



**UNIVERSIDAD TECVIRTUAL  
ESCUELA DE GRADUADOS EN EDUCACIÓN**

**La enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria.**

Tesis para obtener el grado de:  
**Maestría en Educación con acentuación en Enseñanza de las Ciencias**

presenta:

**Valeria Leticia Calagua Mendoza**

Asesora tutora:  
**M. E. Leonor Silva Schütte**

Asesor titular:  
**Dr. Genaro Zavala Enríquez**

*“Solo una cosa hace que un sueño sea imposible: el miedo a fracasar”*  
Paulo Coelho

## **Dedicatorias**

A Ami y a Miki, por estar siempre presentes con una sonrisa haciéndome sentir que todo es posible.

## **Agradecimientos**

Quiero manifestar mi profundo agradecimiento a la Dra. Silvia Tecpan, asistente de investigación adscrita a la Cátedra de Enseñanza de la Física del Tecnológico de Monterrey, por haber facilitado la plantilla utilizada para el procesamiento de resultados del Cuestionario de Opiniones de de Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS empleado en este trabajo.

Así mismo a mis asesores la Maestra Leonor Silva Schütte y el Dr. Genaro Zavala Enríquez, por su apoyo continuo y las orientaciones que aportaron para el enriquecimiento de esta propuesta. Agradecimiento que se hace extensivo a las directivas del Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, por permitir la realización de la investigación en esta casa de estudios.

Especialmente, agradezco el acompañamiento de Miguel Risco Castillo, mi esposo, en esta aventura de conocimiento, por su apoyo constante e increíble curiosidad y gusto por la ciencia, que me ayudan a redescubrir mi vocación de maestra cada día.

**La enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria.**

**Resumen**

En la presente investigación, se analiza el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por un grupo de estudiantes de formación docente de la especialidad de educación primaria, tras la implementación de una propuesta didáctica que inserta aspectos relacionados a la naturaleza de la ciencia integrada a los contenidos de ciencia del currículum. La evaluación de los resultados se realiza a través del análisis de las respuestas dadas a algunos ítems del Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS y de la Matriz de Representación del Contenido – ReCo elaborada por las estudiantes que conformaron la muestra. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que una mejora del conocimiento de la naturaleza de la ciencia, provoca también un progreso del conocimiento pedagógico del contenido del grupo muestral. No obstante, pese a la mejora percibida en las estudiantes de la muestra, el índice global ponderado de las creencias y actitudes en aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia, se mantiene en valores muy próximos a cero, lo cual confirma cuán alejadas se encuentran las creencias de las estudiantes en relación a las opiniones de los expertos, aún tras haber recibido una enseñanza explícita y reflexiva, resultado que coincide con estudios similares realizados recientemente.

# Índice

<b>1. Capítulo 1: Planteamiento del Problema</b> .....	1
1.1 Marco contextual.....	2
1.2 Antecedentes del problema.....	3
1.3 Planteamiento del problema.....	5
1.4 Objetivos de la investigación.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
1.6 Justificación de la investigación.....	9
1.7 Limitaciones y delimitaciones.....	11
<b>2. Capítulo 2: Marco Teórico</b> .....	12
2.1 Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia.....	13
2.1.1 Situación actual de la enseñanza de la ciencia.....	13
2.1.2 Alcances de la enseñanza de la ciencia en los ciudadanos.....	15
2.1.3 La naturaleza de la ciencia: perspectivas y dificultades.....	17
2.1.4 La naturaleza de la ciencia: contextos que favorecen su enseñanza y aprendizaje.....	23
Primer Contexto: identificar las ideas de los estudiantes.....	23
Segundo contexto: transformación de las ideas de los estudiantes..	25
Tercer contexto: la indagación como ruta de trabajo en el aula.....	29
Cuarto contexto: los materiales didácticos.....	31
El contexto integrador: enfoque explícito y reflexivo.....	32
2.2 Conocimiento Pedagógico del Contenido.....	33
2.2.1 Ser profesor de ciencias: retos y dificultades.....	33
2.2.2 La formación docente en ciencias: vacíos profundos.....	36
2.2.3 El conocimiento pedagógico del contenido: definiciones y perspectivas.....	39
2.2.4 El conocimiento pedagógico del contenido en ciencias.....	41
2.2.5 Un modelo para desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido.....	44
2.3. Investigaciones relacionadas.....	48
2.3.1 Investigaciones sobre el conocimiento pedagógico del contenido en ciencias.....	49
2.3.2 Investigaciones sobre enseñanza de la naturaleza de las ciencias....	50
2.3.3 Investigaciones que integran el conocimiento pedagógico del contenido y la enseñanza de la naturaleza de las ciencias.....	50
<b>3. Capítulo 3: Metodología de la Investigación</b> .....	52
3.1 Método de investigación.....	52
3.2 Población y muestra (Participantes).....	56

3.3 Temas, categorías e indicadores de estudio.....	58
3.4 Técnicas de recolección de datos.....	60
3.5 Prueba piloto.....	68
3.6 Aplicación de instrumentos.....	69
3.7 Captura y análisis de datos.....	70
<b>4. Capítulo 4: Análisis de Resultados.....</b>	<b>73</b>
4.1 Presentación de resultados.....	73
4.2 Análisis e interpretación de resultados.....	105
<b>5. Capítulo 5: Conclusiones.....</b>	<b>121</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>126</b>
<b>Apéndices</b>	
Apéndice A: Cuestionario de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad.....	135
Apéndice B: Matriz de Representación del Contenido.....	145
Apéndice C: Puntuaciones medias de los Índices actitudinales normalizados de cada frase del COCTS aplicado en el re-test.....	146
Apéndice D: Evidencias de trabajo de campo.....	150
Apéndice E: Currículum Vitae.....	154

## Índice de Tablas

Tabla 1: Características básicas de la naturaleza de la ciencia.....	20
Tabla 2: Componentes del Conocimiento Pedagógico del Contenido.....	43
Tabla 3: Categorías e Indicadores del COCTS.....	58
Tabla 4: Categorías del Conocimiento Pedagógico del Contenido.....	60
Tabla 5: Temas, subtemas y cuestiones del COCTS aplicado.....	63
Tabla 6: Preguntas de la Matriz Re-Co aplicada.....	65
Tabla 7: Rúbrica de Evaluación de la Matriz Re-Co.....	65
Tabla 8: Rúbrica Consolidada de Evaluación de la Matriz Re-Co.....	67
Tabla 9: Análisis de datos de componente Cuan y Cual.....	70
Tabla 10: Parámetros estadísticos de la distribución de la media de los índices actitudinales normalizados (-1,+1) correspondientes a las respuestas de la muestra respecto al conjunto de ítems y frases del COCTS aplicados en el pre-test y re-test.....	75
Tabla 11: Índices actitudinales normalizados del pre-test y re-test.....	77
Tabla 12: Frases con las puntuaciones más altas obtenidas en el pre-test.....	78
Tabla 13: Frases con las puntuaciones más bajas obtenidas en el pre-test.....	79
Tabla 14: Frases con las puntuaciones más altas obtenidas en el re-test.....	80
Tabla 15: Frases con las puntuaciones más bajas obtenidas en el re-test.....	81
Tabla 16: Resultados obtenidos por cada pareja antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.....	104



## Índice de Figuras

Figura 1: Origen conceptual del dominio del conocimiento naturaleza de la ciencia (Tamayo y Orrego, 2005).....	19
Figura 2: Modelo de razonamiento y acción pedagógica según Shulman (Salazar, 2005).....	45
Figura 3: Adaptación del modelo de Shulman propuesta por Salazar (2012)	45
Figura 4: Integración de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido y para la educación en ciencias. (Adaptado de Tamayo y Orrego, 2005).....	48

# Capítulo 1

## Planteamiento del problema

La gran responsabilidad que tiene la escuela en desarrollar la creatividad y el espíritu innovador de los estudiantes para que puedan hacer frente a los problemas cotidianos que se le presentan, encuentra su aliada por excelencia en la ciencia, pues su aprendizaje desde temprana edad, facilita la adquisición de competencias y destrezas básicas para tomar decisiones, resolver problemas, vivir de manera solidaria con las personas y responsable con el medio ambiente. Sin embargo, hacer esto posible es una de las mayores encrucijadas de los profesores de ciencias, quienes batallan con la realidad de ver cómo los jóvenes se alejan de la ciencia y no encuentran el conocimiento científico útil para su uso cotidiano y personal. ¿Cuál es el problema que se enfrenta? ¿La apatía de los estudiantes por aprender? ¿O son los contenidos de ciencia que se imparten en las aulas que no resultan motivadores para los estudiantes? ¿O son acaso los modos como se acercan estos contenidos presentándolos desde ya como verdades inalcanzables que terminan haciendo que niños y jóvenes tachén los cursos de ciencia como aburridos, difíciles e incluso inútiles para ellos? ¿O es acaso que los mismos profesores no encuentran útil y válido fuera de las aulas el conocimiento científico que imparten? Estas interrogantes que surgen del intrincado problema de enseñar y aprender ciencias en nuestra sociedad actual, se centran como señala Golombek (2008), en los procesos que ocurren en quien aprende y en quien enseña ciencias, pues ambos, estudiantes y docentes, han experimentado transformaciones en las últimas décadas en

relación a los contenidos y a los métodos implementados, y son los que han guiado el trabajo que a continuación se presenta.

En este capítulo se aborda el planteamiento de este problema iniciando con la presentación del escenario donde se lleva a cabo la investigación, describiendo brevemente la infraestructura y personal con que cuenta la institución educativa escogida. Se hace referencia también a los antecedentes del problema, su formulación y su debida justificación. Así mismo, se hacen explícitos los objetivos trazados y la hipótesis que se espera sea confirmada con el desarrollo de este trabajo.

### **1.1 Marco contextual**

El Instituto Pedagógico Nacional Monterrico es un centro de Educación Superior, con rango universitario, dedicado desde hace 137 años a formar profesionales de las Ciencias de la Educación, al perfeccionamiento y especialización magisterial, así como a la investigación educativa y a la promoción social. Ofrece siete especialidades en educación: educación inicial, educación primaria, educación secundaria con mención en: lengua y literatura, idiomas, matemática-física, ciencia histórico sociales y ciencias naturales. Pese a ser una institución pública, el gobierno del Instituto está a cargo de la Congregación de las Religiosas del Sagrado Corazón de Jesús, de acuerdo a Resolución Ministerial.

El Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, ubicado en el distrito de Santiago de Surco, en la ciudad de Lima, cuenta con una infraestructura moderna que se evidencia en una construcción de cuatro pisos divididos en pabellones por cada especialidad. Estos pabellones alojan amplias aulas destinadas a las clases y una biblioteca por especialidad.

Entre los ambientes comunes se cuentan dos bibliotecas, una hemeroteca, siete laboratorios, cinco salas de informática, siete salas de audiovisuales, una enfermería, una consultorio médico, una sala de actividades para reuniones generales, un auditorio, una capilla, un gimnasio, cuatro lozas deportivas, un campo atlético, dos salas de trabajo para los estudiantes, una cocina, dos comedores, cuatro kioscos de comida rápida, una carpintería. Los personales docente y administrativo cuentan con oficinas y salas de reunión para realizar labores propias del trabajo que desempeñan. Atiende a 710 estudiantes en las siete especialidades mencionadas, teniendo un aula por cada año de estudio. El personal docente está formado por 92 profesores y 69 personas se encargan del trabajo administrativo realizando funciones de secretaría, impresiones, mantenimiento, seguridad y limpieza.

## **1.2 Antecedentes del problema**

Atendiendo los principios de la educación peruana que hacen referencia a la calidad, creatividad e innovación señalados en la Ley General de Educación, Art. 8° (Ministerio de Educación, 2009) y en concordancia con el quinto propósito de la educación básica regular al 2021, por el que se busca desarrollar la cultura científica y tecnológica para comprender y actuar en el mundo, el Estado Peruano viene implementando un proceso de modernización de la educación en todos los niveles. En este camino la formación docente cuenta desde el año 2010 con el Diseño Curricular Básico Nacional para la carrera profesional docente que entró en reemplazo del primer currículum básico de formación docente del año 2001, que solo contemplaba áreas genéricas y ninguna disciplina científica, humanística o tecnológica. Este documento

que presenta un enfoque intercultural e incorpora la práctica y la investigación desde los primeros ciclos de estudio, ha sido elaborado considerando contenidos específicos para cada una de las especialidades y pretende cubrir los vacíos de formación presentados para hacer viable una educación de calidad para todos en el país. El currículum escolar por su parte también ha experimentado cambios, siendo uno de los más significativos el reemplazar las asignaturas por áreas curriculares. Concretamente en ciencias, se pasó de enseñar química, física y biología de forma seccionada a la enseñanza de una ciencia integrada. Por esto último, desde 1997 el área de ciencias en secundaria se denomina Ciencia, Tecnología y Ambiente y en primaria Ciencia y Ambiente.

Pese a todos estos cambios, no se han evidenciado significativas mejoras en cuanto a los aprendizajes realizados por los estudiantes, razón por la cual el gobierno central promueve periódicamente capacitaciones buscando actualizar a los docentes en cuanto a metodologías y contenidos en el área de su especialización. Sin embargo, ni en las capacitaciones, ni en la formación inicial docente, se dan espacios para que el profesor pueda desarrollar ese saber especial que lo hace ser maestro; ya que no solo consiste en manejar un área académica, particularidad que comparte con otros profesionales, sino sobre todo en cómo hacer viable el conocimiento adecuándolo a la específica realidad y necesidad de los estudiantes que tiene a su cargo. Al no promoverse el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido en los docentes en formación ni en ejercicio, se sigue fomentando una enseñanza que dista mucho de lo que el estudiante necesita, pues los contenidos que se le presenta, son poco significativos, que no lo motivan a continuar aprendiendo. Situación que se agrava aún más en el área de ciencia, ya que la temática que se trabaja no solo es poco relevante, sino que no corresponde al saber actual de la

ciencia. Esto último se pone de manifiesto al observar que en los currículos escolares y de formación docente del Perú no se incluyen los actuales aspectos que contempla la naturaleza de la ciencia.

