoRe proponía actividades donde el profesor explicaba los principales aspectos del tema y los estudiantes solo se dedicaban a poner atención, sin haber hecho un análisis previo de cuál teoría de aprendizaje se ajusta más a la enseñanza del tema.

El diseño de la CoRe informa el pensamiento acerca de la práctica de enseñanza en cada una de las preguntas que plantea este instrumento permite confrontar al docente en tener en cuenta las ideas previas del estudiante, a indagar sobre las dificultades que debe presentar un contenido, a indagar estrategias de enseñanza más eficaces para un contenido en particular de la ciencias naturales. A capacitarse sobre las tecnologías que pueden brindar un apoyo al aprendizaje de los estudiantes. A aplicar nuevas formas de evaluación donde se incluyan los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Para buscar estrategias para que los estudiantes superen sus dificultades en el aprendizaje de un tema específico.....”. **Anexo F Diario Reflexivo # 3.**

## **4.2. Curriculum De La Ciencia**

Para lograr identificar los elementos curriculares en el CPTC del docente, nos apropiaremos aquí de los elementos propuestos en el enfoque del CPC en los cuales se hace referencia a la postura del currículo, como aquella propuesta que el docente

construye para la enseñanza de un determinado tópico. Conforme a esto, Magnusson et al. (1999) sostiene que el currículo posee dos características fundamentales: 1) metas y objetivos de la enseñanza; y, 2) los programas curriculares y los materiales para la enseñanza de un tópico específico.

Con relación a la primera característica, en el caso colombiano, es responsabilidad del Ministerio de Educación Nacional definir los lineamientos curriculares de la enseñanza de las ciencias en las escuelas del país. Para ello, se construyen y publican desde esta entidad documentos estatales que el docente debe analizar para comprender las ideas sustentadas en estos documentos, con el fin de determinar las metas y los objetivos que sus estudiantes deben alcanzar con el aprendizaje de un tópico científico particular.

Por otro lado, la segunda característica se refiere al conocimiento sobre los programas y los materiales pertinentes para la enseñanza de un tópico específico de la ciencia. Sobre este asunto, Magnusson et al. (1999) sostienen que el currículo debe organizarse en niveles que correspondan al desarrollo de la población en general, sin olvidar ajustarlo al contexto propio de los estudiantes. También, se plantea que el docente debe tener conocimiento acerca de la estructura sintáctica de la disciplina dentro y a través de los grados (currículo horizontal y vertical). En efecto, este conocimiento le permitirá articular el tópico que está abordando en el momento con otros que se desarrollan en el mismo nivel educativo, así como saber las ideas que sus estudiantes han aprendido y van a aprender a lo largo de la educación primaria y secundaria.

Sobre los materiales a utilizar para la enseñanza de un tópico específico, se identifica que la mayoría de los docentes estiman como principal material para la enseñanza, el libro de texto (Magnusson et al., 1999). No obstante, existen otros recursos usados para reemplazar o complementar a dicho material, como, por ejemplo: otros



docentes, las TIC, los modelos tridimensionales sobre partículas, los laboratorios simulados, las experiencias anteriores de enseñanza del tópico, los conceptos de otras disciplinas, entre otros (Candela & Viáfara, 2014).

Finalmente, se puede inferir que este elemento diferencia al profesional de la educación del especialista de la disciplina. Esto se debe a que posibilita al docente enfocarse en la significación que tiene el enseñar un determinado tópico de las ciencias a sus estudiantes, y pensar en cómo hacerlo de la mejor manera.

Es necesario clarificar, que al analizar esta subcategoría, no pretendemos hacer un análisis exhaustivo de la propuesta curricular de la Institución educativa (fundamentos, estructura del diseño del currículo o Plan de estudios). Nuestro propósito es describir algunos elementos de su contenido que pensamos influyen significativamente en las decisiones curriculares que toma la profesora para el diseño de su propuesta áulica.

De acuerdo con esto, iniciaremos este análisis teórico respondiendo a los interrogantes de la herramienta metodológica CoRe ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea? ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)? Debemos tener en cuenta, que para desarrollar estas preguntas se debe partir de la elección inicial de un grupo de ideas en las que se pretende secuencializar la enseñanza del fenómeno de flotación de los cuerpos, es posible señalar que al inicio de este proceso para de la construcción de la CoRe, la maestra exhibió varias dificultades y limitaciones para poder identificar, conceptualizar y hacer explícitas estas ideas.

De acuerdo a lo anterior, se logró evidenciar en los primeros diseños de la herramienta metodológica CoRe que la profesora presentó serias dificultades para subdividir la gran idea del fenómeno de flotación de los cuerpos y cada uno de los

conceptos asociados a este fenómeno en cuestión. De hecho, en primera instancia plantea ideas muy generales, no secuencializadas, las cuales no se articulan y permitirán organizar la enseñanza del eje conceptual en cuestión.

Desde nuestro punto de vista, pensamos que la respuesta frente a la labor encomendada, es coherente con lo evidenciado por ella hasta ese momento (Ver Anexo D); estos elementos fueron utilizados para el proceso de fundamentación orientándola en la consecución del objetivo inicial de la tarea.

Otro aspecto para tener en cuenta, al momento del diseño de la primera herramienta metodológica CoRe (Ver anexo x), la docente plantea una secuencia fragmentalizada y una conceptualización de las ideas del fenómeno de flotación de los cuerpos, las cuales no presentan coherencia con el conocimiento sustantivo que se encuentra evidenciado en los estándares básicos de competencia, DBA o curriculum propuesto por el estado. En consecuencia, esto se transforma en una seria limitación para el aprendizaje del fenómeno en cuestión para sus estudiantes de grado sexto de la escuela básica secundaria.

Del mismo modo, en el momento de la triangulación de la información derivada de todas las fuentes documentales utilizadas en este proceso (Versiones de la CoRe, Encuestas, Diarios Reflexivos entre otros) se evidencio que el anterior escenario es producto de la falta de comprensión del conocimiento sustantivo y sintáctico de este fenómeno. Por la razón anterior, la maestra para proponer estas primeras ideas se apoya en los conocimientos adquiridos a través de sus años de experiencia como docente y como estudiante. Motivo por el cual, documentos prescriptos en el curriculum estatal, documentos institucionales, artículos en educación en ciencias, entre otros; le resultan de poca utilidad para ser tenidos en cuenta en sus decisiones curriculares. Además esta concepción se articula con el ideario de algunos docentes; que proponen que en estos

niveles de desarrollo de los estudiantes las ciencias naturales debe enseñar lo básico o lo general. Las anteriores descripciones son fundamentadas en los siguientes fragmentos

“.....El tema escogido para implementar la CoRe lo conocía ya que en mi actividad como docente de ciencias naturales es uno de los tópicos planteados para ser abordado en el año lectivo, pero el nivel de profundidad en el cual era abordado era demasiado bajo. Por ejemplo, al tratar el fenómeno de flotación no se tenía en cuenta los elementos básicos como fuerza de empuje y otras de las fuerzas que actúan en este fenómeno y su explicación...” **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe Eliana P-4**

“...En mi proceso de planeación de la actividad de enseñanza se escogían los tópicos a tratar con los estudiantes, en algunas oportunidades se hacía consultas de actividades para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se diseñaban actividades que se podían articular con estos procesos.....” **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe Eliana P-6**

“.....luego de plantear las grandes ideas y hacerlas secuencializadas plantear la importancia de ellas, un alto grado de dificultad me causo la pedagogía de la disciplina.....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-9.**

“.....La idea grande que yo escogí fue el fenómeno de flotación, entonces pues en ese caso la debilidad que tuve fue precisamente entrar a descomponerlo. Entonces para entrar a descomponerlo me hice como la siguiente pregunta ¿Qué necesito saber para aprender el tópico específico escogido? Y allí recurrí al concepto de flotación y que era necesario para enseñar esta gran idea descubriendo que los docentes tenemos grandes errores al enseñar esta gran idea.....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-10.**

“.... La primera vez la dividí en tres ideas, la segunda vez la dividí en cuatro y al diseñar la tercera CoRe continuaron siendo cuatro ideas secuencializadas y temporalizadas.....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-11**

“.....Se pretende a través de diferentes actividades experimentales que los estudiantes comprenda que los objetos pueden flotar o hundirse en las superficies líquidas. Se explicara con actividades experimentales conceptos como densidad, propiedades físicas y químicas de los objetos. Se explicara qué características permiten que algunos objetos floten y otros se hundan Se buscara que el estudiante defina peso, masa y se compararan algunos objetos livianos y pesados y se tratara de relacionar estos conceptos con el fenómeno de flotación. Se buscara que el estudiante relacione las propiedades físicas y químicas de los objetos y si estas tienen alguna relación con el fenómeno de flotación de los objetos....” **Anexo G Encuesta inicial Diseño de la CoRe.**

“.....Las materias pedagógicas dictadas en la universidad en la carrera son muy generales, los docentes en ejercicio adquirimos estas habilidades empíricamente ya que en los cursos antes mencionados difícilmente se adquieren dichas habilidades pedagógicas y didácticas para la biología, química y mucho menos para la física. Ahora bien al adquirir estas habilidades empíricamente no son las mejores y por lo tanto cuando te enfrentas a tópicos complejos que necesitan de grandes habilidades didácticas y pedagógicas estas falencias se ven evidenciadas.....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-6.**

Ahora bien, en el momento que el instrumento metodológico CoRe fue refinado en sus diferentes versiones la profesora de manera colegiada ella comenzó a ser consiente que las ideas planteadas inicialmente no acopiaban el contenido real de la gran idea del fenómeno de flotación de los cuerpos, por este motivo tomo la decisión de recurrir a los libros universitarios, libros de texto, literatura de educación en ciencias, entre otros; con el propósito de reestructurar las ideas y volverlas enseñables a estudiantes particulares. Esta acción le permitió secuenciar y temporalizar las ideas de una forma clara con la finalidad que cada una de ellas apalanque a la subsiguiente logrando una mejor comprensión del fenómeno en cuestión.

Asimismo, el proceso de fundamentación y los avances en el diseño de las diferentes versiones de la CoRe mostro como resultado que la profesora vinculo de forma consiente cada una de las ideas que conforman dicho tópico con las respectivas metas de enseñanza y aprendizaje propuestas en el curriculum estatal. Dicha articulación es de vital importancia para el diseño de ambientes de aprendizaje, puesto que, focaliza la elaboración de la secuencia de las diferentes actividades para el aprendizaje. Estas apreciaciones son evidenciadas en las siguientes afirmaciones:

“....La primera vez la dividí en tres ideas, la segunda vez la dividí en cuatro y al diseñar la tercera CoRe continuaron siendo cuatro ideas secuencializadas y temporalizadas. Ya que a través de la lectura de literatura disciplinar se permitió refinar cada una de estas ideas

**Comentario [15]:** La elaboración de la CoRe como proceso que permite reconocer errores y debilidades para corregirlos y fortalecerlos para una futura práctica profesional. La CoRe es importante para su formación personal y profesional.... “ **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-11 C-15**

“...Cuando se habla de ideas secuencializadas y temporalizadas se hace referencia a ideas articuladas unas con otras de una idea de menor complejidad a una de mayor complejidad. Además estas ideas tratan de recoger de lo básico y general de la gran idea de flotación. Claro tiene sentido porque las ideas deben ir, como de menor nivel a mayor nivel, a pesar de que, las ideas, todas las ideas hacen parte de un mismo tópico, las ideas son subsidiarias, la primera es subsidiaria de la segunda, la segunda de la tercera y la tercera de la cuarta, por tanto es necesario que se haga una secuenciación, que exista un orden entre las diferentes ideas.

Comentario [16]: Secuenciación de contenidos a enseñar a través de la elaboración de la CoRe, permite un orden entre las ideas....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-12 C-16**

“.... Luego de plantear las grandes ideas y hacerlas secuencializadas plantear la importancia de ellas, un alto grado de dificultad me causo la pedagogía de la disciplina, y tuve que acudir a literatura, consultar bibliografía para poder fortalecer esta debilidad que es un elemento clave en el diseño de la CoRe y más que en el diseño de la CoRe es un elemento clave para el desarrollo de la misma.

Comentario [13]: El diseño de la CoRe le permite reconocer las dificultades en la pedagogía de la disciplina para buscar su fortalecimiento a través de consulta bibliográfica. Es también un elemento clave en el desarrollo de la CoRe y al momento de ponerla en práctica en el aula de clase....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-9 C-13**

“...Ya que a medida que se avanzó en el proceso de fundamentación pasamos de una CoRe planteada en tres grandes ideas y luego paso a estar organizada en 4 grandes ideas. Al inicio se plantearon tres ideas pero a medida que me fundamentaba se logró gran coherencia en las 4 grandes ideas situación que al inicio no fue posible. En el proceso del diseño de la CoRe al abordar cada una de las preguntas, se debía de tener en cuenta las características, las dificultades, concepciones alternativas, el nivel de desarrollo cognitivo y conceptual de los estudiantes, para así construir una propuesta coherente que permitiera construir conocimiento útil, acorde a sus necesidades y contextualizado....” **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe P-1**

“...En este sentido, cada pregunta, nos hacía reflexionar y analizar constantemente cómo se relacionaban los elementos mencionados en el diseño de nuestra propuesta de enseñanza, cabe resaltar que este proceso de construcción de la CoRe fue reestructurada tres veces esto quiere decir que la CoRe tuvo tres versiones o tres procesos de evolución. En cada una de las preguntas del instrumento fueron refinados y mejorados.

Finalmente, se procedió a reflexionar y desarrollar las actividades de la propuesta de enseñanza, en base a lo que se había consultado y reflexionado (los objetivos que queríamos alcanzar y su relación con las concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre el tema escogido, las dificultades y limitaciones que presentan, el desarrollo cognitivo requerido para el aprendizaje del tópico y los conocimientos y habilidades que son necesarios que los estudiantes ya posean para dicho aprendizaje), fueran capaces de ayudarlo a construir al estudiante los conocimientos que deseábamos. Para ello, para cada objetivo, se desarrolló una actividad de aprendizaje, para así ir construyendo el conocimiento determinado a alcanzar y ayudar en el desarrollo cognitivo,

conceptual y procedimental del estudiante....”. **Anexo h Encuesta de Diseño de la CoRe P-3**

#### **4.3. Comprensión De Los Estudiantes De Un Tópico Específico De La Ciencia**

Este elemento hace referencia al conocimiento que el docente debe poseer sobre las concepciones alternativas que han construido los estudiantes acerca del tópico, los modelos con los que ellos aprenden mejor, sus estilos de aprendizaje, los tópicos científicos que les representan mayor dificultad para aprender, y los esquemas de razonamiento necesarios para que aprendan el tópico abordado. En concordancia con esto, se considera que un docente competente debe comprender estos esquemas, conociendo cuáles están vinculados al aprendizaje del tópico específico a trabajar con sus estudiantes, y si ellos han desarrollado dichos esquemas (Shayer & Adey, 1986). Esto le permite al docente tomar la decisión en qué punto iniciar la enseñanza del tópico específico (Candela y Viáfara, 2014).

Conviene mencionar también que un docente competente debe tener conocimiento acerca de las concepciones alternativas que presentan los estudiantes sobre un tópico específico, con el propósito de entender las acciones e ideas de los estudiantes (Magnusson, et al., 1999). Al respecto, Magnusson et al. (1999) manifiestan que en estudios referentes a la comprensión de los docentes sobre los conocimientos intuitivos de sus estudiantes, se ha encontrado que a pesar de que aquellos distinguen las dificultades de sus estudiantes, les falta conocimiento para ayudar a estos últimos a superarlas. Es decir, aunque se logren hacer explícitas las concepciones y dificultades de los estudiantes en el aula de clases, los docentes se encuentran inhabilitados para diseñar e implementar estrategias que promuevan el aprendizaje del tópico en cuestión.

Teniendo en cuenta lo anterior, y como punto de partida para el análisis de los elementos hallados para esta subcategoría en nuestro sujeto de estudio, conjeturamos que

la maestra presentaría serias dificultades para resolver los tres cuestionamientos del instrumento metodológico CoRe alineados con la subcategoría. En efecto, nuestra suposición fue confirmada al observar la simpleza como fueron resueltos los interrogantes en cuestión (ver anexo x) en la primera versión del instrumento metodológico CoRe. No obstante, esto no fue un obstáculo para el desarrollo de esta labor, ya que estos se transformaron en elementos precursores de su aprendizaje. En este sentido, fue evidente el interés mostrado por la profesora el cual le impulso a realizar de forma autónoma la exploración, revisión y lectura de diversos artículos afines a las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes frente al tópico en cuestión. Estos recursos asimilados, sumados a las reflexiones fruto del proceso de fundamentación le permitieron a la profesora, además de identificar las dificultades y limitaciones de los estudiantes en torno al tópico de estudio, diseñar y secuenciar las actividades para hacer más comprensible el fenómeno en cuestión para estudiantes particulares. El siguiente fragmento ejemplifica lo descrito:

“....En este caso fenómeno de flotación. Fue también necesario consultar sobre las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre este tópico. Todos estos aspectos implican un proceso reflexivo constante de mi labor docente. Ya que a medida que se avanzó en el proceso de fundamentación pasamos de una CoRe planteada en tres grandes ideas y luego paso a estar organizada en 4 grandes ideas. Al inicio se plantearon tres ideas pero a medida que me fundamentaba se logró gran coherencia en las 4 grandes ideas situación que al inicio no fue posible. En el proceso del diseño de la CoRe al abordar cada una de las preguntas, se debía de tener en cuenta las características, las dificultades, concepciones alternativas, el nivel de desarrollo cognitivo y conceptual de los estudiantes, para así construir una propuesta coherente que permitiera construir conocimiento útil, acorde a sus necesidades y contextualizado....”. **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe P-1**

“.....El de permitirme reflexionar y analizar los elementos y acciones que debo realizar durante la actividad de enseñanza del tópico específico planteado. Dado que, el analizar y reflexionar sobre estas me permitirá hacerlas más evidentes y tener en cuenta los elementos necesarios para el proceso de enseñanza. Muchas de las características y condiciones que afectan su mi acto educativo, elementos como: las concepciones de los alumnos, los conocimientos conceptuales y procedimentales desarrollados, su nivel de desarrollo cognitivo, las limitaciones y dificultades del tema a tratar “Fenómeno de flotación”, etc.....” **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe P-2**

La actividad de fundamentación para el diseño del instrumento metodológico de la CoRe le brindó la oportunidad a la profesora de comenzar a identificar y desarrollar este componente del CTPC de las ciencias, revelando una comprensión más aguda de los tópicos alrededor de la asimilación de los estudiantes del fenómeno en cuestión. Estos aspectos fueron evidentes en el proceso de refinamiento de las diferentes versiones de la herramienta metodológica (Ver CoRe 3). Asimismo, en las última CoRe se puede ver que la docente fue capaz de poner en consideración las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes buscando una mejor representación y conceptualización del tópico en cuestión. Además, creemos que el ejercicio de construcción colaborativa de la CoRe, le ha proporcionado a la profesora una serie de conocimientos, criterios y habilidades que le permiten valorar de manera más objetiva sus propias prácticas educativas señalando sus dificultades, fortalezas y estableciendo algunas estrategias de mejoramiento. Asimismo, la actividad colegida del diseño de la CoRe en los apartados referentes a este ítem le ponen de manifiesto a la maestra como articular las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas de sus estudiantes. Para alcanzar las metas y objetivos del aprendizaje por parte de sus alumnos. Estos presupuestos se pueden ver tanto en un fragmento de una de la CoRe 3 como en un apartado de la encuesta de diseño de la CoRe:

Figura 6 Diseño de la CoRe No.3

<p>4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones que tuvo en la enseñanza y aprendizaje de esta idea, tanto a nivel particular (la esencia del concepto) y general de la enseñanza (que involucra a todas las ciencias: física, química y biología) y otras dificultades encontradas.</p>	<p><b>Bajo nivel de representación gráfica del fenómeno.</b></p> <p>No es posible elaborar de manera correcta la representación de un diagrama en el que se evidencie que un cuerpo flota (sin incluir las fuerzas) ya sea cuando se le suministra información acerca de los valores de las densidades del cuerpo y del fluido o cuando sin dársele el dato se le pide que lo haga de acuerdo a su experiencia. (Silva. 2.014)</p> <p>Se asocia la flotación con la idea de que el peso del cuerpo sumergido, es el único responsable de este, pero se desconoce la relación con el volumen sumergido o por lo menos no se hace explícita. (Silva. 2.014)</p>	<p><b>Creencias equivocadas en torno a conceptos como fuerza y empuje.</b></p> <p>En sistemas en equilibrio no actúan fuerzas y por lo tanto <i>no hay empuje</i> por lo tanto no puede haber volumen sumergido.</p> <p>También se encuentra el hecho de que un cuerpo que flota no pesa.</p> <p><i>No se reconoce de manera directa el concepto de empuje.</i> (Silva. 2.014)</p>	<p><b>Baja relación o vinculación de las experiencias de la vida cotidiana</b></p> <p>Se aprecia que las experiencias de la vida cotidiana no proporcionan la información suficiente para que cada uno comprenda su entorno inmediato, por cuanto a pesar de observar cosas como la flotación de los barcos, o la flotación de un cubo de hielo no lo asocian con el fenómeno de la flotación de los cuerpos. (Silva. 2.014)</p>
--	---	--	--



5. ¿Qué concepciones alternativas de los estudiantes tuviste en cuenta para la enseñanza y aprendizaje de esta idea y detectaste	Como en la mayoría de las concepciones alternativas, las experiencias sensoriales juegan un papel muy importante (Driver y Erickson 1983). La flotación de los cuerpos es un fenómeno con el que estamos muy familiarizados desde pequeños, del que tenemos numerosos registros	Existe una concepción alternativa bien conocida en mecánica que ha sido investigada por numerosos autores (Clement 1982, McDermott 1984) y que se puede resumir en que los alumnos creen que «tiene que haber fuerzas actuando sobre los cuerpos en movimiento, en la dirección de dicho movimiento, y no existen fuerzas actuando sobre los cuerpos en equilibrio».	Utilizar la relación $m/V$ para justificar los fenómenos relacionados con la flotación de los cuerpos. (No obstante, algunas explicaciones de niños de 8 años están muy próximas a esta idea: "... cuando la plastilina se modela en forma de cuenco flota porque hace un mayor agujero en el agua que cuando tiene forma de bola y el agua le da así un mayor empuje hacia arriba" (Carretero 1980).
--	---	--	---

“... Posteriormente, se consultó en referentes bibliográficos las concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre el tema escogido “fenómeno de flotación”, las dificultades y limitaciones que presentan, el desarrollo cognitivo requerido para el aprendizaje del tópico y los conocimientos y habilidades que son necesarios que los estudiantes ya posean para dicho aprendizaje. Consecuentemente, en referencia a los elementos mencionados, se construyeron los objetivos que la propuesta se proponía a alcanzar...”