Es así que a la fecha, no se han encontrado evidencias de estudio del conocimiento pedagógico del contenido en ciencias en la República del Perú, no obstante existe un estudio de longitudinal que pretende relacionar el conocimiento pedagógico de los contenidos curriculares con el rendimiento en matemática de niños del cuarto grado de primaria. Este proyecto, aún en realización, es ejecutado por Cueto *et al.* (2013) de la Institución Grade – Young Lives/Niños del Milenio en Perú. En cuanto a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, las evidencias más cercanas aplicadas en Latinoamérica, se posan sobre el proyecto EANCYT, que promueve su enseñanza relacionándola con los demás temas de ciencia. No obstante, en el Perú no se tienen evidencias del desarrollo de este proyecto.

### **1.3 Planteamiento del problema**

Para todos resulta sabido que el conocimiento científico juega un rol esencial, relevante y trascendente en el desarrollo de una nación. Sin embargo, no todos reconocen que este conocimiento tiene injerencia no solo en la vida académica de un individuo, sino que su influencia se extiende a los diferentes aspectos del ser humano en particular y de la vida en el planeta en general. Pues el conocimiento científico que se adquiere en las aulas permitirá a una persona tomar decisiones que lo lleven a desarrollar prácticas acordes con la preservación de su salud, a una real preocupación por el

bienestar de sus congéneres y un respeto y cuidado por la vida de los demás habitantes del planeta.

En este marco de importancia del saber científico como herramienta de desarrollo humano, se ve con desazón y desánimo cómo aún no se han podido superar antiguas dificultades de la enseñanza de la ciencia, caracterizadas por prácticas pedagógicas orientadas a la memorización de conceptos y a presentar una ciencia fragmentada que poco o nada sirven en la vida del estudiante, provocándole sentimientos de miedo y rechazo por encontrarlas muy complejas y sin sentido para ellos.

El gobierno del Perú no ajeno a esta situación, ha considerado que desde 1997 en las escuelas se enseñe ciencias de manera integrada esto es, una sola área curricular que incluya contenidos de química, física, biología y más recientemente ecología. Es así que en el currículum escolar se encuentran los principios, hechos y teorías “de” las ciencias, aunque hay un notable olvido respecto a los conocimientos “sobre” la ciencia. Estos, que se refieren al funcionamiento de la ciencia, a los métodos que utiliza para construir y difundir su conocimiento, a los valores implicados en las actividades científicas, a las características de la comunidad científica, a los vínculos entre la ciencia y la tecnología, a las relaciones de la sociedad con el sistema tecno-científico, constituyen los contenidos de la llamada naturaleza de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2012a). Esta ausencia también se aprecia en el currículum de formación docente por la que los futuros profesores no reciben desde su formación inicial preparación en estos aspectos que actualmente enmarcan la enseñanza en ciencias de numerosos países.

Si los profesores no cuentan con la preparación adecuada para enseñar estos contenidos y más aún, estos no se encuentran contemplados explícitamente en el

currículo escolar, no existe culpabilidad ni responsabilidad alguna por no enseñarlos. No obstante, los resultados obtenidos en las evaluaciones censales aplicadas a nivel nacional y el alejamiento de los estudiantes de las carreras de ciencia, son apenas los más notorios indicadores de la pobre enseñanza científica que se imparte en las aulas peruanas. Esta situación que se agrava en contraposición con el número de capacitaciones docentes propuestas por el gobierno, da cuenta de la necesidad de desarrollar en los profesores el conocimiento pedagógico del contenido, como parte de su saber docente que combina adecuadamente los aspectos teóricos, metodológicos y de contexto que debe tener en cuenta para adecuar determinado contenido a los estudiantes, a fin de hacerlo relevante para ellos, aumentando la posibilidad de lograr aprendizajes significativos. Este conocimiento que distingue al profesional de la docencia de otros, no es considerado en la formación inicial docente, tratándose independiente contenidos relacionados a la especialidad escogida, a las estrategias metodológicas, al currículo escolar, a la psicología del niño y adolescente, sin preocuparse por la fusión de estos en un solo conocimiento que puedan poner en práctica en las aulas.

Esta propuesta se presenta desde el marco de la formación inicial docente porque pese a no estar incluido en el actual Diseño Curricular Básico Nacional para la carrera profesional docente, los estudios realizados desde finales de los 80 dan cuenta de la relación directa entre el conocimiento pedagógico del contenido de un profesor y el nivel de aprendizajes logrados en sus estudiantes. Como este conocimiento se desarrolla sobre un tema determinado, la propuesta de este trabajo es utilizar como contenido la naturaleza de la ciencia de manera integrada a los temas de ciencia que se encuentran en el currículo de formación docente, ya que este contenido tampoco está considerado en



la malla curricular de los estudiantes que se preparan para ser profesores de primaria de la institución escogida para su aplicación.

**Pregunta de investigación:**

¿En qué medida la enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria?

**1.4 Objetivos de la investigación**

**Objetivo general:**

Evaluar en qué medida la enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de educación primaria.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar la comprensión de la naturaleza de la ciencia que poseen los estudiantes de formación docente de cuarto año de la especialidad de educación primaria.
2. Determinar el conocimiento pedagógico del contenido que poseen los estudiantes de formación docente de cuarto año de la especialidad de educación primaria.
3. Diseñar una propuesta didáctica de enseñanza de la naturaleza de la ciencia integrada con los contenidos de ciencia.

4. Desarrollar la propuesta didáctica de enseñanza de la naturaleza de la ciencia integrada con los contenidos de ciencia correspondientes a los estudiantes de formación docente de cuarto año de la especialidad de educación primaria.
5. Determinar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por los estudiantes de formación docente de cuarto año de la especialidad de educación primaria a partir de la propuesta didáctica desarrollada.

### **1.5 Hipótesis**

La propuesta didáctica de enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de educación primaria.

### **1.6 Justificación de la investigación**

En los últimos años, el enseñar ciencias es un problema complejo que ha cambiado de estatus en la sociedad. La generalización de la enseñanza científica, ha pasado de ser una enseñanza destinada a una élite a una enseñanza para todas las personas, aún las menos interesadas, justifican en parte esta complejidad. A esto se le suma la exigencia de la sociedad que espera de los individuos una actuación responsable que compromete su conocimiento en campos como el cuidado ambiental y la salud, pretendiendo además que sean no solo usuarios competentes de las tecnologías sino promotores de ella (Sanmartí, 2002).

Resulta por esto incoherente que los docentes sigan centrando sus esfuerzos en la transmisión de contenidos conceptuales que mucho distan de la ciencia contemporánea que se hace hoy en día, y más aún se siga mostrando estos contenidos como verdades acabadas que corresponden a un conocimiento científico definitivo e irrefutable (Vázquez *et al.*, 2004). Como señala Sanmartí (2002) la escuela ya no puede ser el lugar en que se transmiten datos, debe ser el lugar en que se ponen las bases para interpretarlos. Se hace necesario entonces que el profesor de ciencias sea capaz de manejar los actuales contenidos y perspectivas de la ciencia y de generar prácticas adecuadas a estos contenidos, promoviendo un aprendizaje más efectivo que supere las limitaciones de un trabajo empírico por uno acorde con los objetivos que se trace capaz de estimular la creatividad, permitiéndose como docente ser verdaderamente un guía en la construcción de los conocimientos de sus estudiantes.

Es por esto que se pretende que esta investigación permita a los profesores en formación desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido respecto a la naturaleza de la ciencia de manera integrada a los temas de ciencia que se encuentran en el currículum. Acercar a los futuros docentes al conocimiento *sobre* la ciencia, superando el conocimiento *de* la ciencia trabajado habitualmente en las aulas, intenta mostrar una ciencia cercana y actual, no ajena a los problemas que se viven en la sociedad, que promueva en los futuros docentes el gusto y el interés por su estudio, actitudes que se espera redunden en el desarrollo de su práctica docente y la generación de aprendizajes de sus estudiantes.

El interés que motiva la realización de este trabajo son las dos grandes ausencias en los currículos del Perú, país de aplicación de la investigación. Por un lado, no se

encuentran explícitos los contenidos relacionados a la naturaleza de la ciencia, como actualmente se consideran en muchos otros países, y por otro, tampoco se hace evidente el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido desde la formación inicial en los futuros profesores.

### **1.7 Limitaciones y delimitaciones**

Las limitaciones que se presentaron en esta investigación fueron fundamentalmente de orden temporal pues se debió insertar en el tiempo habitual del desarrollo del currículum, contenidos sobre la naturaleza de la ciencia que no se encuentran contemplados en el mismo. Es así que se tomaron ocho de las dieciséis semanas que contempla el ciclo académico, para la realización de la propuesta didáctica con el grupo muestral.

Las restricciones del estudio hacen referencia directa a los contenidos específicos con los que se desarrolló la propuesta didáctica, por ser estos los que debían desarrollarse en el ciclo de estudio de la muestra, no obstante, la metodología planteada puede replicarse considerando otros contenidos de ciencia.

Es por esto que los alcances de esta investigación, afectaron directamente a las estudiantes del cuarto año de formación docente de educación primaria del Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, que constituyeron la muestra. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos, se espera la inserción de los constructos abordados en este estudio, en el currículum de formación docente de la especialidad de educación primaria, a fin de verlo enriquecido.

## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

La necesidad de contar con ciudadanos que puedan comprender el funcionamiento del mundo y tomar decisiones para su vida personal y social, hace urgente que la enseñanza de la ciencia contribuya con el desarrollo de herramientas del pensamiento que les permitan aportar significativamente al crecimiento y sostenimiento de su sociedad. Este trabajo, que pretende ser un aporte a la didáctica de la ciencia, desarrolla en este capítulo las principales definiciones sobre los dos constructos de la investigación: enseñanza de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento didáctico del contenido de estudiantes de formación docente del último ciclo de la especialidad de educación primaria.

El primer apartado que corresponde a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia se presenta un análisis de lo que significa enseñar y aprender ciencia en los contextos actuales de nuestra sociedad, atendiendo sus demandas y visionando sus mejores aportes en la formación de los ciudadanos, desde la noción de la naturaleza de la ciencia, resaltando los aportes de los campos disciplinares que nutren el concepto. En esta sección también se hace una revisión a las formas de adquisición de los conceptos científicos y al método de la indagación por constituir éste un contexto que propicia la enseñanza y aprendizaje de la naturaleza de la ciencia.

En el segundo apartado del capítulo que se refiere al conocimiento pedagógico del contenido, se presenta la definición y evolución del concepto así como su relevancia en la enseñanza de ciencia. También se muestra el análisis del modelo propuesto para su tratamiento en el aula, cerrando el capítulo con la integración de este concepto a la naturaleza de la ciencia.

En el tercer apartado se menciona las investigaciones relacionadas con este trabajo, presentándolas según hagan referencia a los constructos abordados, mencionados anteriormente.

## **2.1 Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia**

### **2.1.1 Situación actual de la enseñanza de la ciencia**

El objetivo que subyace en toda educación de formar personas integrales, es la misma intención que persiguen las teorías actuales de aprendizaje que lideran los currículos de los países, sin embargo es aún bastante común que en ciencias se siga recurriendo a una transmisión de conceptos *ex cathedra*, en la que el profesor es el dueño del saber que lo vierte a sus alumnos dejando de lado las situaciones particulares que estos viven y sin tomar en cuenta los métodos más adecuados para acercarlos a dichos conceptos. Es por esto, que a pesar que las sociedades se encuentran cada vez más impregnadas de ciencia y tecnología, la mayoría de ciudadanos, no pueden comprenderlas, demostrando que la enseñanza recibida en las materias de ciencia escolar que cursaron, no fue funcional ni significativa para ellos (Vásquez *et al.*, 2004).

Esto se da porque los profesores de ciencia siguen enseñando una ciencia de dogmas establecidos, poco cuestionables, que deben ser aprendidos irreflexivamente. En respuesta a esto, los estudiantes recurren a métodos memorísticos que no son capaces de cambiar las ideas que formaran de niños sobre los fenómenos naturales, llegando a la edad adulta aún con pensamientos infantiles de cómo funciona el mundo, los mismos que se evidencian en acciones poco responsables de su cuidado y conservación. Como nos advierten Charpak *et al.*, (2006), es mucho más difícil y requiere mayor preparación acompañar a los estudiantes en un viaje de descubrimiento científico que dar una clase magistral, pues no enfatiza la creatividad, las preocupaciones morales, el desarrollo histórico o el impacto social de los temas que va a abordar (Lemke, 2006). Es así que la creciente preocupación docente por terminar el currículum escolar y preparar a los estudiantes para que puedan enfrentar las exigencias de la universidad, termina reduciendo la enseñanza de la ciencia en la escuela, a un carácter propedéutico pues está supeditada a los requerimientos de la universidad (Acevedo, 2004).

Este contexto en que se desenvuelve una gran mayoría de profesores de ciencia, demuestra que siguen concibiendo su curso como el fin mismo del quehacer educativo sin tener en cuenta que su enseñanza es un vehículo cultural, que puede permitir a niños y jóvenes formarse en la necesidad cotidiana de participar en las decisiones sobre la ciencia y la tecnología que a todos afectan, como sostiene Martín (2014, abril). Este mismo autor manifiesta que la participación puede darse tanto en los niveles macro, al participar de las decisiones democráticas sobre las prioridades en la investigación y el desarrollo tecnológico, como en los niveles micro, al tomar decisiones cotidianas como consumidores.

De esta manera, considerar a la participación como una de las finalidades de la educación, presupone que la escuela despliegue esfuerzos por que sus estudiantes desarrollen las habilidades que la participación exige. Al respecto Martín (2014, abril), señala que aprender a participar incluye el aprender a convivir, a compartir, a cooperar, a disentir, a discrepar, a discutir, a confrontar, a negociar, a consensuar y a decidir, habilidades que crearán las condiciones básicas que aseguren una participación democrática en la sociedad.