“...Para ello, cada pregunta obligaba a reflexionar profundamente los objetivos que queríamos alcanzar y su relación con las capacidades y limitaciones de los estudiantes, etc., pues estos dos elementos debían de ser complementarios, en donde los objetivos se desarrollaban a partir de las capacidades, limitaciones, etc. del estudiante y los anteriores se superan y/o desarrollan a través de los objetivos...”. **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe P-3**

“...Que el docente sea capaz de utilizar las concepciones alternativas, las dificultades, las limitaciones de los estudiantes en la construcción de estrategias didácticas y pedagógicas para la enseñanza de tópicos específicos de las ciencias naturales. Y esta elaboración de la CoRe permitirá al docente plantear actos reflexivos para reconocer sus falencias en lo pedagógico, en lo tecnológico, y lo didáctico de un contenido de las ciencias...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-7**

“.....Finalmente, se procedió a reflexionar y desarrollar las actividades de la propuesta de enseñanza, en base a lo que se había consultado y reflexionado (los objetivos que queríamos alcanzar y su relación con las concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre el tema escogido, las dificultades y limitaciones que presentan, el desarrollo cognitivo requerido para el aprendizaje del tópico y los conocimientos y habilidades que son necesarios que los estudiantes ya posean para dicho aprendizaje), fueran capaces de ayudarlo a construir al estudiante los conocimientos que deseábamos. Para ello, para cada objetivo, se desarrolló una actividad de aprendizaje, para así ir construyendo el conocimiento determinado a alcanzar y ayudar en el desarrollo cognitivo, conceptual y procedimental del estudiante...”. **Anexo H Encuesta de Diseño de la CoRe P-3**

#### **4.4. Conocimiento Tecnológico Y Pedagógico (Software Y Hardware) Para Gestionar El Aula**

Según Mishra y Koehler (2006), este conocimiento hace referencia a la forma en la que la tecnología puede mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de una manera general. En efecto, aquí se consideran los elementos y las capacidades proporcionadas por los recursos digitales a la organización y gestión del aula. Por ende, este conocimiento implica una comprensión de las diversas herramientas que pueden apoyar la ejecución del proceso mencionado antes, fortaleciendo las estrategias pedagógicas implementadas en el aula.

De acuerdo con lo anterior, se observa que la profesora presenta algún tipo de habilidad en el manejo de software y hardware genérico, dichos recursos tecnológicos los cuales no son empleados adecuadamente. De hecho, el discurso exhibido en las discusiones áulicas por parte de la enseñante deja ver que estos elementos no proporcionan el andamiaje necesario para potencializar el aprendizaje de un tópico específico. Por lo tanto estas herramientas determinan un enfoque de enseñanza centrado en el profesor. Asimismo, en el diseño de las primeras versiones de las CoRes se evidencia un desconocimiento de los procedimientos, estrategias, y representaciones para la enseñanza de las ciencias (ver anexo x CoRe 1). Además, muestra una total desinformación de los recursos digitales que tienen el potencial de mediar el proceso de la enseñanza de un tópico específico. Estas apreciaciones pueden ser evidenciadas en los siguientes fragmentos:

“...la dificultad radico que por el desconocimiento y la poca utilización de herramientas digitales y el poco manejo didáctico del contenido específico al iniciar el diseño de la CoRe no demostraba un buen manejo de estas tecnologías digitales para la planeación y la gestión del aprendizaje.....”

“.....Comentario [22]: La debilidad en el conocimiento pedagógico y tecnológico del contenido es una dificultad para concretar las actividades de aprendizaje, gestionar y

planear. Las Falencias del docente sobre el conocimiento pedagógico, teorías de enseñanza y aprendizaje. Y el poco o nulo conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido inciden en el diseño de la CoRe...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-17 C-22**

“...Inicialmente estos elementos poco o nada eran reconocidos por mí. Por este motivo en la primera versión de la CoRe no se evidencia articulación entre las herramientas digitales y la gestión del aula para la enseñanza del tópico en cuestión. Las actividades áulicas diseñadas eran acompañadas con ciertas falencias en el conocimiento pedagógico y tecnológico...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-18**

“...Antes pensaba que si usaba el proyector y hacia presentaciones con diapositivas, estaba empleando las tic, también usaba estrategias didácticas (Experimentos, juegos...) pero sin relacionarlos con la tecnología, en última instancia acudía al libro de texto o guías para trabajar con los estudiantes. Al diseñar la CoRe pude relacionar los tres conocimientos, tecnológico, pedagógico y disciplinar de un contenido...”. **Anexo F Diario Reflexivo # 3**

Ahora bien, a medida que la docente participo del proceso de fundamentación y el diseño de las diferentes versiones de la herramienta metodológica CoRe. Efectivamente, esté escenario le permitió dar inicio al conocimiento de rutinas, estrategias y modelos de enseñanza, relacionando éstos con los componentes y capacidades que suministran los recursos digitales durante la administración y gestión del aula. Adicionalmente, considerar que los recursos tecnológicos (ej., software y hardware) juegan un papel crítico para el logro eficiente de la administración y gestión de aula. A fin de cuentas, esta articulación entre tecnología y pedagogía le permite a la profesora seleccionar recursos adecuados y ajustados a la naturaleza del tópico en cuestión y lograr los propósitos de la enseñanza, con la finalidad de fortalecer de manera didáctica cada una de las estrategias pedagógicas las cuales permiten la apropiación de un contenido específico. Estas asunciones puede ser verificadas en los siguientes fragmentos:

Figura 7 Punto 7. CoRe. No. 3

7. ¿Qué tecnologías digitales empleó para la planeación y gestión del aprendizaje de la idea en consideración?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planteamiento del problema: Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicad en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Se utilizaron procesadores de textos en Word.</li> <li>6. Documentos en ppt, Excel, Publisher</li> <li>7. Videos de <a href="https://www.youtube.com/">youtube</a>.</li> </ol>
--	---

“.....a indagar estrategias de enseñanza más eficaces para un contenido en particular de la ciencias naturales. A capacitarse sobre las tecnologías que pueden brindar un apoyo al aprendizaje de los estudiantes.....” **Anexo H Encuesta Final Diseño de la CoRe P-8**

“...Mayor conocimiento del fenómeno de flotación de los cuerpos. Tecnología: Aprendí el uso de herramientas, tecnológicas, digitales y virtuales que nunca había pensado y los beneficios para trabajar con ellas en el aula. Pedagogía: ampliar mis conocimientos sobre diferentes estrategias metodológicas de la enseñanza aprendizaje...” **Anexo H Encuesta Final Diseño de la CoRe P-12**

“...Investigaciones previas sobre preconcepciones, dificultades del fenómeno de flotación y estrategias adecuadas sobre su enseñanza, por ejemplo el uso del simulador de flotación, fue usado en una tesis de Maestría sobre este tema en la Universidad Nacional de Palmira...”. **Anexo H Encuesta Final Diseño de la CoRe P-17**

“...Antes pensaba que si usaba el proyector y hacia presentaciones con diapositivas, estaba empleando las tic, también usaba estrategias didácticas (Experimentos, juegos...) pero sin relacionarlos con la tecnología, en última instancia acudía al libro de texto o guías para trabajar con los estudiantes...”. **Anexo H Encuesta Final Diseño de la CoRe P-18**

“...la dificultad radico que por el desconocimiento y la poca utilización de herramientas digitales y el poco manejo didáctico del contenido específico al iniciar el diseño de la CoRe no demostraba un buen manejo de estas tecnologías digitales para la planeación y la gestión del aprendizaje. A medida que se avanzó en la construcción de las otras versiones de la CoRe y con ayuda de literatura, consulta y búsqueda de estas herramientas fue más amplio la utilización de estas herramientas permitiendo mejor planeación de las ideas sobre el tópico específico...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-17**

“...Durante el diseño de las diferentes versiones de la CoRe se ha logrado refinar y avanzar en los diferentes elementos del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido. Inicialmente estos elementos poco o nada eran reconocidos por mí. Por este motivo en la primera versión de la CoRe no se evidencia articulación entre las herramientas digitales y la gestión del aula para la enseñanza del tópico en cuestión. Las actividades áulicas diseñadas eran acompañadas con ciertas falencias en el conocimiento pedagógico y tecnológico. Pero a medida que se dio lectura, fundamentación en los

elementos del CTPC y en el diseño de la herramienta CoRe se presentaron avances tales como reconocer que el fenómeno de flotación se podía descomponer en subtemas como fuerza de empuje, superficie de sustentación, entre otros que para hacer asequible dicho tema se debería tener en cuenta las limitaciones, las concepciones alternativas de los estudiantes y además utilizar tecnologías digitales estándar y no estándar para gestionar el conocimiento del tópico específico en las diferentes actividades áulicas....” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-18**

#### **4.5 Conocimiento Tecnológico Del Contenido**

Este conocimiento se remite a cómo se relacionan recíprocamente la Tecnología y el Contenido. En este punto, se reconoce que la tecnología da la oportunidad de innovar en las representaciones de los tópicos de una disciplina, al brindar una gran diversidad de formas de representar y una alta flexibilidad de navegación a través de ellas, sin desconocer las restricciones que dicha tecnología impone al proceso de representación y formulación de los tópicos (Mishra y Koehler, 2006).

Por consiguiente, el docente no solo debe tener una profunda comprensión de las estructuras sustantivas y sintácticas del tópico de la disciplina, sino que además debe tener conciencia de las conexiones de dicho tópico con las diversas alternativas digitales de representación, como animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales, entre otros, aportadas por el mundo tecnológico. Es preciso mencionar aquí que se tiene la idea que las formas digitales de representación solamente emulan lo que antes se hacía con materiales físicos. No obstante, la aplicación digital hace más que eso, al posibilitar a los estudiantes, por ejemplo, realizar un control de variables y poder construir modelos matemáticos de algunos fenómenos naturales (Candela, 2016a).

Cabe resaltar, que la profesora objeto de este estudio en el inicio del diseño y elaboración de la herramienta metodológica CoRe no era consciente de la estrecha relación que se presenta entre los diferentes de tópicos del curriculum de la ciencias y la

gran cantidad de recursos digitales disponibles en las diferentes plataformas de internet. Era para ella desconocido las fortalezas y debilidades que tienen dichos recursos, herramientas como los simuladores, animaciones, laboratorios virtuales, videos, entre otros; los cuales sirven de apoyo para la representación y formulación de nuestro tópico planteado en esta investigación.

No obstante, las serias restricciones de la profesora en los aspectos relacionados con este ítem en las primeras versiones de la CoRe, a lo largo de la fase de fundamentación y el refinamiento de este instrumento logro internalizar que la calidad del diseño de un ambiente de aprendizaje, está articulada con su comprensión de las relaciones complejas dadas entre la tecnología y los contenidos planteados.

En concordancia con lo anterior, la enseñante en su proceso de fundamentación reconoció que el conocimiento tecnológico del contenido hace referencia a la manera en la cual la tecnología y el contenido están recíprocamente relacionados. Por otro lado, ella comenzó a fundar la perspectiva que aunque la tecnología en algunas oportunidades y en algunos contextos es fuente de limitaciones tanto como tecnológicas y económicas. Es esta una potente herramienta para la representación y formulación de los tópicos planteados por las ciencias.

En segunda instancia, la docente fue capaz de comprender que además de tener una alta comprensión de lo sintáctico y sustantivo de la disciplina, se debe estar en la capacidad de articular los tópicos específicos con las diferentes representaciones digitales que suministra el espectro tecnológico tales como: animaciones, videos, laboratorios virtuales, simuladores entre otros. Definitivamente, el desarrollo de este conocimiento le permitirá de una forma eficaz elegir los recursos digitales que se hallan alineados con las metas de la enseñanza y con la naturaleza del contenido específico. Y cuya finalidad será

realizar la representación más adecuada en el escenario propicio. Estas afirmaciones son ejemplificadas en los siguientes fragmentos:

Figura 8 Primera versión de la CoRe

8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea en cuestión?	<p>Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>	<p>Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>	<p>Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej. animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías.</p>

“...Antes de iniciar la fase de fundamentación yo desconocía por completo el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido que debe tener un profesor, la verdad no sabía que como tal, que digámoslo así, que ese tema existía en la literatura, lo desconocía por completo, cuando me enfrento a mi CTPC de la enseñanza de la ciencias me doy cuenta que es muy pobre, es muy pobre, no solamente un buen profesor es aquel que conoce la disciplina, también tiene que conocer las maneras, las formas, las estrategias de hacer llegar esa disciplina al estudiante. ehh respecto a eso mi CTPC de la ciencias es muy bajo, es muy bajo a nivel disciplinar y a nivel de estrategias para que el estudiante comprenda el conocimiento de esta disciplina escolar...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-2**

8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizó con el fin de representar y formular la idea en cuestión?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicada en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Simulador en tiempo real (2horas, 40 minutos) de hundimiento del Titanic. <a href="https://www.laguadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/">https://www.laguadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/</a></li> <li>6. Presentaciones en Prezi y powtoon. <a href="https://www.powtoon.com">https://www.powtoon.com</a></li> </ol>	<p>Se utilizarán las siguientes formas no digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero</li> <li>• Libros</li> <li>• Documentos y manuales impresos</li> <li>• Actividades experimentales.</li> </ul>
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej. animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizó para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyó dicha intención de diseño?	<p><b>Prezi:</b> Es una aplicación multimedia para la creación de presentaciones similar a Microsoft Office PowerPoint o a Impress de LibreOffice pero de manera dinámica y original. La versión gratuita funciona solo desde Internet y con una limitante de almacenamiento.</p> <p><b>Powtoon:</b> Es una plataforma para la creación de animaciones y presentaciones en video. Es una herramienta muy útil para captar la atención de la audiencia y para dar a conocer y potenciar una marca.</p> <p><b>Smartdraw:</b> Es una plataforma que permite diseñar diagramas de flujo para toda clase de necesidades.</p> <p><b>Skype:</b> Herramienta que permite interactuar de manera audiovisual para exponer documentos.</p> <p><b>Videos y audio:</b> Medios audiovisuales que facilitan la visualización de procesos experimentales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicada en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Simulador en tiempo real (2horas, 40 minutos) de hundimiento del Titanic. <a href="https://www.laguadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/">https://www.laguadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/</a></li> <li>6. Presentaciones en Prezi y powtoon. <a href="https://www.powtoon.com">https://www.powtoon.com</a></li> </ol>	

“...La CoRe me permitió tener en cuenta elementos que anteriormente no les prestaba atención en mi planeación para el desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje. A medida que me encuentro enfrentada a dificultades hago uso de herramientas digitales y no digitales que desarrollan mi CTPC y me enriquecen para mi desarrollo áulico...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-14**

“...En el diseño de la herramienta CoRe se presentaron avances tales como reconocer que el fenómeno de flotación se podía descomponer en subtemas como fuerza de empuje, superficie de sustentación, entre otros que para hacer asequible dicho tema se debería tener en cuenta las limitaciones, las concepciones alternativas de los estudiantes y además utilizar tecnologías digitales estándar y no estándar para gestionar el conocimiento del tópico específico en las diferentes actividades áulicas...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-18**

“...Contenido: Mayor conocimiento del fenómeno de flotación de los cuerpo. Tecnología: Aprendí el uso de herramientas, tecnológicas, digitales y virtuales que nunca había pensado y los beneficios para trabajar con ellas en el aula...”. **Anexo H Encuesta Final de Diseño de la CoRe P-12**

#### **4.6. Estrategias Instruccionales Para La Enseñanza De Las Ciencias**

Las estrategias instruccionales hacen alusión a aquellos procedimientos flexibles y adaptables con los cuales los docentes buscan favorecer un aprendizaje integrado y por comprensión conceptual de los tópicos del currículo de las ciencias (Candela, 2012). Según Magnusson et al. (1999), este elemento del CPC está conformado por: 1) el conocimiento de las estrategias generales para enseñar ciencias, y 2) el conocimiento de las estrategias específicas para promover la comprensión de un tópico específico en los estudiantes.

Acerca de las estrategias generales, estas tienen una correlación con las orientaciones hacia la enseñanza presentadas previamente, pues estas aluden a la forma de orientar la práctica educativa en el aula, considerando las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal, con el propósito de conseguir que los estudiantes aprendan



sobre diversos tópicos de la disciplina científica. Al respecto, se ha encontrado en la literatura sobre la educación en ciencias, gran diversidad de estrategias y modelos de enseñanza específicos a la disciplina. Algunos ejemplos son, la estrategia denominada POE<sup>28</sup> y el modelo conocido como el Ciclo de Aprendizaje (Lawson, Abraham & Renner, 1989), que consta de tres fases: exploración, introducción y aplicación.

Conviene subrayar que, de acuerdo con Magnusson et al. (1999), el Ciclo de Aprendizaje se ha utilizado en la enseñanza de la ciencia con diferentes orientaciones como la enseñanza por descubrimiento, por investigación orientada o por cambio conceptual. Para lograr ello, los diferentes grupos de investigación han hecho ciertas modificaciones a dicho ciclo, para ajustarlos de acuerdo a sus conocimientos y creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Por otro lado, en cuanto a las estrategias específicas movilizadas en el aula por el docente, se afirma que estas presentan dos características principales: (a) las actividades y (b) las representaciones. En este sentido, un docente competente debe tener la capacidad de decidir qué tipo de representación usar en la enseñanza de un determinado tópico, la cual posibilite al estudiante pasar del nivel de representación concreto al nivel abstracto, logrando así reconocer en su cotidianidad los fenómenos naturales de acuerdo a los hechos aprendidos. Es necesario mencionar que el docente debe tener claro y dejarles claro a sus estudiantes, las fortalezas y debilidades de las representaciones utilizadas en el aula, las cuales pueden ser analogías, metáforas, demostraciones, laboratorios, simulaciones, entre otras (Candela y Viafara, 2014).

---

<sup>28</sup> La sigla POE traduce: predecir observar y explicar. Esta metodología fue propuesta por Champagne, Kopfler & Anderson (1980) para investigar el pensamiento de estudiantes de Física de la Universidad de Pittsburg. Se la conoció con las siglas DOE (demostrar, observar y explicar) y, posteriormente, Gunstone & White (1981), transformaron la idea de DOE en POE.

En referencia a las actividades específicas diseñadas para un tópico, se sostiene que estas apoyan al docente en la ejecución de una enseñanza eficaz, y al estudiante en la comprensión de los tópicos específicos. Ahora bien, las actividades que comúnmente se utilizan en el aula de ciencias son: problemas, demostraciones, simulaciones, investigaciones y experimentos (Candela y Viafara, 2014). Es preciso resaltar el hecho que, al contrario de los docentes novatos, los profesores experimentados cuentan con amplio repertorio de actividades, las cuales han construido de manera reflexiva a lo largo de su experiencia profesional, buscando facilitar a los estudiantes la comprensión de los tópicos abstractos de la ciencia (Clermont, Borko, & Krajcik, 1994). Además, la experiencia que poseen estos profesores les otorga una mayor competencia para identificar los errores y dificultades de sus estudiantes en el desarrollo de un tópico, a partir de lo cual ellos rediseñan la actividad específica para posibilitar a los estudiantes superar aquellas dificultades (Candela y Viafara, 2014).

Desde la anterior perspectiva, la profesora demuestra poseer un conocimiento simple de las estrategias instruccionales y actividades de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias. Así pues, concentra sus actividades en un modelo de corte constructivista sociocultural, en el cual plantea la expectativa que sus alumnos sean los actores de la construcción de sus propios significados. Se esfuerza por utilizar estrategias para alcanzar los objetivos planeados para el tópico en cuestión. Sin embargo, se observa una serie de restricciones en esta base de conocimiento, no se observa articulación entre el componente disciplinar y el componente pedagógico las actividades propuestas se limitan a generar una serie de interrogantes sin un contexto problemático (véase CoRe 1). Por lo tanto, este escenario obstaculiza el diseño de ambientes de aprendizaje que apoyen el aprendizaje por comprensión conceptual.

“...Esa falencia como tal, respecto al conocimiento de la pedagogía y a la pedagogía de la disciplina la asumo ya que constantemente el docente así tenga experiencia en el proceso de la enseñanza hay tópicos específicos que requieren tener amplias habilidades en cuanto a lo disciplinar, en cuanto a lo pedagógico general y lo pedagógico del contenido. Esto se adquiere teniendo espacios de auto capacitación o de formación constante. Adquisición y análisis de nueva literatura disciplinar y pedagógica y no solo los libros de texto utilizados en la escuela...” **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-4.**

“...Las materias pedagógicas dictadas en la universidad en la carrera son muy generales, los docentes en ejercicio adquirimos estas habilidades empíricamente ya que en los cursos antes mencionados difícilmente se adquieren dichas habilidades pedagógicas y didácticas para la biología, química y mucho menos para la física. Ahora bien al adquirir estas habilidades empíricamente no son las mejores y por lo tanto cuando te enfrentas a tópicos complejos que necesitan de grandes habilidades didácticas y pedagógicas estas falencias se ven evidenciadas...”. **Anexo I Entrevista Semiestructurada Eliana P-5.**

Con el propósito de empezar a superar las anteriores restricciones del docente objeto de este proceso de investigación se programó una serie de sesiones donde la maestra en ejercicio y el profesor investigador deliberaban sobre los aspectos esenciales del tópico en cuestión “Fenómeno de flotación de los cuerpos”. Dicha actividad se planteó a través de la estrategia de “orientación reflexiva”. Para ello, se utilizó como material curricular los siguientes: artículos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; video de casos; actividades experimentales; artículos sobre el diseño de ambientes de aprendizaje; CoRes de profesores ejemplares, entre otros.

De hecho, estas acciones le permitieron a la profesora empezar a identificar y explicitar bases del conocimiento, tales como: contenido disciplinar, dificultades y concepciones alternativas; estrategias y modelos de enseñanza (ej., POE, ciclo de aprendizaje), formas de representar y formular el tópico en cuestión. Cabe resaltar que esta actividad de perfeccionamiento profesional que ella enfrentó fue secuencializada y temporalizada con el proceso del diseño de las diferentes versiones de la CoRe, con la finalidad de que el conocimiento adquirido en esta fase de desarrollo sirviera como insumo para el refinamiento y rediseño de las diversas versiones de la CoRe.

Las anteriores estrategias planteadas dieron lugar a que la profesora comenzara a identificar e internalizar los aspectos esenciales de las anteriores bases del conocimiento, las cuales le permitirán organizar y focalizar el diseño de las diferentes actividades de enseñanza y aprendizaje para estudiantes particulares de un tópico específico. Al mismo tiempo, serán insumos para direccionar los razonamientos de futuros profesores en cuanto la toma de decisiones instruccionales y de diseño.

A partir de estos elementos de referencia, la profesora establece que la organización de sus actividades de enseñanza tendrá un enfoque constructivista cognitivo y, metodológicamente su referente será el modelo del Ciclo de Aprendizaje, acompañado de actividades de pequeños grupos utilizando estrategias de intervención fundamentada en el aprendizaje basado en problemas (ABP). Esta decisión, genera un conjunto de resultados significativos asociados de manera directa a la elección, diseño, secuenciación y temporalización de las actividades. Estas decisiones, también inciden en otros elementos tales como la explicitación e identificación del conocimiento disciplinar de la profesora, el cambio de orientación hacia la enseñanza y los objetivos de aprendizaje, el reconocimiento de las dificultades y limitaciones de los estudiantes, la selección de los procedimientos de enseñanza y evaluación entre otros. Estos aspectos se evidencian en los siguientes fragmentos del diseño de la CoRe y apartes de un material diseñado por la profesora. <https://drive.google.com/drive/u/0/recent>

Figura 9 Punto 11 CoRe No.3

11. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).	Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje E- A el docente utilizara metodología constructivista cognitiva planteando pequeños grupos de trabajo utilizando una estrategia de intervención fundamentada en el (ABP) Aprendizaje Basado en Problemas, que permitirá a los participantes del proceso identificar un problema, plantear hipótesis, diseñar un proceso de investigación, analizar, comunicar unos resultados y evaluar el proceso de investigación que propusieron. Con esta metodología los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y el papel del docente es de orientador y guía. A la vez que desarrolla responsabilidad y autonomía para resolver determinados retos a través del fortalecimiento de habilidades para trabajar en equipo.
---	---

Figura 10 Material instruccional. ( <https://drive.google.com/drive/recent> )

INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO JOSE LLOREDA MERA

DOCENTE: Eliana Bolaños.

**FORMATO DE SEGUIMIENTO DE PROSESO ABP.**

**¿POR QUÉ SE HUNDEN LOS BARCOS?**

**A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

- B. Conformar equipos de 4 integrantes (máximo)  
 C. Amplia la siguiente noticia y realiza las actividades del recuadro en la parte izquierda.



[http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio\\_1311300/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/)

**¿Y si el Titanic no se hundió solo por chocar con un iceberg?**

Emerge una nueva teoría

**Durante décadas se ha pensado que la primera y única razón por la que se hundió la embarcación fue el impacto que destruyó el casco. Hay un nuevo dato que lo cambia todo**



**02.01.2017** – 12:44 H. - **ACTUALIZADO:** 10.02.2017 - 17:23H.

El pasado 1 de enero, los espectadores ingleses descubrieron una teoría alternativa sobre el hundimiento del Titanic, que este año cumplirá su 105 aniversario. Según el documental 'Titanic: the New Evidence'

no fue el choque con un iceberg lo que causó el trágico hundimiento del transatlántico, sino un fuego en las calderas que se habría iniciado incluso **antes de abandonar los astilleros de Belfast**.

La teoría se basa en el hallazgo de varias fotografías recientemente subastadas que, según los analistas, muestran que había **indicios de un incendio en el casco de la embarcación** antes de zarpar.

**ACTIVIDADES**

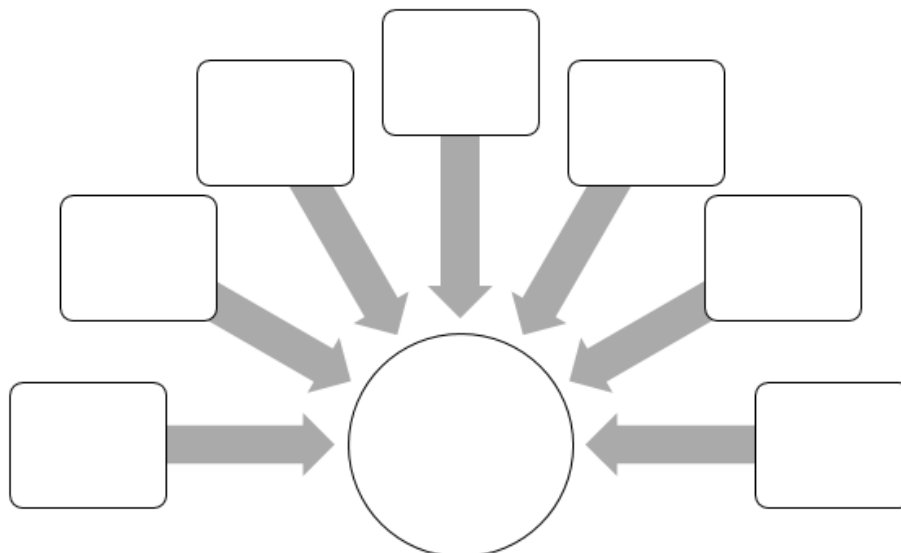
Los estudiantes serán invitados a visitar la página web en la que se desarrolla la noticia y realizar las siguientes actividades:

1. Leer la noticia completa.
2. Analizar las imágenes presentadas.
3. Dar click en los hipervínculos y leer los títulos. (Mínimo)
4. Visitar las páginas recomendadas por el autor, al finalizar el artículo.
5. Leer los comentarios.

Teniendo en cuenta la información plantea una hipótesis que explique el hundimiento de este histórico barco y demuéstrela a través de una actividad experimental fundamentada en los conocimientos de la física.

**B. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.**

1. Consigna la pregunta o afirmación que orientará el proceso.
2. Escribe las ideas aportadas por tu grupo y redacta la hipótesis en el círculo del centro.



**4.7 Formas De Evaluar Las Ideas**

De acuerdo con Magnusson et al. (1999), en la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes entran en juego dos aspectos esenciales: 1) el conocimiento sobre las dimensiones a ser evaluadas en el aprendizaje de las ciencias (cognitiva, procedimental y actitudinal); y, 2) el conocimiento de los métodos mediante los que el aprendizaje puede evaluarse. Así, estos métodos deben permitir, entre otros fines, monitorear el nivel de desarrollo en los estudiantes sobre la comprensión conceptual, la conexión con otros tópicos dentro y a través de las disciplinas, el uso del conocimiento científico en situaciones cotidianas, las prácticas científicas y el razonamiento práctico (Magnusson et al., 1999).

Ahora bien, considerando la investigación en la educación en ciencias, se destaca la importancia de una perspectiva que tiene como finalidad la alfabetización científica de los estudiantes, la cual les permita participar de forma activa y responsable en la toma de

decisiones dentro de su proceso de aprendizaje desde los niveles individual, familiar y social. Bajo esta perspectiva es posible advertir que todos los tópicos no tienen el mismo grado de dificultad de evaluación, por lo que el docente debe saber qué dimensiones pueden ser evaluadas en un tópico específico (Candela y Viafara, 2014). En otras palabras, un docente competente debe implementar métodos de evaluación que estén vinculados estrechamente con las características de los tópicos a evaluar.

Al inicio, no se evidencia por parte de la profesora un enfoque claro y articulado en el proceso de evaluación, sus objetivos y sus usos no demuestran claridad; ya que se limitan a un listado de acciones o resultados que deben evidenciar sus alumnos. Sin embargo identificamos a través de su alocución una sucesión de particularidades que nos permiten establecer que éstos se encontraban alineados con una orientación pedagógica de carácter sumativa. De modo que, la finalidad de este proceso es *comprobar* el estado final de la enseñanza, *el grado de precisión alcanzado* por los estudiantes en relación a una serie de contenidos conceptuales desarrollados. Así pues, si los resultados cumplen con las *expectativas* de la profesora, reproducción, replicación y memorización de contenidos científicos, el alumno logra una nota de aprobación, en caso contrario éste sería desaprobado. Para comprobar estos enunciados haremos uso de los fragmentos de la CoRe y otros documentos analizados tales como ()

Figura 11 Punto 12 CoRe. No.1

<p>12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Práctica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final</li> </ul>
--	--	--	---

“..Para la evaluación de este concepto se tendrá en cuenta:

Guías de aprendizaje, Practica de laboratorio, Sustentación oral, Sustentación escrita, Exposición del tema, Exámenes cortos y Examen valorativo final...”. **Anexo G Encuesta Inicial de Diseño de la CoRe**

Evidentemente, se percibe la evaluación como una herramienta centrada en los productos y con la finalidad indagar y medir a los estudiantes buscando elementos no adecuados en este proceso; estos aspectos reflejan el desconocimiento de los usos y funciones de esta práctica. Es fundamental, que desaparezca la idea de que la evaluación ha sido diseñada como recurso para la *detección de errores*. Ésta, debe ser entendida como una herramienta que permite regular el proceso de enseñanza aprendizaje a través de la detección de fortalezas y dificultades del evaluado durante el desarrollo de dicho proceso.

Teniendo en cuenta, los anteriores presupuestos la evaluación adquiere un carácter formativo. Por lo cual, puede ser utilizada en dos vías; esto quiere decir, como una herramienta para mejorar procesos de aprendizaje de los educandos y como mecanismo para detectar falencias en las prácticas educativas al interior del aula.

Es necesario recalcar que, que aunque hemos señalado una separación entre la evaluación de carácter formativo y sumativa. Que además, hemos centrado nuestra atención a la primera de ellas; no excluimos el valor que representa la evaluación de carácter sumativa como estrategia para establecer el rendimiento de los alumnos y tener claridad de que niveles alcanzan en sus aprendizajes en relación a los objetivos previamente establecidos durante un tiempo determinado. Pese, a que estos dos tipos de evaluación persiguen propósitos diferentes; ambas no resultan ser en sí excluyentes. La elección de una u otra o su combinación estarán determinadas por el tipo de actividad de enseñanza, las metas y los contenidos escolares que se pretendan evaluar. Así pues, una vez el profesor ponga en consideración todos estos elementos podrá definir los



instrumentos de evaluación adecuados para aprovechar el potencial y versatilidad de cada una de las actividad de aprendizaje.

Figura 12 Punto 12 CoRe No.3

Evaluación y autoevaluación.	Para la evaluación del proceso de investigación se empleará una rúbrica, la cual será empleada por los estudiantes para verificar el proceso de investigación. Esta rúbrica la pueden consultar desde el inicio del proceso de (ABP), pero, será al final del proceso que se analizará el desempeño del equipo ubicándolo en un nivel (Experto, intermedio, novato y aprendiz).El diseño de este instrumento de evaluación se fundamentó en la rúbrica propuesta por Briede & Mora. (2013) <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a> . ID # is: 2688174	Autoevaluación del proceso de ABP.	Rubrica
Retroalimentación del proceso.	Esta rúbrica también permite que los estudiantes reevalúen los pasos del proceso para retroalimentación de manera grupal e individual.		
	También evaluarán su participación en el trabajo en equipo a través de otra rúbrica. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a> . ID # is: 2688178 Teniendo en cuenta los resultados de la rúbrica los estudiantes socializarán el análisis que realizarán de estas a la clase.		

<http://rubistar.4teachers.org>. ID # is: 2688174 (Ver Anexo de herramienta de evaluación - Rubrica)

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se presenta, la identificación, explicitación y desarrollo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC) hipotético del Fenómeno de Flotación de los cuerpos de una profesora en ejercicio de grado sexto de la escuela de Básica Secundaria, a través del diseño progresivo y colaborativo del instrumento metodológico de la CoRe. El uso de este instrumento en unión con las acciones de fundamentación desarrolladas durante la investigación, permitió analizar una serie de concepciones alternativas relacionadas con la disciplina, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; las cuales inciden de manera significativa en

la forma como la profesora representa y formula el conocimiento científico escolar para un grupo particular de estudiantes.

Si bien, este estudio tiene como tópico fundamental el fenómeno de flotación de los cuerpos y la sucesión de decisiones curriculares e instruccionales desarrolladas por la profesora en torno a éste; se considera que el interés de esta demostración radica en resaltar la pertinencia y eficacia del uso de la CoRe como heurística para que los profesores identifiquen y desarrollen su Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido a partir de la reflexión de sus teorías personales a luz de la literatura basada en la investigación.

Con la finalidad de ilustrar al lector sobre las peculiaridades de cada una de las categorías; efectuaremos una exposición de los principales hallazgos realizados y que permiten dilucidar una serie de conclusiones que dan cuenta de la toma de decisiones curriculares e instruccionales. No obstante, hemos de señalar de forma reiterativa que entre cada categoría se evidencian límites difusos; es por esta razón que encontraremos similitudes aspectos similares en algunas interpretaciones.

Cabe resaltar, algunos aspectos fundamentales que se convirtieron en precursores del proceso de razonamiento y orientación de las acciones los cuales permitieron el diseño de las diferentes versiones del instrumento metodológico CoRe por parte de la profesora. Uno de ellos es la importancia que manifiesta la docente tienen los estudiantes para el acto educativo. Aspecto que no era desconocido para ella. Pero que en su dinámica de las actividades áulicas fue descartada, el devolverle el valor a este aspecto permitió centrar sus conocimientos adquiridos en lo pedagógico y disciplinar, fundamentando su enfoque constructivista para la toma de decisiones curriculares e instruccionales.

El segundo aspecto para resaltar, hace referencia al alto grado de compromiso y responsabilidad con su desarrollo profesional por parte de la profesora. Esto fue demostrado en el proceso de acompañamiento y fundamentación ganando en valor, autonomía, confianza entre muchas de las características para la toma de decisiones concernientes a la elaboración del instrumento metodológico en cuestión. Este gran alcance fue producto de la toma de conciencia por parte de la docente de sus fortalezas, habilidades, capacidades, conocimientos. Limitaciones y dificultades que fueron identificadas y explicitadas en el proceso de diseño y refinamiento de las diferentes versiones de la CoRe. Naturalmente, estas tareas y acciones fueron posible gracias al trabajo colaborativo y participativo de cada uno de los sujetos involucrados en este proceso de investigación

A continuación, daremos inicio a la descripción del primer componente del CTPC. En cuanto a la categoría de Orientación hacia la enseñanza de las ciencias, fue evidente que la profesora hace uso primordialmente del enfoque constructivista con sus elementos teóricos y metodológicos estos le permiten definir los objetivos, principios y metas del aprendizaje focalizados en las necesidades y características de sus estudiantes. Por lo tanto el conocimiento de las características de sus educados le permite identificar y explicitar haciéndose consiente de los diferentes elementos de la enseñanza (propósitos del aprendizaje, dificultades, concepciones alternativas, estrategias instruccionales, grandes ideas de la ciencias entre otras) teniendo en cuenta las relaciones de causa-efecto y la naturaleza abstracta de los contenidos. Con lo anterior, la enseñante está en la capacidad de plantear situaciones problema que toman como referencia la cotidianidad de sus educandos; buscando participación activa de cada uno de ellos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas acciones le permiten reconocer que no todas las situaciones pueden ser abordadas desde una perspectiva constructivista, por lo tanto,

cuando la situación no pueda ser ejemplificada de una forma cotidiana. Ella será capaz de plantear una orientación de la enseñanza centrada en lo convencional para luego ser vinculada con el mundo de la vida. Estos aprendizajes le permitirán a la docente a hacer uso del modelo Ciclo de Aprendizaje brindándole recursos para diseñar y secuenciar cada una de sus actividades dentro de este modelo.

En la categoría curriculum de las ciencias, la profesora fue capaz de apropiarse de un conjunto de elementos conceptuales, los cuales le permitieron seleccionar, secuenciar y articular ideas de forma vertical y horizontal respecto al curriculum de la ciencia, logro diseñar materiales de tipo instruccional el cual asiste a los estudiantes en la comprensión conceptual de la gran idea del fenómeno de flotación de los cuerpos.

Es necesario resaltar, que este resultado no se llevó a cabo espontáneamente, ya que la docente presento serias dificultades y restricciones en varios aspectos, uno de ellos fue el dividir las grandes ideas que hacen parte de la estructura del tópico en cuestión, ya que no reconocía lo sustantivo y sintáctico del fenómeno de flotación. Pero lejos de ser un obstáculo fue un motor que impulso su desarrollo profesional.

En cuanto, al categoría Comprensión de los estudiantes de un tópico específico de la ciencia, planteamos como producto del conjunto de reflexiones y discusiones llevadas a cabo sobre su práctica educativa; la enseñante fue consciente de los elementos de análisis para poder resolver los interrogantes de esta categoría del CTPC. Es así como, se interesa por identificar las limitaciones, dificultades y concepciones alternativas que tienen sus estudiantes para comprender las grandes ideas. De tal manera, que fue capaz de focalizarse en el diseño de actividades que permitieran tener en cuenta estos aspectos. De hecho, ella asume de forma crítica que muchas de estas falencias son de su competencia (falta de dominio disciplinar, su orientación hacia la enseñanza, el

desconocimiento de las estrategias instruccionales entre otras) y busca estrategias que favorezcan para superarlas.

En cuanto al conocimiento tecnológico y pedagógico para gestionar el aula medida que la docente participo del proceso de fundamentación y el diseño de las diferentes versiones de la herramienta metodológica CoRe. Efectivamente, esté escenario le permitió dar inicio al conocimiento de rutinas, estrategias y modelos de enseñanza, relacionando éstos con los componentes y capacidades que suministran los recursos digitales durante la administración y gestión del aula. Adicionalmente, considerar que los recursos tecnológicos (ej., software y hardware) juegan un papel crítico para el logro eficiente de la administración y gestión de aula. A fin de cuentas, esta articulación entre tecnología y pedagogía le permite a la profesora seleccionar recursos adecuados y ajustados a la naturaleza del tópico en cuestión y lograr los propósitos de la enseñanza, con la finalidad de fortalecer de manera didáctica cada una de las estrategias pedagógicas las cuales permiten la apropiación de un contenido.