Sin embargo, puede apreciarse que aún en una misma sociedad, la participación de los individuos se da en forma desigual, que queda evidenciada en la toma de decisiones poco responsables y justificadas, y en un débil compromiso personal y colectivo con la construcción de un futuro sostenible. Esto estaría afirmando que el acceso al conocimiento científico y a una cultura científica, también es desigual pese a las marcadas intenciones de lograr una educación para todos.

### **2.1.2 Alcances de la enseñanza de la ciencia en los ciudadanos**

El énfasis en que la enseñanza ayude a los niños y jóvenes a asegurarse un futuro sostenible, lleva implícita la promoción de habilidades que les posibiliten actuar constructivamente, enfrentando con éxito los desafíos que la vida del presente (Leymonié *et al.*, 2009). Por esto último y en concordancia con los objetivos planteados para la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible que ya termina, la UNESCO plantea “el objetivo primordial de la educación científica es formar a los alumnos –futuros ciudadanos y ciudadanas– para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos, para que sean capaces de adoptar



actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver los problemas cotidianos” (Macedo, 2008, p.114)

Esta necesidad de ubicar la enseñanza de las ciencias en el marco de las demandas sociales (Leymonié *et al.*, 2009), ha sido recogida en la IX Conferencia Iberoamericana de Educación y traducida en la necesidad de la alfabetización científica de las personas, destacando la responsabilidad que tiene el Estado de proporcionar a todos los ciudadanos las oportunidades necesarias para adquirirla (Declaración de la Habana, 1999), reconociendo de esta manera a la ciencia y a la tecnología como los factores más influyentes en la vida de las personas (Tamayo y Orrego, 2005).

Esta alfabetización científica involucra no solo la revisión de los contenidos que presenta el currículum escolar sino también la direccionalidad del mismo, esto supone que la intención pedagógica marque como prioridades la aplicación de los conocimientos a la resolución de problemas reales, la integración con la tecnología y la reflexión sobre las implicancias éticas y morales de la toma de decisión en asuntos científico-tecnológicos (Leymonié *et al.*, 2009). Se hace necesario, como señalan Tamayo y Orrego (2005) crear condiciones particulares de enseñanza y aprendizaje para que la ciencia y los procesos relacionados a ella formen parte inseparable de la cultura. Pues a través de las disciplinas científicas los estudiantes pueden disponer de los conocimientos y destrezas necesarias para desenvolverse óptimamente en su vida diaria, sabiendo resolver problemas, promoviendo hábitos de salud personal y supervivencia global, manifestando actitudes responsables frente al desarrollo y sus consecuencias, así como en la participación activa en la toma de decisiones (Vilches y Furió, 1999). En otras palabras, enseñar ciencias da la posibilidad de formar personas. Se debe, como

dice Lemke (2006) ofrecer a los estudiantes una educación científica que haga de la ciencia una auténtica compañera de otras formas de ver el mundo.

Es necesario advertir que no se está buscando plantear que la ciencia es la materia más importante del currículum escolar ni que es la única y mejor forma de conocimiento (Lemke, 2006), pero sí hay que reconocer que la ciencia es el nexo más específico de lo visible y lo sensible: nombrando sustantivos por sus características, verbos por su comportamiento, estableciendo relaciones de causa y efecto tanto en procesos que ocurren dentro del propio cuerpo como en fenómenos naturales y en la interacción de individuos con los de su misma especie o con otros (Charpak *et al.*, 2006). En otras palabras, se debe acercar la ciencia a los estudiantes, haciendo que experimenten la realidad de la ciencia y de la tecnología (Lemke, 2006), mostrando que son accesibles y relevantes para su vida (Martín, 2003).

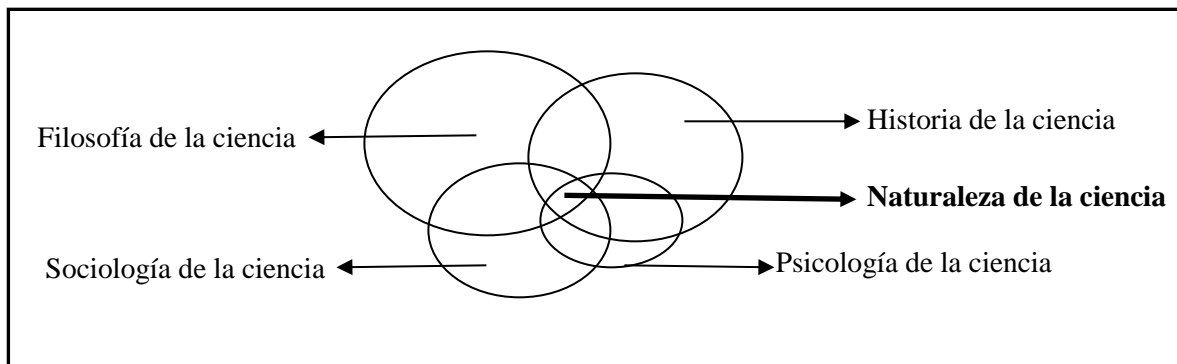
### **2.1.3 La naturaleza de la ciencia: perspectivas y dificultades**

Atendiendo la actual dinámica cultural por la que se requieren propuestas orientadas hacia una ciencia para la vida y para el ciudadano, McComas y Olson (1998) proponen el uso del concepto naturaleza de la ciencia para describir el trabajo científico en educación en ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos (Tamayo y Orrego, 2005). Aunque es ésta la denominación que prevalece en las investigaciones de la didáctica de las ciencias, es preciso mencionar que han surgido otros movimientos que aunque de nombre diferente, se preocupan por superar la centralidad de los contenidos conceptuales tan característica de los currículos escolares de ciencia.

Ideas sobre la ciencia, es una de estas denominaciones propuesta por Osborne *et al.*, (2003), cuyas categorías: métodos de la ciencia, naturaleza del conocimiento científico e instituciones y prácticas sociales de la ciencia, muestran la semejanza de sus contenidos con los considerados por la naturaleza de la ciencia, y la predominancia del sentido epistemológico en ambas corrientes (Vázquez *et al.*, 2004). Otro término también muy usado es el del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que reconoce la ciencia y la tecnología como actividades humanas impregnadas de valores, y destaca las interacciones que se producen entre ellas. (Acevedo *et al.*, 2002a). Esta corriente da un peso relativamente mayor a las relaciones que al contenido epistemológico.

Investigaciones recientes hacen explícita la inclusión de la tecnología, asumiendo la denominación de naturaleza de la ciencia y tecnología (Vázquez, 2012). No obstante, en este trabajo se considera el nombre genérico de naturaleza de la ciencia en referencia a la extensión natural que ya supone el término.

La naturaleza de la ciencia se ubica en la intersección de diversos campos disciplinares en los cuales destacan: la historia y la filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia, y la psicología de la ciencia, áreas que nutren sus reflexiones, tal como se muestra en la figura 1, en la adaptación presentada por Tamayo y Orrego (2005). Nótese que el tamaño de los círculos presentados es diferente, por ser estos proporcionales a la producción científica en cada disciplina mencionada.



*Figura 1.* Origen conceptual del dominio del conocimiento naturaleza de la ciencia. (Tamayo y Orrego, 2005)

La naturaleza de la ciencia es un metaconocimiento sobre la ciencia, que encierra todas aquellas características de la ciencia como forma de construir conocimiento (Vázquez *et al.*, 2004). Estas características incluyen asuntos que van más allá de los resultados de la ciencia misma, como son los procesos o métodos con que validan el conocimiento científico, los valores que implican sus actividades, las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, las relaciones sociales en el interior de la comunidad científica, las relaciones entre la ciencia escolar y la ciencia en elaboración (Vázquez *et al.*, 2004). En otras palabras la forma misma cómo la ciencia funciona, se desarrolla, se relaciona y aporta a la cultura y al avance de la sociedad.

Por todo esto, incluir la naturaleza de la ciencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje proporciona a los estudiantes algo más que la comprensión de ideas científicas. Se busca a través de su enseñanza que los estudiantes conozcan los alcances y limitaciones que tienen los conceptos en ciencias, reconociendo su carácter temporal y cambiante por la evolución de las teorías y de los modelos que los explican. Otra clara intención que presenta su enseñanza es, acercar a los estudiantes a lo que es la ciencia y

el trabajo científico, demostrar una ciencia más humana e interesante, de modo que aumente la sensibilidad de los estudiantes hacia la ciencia y al desarrollo del conocimiento científico (Tamayo y Orrego, 2005). En otras palabras, se pretende que los estudiantes mejoren su interés y motivación hacia el área.

Los aspectos básicos de la naturaleza de la ciencia, que alcanzan el consenso entre los expertos, deben ser considerados en el trabajo con los estudiantes tal como lo señalan los principales documentos de reforma en la enseñanza de las ciencias de numerosos países occidentales, principalmente (Acevedo, 2008). Estas características dadas por Lederman *et al.* (2002), son presentados en la tabla 1 siguiendo la organización que asumen los principales instrumentos que se encargan de medirla en la actualidad.

Nótese sin embargo, que las nociones que encierran se encuentran íntimamente relacionadas entre sí.

Tabla 1  
*Características básicas de la naturaleza de la ciencia*

<b>Algunas características de la naturaleza de la ciencia</b>	
Definiciones	El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Las demás características de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico.
	El conocimiento científico es empírico; esto es, se basa o se deriva de observaciones del mundo natural.
	La ciencia se basa en la observación y la inferencia o deducción. Las observaciones se recogen mediante los sentidos humanos y extensiones de éstos. Las inferencias son interpretaciones de esas observaciones. Los puntos de vista actuales de la ciencia y de los científicos guían las observaciones y las inferencias. Distintas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.
	El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente. El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta

	creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen.
Sociología externa de la ciencia	Como empresa humana, la ciencia se practica en un amplio contexto cultural y los científicos son un producto de esa cultura. De aquí se sigue que la ciencia está influida por diversos elementos y ámbitos de la sociedad y la cultura donde se inserta y desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia donde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza. Así mismo, la ciencia influye en la sociedad y en la cultura en la que está inserta.
Sociología interna de la ciencia	El conocimiento científico es subjetivo en parte y nunca puede ser totalmente objetivo. La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Ésta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia. Además, hay una subjetividad personal que también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y experiencias anteriores dictan cómo y hacia dónde los científicos dirigen su trabajo.
	La relación y diferencia entre leyes y teorías científicas. Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, de los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos fenómenos naturales. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación por la comunidad científica. Las teorías y las leyes no se convierten unas en otras, en un sentido jerárquico, porque ambas son tipos de conocimiento explícita y funcionalmente diferentes.

Por lo presentado, resulta necesario hacer la distinción entre actitud hacia la ciencia y la actitud científica que hiciera Gardner (1975). Este autor define las actitudes científicas como el conjunto de rasgos provenientes de las características que el trabajo científico impone a las actividades de investigación realizadas por los científicos. Estas actitudes, de naturaleza cognoscitiva, son orientaciones generales de los individuos hacia el tratamiento de hechos, evidencias, objetos y métodos de las ciencias. Por otro lado,

las actitudes hacia las ciencias resaltan sobre todo el carácter de elección personal de un individuo hacia la ciencia en general. Esta opción es promovida por los valores personales y sociales que regulan su conducta y suscita su participación en todas las esferas de su vida, que van desde la toma de decisiones al activismo en temas socio-científicos (Vázquez *et al.*, 2004).

La curiosidad inicial, tan natural en el niño, es el requerimiento principal de la actitud científica y permitirá en él el desarrollo de capacidades como observación, análisis y reflexión crítica. El desarrollo de estas capacidades trasciende las metas del dominio intelectual de una asignatura, pues los valores en que asienta se proyectan en la conducta individual y social de la persona, generando una moral autónoma y un juicio crítico independiente (Cernuschi, 1945). Es así, que desarrollar la actitud científica en niños y adolescentes, ciudadanos del mundo, será contribuir a formar personas capaces de pensar inteligentemente, sin dejarse apabullar por los estímulos externos que llegan a través de la excesiva publicidad de los medios, que pretenden orientarnos a un consumo desmedido e irracional.

Bajo esta perspectiva la enseñanza de la naturaleza de las ciencias se convierte en un instrumento para la clave para la alfabetización científico-tecnológica de los ciudadanos, que los ayuda a comprender los problemas que tiene la sociedad actual y los faculta para la toma de decisiones fundamentadas y responsables ((Macedo, 2008). Por esto mismo, los aspectos que encierra la naturaleza de la ciencia, se constituyen un dominio básico del conocimiento de todo profesor de ciencias (Tamayo y Orrego, 2005).

#### **2.1.4 La naturaleza de la ciencia: contextos que favorecen su enseñanza y aprendizaje**

Acevedo (2010), señala que se hace necesario que los profesores propicien determinados contextos, en los que la enseñanza y aprendizaje de las cuestiones que encierra la naturaleza de la ciencia, pueda verse optimizada. Estos contextos, constituirían en otros términos, los conocimientos básicos con los que todo docente de ciencia debiera contar para hacer más efectiva su enseñanza.

##### **Primer Contexto: identificar las ideas de los estudiantes.**

A finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta, la didáctica de la ciencia recibió aportes de la psicología del aprendizaje y de la epistemología, los mismos que provocaron una marcada tendencia a investigar sobre lo que saben los estudiantes antes de recibir una educación formal. En este marco histórico, surgieron términos como preconceptos, ideas previas, marcos conceptuales alternativos y concepciones espontáneas denominaciones que aunque referidas al mismo fenómeno, se apoya cada una sobre una concepción filosófica y psicológica diferente (Leymonié *et al.*, 2009). Cualquiera que fuese la denominación utilizada, constituyen uno de los contextos que ha de tener en cuenta el docente para planificar su enseñanza, pues ésta ha de estar en consecuencia con lo que el estudiante ya trae al aula.

En este sentido se presenta el origen que pueden tener las ideas o concepciones de los estudiantes, dado por Pozo *et al.* (1991), las cuales aun estando en tres grandes grupos bien diferenciados, se encuentran en íntima interacción:



- Concepciones espontáneas, las cuales se dan partir de los datos del mundo natural, recogidos por procesos sensoriales y perceptivos.