Para la categoría conocimiento tecnológico del contenido la enseñante en su proceso de fundamentación reconoció que el conocimiento tecnológico del contenido hace referencia a la manera en la cual la tecnología y el contenido están recíprocamente relacionados. Por otro lado, ella comenzó a fundar la perspectiva que aunque la tecnología en algunas oportunidades y en algunos contextos es fuente de limitaciones tanto como tecnológicas y económicas. Es esta una potente herramienta para la representación y formulación de los tópicos planteados por las ciencias.

En segunda instancia, la docente fue capaz de comprender que además de tener una alta comprensión de lo sintáctico y sustantivo de la disciplina, se debe estar en la

capacidad de articular los tópicos específicos con las diferentes representaciones digitales que suministra el espectro tecnológico tales como: animaciones, videos, laboratorios virtuales, simuladores entre otros. Definitivamente, el desarrollo de este conocimiento le permitirá de una forma eficaz elegir los recursos digitales que se hallan alineados con las metas de la enseñanza y con la naturaleza del contenido específico. Y cuya finalidad será realizar la representación más adecuada en el escenario propicio.

En cuanto, a la categoría Estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia. La docente presento seria restricciones para el desarrollo de los aspectos de este ítem. Con el propósito de empezar a superar las anteriores restricciones del docente objeto de este proceso de investigación se programó una serie de sesiones donde la maestra en ejercicio y el profesor investigador deliberaban sobre los aspectos esenciales del tópico en cuestión “Fenómeno de flotación de los cuerpos”. De hecho, estas acciones le permitieron a la profesora empezar a identificar y explicitar bases del conocimiento, tales como: contenido disciplinar, dificultades y concepciones alternativas; estrategias y modelos de enseñanza (ej., POE, ciclo de aprendizaje), formas de representar y formular el tópico en cuestión. Las anteriores estrategias planteadas dieron lugar a que la profesora comenzara a identificar e internalizar los aspectos esenciales de las anteriores bases del conocimiento, las cuales le permitirán organizar y focalizar el diseño de las diferentes actividades de enseñanza y aprendizaje para estudiantes particulares de un tópico específico. Al mismo tiempo, serán insumos para direccionar los razonamientos de futuros profesores en cuanto la toma de decisiones instruccionales y de diseño.

En cuanto a la categoría de forma de evaluar las ideas, identificamos un conjunto de aspectos importantes con respecto a los usos y propósitos de la evaluación. En nuestro caso, se planteó de ser reconocida como un instrumento de medición y detección de errores a un elemento formativo. Lo cual permite direccionar el proceso de aprendizaje.

A partir de lo anterior, concluye que la evaluación debe ser una práctica de carácter formativo y continuo; la cual permita monitorear y detectar oportunamente las dificultades y fortalezas del proceso de enseñanza- aprendizaje permitiendo crear elementos para el mejoramiento. Adicionalmente, la docente reconoce que el valor formativo de la evaluación aplica en doble sentido es decir; que también ésta les permite a los profesores monitorear y reflexionar sobre su propia práctica con el ánimo de tomar decisiones curriculares e instruccionales coherentes con las metas educativas.

Por lo tanto, evidenciamos que el diseño progresivo y colaborativo del instrumento metodológico de la CoRe ofrece a los profesores en ejercicio la oportunidad de explicitar y reflexionar sobre los conocimientos que ellos tienen acerca de los diferentes elementos del proceso de enseñanza- aprendizaje. El uso de este instrumento, en asociación con el acompañamiento del profesor experto; le permitieron a la profesora hacer conscientes las situaciones restrictivas para la toma de decisiones curriculares e instruccionales. Paralelamente, el proceso de diseño de enseñanza del núcleo conceptual le proporcionó una serie de recursos teóricos necesarios para evaluar de manera objetiva su práctica educativa; dándole la posibilidad de desarrollar su Conocimiento Pedagógico del Contenido de las Ciencias. Finalmente, queremos señalar que si bien esta investigación nos permitió exponer una serie de hechos que respaldan el uso de la CoRe como estrategia metodológica para que los profesores identifiquen, expliciten y desarrollen el CTPC hipotético de un contenido específico; sería valioso que futuros estudios describieran el CTPC de este contenido en acción. De esta manera, se estaría contribuyendo a una mejor comprensión de las relaciones entre los diferentes elementos de enseñanza; a través de la contrastación y verificación entre lo *teórico* (hipotético) y lo práctico. Otro aspecto que podría ser de interés investigativo, se relaciona con el uso potencial del CTPC hipotético para el diseño de materiales curriculares y como ruta de

formación para los profesores de la Básica secundaria y en la media. El análisis de los elementos constitutivos de la CoRe, permitiría poner en consideración y hacer explícitas las razones que fundamentan las decisiones curriculares e instruccionales de los profesores de este nivel de escolaridad. Brindando la oportunidad de construir una propuesta curricular institucional, que articule las acciones del trabajo escolar de la Básica Primaria y Secundaria; favoreciendo el aprendizaje de los contenidos escolares y el alcance de las metas de formación en Ciencias. En la medida en que se proporcionen más datos sobre la puesta en práctica de esta propuesta metodológica, ésta podrá irse consolidando como elemento clave para el desarrollo del CTPC de los profesores de éste nivel de escolaridad y en consecuencia como herramienta para el mejoramiento de sus prácticas educativas



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abell, K., & Bryan, L. A. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 8 (3), 153-166.
- Abell, S. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405-1416.
- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2010). *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. Routledge Taylor & Francis Group. New York and London.
- Anderson, C.W., & Smith, E. L. (1987). Teaching science, en: V. Richardson-Koehler (ed.) *Educators' Handbook. A research perspective* (pp. 84 - 111). New York: Longman.
- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33, 1-25.
- Ausubel D.P., J.D. Novak, H., & Hanesian. (1978). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas
- Baillo, M. y Carretero, M. (1997) Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación. En M. Carretero (comp.), *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Ball, D.L., & Cohen, D.K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education, en G. Sykes & L. Darling-Hammond, *Teaching as the Learning Profession: Handbook of Policy and Practice* (pp. 3-32) San Francisco: Jossey-Bass.
- Ball, D. L. & McDiarmid, G. W. (1990). The subject matter preparation of teachers. En W. R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 437-449). New York: Macmillan.
- Barral, F.M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 244-250.
- Bell, J. (1999). *Doing your research project*. Berkshire, UK: Open University Press.
- Berry, A., Loughran, J., & van Driel, J. H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1271-1279.
- Bertram A., & Loughran, J. (2012). Science teachers' views on CoRes and PaP-eRs as a framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. *Research in Science Education*, 42, 1027-1047.
- Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 1929.
- Bruce, B. C. (1997). Literacy technologies: What stance should we take? *Journal of Literacy Research*, 29(2), 289-309.

- Bryman, A. (2008). *Social Research Methods* (3rd ed.). New York: Oxford University
- Campanario, J. M. (2003). De la necesidad virtud: cómo aprovechar los errores e imprecisiones de los libros de texto para enseñar Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 161-172.
- Candela, B. F. (2012). La captura, la documentación y la representación del CPC de un profesor experimentado y “ejemplar” acerca del núcleo conceptual de la discontinuidad de la materia (Tesis de maestría). Universidad del Valle, Cali.
- Candela-Rodríguez, B.F., & Viáfara-Ortiz, R. (2014). *Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC*. Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali
- Candela-Rodríguez, B.F., & Viáfara-Ortiz, R. (2014). Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Num 35.p.89-111.
- Candela, Rodríguez, B.F (2016a). La Ciencia del diseño educativo. Cali: Universidad del Valle.
- Candela, B. (2016b). El diseño de la CoRe: Una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. *Revista Boletín Redipe*, 5(9), 146-167.
- Candela, B. (en prensa). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (RECO) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Ens Aprend Cienc.* 1-16
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E. & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074-1079.
- Clandinin, D. J., & Connelly, F.M. (Eds.) (1995). *Teachers' professional knowledge landscapes*. New York: Teachers College Press.
- Clermont, C.; Borko, H., & Krajcik, J. (1994). Comparative study of the pedagogical content Knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419-441.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). New York: Routledge.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research. Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Denzin, N. (1970). *Sociological Methods: a Source Book*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Dewey, J. & Bentley, A. F. (1949). *Knowing and the known*. Boston: Beacon.
- Dewey, J. (2004). *Experiencia y Educación*. Traducción de L. Luzuriaga. Madrid: Bibliotecanueva. (Trabajo original publicado en 1939).
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science education*, 5(1), 61-84.

- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 4(4), 532-550.
- Eisner, E.W. (1998). *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Barcelona: Paidós.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. New York: Nichols Publishing Company.
- Erickson, F. (1998). Qualitative research methods for science education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 1155–1174). Dordrecht: Kluwer.
- Feiman-Nemser. (2001). From preparation to practice: designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, (103), (6), 1013-1055.
- García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias, Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Magisterio.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548–554.
- Gess-Newsome, J. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 51-94). Dordrecht: Kluwer.
- Glaser, B. G., & Holton, J. (2004). Remodeling Grounded Theory. In *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*. Retrieved June 1, 2006, from <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/2-04/2-04glaser-e.htm>
- Grossman, P. L. (1990). *Making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Grossman, P.L., Wilson, S., & Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: El conocimiento de la materia para la enseñanza. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2)
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park: Sage.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1982). "Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry". *Educational Communications and Technology Journal*, 232-252.
- Gudmundsdóttir, S., & Shulman, L. (2005). Conocimiento Pedagógico del Contenido en ciencias sociales. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2), 1-12.
- Gunstone, R. F. & White, R. T. (1981). Understanding of gravity. *Science education*, 65(3), 291-299.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*, 27, 323–337.
- Hernández, R., Fernández C. & Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

- Hollon, R. E., Roth, K. J. & Anderson, C. W. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. *Advances in Research on teaching*, 2, 145-185.
- Hume, A. (2010). CoRes as Tools for Promoting Pedagogical Content Knowledge of Novice Science Teachers Chemistry Education in New Zealand, 119, 13-19.
- Hume A. (2011). Using collaborative CoRe design in chemistry education to promote effective partnerships between associate and student teachers Chemistry Education in New Zealand 13-20.
- Hume, A., & Berry, A. (2011). Constructing CoRes – a strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41, 341–355.
- Hume A., & Berry A. (2013). Enhancing the Practicum Experience for Pre-service Chemistry Teachers Through Collaborative CoRe Design with Mentor Teachers. *Research in Science Education*, 43, 2107-2136
- Johnstone, A. H. (1982). Macro-and micro chemistry, *School Science Review*, 64(227), 377-379
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry. Logical or psychological? *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 5-15,
- Johnstone A. H. (2010). You can't get there from here, *J. Chem. Educ.*, 87(1), 22–29.
- Keeves, J. P. (1998). Methods and processes in research in science education. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 1127–1153). Dordrecht: Kluwer.
- Korthagen, F. A. J. (2010). Situated learning theory and the pedagogy of teacher education: towards an integrative view of teacher behavior and teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, 26, 98–106.
- Kuhn, T. (1977). *The essential tension*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lawson, A.E.; Abraham, M.R., & Renner, J.W. (1989) .A theory instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. Cincinnati, OH: National Association for Research in Science Teaching (NARSST).
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12, 91–113.
- Leinhardt, G., & Smith, D. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247-271
- Lortie, D. (1975). *School teacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Loughran, J., Gunstone, R., Berry, A., Milroy, P., & Mulhall, P. (2000). Science cases in action: developing an understanding of science teachers' pedagogical content

- knowledge. A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, April, 2000, 1-36.
- Loughran, J. Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Berry, A., & Mullhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301–1320.
- Madrigal, A. & Slisko, J. (2010). Un frasco flota en el agua y se hunde en el aceite: ¿cómo los alumnos de bachillerato explican tales hechos y qué predicen para una situación más compleja? *Latin American Journal of Physics Education*, 4(2), 408-414.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Maturano, C., Mazzitelli, C., Núñez, G. & Pereira, R. (2005). Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-26.
- Mazzitelli, C., Maturano, C, Núñez, G. & Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 33- 50.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. doi:10.1111/j.1467- 9620.2006.00684.x
- Moon, J. A. (1999). *Learning journals. A handbook for academics, students and professional development*. London: Kogan Page.
- Mulhall, P., Berry, A., & Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 4(2), 1–25.
- MEN, Ministerio de Educación Nacional (1998). “Lineamientos Curriculares”, Bogotá. pp. 57.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281–1299.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2011). Exploring the Developing of Pre-service Science Elementary Teachers' pedagogical Content Knowledge *International Journal of Science Education*,

- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Nuthall, G. (1997). Understanding student thinking and learning in the classroom. In B. Biddle, T. Good, & I. Goodson (Eds.), *The International Handbook of Teachers and Teaching* (pp. 1–90). Dordrecht: Kluwer.
- Otessen, E. (2007). Teachers “in the making”: building accounts of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23, 612–623.
- Padilla, K., Ponce-de-Leon, A. M., Rembado, F. M., & Garritz, A. (2008). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of ‘amount of substance’. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1389–1404.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: Sage.
- Pérez, A. (2016). El diseño de la “CoRe”: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de la química de profesores en formación (Tesis de maestría). Universidad Del Valle, Cali, Colombia.
- Porlán, R., Rivero, A., & Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 155-171. .
- Ruiz, T. (2017). El diseño de la "CoRe": una estrategia metodológica para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de una profesora de básica primaria sobre el núcleo conceptual de la nutrición humana (Tesis de maestría) Universidad Del Valle, Cali, Colombia.
- Rollnick, M., Bennett, J., Rhemtula, M., Dharsey, N., & Ndlovu, T. (2008). The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: A case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1365–1387.
- Rosenblatt, L. M. (1978). *The reader, the text, the poem: The transactional theory of literary work*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Shayer, M., & Adey, P. (1986). *La ciencia de enseñar ciencias: Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea.
- Schwab, J. (1971). The Practical: Arts of Eclectic. *The School Review*, 79(4), 493-542.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, (15), (2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform *Harvard Educational Review*, 57(1), 1- 22.
- Shulman, L. (2001). Conocimiento y enseñanza. *Estudios públicos*, 83, 163-196.
- Shulman, L. (2001). Appreciating good teaching: A conversation with Lee Shulman. *Educational Leadership*, 58(5), 6-11.

- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. España: Morata
- Strauss, A. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge, Reino Unido: University of Cambridge Press.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la Investigación Cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. (E. Zimmerman, Trad.). Medellín: Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquía. (Trabajo original publicado en 1990)
- Valbuena, E. O. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las Concepciones Disciplinarias y Didácticas de Futuros Docentes de la Universidad Pedagógica Nacional*. Madrid.
- Van Driel, J. H., Verloop, N. & De Vos, W. (1998). Developing science teacher's pedagogical content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Verloop, N., Van Driel, J., & Meijer, P. (2002). Teacher knowledge and knowledge base of teaching. *International Journal Educational Research*, 35, 441-461.
- Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science, en: D. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 104-124). London: Casell.
- Webb, M., & Jones, J. (2009). Exploring tensions in developing assessment for learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 16(2), 165–184.
- Wilson, S.; Shulman, L.S., & Richert, A. E. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching, en J. Calderhead (ed.), *Exploring teachers' thinking* (104-124). London: Casell.

## ANEXO A.

## Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPCK)

Profesora: Eliana María Bolaños.

## CoRe No. 1 FLOTACION GRADO 6°

FLOTACION.			
	IDEA No.1	IDEA No.2	IDEA No.3
	<p><b>“TODOS LOS CUERPOS NO FLOTAN DE LA MISMA FORMA SOBRE UNA SUPERFICIE LIQUIDA.”</b></p> <p>Cuando se colocan objetos de diferentes materiales y diferentes características se observa que algunos se mantienen en la superficie del líquido y otros se hunde.</p>	<p><b>“LOS CUERPOS LIVIANOS FLOTAN POR QUE NO TIENEN MUCHO PESO, LOS CUERPOS PESADOS SE HUNDEN POR QUE TIENEN MAS PESO.”</b></p> <p>Los objetos con menor peso siempre flotan en las superficies liquidas, los objetos con mayor peso siempre se hunde.</p>	<p><b>“LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES INCIDEN EN EL FENOMENO DE FLOTACION DE LOS OBJETOS.”</b></p> <p>La flotación de un objeto depende de la forma y de su composición.</p>
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pretende a través de diferentes actividades experimentales que los estudiantes comprendan que los objetos pueden flotar o hundirse en las superficies liquidas.</li> <li>• Se explicara con actividades experimentales conceptos como densidad, propiedades físicas y químicas de los objetos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se definirá peso, masa y se compararan algunos objetos livianos y pesados y se tratara de relacionar estos conceptos con el fenómeno de flotación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se relacionara las propiedades físicas y químicas de los objetos y si estas tienen alguna relación con el fenómeno de flotación de los objetos.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explicara qué características permiten que algunos objetos floten y otros se hundan,</li> </ul>		
2. ¿Por qué es importante que los alumnos aprendieran por comprensión conceptual esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes deben estar en la capacidad de explicar fenómenos que suceden en la vida cotidiana uno de ellos es el fenómeno de flotación. La explicación de este fenómeno le permitirá reconocer las características de los estados de la materia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A través de la solución a esta idea nos permitirá diferenciar entre peso y masa de los objetos.</li> <li>Nos permitirá definir algunos conceptos de propiedades de la materia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta idea nos permite reconocer las propiedades físicas y químicas de los materiales.</li> <li>Como las propiedades químicas y físicas de los objetos inciden en los comportamientos de los objetos ante los diferentes fenómenos naturales.</li> </ul>
3. ¿Con qué otros conceptos o temas relacionaste esa idea?	<p>Química- Física.</p> <p>Estados de la materia.</p> <p>Características de estados líquidos.</p> <p>Características de los sólidos.</p> <p>Enlaces.</p>	<p>Propiedades físicas de la materia.</p> <p>Peso.</p> <p>Masa</p> <p>Volumen.</p> <p>Densidad.</p> <p>Propiedades químicas de la materia.</p>	<p>Principio de Arquímedes.</p> <p>Fuerza de empuje.</p>
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones que tuvo en la enseñanza y aprendizaje de esta idea, tanto a nivel particular (la esencia del concepto) y general de la enseñanza ciencias (que involucra a todas las ciencias:	<p>General mente los estudiantes presentan dificultades en diferenciar propiedades física y químicas de los objetos y como estas inciden en el comportamiento de los objetos.</p>		

física, química y biología) y otras dificultades encontradas.			
5. ¿Qué concepciones alternativas de los estudiantes tuviste en cuenta para la enseñanza y aprendizaje de esta idea y detectaste durante este proceso?	<p>Los estudiantes desconocen algunas de las diferencias entre masa y peso, desconocen el concepto de densidad. Por esta razón no definen el fenómeno de flotación y por qué flotan o se hunde los objetos.</p> <p>Es necesario plantear estrategias para que el estudiante reconozca.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Característica de los estados de la materia.</li> <li>2. Propiedades físicas de la materia</li> <li>3. Propiedades químicas de la materia.</li> <li>4. Densidad</li> <li>5. Principio de Arquímedes</li> <li>6. Fuerza de empuje.</li> </ol>		
6. ¿Cómo organizó y gestionó la enseñanza de esta idea en el aula?	<p>Para la enseñanza de estas ideas se tendrán en cuenta las ideas previas de los estudiantes sobre la materia, composición de la materia, estados de la materia. Se realizara actividades experimentales que permitan indagar conceptos previos sobre la materia y sus propiedades.</p>		
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleó para planeación y gestión del aprendizaje de la idea en consideración?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher</li> </ul>

<p>8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea en cuestión?</p>	<p>Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>	<p>. Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>	<p>Digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos.</li> <li>• Documentos Word.</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul> <p>No digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio.</li> <li>• Tablero.</li> <li>• Ayudas didácticas como juegos.</li> <li>• Guías.</li> <li>• Libros.</li> <li>• Biblioteca.</li> </ul>
<p>9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento aprovechando sus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su</p>

	habilidades en el uso de nuevas tecnologías,	aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías,	conocimiento aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías,
10. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales empleó con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?	<p>Elaboración de un blog y un video clip sobre la idea planteada.</p> <p>Se tienen en cuenta las habilidades de los estudiantes y en el desarrollo de estas propuestas el estudiante puede utilizar otras estrategias para superar sus dificultades, la elaboración de un blog permitirá que el joven indague más sobre la idea y en la elaboración del video clip el joven demuestra sus nuevas concepciones sobre el concepto o la idea.</p> <p>Es necesario tener en cuenta las NNE de los estudiantes para su aprendizaje en cada una de estas ideas.</p>	<p>Elaboración de un blog y un video clip sobre la idea planteada.</p> <p>Se tienen en cuenta las habilidades de los estudiantes y en el desarrollo de estas propuestas el estudiante puede utilizar otras estrategias para superar sus dificultades, la elaboración de un blog permitirá que el joven indague más sobre la idea y en la elaboración del video clip el joven demuestra sus nuevas concepciones sobre el concepto o la idea.</p> <p>Es necesario tener en cuenta las NNE de los estudiantes para su aprendizaje en cada una de estas ideas.</p>	<p>Elaboración de un blog y un video clip sobre la idea planteada.</p> <p>Se tienen en cuenta las habilidades de los estudiantes y en el desarrollo de estas propuestas el estudiante puede utilizar otras estrategias para superar sus dificultades, la elaboración de un blog permitirá que el joven indague más sobre la idea y en la elaboración del video clip el joven demuestra sus nuevas concepciones sobre el concepto o la idea.</p> <p>Es necesario tener en cuenta las NNE de los estudiantes para su aprendizaje en cada una de estas ideas.</p>
11. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las	Se plantearan grupos de trabajo, donde se tendrán en cuenta los preconceptos, las ideas previas de los estudiantes. Se permitirá que los estudiantes en los diferentes grupos de trabajo realicen procedimientos de indagación. Se utilizara		

razones particulares de su uso con esta idea).	metodología por resolución de problemas. Se planteara problemas que en la dinámica de la clase le permita la resolución de los mismos.		
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Práctica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final</li> </ul>

## ANEXO B.

## Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPCK)

Docente: Eliana Maria Bolaños

## CoRe No.2 de FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS.

FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS.				
	IDEA No.1	IDEA No.2	IDEA No.3	IDEA No.4
	<i>“El volumen, la masa y la forma de un cuerpo establecen las condiciones para que este flote o se hunda.”</i>	<i>“Cuando el peso del barco y la fuerza de empuje del agua están en equilibrio, un cuerpo flota”</i>	<i>“Entre mayor sea el área de sustentación de un cuerpo, mayor será su capacidad de flotación.”</i>	<i>“El material del que están hechos los cuerpos influye en la fuerza de empuje del agua”</i>
1. ¿Qué intentaba que aprendieran los alumnos alrededor de esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerar otras características de los cuerpos, además de su peso que determinan las condiciones para que estos floten o se hundan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La fuerza que ejerce el agua sobre los cuerpos haciendo que estos floten o disminuya su peso cuando son introducidos en ella.</li> <li>Para que un cuerpo flote debe existir un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La parte que se encuentra en contacto con el agua se llama área de sustentación y entre mayor sea esta el peso será repartido manteniendo el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A pesar de que un cuerpo tenga el mismo volumen pueden pesar diferente y al ser sumergidos en el agua también su</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como los barcos están contruidos para flotar en el agua, a pesar de su gran peso.</li> <li>• Identificar la masa, el peso y el volumen de cuerpos que flotan o se hunden.</li> <li>• Determinar si un cuerpo flota o se hunde, comparando la densidad de un cuerpo y la densidad del agua.</li> </ul>	<p>equilibrio entre las fuerzas del objeto (Peso) y del agua (fuerza de empuje).</p> <p>El principio de Arquímedes:</p> <p>“La pérdida de peso que experimenta un cuerpo es igual al valor del peso del volumen del líquido desalojado.”</p>	<p>equilibrio, (ejemplo barcos trasatlánticos, planchones...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La presión del barco sobre el agua disminuye entre mayor sea el área de sustentación.</li> </ul>	<p>lectura será diferente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimento de Arquímedes.</li> </ul>
<p>2. ¿Por qué es importante que los alumnos aprendieran por comprensión conceptual esta idea?</p>	<p>Comprender el fenómeno de flotación de los cuerpos a través de representaciones y actividades experimentales que permita a los estudiantes hacer inferencias, predicciones, formular hipótesis y comprobarlas.</p>	<p>Los estudiantes necesitan considerar el empuje como una fuerza fundamental que tiene que ver con el hecho de que los cuerpos floten o se hunden.</p> <p>Comprender que dos cuerpos se encuentran en equilibrio cuando sus fuerzas son contrarias e iguales.</p>	<p>Comprender aspectos del fenómeno que le serán útiles en la vida cotidiana; como</p> <p>-Viajar en un barco grande será más seguro que en uno pequeño.</p>	

	Explicar fenómenos naturales y actividades cotidianas a través de actividades experimentales.			
3. ¿Con qué otros conceptos o temas relacionaste esa idea?	Volumen, masa, peso, densidad, presión, propiedades físicas y químicas de la materia, principio de Arquímedes			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones que tuvo en la enseñanza y aprendizaje de esta idea, tanto a nivel particular (la esencia del concepto) y general de la enseñanza ciencias (que involucra a todas las ciencias: física, química y biología) y otras dificultades encontradas.	<p><b>Bajo nivel de representación gráfica del fenómeno.</b></p> <p>No es posible elaborar de manera correcta la representación de un diagrama en el que se evidencie que un cuerpo flota (sin incluir las fuerzas) ya sea cuando se le suministra información acerca de los valores de las densidades del cuerpo y del fluido o cuando sin dársele el dato se le pide que lo haga de acuerdo a su experiencia. (Silva. 2.014)</p>	<p><b>Creencias equivocadas en torno a conceptos como fuerza y empuje.</b></p> <p>En sistemas en equilibrio no actúan fuerzas y por lo tanto <i>no hay empuje</i> por lo tanto no puede haber volumen sumergido.</p> <p>También se encuentra el hecho de que un cuerpo que flota no pesa.</p> <p><i>No se reconoce de manera directa el concepto de empuje.</i> (Silva. 2.014)</p>	<p><b>Baja relación o vinculación de las experiencias de la vida cotidiana</b></p> <p>Se aprecia que las experiencias de la vida cotidiana no proporcionan la información suficiente para que cada uno comprenda su entorno inmediato, por cuanto a pesar de observar cosas como la flotación de los barcos, o la flotación de un cubo de hielo no lo asocian con el fenómeno de la flotación de los cuerpos. (Silva. 2.014)</p>	



	Se asocia la flotación con la idea de que el peso del cuerpo sumergido, es el único responsable de este, pero <i>se desconoce la relación con el volumen sumergido o por lo menos no se hace explicita.</i> (Silva. 2.014)			
5. ¿Qué concepciones alternativas de los estudiantes tuviste en cuenta para la enseñanza y aprendizaje de esta idea y detectaste durante este proceso?	<p>Los estudiantes desconocen algunas de las diferencias entre masa y peso, desconocen el concepto de densidad. Por esta razón no definen el fenómeno de flotación y por qué flotan o se hunde los objetos.</p> <p>Es necesario plantear estrategias para que el estudiante reconozca.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Característica de los estados de la materia.</li> <li>2. Propiedades físicas de la materia</li> <li>3. Propiedades químicas de la materia.</li> <li>4. Densidad</li> <li>5. Principio de Arquímedes</li> <li>6. Fuerza de empuje.</li> </ol>			
6. ¿Cómo organizó y gestionó la enseñanza de esta idea en el aula?	Para la enseñanza de estas ideas se tendrán en cuenta las ideas previas de los estudiantes sobre la materia, composición de la materia, estados de la materia. Se realizara actividades experimentales que permitan indagar conceptos previos sobre la materia y sus propiedades.			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleó para planeación y gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos Word</li> <li>• Presentación ppt.</li> </ul>

del aprendizaje de la idea en consideración?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación ppt.</li> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos</li> <li>• Excel</li> <li>• publisher.</li> </ul>
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizó con el fin de representar y formular la idea en cuestión?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Videos: de you tube</li> <li>2. Simulador</li> </ol> <p>Se utilizarán las siguientes formas No digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero</li> <li>• Libros</li> <li>• Documentos y manuales impresos</li> <li>• Prueba de olor en el agua</li> <li>• Diagramas de flujo</li> <li>• Actividades experimentales.</li> <li>• Recolección de datos cualitativa de datos</li> <li>• Prácticas de química ambiental.</li> </ul>			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores,				

<p>laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizó para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyó dicha intención de diseño?</p>	<p>Prezi: Es una aplicación multimedia para la creación de presentaciones similar a Microsoft Office PowerPoint o a Impress de LibreOffice pero de manera dinámica y original. La versión gratuita funciona solo desde Internet y con un limitante de almacenamiento.</p> <p>Powtoon: Es una plataforma para la creación de animaciones y presentaciones en vídeo. Es una herramienta muy útil para captar la atención de la audiencia y para dar a conocer y potenciar una marca.</p> <p>Smartdraw: Es una plataforma que permite diseñar diagramas de flujo para toda clase de necesidades.</p> <p>Skype: Herramienta que permite interactuar de manera audiovisual para exponer documentos.</p> <p>Videos: Medios audiovisuales que facilitan la visualización de procesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar la construcción de blogs por parte de los estudiantes.</li> <li>• Laboratorios virtuales sobre el fenómeno de flotación de diferentes objetos.</li> <li>• Elaboración de videos explicativos sobre el fenómeno de flotación y su aplicación.</li> </ul> <p>Cada una de estas herramientas permitirá trabajo colaborativo y participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento aprovechando sus habilidades en el uso de nuevas tecnologías,</p>
---	---

<p>10. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales empleó con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?</p>	<p>Elaboración de un blog y un video clip sobre la idea planteada.</p> <p>Se tienen en cuenta las habilidades de los estudiantes y en el desarrollo de estas propuestas el estudiante puede utilizar otras estrategias para superar sus dificultades, la elaboración de un blog permitirá que el joven indague más sobre la idea y en la elaboración del video clip el joven demuestra sus nuevas concepciones sobre el concepto o la idea.</p> <p>Es necesario tener en cuenta las NNE de los estudiantes para su aprendizaje en cada una de estas ideas.</p>
--	--

<p>11. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).</p>	<p>Se plantearan grupos de trabajo, donde se tendrán en cuenta los preconceptos, las ideas previas de los estudiantes. Se permitirá que los estudiantes en los diferentes grupos de trabajo realicen procedimientos de indagación. Se utilizara metodología por resolución de problemas. Se planteara problemas que en la dinámica de la clase le permita la resolución de los mismos.</p>			
<p>12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Práctica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de aprendizaje.</li> <li>• Practica de laboratorio.</li> <li>• Sustentación oral.</li> <li>• Sustentación escrita.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición del tema.</li> <li>• Exámenes cortos.</li> <li>• Examen valorativo final.</li> </ul>
--	--	--	--	--

#### REFERENCIAS

GARCIA. E.; ZAMBRANO. A.; VIAFARA. R. “Construcción Del Conocimiento Científico En Torno A Las Ciencias Naturales”

Grupo De Educación Y Pedagogía Universidad Del Valle. 2004

SILVA M. “Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con la flotabilidad a partir de experimentos y simulaciones de computador, con estudiantes de grado noveno.” Tesis. Universidad Nacional. Bogotá. 2014

FURIO. C. “problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico” Enseñanza de las ciencias. 2.007

Link de la CoRe # 3 y Material de Diseño: <https://drive.google.com/drive/recent>



## ANEXO C.

## Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPCK)

Profesor: Eliana Bolaños.

## CoRe No.3 de FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS.

FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS.				
	IDEA No.1	IDEA No.2	IDEA No.3	IDEA No.4
	<i>“El volumen, la masa y la forma de un cuerpo establecen las condiciones para que este flote o se hunda.”</i>	<i>“Cuando el peso del barco y la fuerza de empuje del agua están en equilibrio, un cuerpo flota”</i>	<i>“Entre mayor sea el área de sustentación de un cuerpo, mayor será su capacidad de flotación.”</i>	<i>“El material del que están hechos los cuerpos influye en la fuerza de empuje del agua”</i>
1. ¿Qué intentaba que aprendieran los alumnos alrededor de esta idea?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar otras características de los cuerpos, además de su peso que determinan las condiciones para que estos floten o se hundan.</li> <li>• Como los barcos están contruidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza que ejerce el agua sobre los cuerpos haciendo que estos floten o disminuya su peso cuando son introducidos en ella.</li> <li>• Para que un cuerpo flote debe existir un equilibrio entre las fuerzas del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La parte que se encuentra en contacto con el agua se llama área de sustentación y entre mayor sea esta el peso será repartido manteniendo el equilibrio, (ejemplo barcos trasatlánticos, planchones...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A pesar de que un cuerpo tenga el mismo volumen pueden pesar diferente y al ser sumergidos en el agua también su lectura será diferente.</li> <li>• Experimento de Arquímedes.</li> </ul>



	<p>para flotar en el agua, a pesar de su gran peso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la masa, el peso y el volumen de cuerpos que flotan o se hunden.</li> <li>• Determinar si un cuerpo flota o se hunde, comparando la densidad de un cuerpo y la densidad del agua.</li> </ul>	<p>objeto (Peso) y del agua (fuerza de empuje). El principio de Arquímedes:</p> <p>“La pérdida de peso que experimenta un cuerpo es igual al valor del peso del volumen del líquido desalojado.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La presión del barco sobre el agua disminuye entre mayor sea el área de sustentación.</li> </ul>	
<p>2. ¿Por qué es importante que los alumnos aprendieran por comprensión conceptual esta idea?</p>	<p>Comprender el fenómeno de flotación de los cuerpos a través de representaciones y actividades experimentales que permita a los estudiantes hacer inferencias, predicciones, formular hipótesis y comprobarlas.</p> <p>Explicar fenómenos naturales y actividades cotidianas a través de actividades experimentales.</p>	<p>Los estudiantes necesitan considerar el empuje como una fuerza fundamental que tiene que ver con el hecho de que los cuerpos floten o se hunden.</p> <p>Comprender que dos cuerpos se encuentran en equilibrio cuando sus fuerzas son contrarias e iguales.</p>	<p>Comprender aspectos del fenómeno que le serán útiles en la vida cotidiana; como</p> <p>Viajar en un barco grande será más seguro que en uno pequeño.</p>	<p>Asociar el volumen, la forma y el material con el empuje. Según García (2004) los estudiantes deben comprender que el material ideal para construir un barco es aquel que se puede considerar más liviano; por ejemplo la madera (Usada en la antigüedad). Sin embargo esta se daña con el tiempo. El material que se utiliza en la construcción de los barcos hoy es el acero, que presenta más peso pero mayor durabilidad.</p>

3. ¿Con qué otros conceptos o temas relacionaste esa idea?	Volumen, masa, peso, densidad, fuerza de empuje del agua, superficie de sustentación		
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones que tuvo en la enseñanza y aprendizaje de esta idea, tanto a nivel particular (la esencia del concepto) y general de la enseñanza ciencias (que involucra a todas las ciencias: física, química y biología) y otras dificultades encontradas.	<p><b>Bajo nivel de representación gráfica del fenómeno.</b></p> <p>No es posible elaborar de manera correcta la representación de un diagrama en el que se evidencie que un cuerpo flota (sin incluir las fuerzas) ya sea cuando se le suministra información acerca de los valores de las densidades del cuerpo y del fluido o cuando sin dársele el dato se le pide que lo haga de acuerdo a su experiencia. (Silva. 2.014)</p> <p>Se asocia la flotación con la idea de que el peso del cuerpo sumergido, es el</p>	<p><b>Creencias equivocadas en torno a conceptos como fuerza y empuje.</b></p> <p>En sistemas en equilibrio no actúan fuerzas y por lo tanto <i>no hay empuje</i> por lo tanto no puede haber volumen sumergido.</p> <p>También se encuentra el hecho de que un cuerpo que flota no pesa.</p> <p><i>No se reconoce de manera directa el concepto de empuje.</i> (Silva. 2.014)</p>	<p><b>Baja relación o vinculación de las experiencias de la vida cotidiana</b></p> <p>Se aprecia que las experiencias de la vida cotidiana no proporcionan la información suficiente para que cada uno comprenda su entorno inmediato, por cuanto a pesar de observar cosas como la flotación de los barcos, o la flotación de un cubo de hielo no lo asocian con el fenómeno de la flotación de los cuerpos. (Silva. 2.014)</p>

	<p>único responsable de este, pero <i>se desconoce la relación con el volumen sumergido o por lo menos no se hace explícita.</i> (Silva. 2.014)</p>		
<p>5. ¿Qué concepciones alternativas de los estudiantes tuviste en cuenta para la enseñanza y aprendizaje de esta idea y detectaste durante este proceso?</p>	<p>Como en la mayoría de las concepciones alternativas, las experiencias sensoriales juegan un papel muy importante (Driver y Erickson 1983). La flotación de los cuerpos es un fenómeno con el que estamos muy familiarizados desde pequeños, del que tenemos numerosos registros sensoriales sin haber reflexionado sobre el conjunto del problema.</p> <p>La falta de peso de los cuerpos como causa de su flotabilidad (Furió, Solbes y Carrascosa 2006).</p> <p>Vvv</p>	<p>Existe una concepción alternativa bien conocida en mecánica que ha sido investigada por numerosos autores (Clement 1982, McDermott 1984) y que se puede resumir en que los alumnos creen que «tiene que haber fuerzas actuando sobre los cuerpos en movimiento, en la dirección de dicho movimiento, y no existen fuerzas actuando sobre los cuerpos en equilibrio». Como cuando los cuerpos están flotando existe equilibrio, se puede creer que no existen fuerzas actuando sobre ellos y por tanto al no haber empuje, no tiene por qué haber volumen sumergido.</p>	<p>Utilizar la relación <math>m/V</math> para justificar los fenómenos relacionados con la flotación de los cuerpos. (No obstante, algunas explicaciones de niños de 8 años están muy próximas a esta idea: "... cuando la plastilina se modela en forma de cuenco flota porque hace un mayor agujero en el agua que cuando tiene forma de bola y el agua le da así un mayor empuje hacia arriba" (Carretero 1980).</p>

	<p>Havu-Nuutinen (2012) señala que, en la justificación de fenómenos como la flotación de los cuerpos, los estudiantes con edades comprendidas entre los 15 y 17 años recurren en pocas ocasiones al concepto de densidad y muchas al peso o a la masa de los cuerpos que flotan. De modo que, aunque los fenómenos relativos a la flotabilidad de los cuerpos sean algo cotidiano, ofrecer una explicación adecuada desde el punto de vista físico, puede resultar complejo para muchos estudiantes (Joung 2009).</p>		
<p>6. ¿Cómo organizó y gestionó la enseñanza de esta idea en el aula?</p>	<p>Teniendo en cuenta la problemática presentada por Silvia (2014) en la que destaca la baja relación o vinculación de las experiencias sobre el fenómeno de flotación de los cuerpos a aspectos de la vida cotidiana. Se plantea el desarrollo de una intervención fundamentada en el (ABP) Aprendizaje Basado en Problemas, que permite a los participantes del proceso Identificar un problema, plantear hipótesis, diseñar un proceso de investigación, analizar, comunicar unos resultados y evaluar el proceso de investigación que propusieron. Con esta metodología los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y el papel del docente es de orientador y guía. A la vez que desarrolla responsabilidad y autonomía para resolver determinados retos a través del fortalecimiento de habilidades para trabajar en equipo.</p>		

	(Ver anexo No.1)	
<p>7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleó para planeación y gestión del aprendizaje de la idea en consideración?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planteamiento del problema: Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicad en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Se utilizaron procesadores de textos en Word.</li> <li>6. Documentos en ppt, Excel, Publisher</li> <li>7. Videos de youtube.</li> </ol>	
<p>8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizó con el fin de representar y formular la idea en cuestión?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicada en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Simulador en tiempo real (2horas, 40 minutos) de hundimiento del Titanic. <a href="https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/">https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/</a></li> </ol>	<p>Se utilizarán las siguientes formas no digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero</li> <li>• Libros</li> <li>• Documentos y manuales impresos</li> <li>• Actividades experimentales.</li> </ul>

	6. Presentaciones en Prezi y powntoon. <a href="https://www.powtoon.com">https://www.powtoon.com</a>		
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizó para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyó dicha intención de diseño?	<p>Prezi: Es una aplicación multimedia para la creación de presentaciones similar a Microsoft Office PowerPoint o a Impress de LibreOffice pero de manera dinámica y original. La versión gratuita funciona solo desde Internet y con una limitante de almacenamiento.</p> <p>Powtoon: Es una plataforma para la creación de animaciones y presentaciones en vídeo. Es una herramienta muy útil para captar la atención de la audiencia y para dar a conocer y potenciar una marca.</p> <p>Smartdraw: Es una plataforma que permite diseñar diagramas de flujo para toda clase de necesidades.</p> <p>Skype: Herramienta que permite interactuar de manera audiovisual para exponer documentos.</p> <p>Videos y audio: Medios audiovisuales que facilitan la visualización de procesos experimentales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noticia <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></li> <li>2. Simulador de flotabilidad. <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></li> <li>3. Smart Art. Formato de seguimiento. Ubicada en el Drive.</li> <li>4. Rubricas para autoevaluación del proceso de investigación y trabajo en equipo. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a></li> <li>5. Simulador en tiempo real (2horas, 40 minutos) de hundimiento del Titanic. <a href="https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/">https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/</a></li> <li>6. Presentaciones en Prezi y powntoon. <a href="https://www.powtoon.com">https://www.powtoon.com</a></li> </ol>		
10. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales empleó con el fin de ayudar a los estudiantes a superar	<b>Bajo nivel de representación gráfica del fenómeno. Silvia (2014).</b>	<b>Creencias equivocadas en torno a conceptos como fuerza y empuje. Silvia (2014)</b>	<b>Baja relación o vinculación de las experiencias de la vida cotidiana.</b>