- Concepciones transmitidas o inducidas: son las concepciones que encierran las creencias e ideas compartidas por el grupo social o el entorno cultural en que se desenvuelve el estudiante. Además de la familia y la escuela como fuentes socioculturales, Pozo *et al.* (1991) nos recuerdan la marcada influencia de los medios de comunicación en la formación de concepciones a través de la divulgación científica.

- Concepciones analógicas, ocurren cuando el dominio de conocimiento al que hagan referencia esté poco o nada vinculado a la cotidianidad del alumno, por lo que su comprensión se basa en la formación de analogías o modelos generados por ellos mismos o sugeridas por la enseñanza.

Sea cual fuere el origen de estas representaciones, constituyen las teorías personales, generalmente implícitas y de sentido común (Pozo *et al.*, 1991), que usan las personas para interpretar lo que sucede a su alrededor, las cuales están organizadas en representaciones implícitas. Éstas a diferencia de las representaciones explícitas, tienen un carácter inconsciente y no articulado, que no son fáciles de compartir o comunicar por estar representadas en códigos no formalizados producto de la experiencia personal (Pozo *et al.*, 2006).

Las ideas previas pues, tienden a ser conceptos vagos y difusos, cuyo significado puede cambiar de un contexto a otro y ser incluso incompatibles entre sí. Sin embargo, esta inestabilidad e incoherencia que caracteriza a las teorías personales y que se derivan de su misma naturaleza implícita (Pozo *et al.*, 1991; 2006), no constituye un obstáculo

para que el estudiante las conserve, por el contrario tienden a mantenerse muchas veces intactas pues le permiten predecir y explicar las diversas situaciones de modo más seguro que las nuevas explicaciones que le son dadas por la instrucción.

Por esto mismo, que el docente considere y conozca las representaciones con que cuenta su estudiante, será para él un arma poderosa que le permitirá diseñar estrategias tales que ayuden al estudiante a tomar conciencia de las restricciones o vacíos que presentan sus representaciones implícitas para que pueda permitirle el ingreso a representaciones científicas explícitas (Pozo *et al.*, 2006). Los asuntos que abarcan la enseñanza de la naturaleza de la ciencia son útiles como agente desequilibrador cognitivo o sociocognitivo (Tamayo y Orrego, 2005), que permitirá el paso de nueva información en las estructuras mentales de los estudiantes, ingreso que como se verá más adelante no supone el reemplazo de las ya existentes, pero sí su reconstrucción y reestructuración.

**Segundo contexto: transformar las ideas de los estudiantes o cómo se aprende ciencia.**

Entre los contextos que ha de tener en cuenta el profesor, destaca la forma en cómo los estudiantes se apropian de los conocimientos científicos, pues resulta necesario que los docentes tengan en cuenta los enfoques predominantes actuales, para que de manera consciente, sean capaces de organizar su currículum en función de una de estas corrientes y seleccionar las estrategias metodológicas más acordes a sus objetivos. Estos enfoques que han recibido influencia directa de la psicología del aprendizaje y la epistemología, sientan las bases actuales de la Didáctica de la Ciencia y han suscitado

desde los años 80, investigaciones sobre las concepciones con las que los estudiantes llegan al aula antes de haber recibido una enseñanza formal.

La forma cómo un estudiante aprende ciencia ha sido comparada con el modo en que un científico construye sus teorías (Kelly, 1955). Atendiendo a este paralelismo, Gil (1983) señala que experimentar un verdadero cambio conceptual es tan difícil para los estudiantes, como fue para la humanidad cambiar sus ideas aristotélicas acerca del mundo natural. Sobre esta premisa se inscribe el punto de partida y de mayor similitud de varias teorías cuya mayor discrepancia se sitúa justamente en los mecanismos que se siguen en la mente de los estudiantes para cambiar las ideas que traen al aula por las ideas que surgen a partir la enseñanza.

Por un lado se tiene el enfoque de las concepciones alternativas que parte de la idea que aprender ciencia es un proceso de cambio conceptual, en el que las ideas previas o concepciones alternativas se transforman en ideas científicamente aceptadas (Pozo *et al.*, 1991). Este enfoque que pone especial cuidado en los conocimientos específicos de los estudiantes en determinado contexto, se basa en la ocurrencia de tres momentos bien definidos: la activación de ideas de los alumnos, la creación de un conflicto cognitivo y la superación del mismo mediante el acceso a una idea más avanzada (Pozo *et al.*, 1991). Por otro lado, se encuentra la teoría evolutiva de Piaget que a diferencia del anterior pone su atención en el estudio de la estructuras cognitivas generales (Pozo *et al.*, 1991). Por esta teoría se postula que para aprender ciencias debe ocurrir un cambio estructural, es decir que toda la organización cognitiva del alumno

será modificada a partir de la equilibración que se produzca entre la asimilación y la acomodación (Pozo, 1989).

Ante estas dos posturas un tanto extremas, Carey (1985) plantea la idea que el aprendizaje de las ciencias se da por procesos de reestructuración. Como nos plantea Pozo *et al.*, (1991) la idea de la reestructuración se sitúa en el punto medio de las posturas antes presentadas, pues aunque reconoce que para aprender ciencia hay que cambiar las estructuras conceptuales, señala que no bastan los cambios conceptuales puntuales, ni es necesaria una reestructuración cognitiva total, sino que se da por un cambio gradual que está circunscrito a dominios de conocimiento concretos. Por este planteamiento se reconoce que el conflicto cognitivo no es el único ni el principal motor del aprendizaje debiéndose tener en cuenta otros tipos de aprendizaje asociativo que puede darse en el estudiante (Pozo *et al.*, 1991).

Es así que para Carey (1985) ante un nuevo conocimiento puede ocurrir una reestructuración débil o una fuerte. El autor habla de reestructuración débil como el paso de novato a experto, que se da por la construcción de una nueva organización conceptual, por la que aparecen nuevos conceptos más generales que engloban a los conceptos específicos, que posee el novato. La reestructuración débil supone la generalización de la extensión de los conceptos, esta diferenciación produce la aparición de nuevos conceptos o de nuevas relaciones entre ellos, sin que se llegue a modificar el núcleo de conceptos de la teoría donde están insertos (Marín, 2003). La reestructuración fuerte, en cambio supone cambios más profundos por el que el núcleo de la teoría cambia, cambiando también los significados de los conceptos que la estructuran y por ello las explicaciones y compromisos de la persona frente a ese concepto (Marín, 2003).

Pozo (1989) nos advierte que la acumulación de procesos de reestructuración débil va creando las condiciones necesarias para que se dé la reestructuración fuerte; sin embargo, hay que reconocer que este tipo de reestructuración es más difícil de provocar y se da en forma más espaciada en el tiempo (Marín, 2003).

Es necesario resaltar que los enfoques antes mencionados se desarrollan en el marco del constructivismo, no obstante presentan matices diferentes pues asumen la construcción de ideas en el alumno como un proceso estático o dinámico. Como Pozo *et al.* (1991) señalan, el constructivismo estático supone que la percepción o comprensión que una persona tiene de un hecho dado, depende decisivamente de las ideas o constructos que esa persona tenga en el dominio correspondiente. Mientras que el constructivismo dinámico plantea que esas ideas, concepciones y estructuras cognitivas también están siendo construidas, estando ellas en un continuo cambio.

El aprendizaje supone entonces más que un cambio conceptual, un cambio representacional, por el que las representaciones implícitas adquiridas por procesos de aprendizaje implícito, son reconstruidas por procesos de aprendizaje explícito: la explicitación progresiva, la reestructuración teórica y la integración jerárquica, que en términos de Karmiloff-Smith (1994) supondría una redesccripción representacional (Pozo *et al.*, 2006). Esta reconstrucción no presume el abandono de las concepciones iniciales que sobre un objeto tienen los estudiantes, sino más bien el aumento de perspectivas sobre el mismo, producto de la integración jerárquica de unos sistemas de representación en otros, a partir de haberlos redescrito o explicado en el marco de nuevos conocimientos, que le da a ese objeto un nuevo significado (Pozo *et al.*, 2006).

De esta forma, el paso de una a otra forma de representación supondrá un continuo más que una dicotomía (Pozo *et al.*, 1991) y se hará posible por la toma de conciencia de la propia actividad mental. Al respecto, Pozo *et al.* (2006) señalan que no basta con representar el mundo a través de las teorías, es necesario representar las propias teorías para poder modificarlas y esto será posible solo a través de la toma de conciencia, la cual es a su vez producto de la instrucción.

### **Tercer contexto: la indagación como ruta de trabajo en el aula**

El constatar que el aprendizaje de los estudiantes está influenciado por la búsqueda de los significados de la experiencia y de la información y, que la misma depende de las concepciones que ellos tienen respecto a algo determinado, ha derivado en la promoción de una enseñanza por descubrimiento o reconstrucción de los conocimientos que se tratan de enseñar (Gil, 1983). El conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia permite comprender el papel del descubrimiento o de la construcción en los procesos de aprendizaje de las ciencias (Tamayo y Orrego, 2005).

Esta reconstrucción que implica que el estudiante exprese las ideas que tiene ante determinado cuestionamiento, busque diferentes alternativas para verificarlas, tenga la posibilidad de confrontarlas con el análisis de los resultados y encuentre aplicación a los conceptos desarrollados en las situaciones que cotidianamente se desenvuelve, ofrece la oportunidad de desarrollar la iniciativa y la creatividad científica a partir de dos actividades fundamentales: el trabajo experimental y la resolución de problemas.

Este enfoque que atiende a la enseñanza basada en la indagación, revaloriza el papel del establecimiento de la hipótesis y el trabajo experimental es entendido como la

posibilidad que tiene el estudiante de diseñar acciones que les permitan confrontar sus supuestos y determinarlos como verdaderos o falsos. Esta posibilidad potencia no solo su inventiva y creatividad, sino que revaloriza el trabajo en equipo tan necesario para el trabajo científico. Con esto se supera la tradicional visión empirista y reduccionista por la que se considera la metodología científica como un trabajo de laboratorio, caracterizado por simples manipulaciones que demuestran conocimientos presentados como resultados acabados, que no consideran el saber del estudiante ni se conectan con la teoría que se explica (Leymonié *et al.*, 2009). En cuanto a la resolución de problemas, es entenderla como la posibilidad de investigación que ofrece y no como una simple estrategia de resolución de ejercicios que pretende ser la aplicación de la teoría explicada (Gil, 1983).

Por esto, propiciar una enseñanza de la naturaleza de la ciencia en un contexto de enseñanza por indagación, permitirá aprovechar en mayor medida una de las características y posibilidades que encierra: la de humanizar de la ciencia, permitiendo recorrer en el aula esa gran aventura de descubrimiento, en lugar de continuar centrados en la enseñanza de los mismos contenidos del currículum que solo se preocupan en mostrar productos acabados de la ciencia (Tamayo y Orrego, 2005).

Resulta necesario aclarar que no se está asumiendo la errónea inducción que la práctica de la indagación es una estrategia suficiente para aprender los aspectos que encierra la naturaleza de la ciencia (Bennassar *et al.*, 2007). Esta estrategia junto a los elementos didácticos que de la historia y filosofía de la ciencia se puedan obtener, son insuficientes si no propician que los estudiantes se involucren en la reflexión metacognitiva sobre lo que dicen, hacen y escriben durante el desarrollo de la clase,

siendo conscientes de las implicaciones que tienen estas actividades para su conocimiento resultante (Acevedo, 2009a). Como afirma este mismo autor, se hace necesario que se enseñen las características de la naturaleza de la ciencia en el propio contexto del aprendizaje de las ciencias.

#### **Cuarto contexto: los materiales didácticos**

Aunque es creciente el interés por incluir la naturaleza de la ciencia en los currículos de educación básica y superior, son aún pocos los materiales didácticos desarrollados para este fin, si se considera como criterio para su designación que afronte explícitamente alguno de los temas incluidos como consensos de la naturaleza de la ciencia. Así lo revela la investigación llevada a cabo por Vázquez *et al.* (2013) en la que presentan los materiales hallados organizados en tres grupos de proyectos según el origen de estos: de investigación, institucionales y otros, que atienden a iniciativas diversas de apoyo al profesorado. Como señalan estos investigadores, no es suficiente que el material presente un enfoque histórico, filosófico o sociológico, si el objetivo de aprendizaje sigue siendo un concepto y no una de las cuestiones que aborda la naturaleza de la ciencia.

Los materiales didácticos considerados como ejemplos apropiados para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, pueden ser pequeñas narraciones de historia y filosofía de la ciencia, de asuntos tecno-científicos controvertidos de interés social así como episodios anecdóticos sobre cómo los científicos realizaron las demostraciones y explicaciones en su trabajo cotidiano. Estos materiales utilizados oportunamente en el aula, han de promover la argumentación dialógica entre los estudiantes, además de ser



una poderosa herramienta que le permite al docente contextualizar su enseñanza (Vázquez *et al.*, 2013).

### **El contexto integrador: enfoque explícito y reflexivo**

Este quinto contexto que se ha convenido en llamar el contexto integrador, implica que los contextos antes mencionados se planifiquen y aborden de manera intencional y explícita para provocar aprendizajes más fructíferos en los estudiantes. La utilización de un enfoque explícito - reflexivo en el aula, se sustenta por ser la naturaleza de la ciencia un metaconocimiento.

El enfoque explícito es de naturaleza curricular, por el que los aspectos que abarca la naturaleza de la ciencia deben ser planificados del mismo modo como los demás contenidos conceptuales (Acevedo, 2009a, 2010). Mientras que el enfoque reflexivo supone que los estudiantes analicen las actividades que ejecutan en el aula desde diversas perspectivas y conecten esas actividades con las que realizan los científicos y lleguen a hacer generalizaciones en relación a las temáticas que van desarrollando (Acevedo, 2009a).