<p>sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?</p>	<p>Amadeu (2013) mostró algunos resultados importantes en la utilización de simulaciones en la enseñanza de la física y destaca la importancia que tiene su utilización en el aula. Para ello se empleará Flotación: hace parte del conjunto de aplicaciones que la universidad de colorado elabora y que pone a disposición del público de manera gratuita a través del portal <a href="http://phet.colorado.edu">http://phet.colorado.edu</a>.</p> <p>La traducción de las mismas está a cargo del licenciado Hector Romulo Mallma. Las últimas actualizaciones corresponden al año 2013. A diferencia de la simulación “Densidad” esta permite observar los valores de las fuerzas involucradas, es decir del peso y del empuje experimentado, además de incluir los vectores involucrados en cada caso.</p>	<p>Para fortalecer la comprensión de este concepto se analizará el siguiente video, donde se explica el comportamiento de la fuerza de empuje del agua.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=z_HuBLJYUs">https://www.youtube.com/watch?v=z_HuBLJYUs</a></p> <p><u>E</u></p>	<p><b>Silvia (2014)</b></p> <p>La problemática general fue extraída de una noticia sobre un acontecimiento histórico mundial. “El hundimiento del Titanic”, este tema además de despertar mucho interés en los estudiantes, está cargado de</p>
--	---	--	---

			<p>mucha historia y a su alrededor se han realizado muchas investigaciones.</p>
<p>11. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).</p>	<p>Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje E- A el docente utilizara metodología constructivista cognitiva planteando pequeños grupos de trabajo utilizando una estrategia de intervención fundamentada en el (ABP) Aprendizaje Basado en Problemas, que permitirá a los participantes del proceso Identificar un problema, plantear hipótesis, diseñar un proceso de investigación, analizar, comunicar unos resultados y evaluar el proceso de investigación que propusieron. Con esta metodología los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y el papel del docente es de orientador y guía. A la vez que desarrolla responsabilidad y autonomía para resolver determinados retos a través del fortalecimiento de habilidades para trabajar en equipo.</p>		
<p>12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea</p>	<p>La evaluación se realizara durante todo el proceso con ayuda de una rúbrica, la cual ayudará a los estudiantes a autoevaluar su desempeño individual en el equipo y sus actitudes en el trabajo colaborativo.</p> <p>La rúbrica es un potente instrumento para la evaluación del ABP, debido a que permite diseccionar las tareas complejas que conforman una competencia en tareas más simples distribuidas de forma gradual y operativa. Así mismo la rúbrica muestra expectativas de alcanzar las diferentes actividades con relación a los distintos grados de consecución. Esto facilita que el estudiante sea consciente de hasta dónde llegan sus aprendizajes y cuál es el máximo nivel deseable. Es un instrumento que, desde un principio y durante todo el proceso, permite compartir los criterios que se aplicarán para evaluar el progreso en un marco de evaluación formativa y continuada, reduciendo la subjetividad de la evaluación.</p>		



## ANEXO D.

### Diario Reflexivo # 1

El siguiente documento evidenciará mi participación en la actividad de construcción de una herramienta que me permitirá mejorar en mi proceso de enseñanza con los estudiantes del grado sexto en el cual soy docente de ciencias naturales. Dicha actividad permitirá evidenciar el proceso de planeación, ejecución, articulación de las tecnologías en las diferentes clases del grado en mención y finalmente el proceso de evaluación.

Teniendo en cuenta lo anterior debemos clarificar que: para los aspectos referentes a la planeación los docentes de la IE donde laboro *Al inicio del año escolar los profesores del área de ciencias naturales nos reunimos y revisamos todos el plan de área y los planes de aula de cada grado (6 en total) para que esto sea más ágil nos dividimos en grupos y cada uno asume un o dos grados. Luego según la experiencia de cada uno de nosotros o el tiempo que llevemos en el grado... vamos sacando o colocando temas y dándoles un orden. También miramos cuáles son más fáciles o difíciles y les damos mayor o menor tiempo.*

En este documento institucional, está evidenciado la metodología, las estrategias pedagógicas y cada una de las actividades que se realizarán en el desarrollo del proceso enseñanza y aprendizaje.

- Para la planeación tengo en cuenta también los estándares, los dba.
- Me ayudo de libros de texto, y ayuda de páginas de internet.

Mi enfoque metodológico es de corte constructivista. Ya que constantemente tengo en cuenta las ideas previas de mis estudiantes, permito que ellos construyan sus conceptos teniendo en cuenta los aspectos del eje temático que yo les enseño a través de las diferentes estrategias didácticas tales como videos,

presentaciones en power point, laboratorios o actividades de indagación. Cada una de estas actividades permitirá que ellos elaboren sus propios conceptos. Además se tienen en cuenta elementos tales como Exposición del tema y ejercicios de transcripción (tablero cuaderno, fotocopia cuaderno o libro cuaderno). Lectura de transcripción. Consulta de tareas o investigaciones y La evaluación.

En este proceso de capacitación hacen referencia al CPC y al CTPC conceptos de los cuales no tengo conocimiento alguno y desconozco la herramienta metodológica llamada CoRe.

## ANEXO E. Diario Reflexivo # 2.

### Proceso de fundamentación:

Hemos avanzado en el proceso de fundamentación sobre en el diseño de la CoRe. Debemos plantear algunos aspectos en los cuales la participación en este proceso ha permitido evidenciar

Mi planeación se realizaba antes de la Core con el libro de texto, utilizando el formato de planeación de mi IE donde laboro, sin la utilización de herramientas digitales. Teniendo en cuenta mi saber sobre el contenido y de una manera conductista o a veces con metodología de corte constructivista. Haciendo prueba escrita como única forma de evaluación y donde el docente es el protagonista del proceso de Enseñanza y no el estudiante.

En el proceso de la elaboración de este instrumento las preguntas que plantea la Core. Cada una de ellas permite confrontar al docente en tener en cuenta las ideas previas del estudiante, a indagar sobre las dificultades que debe presentar un contenido, a indagar estrategias de enseñanza más eficaces para un contenido en particular de las ciencias naturales. A capacitarse sobre las tecnologías que pueden brindar un apoyo al aprendizaje de los estudiantes. A aplicar nuevas formas de evaluación donde se incluyan los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Para buscar estrategias para que los estudiantes superen sus dificultades en el aprendizaje de un tema específico

También al diseñar la CoRe se requieren de los conocimientos, pedagógicos y tecnológicos del contenido. Y a medida de que se avanza en la retroalimentación del diseño a través de las CoRe se hacen evidente las relaciones entre:

- **Conocimiento Tecnológico del contenido:** Al implementar herramientas digitales para superar dificultades de enseñanza – aprendizaje de un contenido
- **Conocimiento pedagógico del contenido:** Al tener en cuenta las investigaciones en educación sobre las ideas previas, dificultades, estrategias y métodos adecuados para la enseñanza de un contenido.
- **Conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido:** diversas tecnologías como los que se utilizan en la configuración de la enseñanza y el aprendizaje
- **El conocimiento didáctico y tecnológico del contenido:** verdadera integración de la tecnología al comprender y negociar las relaciones entre estos 3 componentes del conocimiento y aplicar herramientas tecnológicas, virtuales, digitales que facilitan el aprendizaje de un contenido en las ciencias naturales.

Además de estas particularidades el desarrollo de la CoRe me permite identificar las ideas centrales o específicas de los diferentes tópicos o ejes temáticos que voy a plantear para mi planeación.

## ANEXO F. Diario Reflexivo # 3.

En el inicio del proceso de construcción de la CoRe no era consciente de la existencia de la relación que debe de existir entre las diferentes teorías del aprendizaje y la naturaleza del tema y la enseñanza de este. Por ello, en un comienzo cuando planteo y diseño actividades para la primera CoRe proponía actividades donde el profesor explicaba los principales aspectos del tema y los estudiantes solo se dedicaban a poner atención, sin haber hecho un análisis previo de cuál teoría de aprendizaje se ajusta más a la enseñanza del tema.

Antes pensaba que si usaba el proyector y hacía presentaciones con diapositivas, estaba empleando las tic, también usaba estrategias didácticas (Experimentos, juegos...) pero sin relacionarlos con la tecnología, en última instancia acudía al libro de texto o guías para trabajar con los estudiantes. Al diseñar la CoRe pude relacionar los tres conocimientos, tecnológico, pedagógico y disciplinar de un contenido.

La Core me permitió reflexionar sobre las estrategias o metodologías que usaba en mi clase, en la cual no integraba de una manera efectiva las TIC a los procesos educativos. Al diseñarla, no solo logre relacionar los conocimientos de la tecnología de forma efectiva los procesos de aprendizaje, también los conocimientos de la pedagogía al abordar contenidos en mis clases.

La CoRe Es una herramienta que permite el diseño de una experiencia de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Obviamente si se aplica) de un contenido. La CoRe permite la compleja interacción entre el conocimiento del contenido, la pedagogía, y la tecnología. Al mismo tiempo que destaca los nuevos tipos de conocimiento que se encuentran en las intersecciones entre ellos.

El diseño de la CoRe informa el pensamiento acerca de la práctica de enseñanza en cada una de las preguntas que plantea este instrumento permite confrontar al docente en tener en cuenta las ideas previas del estudiante, a indagar sobre las dificultades que debe presentar un contenido, a indagar estrategias de enseñanza más eficaces para un contenido en particular de la ciencias naturales. A capacitarse sobre las tecnologías que pueden brindar un apoyo al aprendizaje de los estudiantes. A aplicar nuevas formas de evaluación donde se incluyan los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Para buscar estrategias para que los estudiantes superen sus dificultades en el aprendizaje de un tema específico.

Mi pensamiento acerca de los elementos del CPC y CTPC cambio como resultado del diseño gradual de las tres CoRes. Al diseñar la CoRe se requieren de los conocimientos, pedagógicos y tecnológicos del contenido. Y a medida de que se avanza en la retroalimentación del diseño a través de las tres CoRes se hacen evidente las relaciones entre:

- **Conocimiento Tecnológico del contenido:** Al implementar herramientas digitales para superar dificultades de enseñanza – aprendizaje de un contenido

- **Conocimiento pedagógico del contenido:** Al tener en cuenta las investigaciones en educación sobre las ideas previas, dificultades, estrategias y métodos adecuados para la enseñanza de un contenido.
- **Conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido:** diversas tecnologías como los que se utilizan en la configuración de la enseñanza y el aprendizaje
- **El conocimiento didáctico y tecnológico del contenido:** verdadera integración de la tecnología al comprender y negociar las relaciones entre estos 3 componentes del conocimiento y aplicar herramientas tecnológicas, virtuales, digitales que facilitan el aprendizaje de un contenido en las ciencias naturales.

## ANEXO G.

### ENCUESTA INICIAL SOBRE EL DISEÑO DE LA CORE.

#### ESTRUCTURA LOGICA DEL INSTRUMENTO DE LA ReCo

#### BASE PARA LA ENTREVISTA

**Universidad del Valle**

**Instituto de Educación y Pedagogía**

**Maestría en Educación Énfasis en Enseñanza de Ciencias Naturales**

**Cuestionario**

**1. ¿Cómo planea usted como docente?**

En el proceso de mi planeación yo tengo en cuenta varios aspectos:

- Documento institucional, esto quiere decir el documento de plan de área institucional y el documento de plan de aula. Este plan de aula se describen cada una de las actividades que se realizaran en el desarrollo de la actividad de enseñanza y aprendizaje.
  - Para la planeación tengo en cuenta también los estándares, los dba.
  - Me ayudo de libros de texto, y ayuda de páginas de internet.
- 2. ¿qué enfoque metodológico utiliza usted en sus clases?**

Mi enfoque metodológico es de corte constructivista. Ya que constantemente tengo en cuenta las ideas previas de mis estudiantes, permito que ellos construyan sus conceptos teniendo en cuenta los aspectos del eje temático que yo les enseño a través de las diferentes estrategias didácticas tales como videos, presentaciones en power point, laboratorios o actividades de indagación. Cada una de estas actividades permitirá que ellos elaboren sus propios conceptos. Además se tienen en cuenta elementos tales como Exposición del tema y ejercicios de transcripción (tablero cuaderno, fotocopia cuaderno o libro cuaderno). Lectura de transcripción. Consulta de tareas o investigaciones y La evaluación.

- 3. Para el tópico de flotación que es el tema que se pretende trabajar cuales seria las ideas que usted plantearía como ideas fundamentales o centrales.**

Para el concepto de flotación se plantearía tres ideas centrales las cuales

son:

- ***I-1 “TODOS LOS CUERPOS NO FLOTAN DE LA MISMA FORMA SOBRE UNA SUPERFICIE LIQUIDA.”***
- ***I-2 “LOS CUERPOS LIVIANOS FLOTAN POR QUE NO TIENEN MUCHO PESO, LOS CUERPOS PESADOS SE HUNDEN POR QUE TIENEN MAS PESO.”***
- ***I-3 “LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES INCIDEN EN EL FENOMENO DE FLOTACION DE LOS OBJETOS.”***

**4. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?**

- **I-1.** Se pretende a través de diferentes actividades experimentales que los estudiantes comprenda que los objetos pueden flotar o hundirse en las superficies líquidas.
- Se explicara con actividades experimentales conceptos como densidad, propiedades físicas y químicas de los objetos.
- Se explicara qué características permiten que algunos objetos floten y otros se hundan
- **I-2.** Se buscara que el estudiante defina peso, masa y se compararan algunos objetos livianos y pesados y se tratara de relacionar estos conceptos con el fenómeno de flotación.
- **I-3.** Se buscara que el estudiante relacione las propiedades físicas y químicas de los objetos y si estas tienen alguna relación con el fenómeno de flotación de los objetos.

**5. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?**

- Para idea 1: Los estudiantes deben estar en la capacidad de explicar fenómenos que suceden en la vida cotidiana uno de ellos es el fenómeno de flotación. La explicación de este fenómeno le permitirá reconocer las características de los estados de la materia.
- Para la idea 2: A través de la solución a esta idea nos permitirá diferenciar entre peso y masa de los objetos. Nos permitirá definir algunos conceptos de propiedades de la materia.
- Para la idea 3: Esta idea nos permite reconocer las propiedades físicas y químicas de los materiales.
- Como las propiedades químicas y físicas de los objetos inciden en los comportamientos de los objetos ante los diferentes fenómenos naturales.

**6. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?**

- Para la idea 1: Tensión superficial, fuerzas de empuje, fuerzas intermoleculares.
- Para la idea 2: relaciones de las diferentes magnitudes peso y masa con otras magnitudes que actúan en el proceso de flotación.
- Para la idea 3: otras propiedades físicas y químicas que afecten en el proceso de flotación.

**7. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?**

Generalmente los estudiantes presentan dificultades en diferenciar propiedades físicas y químicas de los objetos y como estas inciden en los comportamientos de los objetos. Tienden a confundir densidad con masa y peso.

**8. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?**

Los estudiantes desconocen algunas de las diferencias entre masa y peso, desconocen el concepto de densidad. Por esta razón no definen el fenómeno de flotación y por qué flotan o se hunde los objetos.

Es necesario plantear estrategias para que el estudiante reconozca.

- Característica de los estados de la materia.
- Propiedades físicas de la materia
- Propiedades químicas de la materia.
- Densidad

**9. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?**

Es necesario tener en cuenta los preconceptos de los estudiantes sobre cada uno de los conceptos necesarios para la enseñanza del tema de flotación. La gran mayoría de los estudiantes presentan confusiones con la densidad y como inciden en el proceso de flotación. Por tal razón se debe indagar sobre estas preconcepciones.



**10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea)**

Para la enseñanza de estas ideas se tendrán en cuenta las ideas previas de los estudiantes sobre la materia, composición de la materia, estados de la materia. Se realizara actividades experimentales que permitan indagar conceptos previos sobre la materia y sus propiedades.

También se utilizaran elementos que apoyen el desarrollo de las clases.

- Documentos Word
- Presentación ppt.
- Videos
- Excel
- Laboratorio.
- Tablero.
- Ayudas didácticas como juegos.
- Guías.
- Libros.
- Biblioteca.
- Elaboración de blog.

**11. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?**

Para la evaluación de este concepto se tendrá en cuenta:

- Guías de aprendizaje.
- Practica de laboratorio.
- Sustentación oral.
- Sustentación escrita.
- Exposición del tema.
- Exámenes cortos.
- Examen valorativo final.

**TOMADA Y ADAPTADA DE CANDELA 2016b**

## ANEXO H.

### ENCUESTA FINAL SOBRE EL DISEÑO DE LA CORE

**Universidad del Valle**

**Instituto de Educación y Pedagogía**

**Maestría en Educación Énfasis en Enseñanza de Ciencias Naturales**

**Cuestionario**

**1. Qué implicó la tarea de la CoRe para usted?**

R. primero indagar un poco más sobre información del contenido temático (flotación de los cuerpos), indagar y aplicar información pedagógica sobre el contenido y aplicarlo a la planeación (ideas previas, dificultades, estrategias metodológicas para su enseñanza). Indagar sobre uso de herramientas digitales tecnológicas (blog, rubricas, simuladores)

**2. ¿Qué desearía hacer con esta CoRe y cuándo?**

Aplicarla a las planeaciones y ejecutarla.

**3. ¿Cuál fue el propósito del diseño de la CoRe para el proyecto?**

El propósito de esta CoRe en este proyecto el de identificar el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de flotación. Y con esto mejorar en las prácticas pedagógicas con los estudiantes en la IE donde laboro como docente.

**4. ¿Cómo llevó a cabo el diseño de su CoRe?** Se realizaron tres CoRes, se diligencio la CoRe en tres momentos, retroalimentándolas y mejorando en cada una de ellas en el proceso de acompañamiento y fundamentación del docente encargado del proyecto.

**5. ¿Conocía el tema a diseñar a través de la CoRe y en qué profundidad?**

Se conocía el tema de flotación pero de manera muy básica ya que difícilmente se puede abordar en los contenidos generales del área de ciencias naturales.

**6. ¿Cuál fue el elemento más problemático dentro del diseño de la CoRe y el más sencillo y porque?**

El más problemático el buscar las herramientas digitales que se adecuaran al eje temático y el más sencillo planear la clase

**7. ¿Si usted no estuviera usando el enfoque de la CoRe, cómo podría preparar la enseñanza de un tópico de la ciencias?**

Mi planeacion se realizaba antes de la Core con el libro de texto, utilizando el formato de planeación de mi IE donde laboro, sin la utilización de herramientas digitales. Teniendo en cuenta mi saber sobre el contenido y de una manera conductista. Haciendo prueba escrita como única forma de evaluación y donde el docente es el protagonista del proceso de Enseñanza y no el estudiante.

**8. ¿Cómo el diseño de la CoRe informa su pensamiento acerca de la práctica de enseñanza?**

A través de las preguntas que plantea la Core. Ya que cada una de ellas permite confrontar al docente en tener en cuenta las ideas previas del estudiante, a indagar sobre las dificultades que debe presentar un contenido, a indagar estrategias de enseñanza más eficaces para un contenido en particular de la ciencias naturales. A capacitarse sobre las

tecnologías que pueden brindar un apoyo al aprendizaje de los estudiantes. A aplicar nuevas formas de evaluación donde se incluyan los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Para buscar estrategias para que los estudiantes superen sus dificultades en el aprendizaje de un tema específico

### **9. ¿Su pensamiento acerca de los elementos del CPC y CTPC ha cambiado como resultado del diseño de la CoRe y por qué?**

Sí, ha cambiado. Porque al diseñar la CoRe se requieren de los conocimientos, pedagógicos y tecnológicos del contenido. Y a medida de que se avanza en la retroalimentación del diseño a través de las tres CoRe se hacen evidente las relaciones entre:

- **Conocimiento Tecnológico del contenido:** Al implementar herramientas digitales para superar dificultades de enseñanza – aprendizaje de un contenido
- **Conocimiento pedagógico del contenido:** Al tener en cuenta las investigaciones en educación sobre las ideas previas, dificultades, estrategias y métodos adecuados para la enseñanza de un contenido.
- **Conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido: diversas tecnologías** como los que se utilizan en la configuración de la enseñanza y el aprendizaje
- **El conocimiento didáctico y tecnológico del contenido: verdadera integración de la tecnología** al comprender y negociar las relaciones entre estos 3 componentes del conocimiento y aplicar herramientas tecnológicas, virtuales, digitales que facilitan el aprendizaje de un contenido en las ciencias naturales.

### **10. ¿Qué beneficios, ideas y ventajas trajo el proceso de diseñar la CoRe?**

**Beneficios:** Incluir en la planeación de un tema en ciencias naturales los tres aspectos, del conocimiento tecnológico, pedagógico del contenido.

**Ideas:** se me ocurre planear todos los temas de mis clases así, puedo hacerlo planeando al menos una vez al mes y año tras año mejorar las core, retroalimentándolo con la experiencia de cada core.

**Ventajas:** si bien es cierto que los estudiantes serán los más beneficiados, al tener un docente que desarrolla y progresa su CTPC.

### **11. ¿Volvería a usar la CoRe para diseñar la enseñanza de un tema, por qué sí, por qué no?**

Si lo usaría de nuevo. Emplearía la CoRe en la planeación de temas fundamentales en mis clases de ciencias. Porque esta herramienta me ayuda mejorar mi CTPC, lo cual mejorara mi desempeño como docente.

### **12. ¿Cuáles aspectos de su conocimiento profesional se generaron a través del diseño de la CoRe?**

**Contenido:** Mayor conocimiento del fenómeno de flotación de los cuerpos.

**Tecnología:** Aprendí el uso de herramientas, tecnológicas, digitales y virtuales que nunca había pensado y los beneficios para trabajar con ellas en el aula.

**Pedagogía:** ampliar mis conocimientos sobre diferentes estrategias metodológicas de la enseñanza aprendizaje y me permití usar la evaluación no como amenaza, sino como una oportunidad de aprender, desde el inicio hasta el final de la actividad o unidad didáctica.

### **13. ¿Cuál ha sido el desarrollo de su CTPC durante esta investigación?**

UFF! Creo que sí le puedo asignar un porcentaje yo diría que un 70%. En la tercera CoRe, es muy evidente el avance, porque cuando hice la primera deje espacios en blanco. Porque de verdad, no tenía ni idea que escribir allí. Pero después de las capacitaciones, el acompañamiento, las correcciones y la paciencia de Yonny, mejore mucho.

**14. ¿Puede usted ver alguna articulación entre el CTPC y su CoRe?**

Sí, porque el diseño de la misma CoRe así lo requiere, a través de las preguntas, lo van llevando a trabajar cada aspecto. El CTPC lo lleva representar de una forma diferente la experiencia y obtener mayor conocimiento como el de un experto.

**15. ¿Qué significa para usted la CoRe?**

Es una herramienta que permite el diseño de una experiencia de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Obviamente si se aplica) de un contenido. La CoRe permite la compleja interacción entre el conocimiento del contenido, la pedagogía, y la tecnología. Al mismo tiempo que destaca los nuevos tipos de conocimiento que se encuentran en las intersecciones entre ellos.

**16. ¿Puede ver usted alguna articulación entre el CTPC, la CoRe y el desarrollo de su conocimiento profesional acerca de la enseñanza?**

La Core me permitió reflexionar sobre las estrategias o metodologías que usaba en mi clase, en la cual no integraba de una manera efectiva las TIC a los procesos educativos. Al diseñarla, no solo logre relacionar los conocimientos de la tecnología de forma efectiva los procesos de aprendizaje, también los conocimientos de la pedagogía al abordar contenidos en mis clases.

**17. ¿Cuáles fuentes consideras que han jugado el mayor papel en ese diseño de la CoRe, para desarrollar tu CTPC?**

Investigaciones previas sobre preconcepciones, dificultades del fenómeno de flotación y estrategias adecuadas sobre su enseñanza, por ejemplo el uso del simulador de flotación, fue usado en una tesis de Maestría sobre este tema en la Universidad Nacional de Palmira.

**18. ¿Cómo la CoRe ha influido en el desarrollo de tu Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido de la flotación y como lo ha hecho y porque lo ha hecho?**

Antes pensaba que si usaba el proyector y hacia presentaciones con diapositivas, estaba empleando las tic, también usaba estrategias didácticas (Experimentos, juegos...) pero sin relacionarlos con la tecnología, en última instancia acudía al libro de texto o guías para trabajar con los estudiantes. Al diseñar la CoRe pude relacionar los tres conocimientos, tecnológico, pedagógico y disciplinar de un contenido.

Sobre el ¿cómo lo hice?, no creo que perfecto, pero si, fui mejorando mi CTPC a lo largo de las tres versiones que realice, espero hacerlo mucho mejor otras veces. ¿Para qué? Para mejorar mí practica pedagógica.

Tomada y adoptada de Perez 2015.

## ANEXO I.

## ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA ELIANA

**YONNY: Te solicitamos el permiso para grabar la entrevista y el permiso para usar la información con fines de investigación.**

**ELIANA:** Si profe yo autorizo que graven la entrevista y también autorizo el uso de la información.

**1. YONNY: ¿Cuál fue el propósito o cual crees Eliana que es el propósito central de esta fase de fundamentación?**

**Eliana:** Profe Yonny yo creo que el propósito central de esta fase de fundamentación es que yo como docente sea consciente del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido que debo tener, al momento de ir a enseñar al aula de clase, entonces, es decir, cuando yo inicie esta fase de fundamentación no era consciente de la necesidad de tener en cuenta el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido. Para mí eso fue algo nuevo, pero entonces a medida que ha transcurrido el tiempo, desde que inicie, desde que asistí por primera vez a la fundamentación, me he dado cuenta que el propósito es que, yo como docente sea consciente del conocimiento tecnológico y pedagógico que poseo al momento de ir a enseñar determinado tema o determinada disciplina escolar en el aula. 03:05

*Comentario [1]: Propósito de la fase de fundamentación ser consciente del conocimiento tecnológico y pedagógico que se posee al momento de ir a enseñar sobre un tema determinado.*

**2. Y: ¿Cuándo inicio la fase de fundamentación como consideras era ese Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido, del contenido de la enseñanza de las ciencias?**

**E:** Antes de iniciar la fase de fundamentación yo desconocía por completo el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido que debe tener un profesor, la verdad no sabía que como tal, que digámoslo así, que ese tema existía en la literatura, lo desconocía por completo, cuando me enfrento a mi CTPC de la enseñanza de las ciencias me doy cuenta que es muy pobre, es muy pobre, no solamente un buen profesor es aquel que conoce la disciplina, también tiene que conocer las maneras, las formas, las estrategias de hacer llegar esa disciplina al estudiante. ehh respecto a eso mi CTPC de las ciencias es muy bajo, es muy bajo a nivel disciplinar y a nivel de estrategias para que el estudiante comprenda el conocimiento de esta disciplina escolar.

*Comentario [2]: Desconocimiento de la existencia del concepto CTPC que debe tener un docente, de su existencia en la literatura.*

*Comentario [3]: La docente reconoce que través del CTPC se hace consciente de sus falencias a nivel de la disciplina y las estrategias de enseñanza.*

**3. Y: ¿Por qué consideras que es muy Bajo?**

**E:** Considero que es muy bajo primero porque tenía algunas falencias a nivel disciplinar, a pesar de tener experiencia en el conocimiento de la disciplina de la ciencia al abordar el tópico planteado se evidenciaron estas falencias y además en segundo aspecto por que se evidenciaron algunas falencias en aspectos pedagógicos para abordar este tópico de las ciencias y esto fue evidenciado en la elaboración mis CoRes.

*Comentario [4]: La elaboración de la CoRe le permite ser consciente de falencias a nivel del conocimiento disciplinar, de la pedagogía y de la pedagogía de la disciplina.*

**Y: ¿Pero, cuanta experiencia tienes?**

**E:** varios años en el sector privado y siete años en el sector público.

- 4. Y: varios años. ¿Y entonces a que le atribuyes ese nivel bajo de el componente disciplinar de la ciencias y ese nivel bajo del conocimiento pedagógico general? Perdón, siendo de que has recibido toda una formación en pedagogía, en disciplina, en didáctica.**

**E:** esa falencia como tal, respecto al conocimiento de la pedagogía y a la pedagogía de la disciplina la asumo ya que constantemente el docente así tenga experiencia en el proceso de la enseñanza hay tópicos específicos que requieren tener amplias habilidades en cuanto a los disciplinar, en cuanto a lo pedagógico general y lo pedagógico del contenido. Esto se adquiere teniendo espacios de auto capacitación o de formación constante. Adquisición y análisis de nueva literatura disciplinar y pedagógica y no solo los libros de texto utilizados en la escuela.

*Comentario [5]: El desconocimiento del contenido disciplinar limita el desarrollo de actividades que le permitan hacer comprensible el contenido a los estudiantes. Esta reflexión le permite la elaboración de la CoRe.*

**Y: ¿Eso en cuanto a lo disciplinar y a lo pedagógico y didáctico?**

**E:** Bueno a lo pedagógico y lo didáctico...

- 5. Y: ¿A qué atribuyes ese bajo nivel?**

**Y:** esa falencia

**E:** Las materias pedagógicas dictadas en la universidad en la carrera son muy generales, los docentes en ejercicio adquirimos estas habilidades empíricamente ya que en los cursos antes mencionados difícilmente se adquieren dichas habilidades pedagógicas y didácticas para la biología, química y mucho menos para la física. Ahora bien al adquirir estas habilidades empíricamente no son las mejores y por lo tanto cuando te enfrentas a tópicos complejos que necesitan de grandes habilidades didácticas y pedagógicas estas falencias se ven evidenciadas.

*Comentario [6]: Los cursos de pedagogía y didáctica de las ciencias son muy generales deberían ser más específicas. Centrarse en la didáctica o la educación en biología, en física, en química.*

- 6. Y: Describenos el proceso de fundamentación**

**E:** Bueno la primer parte de la fundamentación fue así, una introducción en la cual se me presento varias lecturas, se me pidió hacerlas concienzudamente, cada una con su reflexión, la intensidad de esa fase de fundamentación en esa primera parte era que yo conociera el CTPC del profesor, que es el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido y que en cierta medida me familiarizara con el nuevo concepto, como llamarlo, con este nuevo elemento, lo digo nuevo, porque para mí es nuevo, con este nuevo elemento que era el CTPC del profesor. En la segunda parte se me presento la herramienta llamada CoRe, la cual yo no conocía y reconozco ahora la materialización del CTPC. Luego se me presento ejemplos de varias CoRes de profesores ejemplares y nos propusimos la elaboración de tres CoRes de un tópico específico “fenómeno de flotación” el cual se trabajaría en mi aula de clase con el grado sexto y que está planteado en mi plan de área. Continuamos con lecturas no solamente en la parte de la introducción sino en la parte de realización de las CoRes. Continuamos con lecturas y en estas lecturas el propósito es identificar los elementos del CTPC y elementos de la CoRe estas lectura para que se evidencie los elementos del CTPC que debe tener un profesor enseñando un tópico de la ciencias.

*Comentario [7]: La profesora reconoce las etapas e intenciones de la fase de fundamentación Primera parte conocimiento del CTPC del profesor experto a través de lecturas y documentos. Cada lectura con su reflexión.*

*Comentario [8]: Familiarización de la docente con la CoRe para identificar los elementos del CTPC y lecturas para evidenciar estos elementos en profesores expertos.*

*Comentario [9]: Elaboración de tres CoRes donde se evidencia refinación de cada uno de los elementos del CTPC*

**7. Y: ¿Cuál crees que fue la intención de utilizar la CoRe en esta investigación?**

**E:** La intención al utilizar la CoRe es que los profesores identifiquemos nuestro CTPC. Que tengamos en cuenta los elementos necesarios del CTPC para la enseñanza de un tópico específico de las ciencias naturales. Que el docente sea capaz de utilizar las concepciones alternativas, las dificultades, las limitaciones de los estudiantes en la construcción de estrategias didácticas y pedagógicas para la enseñanza de tópicos específicos de las ciencias naturales. Y esta elaboración de la CoRe permitirá al docente plantear actos reflexivos para reconocer sus falencias en lo pedagógico, en lo tecnológico, y lo didáctico de un contenido de las ciencias.

*Comentario [10]: Reconoce como intención de la fundamentación es identificar los elementos del CTPC por parte de los docentes a través del diseño de la CoRe, para ser utilizado en la práctica áulica. En su elaboración el profesor tiene que tener un amplio conocimiento del tema o tópico a enseñar.*

**8. Y: ¿Usted se enfrentó a una CoRe? El profesor investigador le proporciono la CoRe de un profesor ejemplar, ¿qué elementos del CTPC muestra esa CoRe?**

**E:** al momento de construir la primera CoRe me vi enfrentada a elementos de este instrumento que nunca antes había reflexionado aspectos, tales como que se intenta enseñar con esta idea, porque es importante es importante enseñar esta idea, con que otras ideas relacionaste esta idea, limitaciones, concepciones alternativas, tecnologías digitales y no digitales utilizadas elementos que presenta la CoRe. También el profesor investigador me permitió confrontar mi construcción con ejemplos de Una CoRe de un profesor ejemplar en las cuales están las formas útiles de representar la idea, está la formulación del tópico para hacerlo comprensible a otros, y también está la pedagogía que utiliza el profesor, está la pedagogía propia de la disciplina que utiliza el profesor, estos los elementos se evidencian claramente en la CoRe que me facilitó , una CoRe completamente elaborada y a su vez, estos elementos se reflejan aún más cuando se hace las lecturas que fueron utilizadas en la fase de fundamentación.

*Comentario [11]: Al momento de diseñar la CoRe la docente se vio enfrentada a reflexionar aspectos pedagógicos, tecnológicos y disciplinares del tópico. Las cuales a medida que avanzó en el diseño fueron refinados y permitieron hacer más enseñable la gran idea.*

**Y: ¿Qué tipo de lecturas abordaron?**

**E:** las lecturas que se abordaron eran de tipo experiencial, las lecturas dejaban ver dejan ver que eran recopilaciones del desarrollo de un profesor en clase, es decir el profesor elabora su CoRe, entonces el docente investigador va al aula y está presente mientras el profesor desarrolla su clase, además los documentos evidenciaban cada uno de las estrategias que fueron utilizadas para el diseño y desarrollo de la CoRe

*Comentario [12]: Las lecturas de la fase de fundamentación se relacionan con la experiencia de un profesor en clase, lo desarrollado y que tenía planeado en la CoRe.*

**9. Y: Cuando usted empezó a diseñar su CoRe, ¿qué elementos de la CoRe del CTPC que hay ahí de la CoRe, les causo mayor dificultad?**

**E:** refinar las grandes ideas para enseñar y que fueran coherentes.

**Y: Hasta el momento**

**E:** ...luego de plantear las grandes ideas y hacerlas secuencializadas plantear la importancia de ellas, un alto grado de dificultad me causo la pedagogía de la disciplina, y tuve que acudir a literatura, consultar bibliografía para poder fortalecer esta debilidad que es un elemento clave en el diseño de la CoRe y más que en el diseño de la CoRe es un elemento clave para el desarrollo de la misma.

*Comentario [13]: El diseño de la CoRe le permite reconocer las dificultades en la pedagogía de la disciplina para buscar su fortalecimiento a través de consulta bibliográfica. Es también un elemento clave en el desarrollo de la CoRe y al momento de ponerla en práctica en el aula de clase.*

**10. Y: ¿Cómo abordaste el primer interrogante? ¿Qué fortalezas tuviste y que debilidades tuviste para abordar ese primer interrogante? De cómo descomponer la gran idea del Fenómeno de Flotación, en ideas más pequeñas que le permitan a ese estudiante poder acceder a la idea macro, grande**

E: La idea grande que yo escogí fue el fenómeno de flotación, entonces pues en ese caso la debilidad que tuve fue precisamente entrar a descomponerlo. Entonces para entrar a descomponerlo me hice como la siguiente pregunta ¿Qué necesito saber para aprender el tópico específico escogido? Y allí recurrí al concepto de flotación y que era necesario para enseñar esta gran idea descubriendo que los docentes tenemos grandes errores al enseñar esta gran idea y según la literatura debe ser abordada desde fuerzas de empuje y conjugación de otras fuerzas.

*Comentario [14]: Reconoce falencias en el contenido de la disciplina sobre el tópico específico y la necesidad de fortalecerlo teóricamente para poder continuar con la elaboración de la CoRe.*

**11. Y: ¿En cuántas ideas se dividiste la enseñanza el Fenómeno de flotación?**

E: La primera vez la dividí en tres ideas, la segunda vez la dividí en cuatro y al diseñar la tercera CoRe continuaron siendo cuatro ideas secuencializadas y temporalizadas. Ya que a través de la lectura de literatura disciplinar se permitió refinar cada una de estas ideas

*Comentario [15]: La elaboración de la CoRe como proceso que permite reconocer errores y debilidades para corregirlos y fortalecerlos para una futura práctica profesional. La CoRe es importante para su formación personal y profesional.*

**12. Y: ¿Qué es esto de ideas secuencializadas y temporalizadas? ¿Tiene sentido poner una idea de primero otra de segundo, otra de tercero?**

E: cuando se habla de ideas secuencializadas y temporalizadas se hace referencia a ideas articuladas unas con otras de una idea de menor complejidad a una de mayor complejidad. Además estas ideas tratan de recoger de lo básico y general de la gran idea de flotación. Claro tiene sentido porque las ideas deben ir, como de menor nivel a mayor nivel, a pesar de que, las ideas, todas las ideas hacen parte de un mismo tópico, las ideas son subsidiarias, la primera es subsidiaria de la segunda, la segunda de la tercera y la tercera de la cuarta, por tanto es necesario que se haga una secuenciación, que exista un orden entre las diferentes ideas.

*Comentario [16]: Secuenciación de contenidos a enseñar a través de la elaboración de la CoRe, permite un orden entre las ideas.*

**13. Y: ¿entonces esto quiere decir que es necesario considerar la disciplina, el conocimiento de la disciplina, el conocimiento del contenido es fundamental?**

E: Según lo realizado por mi hasta el momento, si, si es fundamental, la elaboración de las diferentes versiones de la CoRe me permitió tomar en cuenta lo disciplinar, el conocimiento disciplinar, el conocimiento del contenido y las tecnologías que me permitirían facilitar el conocimiento del contenido para gestionar el aula. Al tener en cuenta estos aspectos también tuve en cuenta la contextualización del tópico a quien se lo voy a enseñar, sus capacidades, su nivel cognitivo, delimitar los contenidos y los alcances del mismo y esto me permitirá grandes alcances en la práctica áulica.



*Comentario [17]: El diseño de la CoRe permite delimitar los contenidos de la enseñanza de acuerdo a las capacidades del estudiante el nivel cognitivo, que deben conocer, que van a aprender, lo que aún no van a comprender, delimitar que y como enseñar relaciona el diseño de la CoRe con el diseño de las clases de la práctica docente. La CoRe organizador que permite la reflexión en la acción.*

**14. Y: ¿la CoRe ha influido en el desarrollo de tu Conocimiento Pedagógico del Contenido del fenómeno de flotación y como lo ha hecho y porque lo ha hecho?**

**E:** Si claro, en el momento de realizar las tres versiones de la CoRe caí en la cuenta de las dificultades que presento en el tópico. Reflexiono sobre los elementos que propone la CoRe. Para mi retroalimentación voy a la literatura. Y trato de corregir estas dificultades y limitaciones en la medida que voy superando esas dificultades, me ha permitido ir enriqueciendo mi CTPC, además el diseño de la CoRe me permitió tener en cuenta elementos que anteriormente no les prestaba atención en mi planeación para el desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje. A medida que me encuentro enfrentada a dificultades hago uso de herramientas digitales y no digitales que desarrollan mi CTPC y me enriquecen para mi desarrollo áulico.