Acevedo (2010) enfatiza que es necesario que los estudiantes se involucren en debates sobre las cuestiones controvertidas y actuales que abarcan la naturaleza de la ciencia, mediante una argumentación dialógica que los invite a reflexionar metacognitivamente. Propiciar la metacognición en los estudiantes, supone orientar sus reflexiones al cómo y qué aprenden con las actividades que desarrollan, qué efectos tienen éstas para el conocimiento que adquieran y qué significado tiene ese aprendizaje

para ellos, reflexión que debe ser debidamente planificada por el docente, complementándose así la naturaleza dual de este enfoque.

Como señala Acevedo (2010), no es suficiente una comprensión adecuada de los aspectos que encierra la naturaleza de la ciencia, pues para enseñarla es necesario que el profesor crea en su capacidad para enseñarla y desee hacerlo, aspectos que conectan con su dimensión afectiva y que lo llevan a desarrollar su enseñanza en un enfoque explícito y reflexivo, además de la consideración de los contextos anteriormente descritos.

## **2.2. Conocimiento Pedagógico del Contenido**

### **2.2.1 Ser profesor de ciencias: retos y dificultades**

La necesidad de contar con personas competentes capaces de enfrentar los continuos cambios de la sociedad actual, ha hecho que la mirada de los gobiernos de numerosos países se pose en la educación, promoviendo reformas curriculares y capacitación de docentes de todos los niveles. En ciencias, estas reformas suponen la forma misma en que los docentes han de concebir la finalidad de su enseñanza: mientras que en décadas pasadas se buscaba la adquisición del conocimiento de las teorías científicas, ahora se busca un mayor acercamiento de las ciencias a la sociedad, poniendo especial atención en promover la alfabetización científica y tecnológica (Vilches y Furió, 1999).

Sin embargo, a pesar del énfasis puesto, de la inversión realizada en las capacitaciones a docentes y en la implementación de recursos que van desde libros hasta la inclusión de los más diversos materiales lúdicos y tecnológicos en el aula, se viene

comprobando que existe muy poco interés por parte de los estudiantes hacia las materias científicas, que se traduce en la poca demanda de carreras profesionales relacionadas a éstas. Como nos dicen Vilches y Furió (1999), resulta contradictorio y preocupante que habiéndose considerado desde hace casi un siglo introducir en la educación para todos disciplinas científicas en el currículum escolar, la enseñanza de éstas no sea capaz de interesar al alumnado en el estudio de las mismas.

Ante esta realidad tan abrumadora y comprometedora para los profesores de ciencia, muchos prefieren deslindar responsabilidades atribuyendo el poco interés a causas externas como las distracciones a las que se ven sometidos los estudiantes o la influencia del ambiente en que se encuentran (Vilches y Furió, 1999). Se podría plantear que el problema se encuentra en los niños, que por nacer en un mundo más cargado de tecnología son incapaces de sorprenderse y querer saber cómo funcionan las cosas. Al respecto, Charpak *et al.* (2006) recuerdan que si algo tienen en común los científicos y los niños es su curiosidad, sus ganas de conocer y de saber más: de jugar con el mundo y sacudirlo para que caigan todos sus secretos. Entonces, ¿cuál es la razón por la cual se esté dando este alejamiento entre los niños y la ciencia? ¿Dónde ocurre? Lamentable y preocupantemente, ese divorcio comienza en la escuela, cuando los sueños de astronautas o de oceanógrafos chocan con la dura realidad de lo ajeno, de los dogmas y el aprendizaje de memoria (Charpak *et al.*, 2006).

Otra forma de descargo, por parte de los profesores, respecto a las actitudes negativas de los estudiantes hacia los cursos de ciencia, es la dificultad inherente que estas materias presentan (Gil *et al.*, 1991). Estas justificaciones puestas todas en la acción del estudiante y su entorno, no consideran la forma de enseñanza, la organización

del contenido, ni las actitudes del profesor, tan importantes para suscitar la motivación en el alumnado, factor determinante para lograr el éxito en cualquier materia. Como señala Ormrond (2008) la motivación no solo es responsable de qué y cómo se aprende algo, si no que una vez aprendido se continúe aprendiendo más sobre ello.

¿Es entonces el profesor el responsable de los problemas que surgen en su enseñanza? Definitivamente no es el único responsable pero lo que el alumno aprende está supeditado en gran parte por el grado y el modo de comprensión de conceptos que tenga el docente, por sus creencias sobre la enseñanza, por cómo perciba la construcción del conocimiento en ciencias y en sus estudiantes (Marín, 2003). Son los propios profesores de ciencias quienes deben tener una perspectiva clara de su labor y el papel tan importante que cumplen en la sociedad (Martín, 2003). Se hace urgente pues que los docentes posean dominio no solo en cuanto su materia se refiere si no a las formas en que la imparten de modo que las hagan válidas y relevantes para los estudiantes. Sin embargo, pese a las capacitaciones que periódicamente se proponen desde las instancias gubernamentales, aún no se logra superar su habitual enseñanza inercial para que los estudiantes encuentren mayor significado a sus clases y puedan aplicarlas a sus propios contextos. Se habla de una enseñanza inercial pues aunque tiene un matiz de experimentación, exigencia misma de la propia naturaleza del área, no supera la repetición de experiencias que poco o nada se conectan con los contenidos teóricos que se abordan en el aula y menos aún, no se vinculan con la realidad conocida e inmediata del estudiante.

En este escenario, tan habitual en las clases de ciencia, se continúa fomentando un aprendizaje de memoria, caracterizado por una presentación operativista de la ciencia,

donde se hace uso abusivo de fórmulas para explicar conceptos muy elaborados que tienen poco o escaso sentido para los estudiantes (Vilches y Furió, 1999). La situación descrita, desmotiva no solo a los estudiantes alejándolos de las ciencias, sino también a los docentes, quienes al no ver resultados satisfactorios, comienzan a perder el entusiasmo por su enseñanza y lo que es peor, el sentido de su trabajo y el aporte que supone para la sociedad.

### **2.2.2 La formación docente en ciencias: vacíos profundos**

El periodo de formación profesional docente es el tiempo en que se procura que los profesores adquieran conocimientos, destrezas y actitudes adecuadas para desarrollar una enseñanza de calidad (Marcelo, 1994). Es en este período de formación, que los docentes formadores presentan la visión del conocimiento, los procesos de aprendizaje de los estudiantes y las líneas de acción que pueden desarrollarse en el aula, constituyéndose estos los marcos epistemológicos, de aprendizaje y enseñanza, tal como lo sostiene Azcárate (1994).

En ciencias, esa visión del conocimiento debe incluir no solo los marcos conceptuales sobre el conocimiento científico sino sobre cómo éste se produce. Como sostiene Marcelo (1994), el profesor de ciencias tiene que abordar los aspectos de filosofía e historia de la ciencia, relacionándolos con su propia actividad de enseñanza de las ciencias.

Sin embargo pese a los cambios producidos en la filosofía de la ciencia, los métodos y la enseñanza de las ciencias que se da en el aula, reflejan que los estudiantes de formación docente, siguen formándose bajo concepciones positivistas empiristas que

suponen obstáculos para lograr aprendizajes efectivos no solo en ellos sino en sus futuros estudiantes. Es por esto que resulta habitual que el docente cuente con los conocimientos teóricos de los procesos mentales que se dan y deben darse para que su estudiante aprenda pero son las prácticas pedagógicas heredadas las que terminan prevaleciendo en el ejercicio docente y son también las que muchas veces intimidan y terminan alejando a niños y jóvenes de las disciplinas científicas.

Esta actitud definida por Lortie (1975) como el conservatismo de la enseñanza es una práctica muy difundida entre docentes por la que ellos enseñan de la forma como aprendieron y hacen uso de metodologías y materiales didácticos que han sido útiles en su propio aprendizaje, dejando solo como un lejano referente teórico todas las consideraciones psicológicas y pedagógicas que recibieron en su formación docente inicial. Aunque esto último pudiera generar desazón en quienes se encargan de la formación del profesorado, es innegable que esos estudiantes de formación docente, llegan a las aulas a formarse profesionalmente con más de doce años de experiencia escolar acumuladas en las aulas, trayendo consigo concepciones y creencias sobre la enseñanza y aprendizaje que en la mayoría de los casos son muy tradicionales y contradictorias entre sí (Blanco y Ruiz, 1994) y normalmente en esta etapa de formación, no tienen la posibilidad de recuperarlas de modo consciente a fin de transformarlas.

Es así que los estudiantes para docentes en sus cursos de práctica o incluso profesores novatos poseedores de las más novedosas estrategias de enseñanza – aprendizaje, ingresan a las aulas aflorando de modo consciente o no, antiguas prácticas pedagógicas, situación que no exime a los docentes más veteranos, que aunque cada año

reciben cursos de capacitación en nuevas técnicas y estrategias, no son capaces de cambiar sus tradicionales modos de enseñar (Briscoe, 1991). Son esas tradicionales formas de enseñanza enmarcadas en la incertidumbre docente de no tener clara la finalidad de su actuación en el aula, las que hacen más profundo y notorio el desequilibrio ya existente entre la ciencia que se enseña y las expectativas que los estudiantes tienen de la misma (Guisasola, *et al.*, 2001). Como advierten estos mismos autores, no se trata de asumir nuevos métodos sino nuevas metas que orienten el quehacer en el aula, metas que se han de tener claras desde la formación inicial del profesorado.

Es así que el problema se centra en el aprender a enseñar de los futuros profesores, expresión que no solo hace referencia a la asimilación de nuevas propuestas curriculares en relación a contenidos, metodología o recursos educativos, sino a la capacidad de trasladar al aula el conocimiento en formas pedagógicas adaptadas al nivel y habilidades de los estudiantes (Blanco y Ruiz, 1994). Esta perspectiva de colocar la problemática en los docentes y no en el estudiante superó las tradicionales investigaciones de la psicología cognitiva desde que Shulman planteara en las últimas décadas del siglo XX, que las políticas educativas ponían énfasis en lo pedagógico y el contenido de enseñanza, sin considerar la naturaleza del saber profesional docente ni la relación de este saber con aspectos propios del contenido de enseñanza ni del contexto institucional (Salazar, 2012). Desde ese tiempo, numerosos estudios se han enfocado a entender lo que debe saber el docente para ser docente, y pese a los diversos modelos que han surgido, ha quedado demostrado que no es posible fraccionar el saber docente en compartimentos independientes pues éste se sitúa en un contexto más amplio, que

incluye su propia identidad como persona, sus experiencias de vida, su historia profesional, sus situaciones cotidianas dentro de los centros escolares y en la sociedad (Tardif, 2004). De esta manera, al irse replanteando la concepción misma del conocimiento docente, se han ido redefiniendo las categorías que este conocimiento involucra quedando como una de las más utilizadas, la propuesta dada por Grossman en 1990, quien considera que el conocimiento docente comprende cuatro amplias categorías: el conocimiento pedagógico general, el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento del contexto (Salazar, 2012).

El conocimiento pedagógico del contenido es pues, una de las categorías del conocimiento docente que más investigaciones ha provocado desde que Shulman en 1986 lo definiera como: "...las más poderosas formas de representación (...), analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, o sea, las formas de representar y formular la materia para hacerla comprensible a otros..." (Shulman, 1986). Aunque desde 1996, Mellado introdujera en España el uso del término conocimiento didáctico del contenido en relación a este mismo concepto, en este trabajo se ha optado por utilizar la denominación original dada por Shulman desistiendo a la tendencia que prevalece en países hispanos por usar la expresión dada por Mellado.

### **2.2.3 El conocimiento pedagógico del contenido: definiciones y perspectivas**

El Conocimiento Pedagógico del Contenido, representa la intersección entre los conocimientos teóricos y pedagógicos que permiten al docente una comprensión más amplia del cómo organizar, representar y adaptar distintos temas a los diversos intereses y capacidades de sus alumnos (Fonseca, 2009). En referencia al mismo, Talanquer



(2004) señala que este tipo de conocimiento permite al docente transformar pedagógicamente el contenido en actividades de aprendizaje significativas para su estudiante, transformación que supone además de su dominio de la materia, un claro propósito de querer enseñarla, porque la docencia comienza cuando el profesor comprende lo que va a ser aprendido por sus estudiantes y busca cómo organizarlo para enseñarlo (Salazar, 2012).

Este transformar comprensiones, habilidades de desempeño y actitudes o valores deseados en acciones y representaciones pedagógicas (Salazar, 2012), demanda como señala Talanquer (2004), que el docente sea capaz de: identificar ideas, conceptos y preguntas centrales asociados con un tema; reconocer las probables dificultades conceptuales que enfrentarán sus alumnos y su impacto en el aprendizaje; identificar preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar sus ideas previas; seleccionar experimentos, problemas o proyectos que permitan que los estudiantes exploren conceptos e ideas centrales en la disciplina; construir explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos; diseñar actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido en la resolución de problemas en contextos realistas y variados. Cada una de las implicancias mencionadas que supone este conocimiento, además de asegurar una definición completa (Garriz, 2007), da cuenta de la posibilidad que ofrece al docente para que su quehacer pedagógico genere experiencias de aprendizaje en sus estudiantes (Salazar, 2012).

Es así que el conocimiento pedagógico del contenido se constituye como un dominio único del conocimiento de un docente (Tamayo y Orrego, 2005) y su actividad transformativa lo convierte en mediador entre el contenido y el aprendizaje, pues para

que éste se produzca debe hacer no solo enseñable los contenidos sino además deberá acercarlos a sus estudiantes a sus propias realidades, en la interacción directa con ellos. Reconocer la singularidad de este conocimiento y el quehacer que supone su producción, revaloriza la profesión docente tan menoscabada en estos tiempos, dando significatividad al papel del profesor como organizador del proceso educativo eliminando así la posibilidad de reducir su acción a una simple transmisión de información (Salazar, 2012).

#### **2.2.4 El conocimiento pedagógico del contenido en ciencias**

El conocimiento pedagógico del contenido adquiere especial relevancia en la enseñanza de las ciencias, por permitir comprender cómo ciertos temas particulares de las diversas áreas científicas que contempla el currículum, se organizan para ser enseñados según los intereses y habilidades de los estudiantes (Tamayo y Orrego, 2005). Estos mismos autores señalan que el profesor de ciencias debe desarrollar un conocimiento del contenido para las temáticas específicas a enseñar, por cuanto éstas requieren de estrategias también específicas al momento de ser abordadas con los estudiantes.

El manejo que el docente posea del contenido - específico y estrategias- específicas, será responsable de la organización de los contenidos y la elección de estrategias didácticas y evaluativas que delimitarán su actuación en el aula. Es preciso señalar que este manejo no responde únicamente a un dominio conceptual, porque a él se integran las demás dimensiones que atienden al desarrollo humano del docente como la

afectiva, la emocional, la motivacional, entre otras, las cuales moldean las creencias y percepciones que tiene sobre el área que enseña y su función en la escuela y la sociedad, creencias que aunque implícitamente transmitirá a sus estudiantes.

Como señalan Tamayo y Orrego (2005), el conocimiento pedagógico del contenido en la enseñanza de la ciencia integra saberes disciplinares con los saberes de los profesores y los estudiantes, ambos actores del proceso educativo. Esta interacción entre actores y saberes puede producir obstáculos o interferencias tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de los conceptos científicos (Tamayo y Orrego, 2005), obstáculos que podrán superarse por la acción mediadora del docente, la misma que se encuentra en directa relación con el desarrollo de los componentes del conocimiento pedagógico del contenido que en él se haya producido.

Considerando los componentes del conocimiento pedagógico del contenido presentadas por Magnusson *et al.* (1999) y las líneas de investigación señaladas por Tamayo y Orrego (2005), se presenta a continuación la tabla 2, la cual muestra la correspondencia entre los elementos que aportan a la constitución del conocimiento pedagógico del contenido general y el conocimiento pedagógico del contenido específico para la enseñanza de las ciencias.

Tabla 2  
*Componentes del Conocimiento Pedagógico del Contenido*

<i>Magnusson, Krajcik y Borko (1999)</i>	<i>Tamayo y Orrego (2005),</i>
Orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos	Conocimientos y creencias de los profesores sobre la educación en ciencias.
El conocimiento del currículum	Conocimientos y creencias acerca del currículum en ciencias.

El conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado	Conocimientos y creencias acerca de la comprensión de los estudiantes en campos específicos de las ciencias
El conocimiento de la evaluación de los aprendizajes	Conocimientos y creencias acerca de la evaluación en ciencias.
El conocimiento de estrategias didácticas	Conocimientos y creencias sobre las estrategias instruccionales para la educación en ciencias.

En concordancia con las tendencias actuales de asumir que la naturaleza de la ciencia es un contenido del currículo que debe ser enseñado por los profesores y por tanto, debe estar en la posibilidad de ser aprendido por los estudiantes (Acevedo, 2009b), los profesores de ciencia han de desarrollar un conocimiento pedagógico del contenido específico en naturaleza de la ciencia. El mismo autor es preciso en señalar que este conocimiento pedagógico específico deberá incluir el conocimiento y el uso de ejemplos variados, actividades de indagación, asuntos tecno-científicos controvertidos de interés social, episodios históricos, demostraciones y explicaciones, que sirvan para ilustrar los aspectos de la naturaleza de la ciencia que son objeto de estudio, los mismos que hacen referencia directa a los contextos desarrollados en el apartado anterior de este capítulo.

### **2.2.5 Un modelo para desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido**

El desarrollo independiente de los componentes del conocimiento pedagógico del contenido no basta, es necesario como lo plantea Shulman (1987), que se establezcan relaciones entre ellos para lograr la transformación del contenido para su enseñanza. Al respecto Salazar (2005) señala que estas relaciones ocurrirán sólo cuando el docente reflexione e interprete críticamente la información pedagógica, disciplinar y del

contexto. Este proceso llamado por Shulman (1987) Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógica tiene un carácter cíclico y dinámico caracterizado por la reflexión e interpretación crítica que debe hacer el docente respecto a la información disciplinar, pedagógica y del contexto disponible para abordar determinado contenido.

Si se realiza un análisis profundo del modelo presentado por Shulman (1987), se puede notar que en él se revelan dos procesos diferenciados: uno que se muestra en el centro del diagrama conformado por cuatro momentos y otro que se muestra englobando a estos primeros y consta de seis momentos, tal como lo muestra la figura 2.

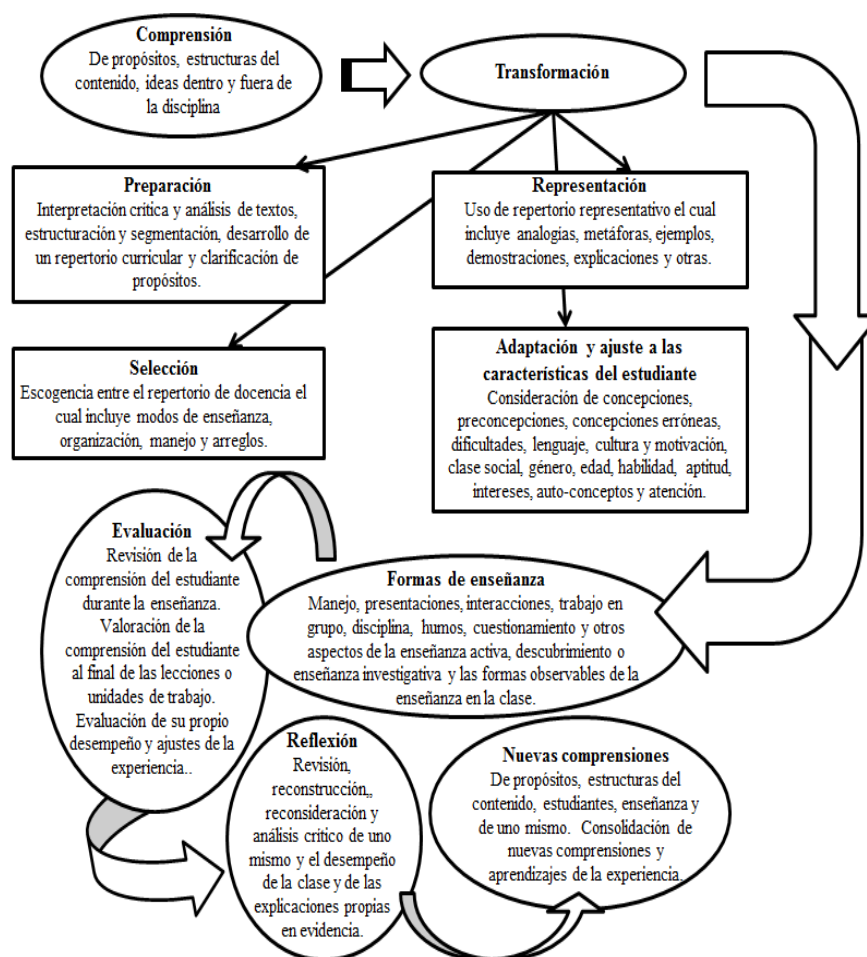


Figura 2. Modelo de razonamiento y acción pedagógica según Shulman (Salazar, 2005)

El primer proceso, de cuatro momentos se reconoce como la acción intencional y deliberada realizada por el docente que se inicia con la preparación, pasando luego a la representación, selección y ajuste del contenido a enseñar, estos momentos son presentados en la figura 3 en la clara adaptación realizada por Salazar (2012).

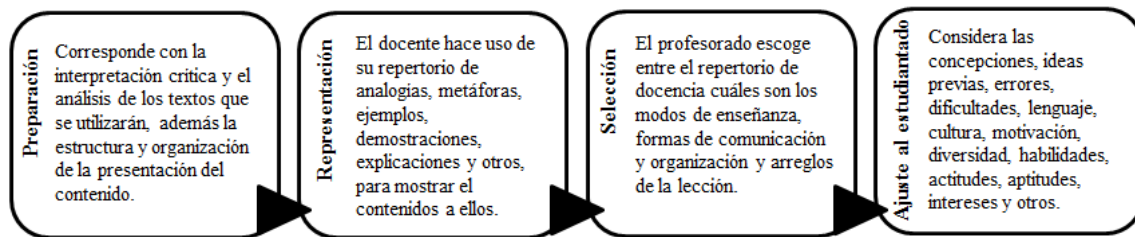


Figura 3. Adaptación del modelo de Shulman propuesta por Salazar (2012)

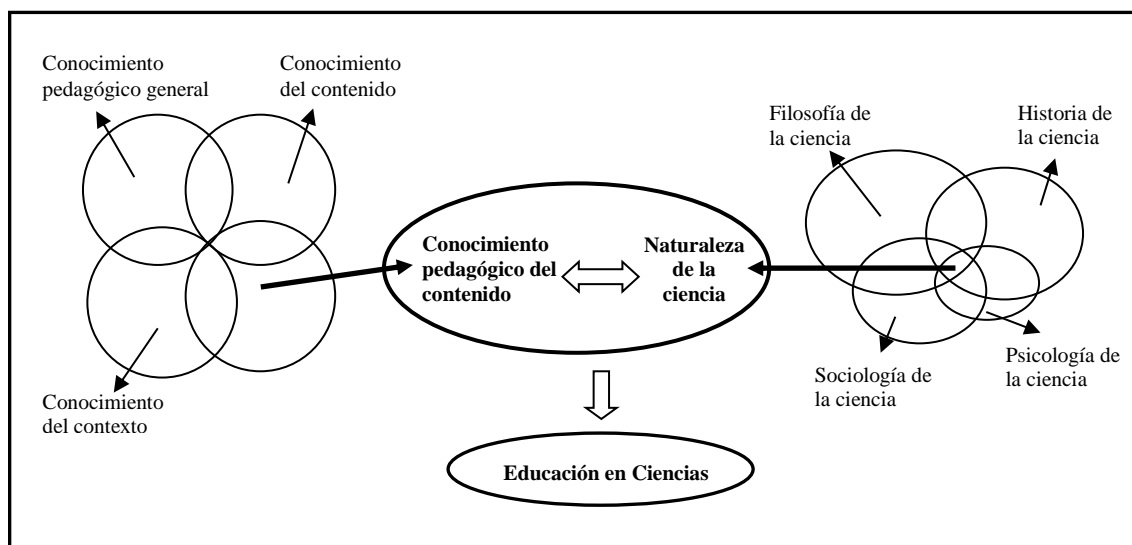
El segundo proceso, dependiente del primero, consta de seis momentos que en el modelo original de Shulman aparecen circundando los momentos ya presentados. Este proceso que se da paralelamente al anterior, da cuenta de la actividad interna en la mente del docente, y es el que garantizará la adecuada adaptación pedagógica del contenido para su enseñanza. Es así que cuando el docente comprenda las relaciones entre la estructura del contenido y las intenciones tanto internas como externas que involucra su enseñanza, la escuela y el contexto de los estudiantes, logrará que los contenidos se transformen para ser enseñados. La enseñanza de estos llevará indefectiblemente a la evaluación, como parte misma del proceso y ésta a su vez, a una reflexión crítica de los pasos realizados y los resultados obtenidos. Esta revisión derivará en una nueva

comprensión del contenido, de su estructura, de los propósitos de su enseñanza, de sus estudiantes y de sí mismo como promotor de los aprendizajes emprendidos. Es esta nueva comprensión la que le da al docente una nueva perspectiva de su labor y consolida las estructuras mentales generando en él también nuevos aprendizajes.

No es posible separar los procesos y quedarse solo con los momentos del proceso primero, discrepancia que se expone a lo presentado por Salazar (2012), esto arriesgaría a reducir la acción docente a seguir la secuencia de una actividad didáctica como una receta de cocina, que no garantiza que el contenido que se presenta a los estudiantes y la forma cómo se aborda, esté acorde con la intención de su enseñanza y responda a la reflexión del profesor. No obstante, es preciso reconocer que muchos docentes siguen la ruta del primer proceso, sin llegar a internalizar lo que hacen y por qué lo hacen, no realizando todos los pasos que el segundo proceso supone, razón por la cual a pesar de diseñar actividades de clase bajo el actual enfoque constructivista, no producen reales aprendizajes en sus estudiantes. Esta situación se puede verificar no solo por los resultados que de las evaluaciones censales, si no también y sobre todo, por la tendencia general de los estudiantes de alejarse del saber científico considerándolo difícil, aburrido y poco útil para su vida.

Al reunir los dos constructos del conocimiento que se han presentado en este segundo capítulo, se hace evidente la gran complejidad y exigencia que demanda de la preparación del profesor de ciencias. Como nos señalan Tamayo y Orrego (2005), la integración adecuada del conocimiento pedagógico del contenido con un conocimiento profundo de la ciencia que suponga no solo los clásicos contenidos curriculares si no

también los actuales y controvertidos asuntos que aborda la naturaleza de la ciencia, los procesos de aprendizaje de los estudiantes, las representaciones del conocimiento científico, las maneras en que estos aportan al aprendizaje, los intereses y motivaciones del alumnado e incluso las creencias e intereses del profesorado, permitirá lograr una enseñanza más efectiva en los estudiantes. Esta alta complejidad que supone la integración del conocimiento pedagógico del contenido y de la naturaleza de la ciencia, ambos dominios del conocimiento del profesor de ciencias, se muestra en la figura 4 que corresponde a una adaptación realizada sobre la propuesta de Tamayo y Orrego (2005).



*Figura 4.* Integración de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido y para la educación en ciencias. (Adaptado de Tamayo y Orrego, 2005)

### 2.3. Investigaciones relacionadas.

El análisis anterior confirma el largo camino que aún queda por recorrer en cuanto a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en concordancia con ello hay numerosas investigaciones que se han desarrollado atendiendo los dos



dominios de conocimiento presentados. Tratando de delimitar el aporte de esas investigaciones y su relación con el presente trabajo, se hace referencia a las investigaciones que abordan el conocimiento pedagógico del contenido en ciencias, la enseñanza de la naturaleza de las ciencias y a los que hayan considerado la integración de ambos constructos.