*Comentario [18]: La elaboración de la CoRe hace consciente a la docente de las dificultades y la superación de estas le permite enriquecer su CTPC. Reconocimiento de los elementos del CTPC que se explicitan por medio del diseño de la CoRe.*

*Comentario [19]: El diseño de la CoRe permite hacer consciente al docente de las dificultades sobre el tópico, de enseñanza y de la necesidad de superarlas para hacer una propuesta de enseñanza. Es una forma práctica de proponer la enseñanza.*

**15. Y: usted nombra unas fuentes que le han ayudado a elaborar la CoRe y por ende a desarrollar su CTPC. ¿Cuál de esas fuentes consideras que ha jugado el mayor papel en ese diseño de la CoRe, para desarrollar tu CTPC?**

**E:** existen varios elementos que han permitido adquirir el desarrollo de mi CTPC estos son las consultas bibliográficas en la web recursos digitales, libros de texto en físicos, el manejo de lenguaje, escritura y discusiones áulicas con el profesor investigador en el proceso de fundamentación. Cada uno de estos elementos permitió que poco a poco se fuera retroalimentando los aspectos fundamentales del CTPC

*Comentario [20]: Fuentes de elaboración de la CoRe, bibliográficas en la web recursos digitales, en libros de texto en físico, manejo de lenguaje, escritura, la discusión áulicas, la retroalimentación con el profesor investigador las cuales le han permitido a la docente adquirir un desarrollo en los elementos del CTPC.*

**16. Y: En la CoRe están las decisiones curriculares y las decisiones instruccionales, en este casos se van a tomar en cuanto a, al fenómeno de flotación ¿cierto? En las decisiones instruccionales, como, perdón, ¿Cómo has abordado las decisiones o la toma de decisiones Instruccionales? Durante la construcción de las versiones de tu CoRe.**

**E:** en la CoRe están presente las decisiones curriculares las cuales permitirán que yo como docente tome las medidas necesarias para que un conocimiento sea asequible a los estudiantes. Que este conocimiento se convierta en significativo y contextualizado. Además están presentes las decisiones instruccionales las cuales permitirán flexibilizar el contenido donde el docente busca favorecer un aprendizaje integrado y por comprensión conceptual de los tópicos del currículo de las ciencias. Dichas decisiones curriculares e instruccionales fueron tomadas en cuenta a partir del diseño de la CoRe en las actividades áulicas buscando que el conocimiento del tópico específico fuera más comprensible para los estudiantes.

*Comentario [21]: la docente toma en cuenta las decisiones instruccionales y curriculares a partir del diseño de las versiones de la CoRe en cada una de las actividades áulicas para hacer más comprensible el tópico de las ciencias.*

**17. Y: La pregunta número 7 se centra en las tecnologías digitales estándar empleadas para planeación y gestión del aprendizaje de la idea ¿Porque crees que te ha generado dificultad el diseñar esas actividades de aprendizaje para cada una de esas grandes ideas?**

E: la dificultad radico que por el desconocimiento y la poca utilización de herramientas digitales y el poco manejo didáctico del contenido específico al iniciar el diseño de la CoRe no demostraba un buen manejo de estas tecnologías digitales para la planeación y la gestión del aprendizaje. A medida que se avanzó en la construcción de las otras versiones de la CoRe y con ayuda de literatura, consulta y búsqueda de estas herramientas fue más amplio la utilización de estas herramientas permitiendo mejor planeación de las ideas sobre el tópico específico.

*Comentario [22]: La debilidad en el conocimiento pedagógico y tecnológico del contenido es una dificultad para concretar las actividades de aprendizaje, gestionar y planear. Las Falencias del docente sobre el conocimiento pedagógico, teorías de enseñanza y aprendizaje. Y el poco o nulo conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido inciden en el diseño de la CoRe. Y*

**18. Y: Deme unos ejemplos de ese CTPC que hasta el momento ha logrado identificar y comenzar a desarrollar de la CoRe que estás utilizando en el diseño de esas actividades.**

E: durante el diseño de las diferentes versiones de la CoRe se ha logrado refinar y avanzar en los diferentes elementos del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido. Inicialmente estos elementos poco o nada eran reconocidos por mí. Por este motivo en la primera versión de la CoRe no se evidencia articulación entre las herramientas digitales y la gestión del aula para la enseñanza del tópico en cuestión. Las actividades áulicas diseñadas eran acompañadas con ciertas falencias en el conocimiento pedagógico y tecnológico. Pero a medida que se dio lectura, fundamentación en los elementos del CTPC y en el diseño de la herramienta CoRe se presentaron avances tales como reconocer que el fenómeno de flotación se podía descomponer en subtemas como fuerza de empuje, superficie de sustentación, entre otros que para hacer asequible dicho tema se debería tener en cuenta las limitaciones, las concepciones alternativas de los estudiantes y además utilizar tecnologías digitales estándar y no estándar para gestionar el conocimiento del tópico específico en las diferentes actividades áulicas

*Comentario 23: Identifica elementos del CTPC como el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido del tema y se buscan actividades que permitan explicar los conceptos abstractos del tópico específico.*

**19. Y: ¿Cómo las respuestas a los primeros ítem de la CoRe numerales 1, 2,3, 4, 5, 6, 7 están apoyando el diseño de la CoRe, de qué manera estos ítem, están apoyando el desarrollo del ítem 8, que tiene que ver con el diseño de actividades de aprendizaje que van a mediar el aprendizaje de esa idea en cuestión?**

E: al diseñar la CoRe los primeros ítems son los elementos que permiten visualizar los aspectos que se deben tener en cuenta en la identificación del CTPC del docente, al construir la CoRe se revisa que intentan que aprendan los alumnos y la parte de las dificultades, concepciones alternativas, gestionar el aula y tecnologías estándares que planear y gestionar el aula. Entonces se busca relacionar lo que se intenta que aprendan

los alumnos y las dificultades, teniendo en cuenta estas dos, sacamos un propósito, y lo que queremos es que la actividad que propongamos refleje el propósito que tenemos. Entonces que intenta que aprendan los alumnos y que esto sea apoyado por herramientas tecnológicas que permitan hacer más asequible el tópico planteado.

*Comentario [24]: Se empieza a ver la relación entre los elementos del CTPC atendiendo a su naturaleza entrelazada. Relacionando lo que intenta que aprendan los estudiantes y las dificultades. Se saca un propósito y lo que se quiere que la actividad propuesta refleje, que permita la comprensión.*

**20. Y: Usted han venido haciendo unos diarios reflexivos, diarios reflexivos en donde se trata de hacer una articulación causal entre los elementos del CTPC, que usted identificando esos elementos y haciendo la relación causal, entre cada uno de esos elementos. ¿Le ha servido esta estrategia de los diarios reflexivos para identificar, desarrollar y documentar Su CTPC? ¿Y porque, en qué sentido?**

**E:** Si, los elementos del CTPC son tópicos enseñados de la asignatura, contenido y pedagogía de la disciplina, formas útiles de representar la idea y la formulación del tópico específico y las herramientas tecnológicas que permiten gestionar el aula para hacerlo comprensible a otros. Entonces, estos elementos tienen que ir y venir al interior de la CoRe, tienen que ir y venir. Entonces, cuando yo pienso en el tópico a enseñar, a su vez tengo que pensar en cómo hacerlo comprensible, a su vez tengo que pensar en el contenido que voy a incluir en ese tópico, a su vez tengo que pensar en la forma útil de representarlo. Entonces existe la causa y el efecto, tengo que hacer esto, existe la causa y el efecto, debo hacer esto, lo voy a hacer de esta manera. Pero cuando me encuentro con la limitante, ¿qué tengo que ir a hacer? Tengo que ir a fortalecer esta limitación para poder continuar con la elaboración de la CoRe. ¿Y cuál era la otra pregunta profe? Usted me hizo dos en una.

*Comentario [25]: Hay conciencia acerca de relación entrelazada de los diferentes elementos del CTPC que es necesaria para el desarrollo del tópico específico de enseñanza.*

**21. Y: ¿Y como esa, como esta tarea de reflexión, ha influido en esa identificación, explicitación y desarrollo de tu CTPC?**

**E:** cuando se empieza a hacer la CoRe, se, identifica los elementos y reflexiona sobre los elementos. Entonces uno lo que tiene que hacer es continuar con el desarrollo de la CoRe y a la par ir fortaleciendo esas debilidades, por ejemplo, nos encontramos con una dificultad y es la pregunta número ocho que es la que más dificultad me ha causado, pero entonces entro en la reflexión. ¿Cuál es la reflexión que yo hago?, necesito conocer las formas útiles de representar el tópico específico. Entonces como yo necesito hacer, como yo necesito evolucionar, en, respecto a la pregunta número ocho, que tengo que hacer, la reflexión ya la hice, no, desconozco las formas útiles, que tengo que ir a hacer, tengo que ir a buscar, a consultar para poder sacar adelante esta pregunta número ocho que hace parte igual de lo que significa la CoRe, como tal hace parte de los elementos propios de la CoRe y elementos del CTPC que yo debo tener, que yo debo reforzar. Entonces en esa medida la reflexión me ha permitido ir avanzando en lo que es la elaboración de la CoRe y en el fortalecimiento de los elementos del CTPC que yo debo tener, no solamente en este tópico sino en general, porque puede que yo haga muchas CoRes, pero siempre que yo haga una, voy a fortalecer todos los elementos del CTPC.

*Comentario [26]: La elaboración de la CoRe permite la profesor estudiante reflexionar sobre los elementos del CTPC y su fortalecimiento para la práctica de enseñanza.*

Etapas	Actividades	Evidencias de aprendizaje	Recursos
Identificación del problema	<p>Siguiendo los principios del ABP se expresa el problema general a través de la siguiente pregunta.</p> <p>¿POQUE SE HUNDEN LOS BARCOS?</p>		
Planificación del proceso	<p>Establecer objetivos. (General y específicos)</p> <p><b>Objetivo general:</b> Relacionar los conocimientos científicos de la física sobre el fenómeno de flotación a aspectos de la vida cotidiana a través de la metodología de resolución de problemas.</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un problema cuya resolución se encuentre aplicando los conocimientos de la física.</li> <li>• Plantear hipótesis que permitan proponer establecer los objetivos de aprendizaje soluciones de al problema definido.</li> <li>• Realizar actividades experimentales que permitan explorar los conceptos sobre flotación de los cuerpos aplicados a la solución del problema.</li> <li>• Analizar los resultados de las actividades experimentales y compararlas con la hipótesis inicial.</li> <li>• Retroalimentar el proceso de solución del problema para identificar falencias y corregirlas.</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar la solución al problema relacionando la pregunta problema, hipótesis, los objetivos de aprendizaje, la actividad experimental con los resultados del proceso.</li> </ul>		
Planteamiento del problema.	<p>Se plantea el caso de estudio a los estudiantes, la cual es tomada de una noticia, ubicada en la siguiente página web.  <a href="http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/">http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/</a></p> <p><b>¿Y si el Titanic no se hundió solo por chocar con un iceberg?</b></p> <p>Emerge una nueva teoría</p> <p><b>Durante décadas se ha pensado que la primera y única razón por la que se hundió la embarcación fue el impacto que destrozó el casco. Hay un nuevo dato que lo cambia todo</b></p>		<p>Noticia publicada en la página web.</p> <p>“El confidencial”</p>



**02.01.2017** – 12:44 H. - *ACTUALIZADO: 10.02.2017 - 17:23H.*

El pasado 1 de enero, los espectadores ingleses descubrieron una teoría alternativa sobre el hundimiento del Titanic, que este año cumplirá su 105 aniversario. Según el documental '**Titanic: the New Evidence**', no fue el choque con un iceberg lo que causó el trágico hundimiento del transatlántico, sino un fuego en las calderas que se habría iniciado incluso **antes de abandonar los astilleros de Belfast.**

	<p>La teoría se basa en el hallazgo de varias fotografías recientemente subastadas que, según los analistas, muestran que había <b>indicios de un incendio en el casco de la embarcación</b> antes de zarpar.</p> <p>Teniendo en cuenta la información plantea una hipótesis que explique el hundimiento de este histórico barco y demuéstrela a través de una actividad experimental fundamentada en los conocimientos de la física.</p> <p>Los estudiantes serán invitados a visitar la página web en la que se desarrolla la noticia y realizar las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leer la noticia completa.</li> <li>2. Analizar las imágenes presentadas.</li> <li>3. Dar click en los hipervínculos y leer los títulos. (Mínimo)</li> <li>4. Visitar las páginas recomendadas por el autor, al finalizar el artículo.</li> <li>5. Leer los comentarios.</li> </ol>		
Definición del problema.	Cada grupo de estudiantes analizan el caso e identifican el problema, expresándolo en forma de pregunta o afirmación. Esta frase será socializada a la clase y registrada en un lugar visible del salón de clase.	Pregunta o afirmación orientadora del proceso de investigación.	Portafolio de seguimiento del proceso de

	<p>Los estudiantes empiezan a diligenciar el portafolio de seguimiento del proceso de investigación. El cual se compartirá entre estudiantes y docente a través del Drive.</p> <p>Los estudiantes pueden visitar los sitios web.</p> <p><a href="https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/">https://www.laguiadelvaron.com/en-tiempo-real-del-hundimiento-del-titanic/</a></p>		investigación. (Anexo No. 2)
Planteamiento de hipótesis	<p>En el interior de cada grupo se realizará una lluvia de ideas, se nombrará a un monitor quien tomará nota de todas estas ideas. También pueden tomar registros de audio y fílmico. Para luego analizar las ideas que permitan plantear posibles respuestas al problema. Entre todos debaten y evalúan la validez de la hipótesis. En este punto es importante resaltar el papel del docente como orientador.</p> <p>Los estudiantes pueden descargar un simulador de flotabilidad. Mubicado en la siguiente página.</p> <p><a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy">https://phet.colorado.edu/es/simulation/buoyancy</a></p>	Socialización de hipótesis.	
Formulación de los objetivos necesarios	<p>En este paso los estudiantes diligencian una lista de chequeo que contienen algunos temas y/o conceptos que ellos consideran que deben aprender para resolver el problema (Objetivos de</p>	Redacción de objetivos y establecer estrategias coherentes,	



	<p>aprendizaje). Del mismo modo pueden proponer abiertamente otros temas que no se encuentren en la lista.</p> <p>Cada objetivo será redactado y relacionado con las estrategias que los estudiantes planeen para adquirirlo.</p> <p>En este formato también tienen la oportunidad de planear como van a adquirir este conocimiento, información, habilidad, concepto.</p>	relacionados con el fenómeno de flotación.	
Investigación	<p>Los estudiantes ejecutaran experimentos que les permitirá conseguir los objetivos de aprendizaje a través de diagramas de flujo.</p> <p>Realizarán un registro fílmico de la actividad experimental.</p> <p>Confrontaran las hipótesis iniciales con los resultados.</p>	<p>Búsqueda de experimento relacionado con flotación de los cuerpos.</p> <p>Ejecución de estos, registrando datos, y analizando resultados.</p>	
Presentación de resultados	Usaran medios Prezi, Powtoon, para poner en común los resultados y la respuesta del problema.	Exposición de resultados.	Presentación.
Evaluación y autoevaluación.	Para la evaluación del proceso de investigación se empleará una rúbrica, la cual será empleada por los estudiantes para verificar el proceso de investigación. Esta rúbrica la pueden consultar desde el inicio del proceso de (ABP), pero, será al final del proceso que se analizará el desempeño del equipo ubicándolo en un nivel	Autoevaluación del proceso de ABP.	Rubrica

<p>Retroalimentación del proceso.</p>	<p>(Experto, intermedio, novato y aprendiz).El diseño de este instrumento de evaluación se fundamentó en la rúbrica propuesta por Briede. &amp; Mora. (2013)</p> <p><a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a>. ID # is: 2688174</p> <p>Esta rúbrica también permite que los estudiantes reevalúen los pasos del proceso para retroalimentación de manera grupal e individual.</p> <p>También evaluarán su participación en el trabajo en equipo a través de otra rúbrica. <a href="http://rubistar.4teachers.org">http://rubistar.4teachers.org</a>. ID # is: 2688178</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados de la rúbrica los estudiantes socializarán el análisis que realizarán de estas a la clase.</p>		
---------------------------------------	---	--	--

## ANEXO J.

### Plantilla de Diseño de actividad Instruccional.

## ANEXO K.

### MATERIAL INSTRUCCIONAL.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO JOSE LLOREDA MERA

DOCENTE: Eliana Bolaños.

FORMATO DE SEGUIMIENTO DE PROSESO ABP.

### ¿POR QUÉ SE HUNDEN LOS BARCOS?

#### **A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

B. Conformar equipos de 4 integrantes (máximo)

C. Amplia la siguiente noticia y realiza las actividades del recuadro en la parte izquierda.



[http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio\\_1311300/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-01-02/titanic-hundimiento-incendio_1311300/)

### ¿Y si el Titanic no se hundió solo por chocar con un iceberg?

Emerge una nueva teoría

**Durante décadas se ha pensado que la primera y única razón por la que se hundió la embarcación fue el impacto que destruyó el casco. Hay un nuevo dato que lo cambia todo**



**02.01.2017** – 12:44 H. -  
*ACTUALIZADO: 10.02.2017*  
 - 17:23H.

El pasado 1 de enero, los espectadores ingleses descubrieron una teoría alternativa sobre el hundimiento del Titanic, que este año cumplirá su 105 aniversario. Según el documental '**Titanic: the New Evidence**', no fue el choque con un iceberg lo que causó el trágico hundimiento del transatlántico, sino un fuego en las calderas que se habría iniciado incluso **antes de abandonar los astilleros de Belfast**.

La teoría se basa en el hallazgo de varias fotografías recientemente subastadas que, según los analistas, muestran que había **indicios de un incendio en el casco de la embarcación** antes de zarpar.

Teniendo en cuenta la información plantea una hipótesis que explique el hundimiento de este histórico barco y demuéstrela a través de una actividad experimental fundamentada en los conocimientos de la física.

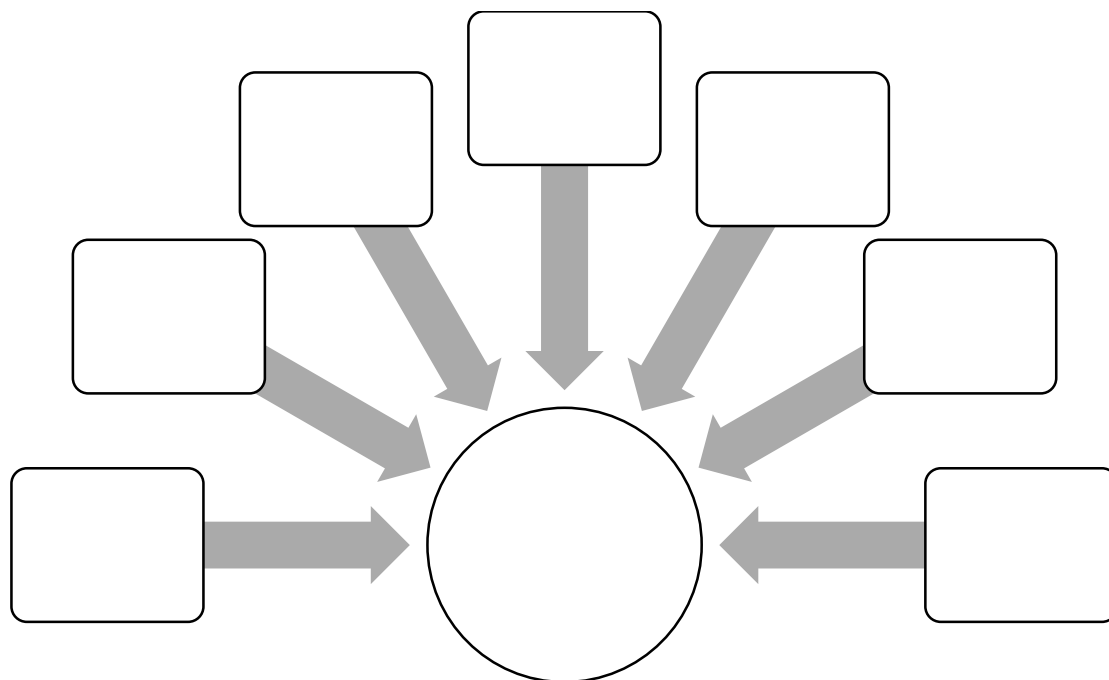
**B. FORMULACIÓN DE  
HIPOTESIS Y OBJETIVOS DE  
APRENDIZAJE.**

1. Consigna la pregunta o afirmación que orientará el proceso.
2. Escribe las ideas aportadas por tu grupo y redacta la hipótesis en el círculo del centro.

**ACTIVIDADES**

Los estudiantes serán invitados a visitar la página web en la que se desarrolla la noticia y realizar las siguientes actividades:

1. Leer la noticia completa.
2. Analizar las imágenes presentadas.
3. Dar click en los hipervínculos y leer los títulos. (Mínimo)



3. Selecciona de la lista de chequeo los conceptos que debes tener claros para resolver el problema. También puedes proponer otros.

1. La masa de un cuerpo, como medirla	
2. El volumen de un cuerpo, como medirlo.	
3. El peso de un cuerpo, como medirlo.	
4. La densidad de un cuerpo, como medirlo.	
5. La fuerza de empuje del agua, como actúa sobre los cuerpos.	
6. El área de sustentación de un barco y cómo actúa con el peso.	
7. El material con el que estaba construido el barco "El Titanic"	
8. Características del agua en el que navegaba "El Titanic" en el momento que se hundió.	

9. Principio de Arquimedes.	
10. Propone otros temas	
11.	
12.	
13.	
14.	

4. Redacta los objetivos de aprendizaje que consideres necesarios para resolver el problema y relaciónalos con las estrategias que establecerán para llevar a ellos. Recuerda iniciar los objetivos con verbos en infinitivo.

Objetivos de aprendizaje	Estrategias
Objetivo No.1	

Objetivo No. 2	
Objetivo No. 3	
Objetivo No4.	