### **2.3.1 Investigaciones sobre el conocimiento pedagógico del contenido en ciencias**

El primer y más numeroso grupo da cuenta de la gran producción de investigaciones que hacen referencia a la caracterización del conocimiento pedagógico en relación a temáticas particulares de la ciencia a partir del desarrollo de una propuesta metodológica determinada (Mellado, 1996; Talanquer, 2004; Reyes y Garritz, 2006; García, 2009; Pellón *et al.*, 2009; Gomez, 2010; Reyes y Romero, 2011; Ruberto *et al.*, 2012; Garnica y Roa, 2012; Bermúdez y De Longhi, 2012). Todos estos estudios aunque diversos en cuanto a los temas de ciencia que abordan, por corresponder a las diferentes disciplinas científicas, coinciden en que el conocimiento de las concepciones e ideas previas de los estudiantes, un profundo conocimiento del contenido a tratarse, un adecuado análisis del papel del mismo en el currículum escolar (Jurado y Parga, 2009), un amplio conocimiento de estrategias didácticas (Reyes y Garritz, 2009; Garritz *et al.*, 2009; Garritz, 2011), acompañado de una reflexión continua del quehacer en el aula (Guerra, 2009) permiten desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido que ayudará a docentes en formación y en ejercicio, a diseñar acciones que permitan organizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el Perú, país donde se desarrolla este trabajo, solo se tiene referencia de un estudio longitudinal sobre el

conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por Cueto *et al.* (2013) en el que se pretende relacionar el conocimiento pedagógico de los contenidos curriculares con el rendimiento en matemática de niños del cuarto grado de primaria.

### **2.3.2 Investigaciones sobre enseñanza de la naturaleza de las ciencias**

Las investigaciones referidas al segundo grupo propuesto, son todas aquellas que hacen referencia a la enseñanza de la naturaleza de las ciencias. El número de estas investigaciones son más acotadas razón que se atribuye por ser éste un campo reciente aunque muy prometedor por el creciente interés de contar con ciudadanos alfabetizados científicamente (Vásquez *et al.*, 2006a; Vásquez *et al.*, 2006b; Bennàssar *et al.*, 2007; Bonilla y Gallegos, 2009; Cardoso y Morales, 2012).

Se incluye también en esta sección la reciente investigación presentada por Vásquez *et al.* (2013), en la que los autores muestran una sistematización de los materiales didácticos actualmente disponibles para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.

### **2.3.3 Investigaciones que integran el conocimiento pedagógico del contenido y la enseñanza de la naturaleza de las ciencias**

Las investigaciones que se refieren al conocimiento pedagógico del contenido desarrollado para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia sin ser abundantes, brindan significativos aportes a la didáctica de la ciencia proponiendo estrategias para la práctica docente orientadas a generar aprendizajes más reales y significativos. Diversos estudios (Mellado *et al.*, 1999; Acevedo y Acevedo, 2002; Acevedo *et al.*, 2002b; Garritz, 2007;

Vázquez y Manassero, 2012a, 2012b; Vázquez *et al.*, 2012; García-Carmona *et al.*, 2011; García-Carmona *et al.*, 2012) se han orientado a hacer evidente la necesidad de formar a los docentes en cuanto a los contenidos de consenso que abarca la naturaleza de la ciencia, de modo que desarrollen un conocimiento pedagógico del contenido de la misma, que les permita generar condiciones que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la ciencia y hacia el trabajo científico en los estudiantes.

Reconociendo el vínculo de las investigaciones presentadas con este trabajo, se hace preciso resaltar el trabajo presentado por Vázquez (2012) y Vázquez *et al.* (2013) que dan cuenta de un estudio longitudinal realizado con estudiantes jóvenes latinoamericanos de diversos niveles educativos. El proyecto Enseñar y Aprender la Naturaleza de Ciencia y Tecnología (EANCYT) utiliza como instrumento de planificación las secuencias de enseñanza aprendizaje y busca verificar la eficacia de la intervención experimental sobre la mejora en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. Pese a que el proyecto en mención se realizó en países latinoamericanos, en el Perú no se tienen evidencias de su intervención.

Por todo lo expuesto, resulta significativo llevar a cabo una propuesta didáctica para los docentes en formación inicial, cuyos efectos delinearán su futuro ejercicio profesional. Esta significatividad se relaciona de modo particular, con la clara intención del gobierno central de reforzar la educación en todos los niveles educativos y de modo general, con la preocupación creciente de las políticas internacionales de mejorar la enseñanza de la ciencia que debe traducirse en ciudadanos con mayor cultura científica, que comprendan los procesos y fenómenos que ocurren a su alrededor, que sean capaces de hacer buen uso de la tecnología y puedan tomar decisiones de la vida real que les

permitan establecer óptimas relaciones con quienes cohabita en el planeta y con el medio que los sostiene.

## **Capítulo 3**

### **Metodología de la Investigación**

Este capítulo concerniente a la metodología de la investigación, inicia presentando el método que se siguió para su realización, señalando el porqué de la elección de la metodología a la cual se hace referencia. Así mismo se presenta la caracterización de la muestra así como las técnicas seguidas para la recolección de datos. En el mismo apartado se ha detallado los instrumentos que se utilizaron, los cuales van en correspondencia con el método empleado en este estudio.

#### **3.1 Método de investigación**

A partir del problema esbozado: ¿En qué medida la enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria? Se consideró caracterizar la investigación como un estudio correlacional por pretender determinar el grado de relación entre las variables proyectadas en la pregunta de investigación: la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido, expresada como  $X—Y$ .

Se trabajó a partir del diseño experimental. Aunque se toma la acepción más general que supone el término experimento, puede ser considerado como tal por cuanto involucra la manipulación intencional de una acción y luego se mide sus efectos (Hernández *et al.*, 2006). Pese a que este diseño es bastante utilizado en estudios de ciencias sociales en general y especialmente, en investigaciones de índole educativas

como la presente, debe considerarse la distancia que supone respecto a un experimento verdadero, tal como es concebido para las ciencias naturales o experimentales, por el que se manipulan las variables independientes para ver sus efectos sobre las variables dependientes en una situación de control (Hernández *et al.*, 2006).

Dentro del diseño experimental se optó por el tipo pre-experimental, específicamente el que corresponde al modo de pre test y post test con un solo grupo experimental. Este diseño ofrece la ventaja de permitir hacer el seguimiento del grupo al efectuar una medición inicial (pre-test) y final (post-test) para medir los efectos de la intervención. Es preciso señalar que se aplicó el mismo cuestionario antes (pre-test) y después (re-test) de la intervención, que para fines de este informe se denominará en adelante propuesta didáctica.

No obstante, el no contar con un grupo equivalente al muestral no permitió tener un grupo control para establecer la comparación y determinar si los efectos observados correspondían o no a la propuesta didáctica planteada. Sin embargo, como señalan Hernández *et al.* (2006) el estudio resulta útil y relevante por ser el primero en el país de aplicación y uno de los pocos en la región, constituyéndose un primer acercamiento del problema con la realidad, que puede abrir el camino a estudios más profundos.

En consecuencia con lo mencionado, el diseño de la investigación quedó expresado en la forma:  $T_1 X T_2$ , donde  $T_1$  y  $T_2$  representan la medición realizada antes y después respectivamente, de  $X$  la propuesta didáctica.

Al ser las variables de diferente naturaleza, se consideró pertinente recurrir a la metodología mixta, ya que acepta una combinación de técnicas para recoger los datos: unas provistas por la información directa que dan los sentidos y otras que recogen

aspectos subjetivos del comportamiento de los sujetos en estudio, orientados a comprender sus perspectivas personales (Valenzuela y Flores, 2012). Esta metodología que se enmarca en el paradigma post-positivista y supone la combinación de los enfoques cuantitativos y cualitativos (Valenzuela y Flores, 2012), permite una mejor comprensión del fenómeno que se estudia, pues aunque agregan complejidad al diseño de estudio, encierra todas las ventajas de cada uno de los enfoques (Hernández *et al.*, 2006).

Es así que siguiendo la ruta que establece el diseño convergente paralelo propuesto por Valenzuela y Flores (2012), se implementó de forma simultánea e independiente las componentes cuantitativa y cualitativa de la investigación, describiendo el diseño: CUAL + CUAN, que atiende la clasificación dada por Johnson y Onwuegbuzie (2004). Esta simultaneidad se dio en el análisis de datos en los dos momentos que se recogieron: antes y después de propuesta didáctica. De esta manera, siguiendo la estrategia concurrente de triangulación descrita por Creswell (2008), se buscó correlacionar los datos cuantitativos y cualitativos recogidos simultáneamente para comprobar la validez o no de la hipótesis planteada: la propuesta didáctica de enseñanza de la naturaleza de la ciencia, mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria.

Los pasos seguidos antes y después de la implementación de la propuesta didáctica son los mismos, por lo que se puede afirmar que el diseño mixto trabajado corresponde a una sola fase, quedando el esquema del mismo esbozado por:

	ANTES	<b>PROPUESTA DIDÁCTICA</b>	DESPUÉS	
	↓		↓	
En general,	Análisis de datos		Análisis de datos	la
secuencia de los	CUAN + CUAL		CUAN + CUAL	pasos
	(triangulación)		(triangulación)	

seguidos en la investigación fue:

1°. Aplicación del cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (pre-test) al grupo experimental – CUAN para determinar la apropiación conceptual de la naturaleza de la ciencia por parte del grupo experimental, antes de la aplicación de la propuesta didáctica.

2°. Construcción de la Representación del Contenido (Re-Co) por parte de la muestra – CUAL, para recopilar las ideas centrales que concibe en relación a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia integrada a los contenidos del currículum, antes de la aplicación de la propuesta didáctica.

3°. Triangulación de resultados para establecer relación entre los conocimientos adquiridos sobre la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por la muestra antes de la aplicación de la propuesta didáctica.

4°. Aplicación de la propuesta didáctica sobre enseñanza de la ciencia integrada a los contenidos de ciencia del currículum de formación correspondiente a los estudiantes de la muestra.

5°. Aplicación del cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (re-test) al grupo experimental – CUAN para determinar la apropiación conceptual de la naturaleza de la ciencia por parte del grupo experimental, después de la aplicación de la propuesta didáctica.



6°. Construcción de la Representación del Contenido (Re-Co) por parte de la muestra – CUAL, para recopilar las ideas centrales que concibe en relación a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia integrada a los contenidos del currículum, después de la aplicación de la propuesta didáctica.

7°. Triangulación de resultados para establecer relación entre los conocimientos adquiridos sobre la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por la muestra a partir de la aplicación de la propuesta didáctica.

### **3.2 Población y muestra (Participantes)**

El Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, centro en el cual se aplicó la investigación, es un centro de educación superior con rango universitario, cuyo régimen de estudios está estructurado en diez ciclos académicos semestrales. Su sistema curricular está organizado en áreas/asignaturas, que están en concordancia con el Currículum Básico de Formación Inicial Docente y responden a las necesidades de los niveles educativos y especialidades para los que forma. No obstante, la autonomía académica que le confieren las leyes peruanas, le permite realizar las adecuaciones necesarias para hacer frente a la realidad socioeducativa del país y de la región. Pese a esto, no está contemplada la enseñanza de la naturaleza de la ciencia como contenido del cartel de ninguno de los cinco cursos de Ciencia y Ambiente que contempla el currículum actual. También se aprecia un vacío en el cartel de práctica docente, pues en ninguno de los cursos de este nombre se toma en cuenta el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido, como parte fundamental del saber docente. Por esta razón, se decidió desarrollar la investigación en las estudiantes de cuarto año de formación

docente, en la última materia de ciencias que llevan antes de su año de práctica pre-profesional, a fin de determinar sus percepciones respecto a los contenidos que abarca la naturaleza de la ciencia y la proyección que tienen de estos respecto a su enseñanza, antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.

Siguiendo la propuesta de Valenzuela y Flores (2012) para la investigación mixta, se decidió acotar la muestra de modo que resultara un grupo más grande para la cuantitativa y más pequeño para la cualitativa. Es así que para la componente cuantitativa – CUAN, el grupo experimental constó de las 29 estudiantes que conformaron el cuarto año de la especialidad de educación primaria mientras que para la componente cualitativa - CUAL, se organizó al mismo grupo en pares de estudiantes quedando la muestra conformada por 15 parejas. La última pareja estuvo constituida por una sola estudiante, por ser impar el número grupal. La decisión de organizar a las estudiantes en parejas se tomó atendiendo las formas de ejecución de la práctica pre-profesional en el nivel primario, ya que las estudiantes son congregadas en pares para asumir la responsabilidad de un aula de clases del nivel.

Aunque el Instituto Pedagógico Nacional Monterrico es centro de formación docente de naturaleza mixta, el grupo de estudios de cuarto año de la especialidad de educación primaria, está conformado exclusivamente por mujeres cuyas edades oscilan entre los 20 y 25 años. Esta característica no es la excepción a los demás grupos de estudios de otros años, ya que mayoritariamente son mujeres las que eligen ser docentes de los niveles primaria e inicial.

Todas las estudiantes del grupo experimental, tienen en común haber cursado y aprobado los cuatro primeros cursos de Ciencia y Ambiente, que encierran contenidos de

ciencia diversos que a su vez se encuentran contemplados en el Diseño Curricular Nacional de Educación Básica Regular y por lo tanto deberán ser abordados por ellas con los niños que tengan a su cargo.

### 3.3 Temas, categorías e indicadores de estudio

En consecuencia con la tipificación de este estudio como correlacional, se describe a continuación las categorías consideradas para cada una de las variables abordadas.

#### **Categorías e indicadores de la componente CUAN.**

Para la naturaleza de la ciencia, se consideraron los nueve temas que se asumen desde el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad - COCTS, de los cuales fue preciso seleccionar aquellos subtemas que se relacionan más directamente con el quehacer pedagógico y su relación en la sociedad atendiendo así el contexto de la muestra seleccionada y los fines de esta investigación. La relación de categorías (temas) con sus respectivos indicadores (subtemas) seleccionados, se presentan en la tabla 3 que se muestra a continuación y guardan estrecha relación con las características básicas de la naturaleza de la ciencia presentadas en el capítulo anterior.

Tabla 3  
*Categorías e Indicadores del COCTS*

<i>Categorías</i>	<i>Indicadores</i>
1. Ciencia y tecnología	Ciencia Tecnología Instituciones educativas

2. Influencia de la sociedad sobre la ciencia/ tecnología	Influencia sobre científicos
3. Influencia triádica	Interacción ciencia/tecnología/sociedad
4. Influencia de ciencia/ tecnología sobre la sociedad	Responsabilidad social Bienestar económico
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad	Unión dos culturas Fortalecimiento social Caracterización escolar de la ciencia
6. Características de los científicos	Motivaciones Capacidades Efectos de género
7. Construcción social del conocimiento científico	Interacciones sociales Influencia nacional
8. Construcción social de la tecnología	Autonomía de la tecnología
9. Naturaleza del conocimiento científico	Modelos científicos Provisionalidad Aproximación a las investigaciones

Los temas y subtemas considerados, fueron abordados de manera explícita y reflexiva en la propuesta didáctica diseñada para ser aplicada con el grupo experimental. Esta propuesta consideró el desarrollo de dos grandes contenidos del currículum de formación docente del grupo experimental: luz y sonido. De esta manera, sin desatender el currículum actual de formación docente, se abordaron cuestiones relacionadas a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en las sesiones de aprendizaje que conformaron la propuesta didáctica.

Pese a haberse tratado cuestiones sobre la naturaleza de la ciencia en relación a los indicadores presentados en la tabla anterior, se ha tenido especial cuidado de no abordar directamente ninguna de las frases contenidas en las preguntas planteadas en el cuestionario considerado como instrumento de este estudio, para no influenciar en las respuestas del grupo experimental.

### **Categorías e indicadores de la componente CUAL.**

Para el análisis de la variable cualitativa, se consideraron como categorías las componentes del conocimiento pedagógico del contenido propuestas por Magnusson *et al.* (1999) presentadas en la tabla 2 en el capítulo anterior. Cada una de estas categorías se encuentra definida en la tabla 4 que a continuación se muestra.

Tabla 4  
*Categorías del Conocimiento Pedagógico del Contenido*

<i>Categorías</i>	<i>Definición</i>
Orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos.	Identifica el propósito de la enseñanza del concepto. Identifica las limitaciones/dificultades de la enseñanza del concepto.
El conocimiento del currículum.	Reconoce ideas centrales del concepto para su enseñanza en el nivel primaria. Identifica el grado de estudio al que corresponde la enseñanza del concepto.
El conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado	Reconoce ideas previas y/o concepciones alternativas de los estudiantes en relación al concepto. Identifica la importancia del concepto.
El conocimiento de la evaluación de los aprendizajes	Reconoce finalidades de la evaluación del concepto. Diseña estrategias de evaluación del concepto conformes con el grado de estudio al que se dirige.
El conocimiento de estrategias didácticas	Diseña estrategias para la comprensión del concepto acordes con el grado de estudio al que se dirige.

### **3.4 Técnicas de recolección de datos**

Por tratarse de una investigación mixta, se trabajó con dos tipos de instrumentos orientados a recoger datos de cada una de las componentes del estudio: cuantitativa y cualitativa, los mismos que se detallan a continuación.

**Instrumento componente CUAN: Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS.**

Para la componente cuantitativa, el instrumento utilizado fue el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad - COCTS, para determinar la apropiación conceptual de las cuestiones que encierra la naturaleza de la ciencia por parte del grupo experimental, antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.

El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS completo, constituye un banco de 100 cuestiones que ha sido construido y mejorado a lo largo de varias etapas de estudio (Acevedo *et al.*, 2002a; 2002b; Vázquez *et al.*, 2006a; 2006b; 2006c; Bennàssar *et al.*, 2007; Vázquez, 2012), sin embargo en esta investigación se han considerado 21 cuestiones, escogidas según su pertinencia y relación con el contexto del grupo experimental, por estar éste conformado por estudiantes de formación docente inicial. Estas 21 cuestiones que constituyeron un único instrumento aplicado antes (pre-test) y después (re-test) de la aplicación de la propuesta didáctica, se encuentran especificadas en el apéndice A.

Las cuestiones que se presentan en el COCTS tienen el formato de respuesta de opción múltiple, que se inicia con un encabezado en que se describe una situación o problema sobre el cual se desea conocer la actitud de la persona evaluada. A este encabezado le siguen respuestas derivadas del tema planteado, sobre las cuales la

persona responde mostrando su grado de acuerdo o desacuerdo en una escala de 9 puntos que se encuentran agrupados en niveles alto, medio o bajo (Acevedo *et al.*, 2005a; Vásquez *et al.*, 2006b). Estas respuestas se clasifican luego en las categorías “Adecuada”, “Plausible”, “Ingenua” y “Otra”, correspondiendo esta última a frases como: “No entiendo”, “No sé lo suficiente del tema para seleccionar una opción”, “Ninguna alternativa satisface mi opinión” (Acevedo *et al.*, 2005a; Vásquez *et al.*, 2006b).

Cada respuesta se transforma en un índice actitudinal normalizado en el intervalo [-1,+1] según la categoría a la que corresponda. Las adecuadas se valoran cuanto más alto la puntuación dada se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cerca esté al 1 y las plausibles cuanto más cercana esté la respuesta al 5, valor intermedio de la puntuación (Acevedo *et al.*, 2005a; Vásquez *et al.*, 2006a; 2006b). Esta puntuación permite determinar la coincidencia de las creencias que tiene el sujeto encuestado con las valoraciones dadas por el panel de jueces de expertos consultado en la elaboración del instrumento para cada una de las cuestiones de ciencia y tecnología planteadas en el cuestionario. Esta coincidencia con el experto significa que en el caso de las frases categorizadas como Adecuadas, la persona afirma la misma creencia con el experto, en el caso de frases ingenuas, niegan lo mismo, y en el caso de frases plausibles, afirman su carácter ambivalente (Bennàssar, *et al.*, 2007).

Los índices obtenidos por cada frase, se transforman en índices de las tres categorías: adecuada, plausible e ingenua, promediando el valor del índice de las frases que pertenecen a cada una de estas categorías existentes en cada cuestión. Del mismo modo el promedio de los índices de las categorías en una cuestión produce un índice que

es el indicador de la actitud global hacia el tema planteado en cada cuestión (Bennàssar, *et al.*, 2007).

Las 21 cuestiones aplicadas antes y después del desarrollo de la propuesta didáctica, corresponden a las 9 dimensiones o temas que componen el COCTS, las cuales se especifican en la tabla siguiente. Estas dimensiones fueron definidas anteriormente en la tabla 1, donde se señalaron las características básicas de la naturaleza de la ciencia.

Tabla 5  
*Temas, subtemas y cuestiones del COCTS aplicado*

<i>Temas</i>	<i>Subtemas</i>	<i>Cuestiones</i>
<b>Definiciones</b>		
1. Ciencia y Tecnología	01. Ciencia	10111, 10113
	02. Tecnología	10211
<b>Sociología externa de la ciencia</b>		
2. Influencia de la Sociedad sobre la Ciencia/ Tecnología	05. Instituciones educativas	20511
	07. Influencia sobre científicos	20711
3. Influencia triádica	01. Interacción Ciencia/Tecnología/Sociedad	30111
4. Influencia de Ciencia/ Tecnología sobre la Sociedad	01. Responsabilidad social	40111
	05. Bienestar económico	40511
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad	01. Unión dos culturas	50111
	02. Fortalecimiento social	50211
	03. Caracterización escolar de la ciencia	50311
<b>Sociología interna de la ciencia</b>		
6. Características de los científicos	01. Motivaciones	60111
	04. Capacidades	60411
	05. Efectos de género	60521
7. Construcción social del conocimiento científico	05. Interacciones sociales	70511
	07. Influencia nacional	70711
8. Construcción social de la Tecnología	02. Autonomía de la tecnología	80211
9. Naturaleza del conocimiento científico	02. Modelos científicos	90211
	04. Provisionalidad	90411
	06. Aproximación a las investigaciones	90611, 90621



### **Instrumento componente CUAL: Representación del contenido – Re-Co.**

Para la componente cualitativa, se pidió a las estudiantes que conformaron la muestra, la construcción de la matriz de Representación del Contenido propuesta por Loughran *et al.*, (2004), adaptada para los fines de la investigación con el propósito de determinar su conocimiento pedagógico del contenido respecto a las cuestiones que encierra la naturaleza de la ciencia integradas a los contenidos del currículum del nivel primaria. Este conocimiento pedagógico del contenido queda evidenciado en la matriz de Representación del Contenido Re-Co, que documenta las ideas centrales que concibe el profesor en torno a un tema específico, la forma cómo el profesor concibe la enseñanza de este contenido, considerando los conocimientos previos, la secuencia temática, las estrategias didácticas y la forma de evaluación (Garritz, 2007; Garritz, *et al.*, 2009; Garnica y Roa, 2012) que debe tener para lograr verdaderos aprendizajes en sus estudiantes.

La matriz de Representación del Contenido Re-Co propuesta constó de una tabla de 30 espacios (seis filas por cinco columnas) que debían ser llenadas por las estudiantes de la muestra. En la primera fila se ubicaron las cinco ideas centrales consideradas por la muestra para ser impartidas en el nivel primario respecto a los temas de calor, en la primera aplicación y de luz o sonido, en la segunda aplicación de este instrumento, detallando el grado de estudio de la primaria al cual consideraban que correspondían esas ideas seleccionadas. En la primera columna se ubicaron las seis preguntas planteadas que van en correspondencia directa con los componentes del conocimiento pedagógico del contenido propuestos por Magnusson *et al.* (1999) definidos en las tablas

2 y 4 anteriormente mostradas. Estas preguntas que fueron las mismas en la primera y segunda aplicación de este instrumento, se muestran en la tabla 6 y se encuentran especificadas en el Apéndice B.

Tabla 6  
*Preguntas de la Matriz Re-Co aplicada*

<i>Magnusson, Krajcik y Borko (1999)</i>	<i>Preguntas de la Matriz Re-Co</i>
Orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos	¿Qué intentas que los estudiantes aprendan de esta idea? ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que encuentras en la enseñanza de esta idea?
El conocimiento del currículum	Determinación de las ideas centrales a desarrollar en torno a un tema específico del nivel primaria. Asignación del grado de estudio de la primaria al cual corresponden las ideas centrales seleccionadas.
El conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado	¿Por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea? ¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?
El conocimiento de la evaluación de los aprendizajes	¿Qué maneras específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?
El conocimiento de estrategias didácticas	¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?

Para valorar el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por la muestra respecto a las cuestiones que encierra la naturaleza de la ciencia integrada a los contenidos del currículum del nivel primario, se construyó la rúbrica de evaluación que a continuación se describe en la tabla 7.

Tabla 7  
*Rúbrica de Evaluación de la Matriz Re-Co*

<i>Criterio de evaluación</i>	<i>Excelente (2 puntos)</i>	<i>Bueno (1 punto)</i>	<i>Regular (0.5 punto)</i>	<i>Deficiente (0 puntos)</i>
Orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos.	Identifica como propósito de la enseñanza el acercamiento de la ciencia a los estudiantes haciendo que experimenten la realidad de la ciencia y de la tecnología mostrando que son accesibles y relevantes para su vida.	Identifica como propósito de la enseñanza la relación del concepto con la vida cotidiana del estudiante.	Identifica como propósito de la enseñanza la transmisión de contenidos declarativos del concepto.	No identifica el propósito de la enseñanza.
	Identifica las limitaciones/ dificultades de la enseñanza del concepto atendiendo las actuales perspectivas que tiene para la comunidad científica.	Identifica las limitaciones/ dificultades de la enseñanza del concepto atendiendo problemas en el aprendizaje de los estudiantes.	Identifica las limitaciones/ dificultades de la enseñanza del concepto atendiendo problemas en el aula.	No identifica las limitaciones/ dificultades de la enseñanza del concepto.
El conocimiento del currículum.	Reconoce ideas centrales del concepto, su desarrollo histórico y su base empírica para su enseñanza en el nivel primaria.	Reconoce ideas centrales del concepto, considerando los contenidos aplicativos que involucra el tema, para su enseñanza en el nivel primaria.	Reconoce ideas centrales del concepto, considerando solo contenidos declarativos que involucra el tema, para su enseñanza en el nivel primaria.	No reconoce ideas centrales del concepto para su enseñanza en el nivel primaria.
	Adapta el 100% de las ideas centrales del concepto para su enseñanza en un grado específico del nivel primaria.	Adapta el 80% de las ideas centrales del concepto para su enseñanza en un grado específico del nivel primaria.	Adapta el 60% de las ideas centrales del concepto para su enseñanza en un grado específico del nivel primaria.	Adapta menos del 60% de las ideas centrales del concepto para su enseñanza en un grado específico del nivel primaria.
El conocimiento de la comprensión	Reconoce ideas previas y/o concepciones alternativas en los	Reconoce ideas previas y/o concepciones alternativas en los	Reconoce factores externos al estudiante como influyentes en la	No reconoce ni ideas previas ni factores externos como influyentes

<i>Criterio de evaluación</i>	<i>Excelente (2 puntos)</i>	<i>Bueno (1 punto)</i>	<i>Regular (0.5 punto)</i>	<i>Deficiente (0 puntos)</i>
del contenido por el estudiantado	estudiantes y describe cómo pueden influenciar en su comprensión del concepto que aborda.	estudiantes que pudieran influenciar en su comprensión del concepto que aborda.	comprensión del concepto que aborda.	en la comprensión del concepto que aborda.
	Identifica la importancia del concepto por la posibilidad que ofrece al estudiante de comprender cómo funciona el mundo.	Identifica la importancia del concepto por la aplicación que le pueda dar el estudiante en su vida.	Identifica la importancia del concepto por la adquisición de conocimiento teórico que puede obtener el estudiante.	No identifica la importancia del concepto que aborda.
El conocimiento de la evaluación de los aprendizajes	Diseña estrategias de evaluación que consideran la argumentación de asuntos socio-científico relacionados con el concepto estudiado y la vida del estudiante.	Diseña estrategias de evaluación del concepto que consideran el conocimiento aplicativo adquirido por el estudiante	Diseña estrategias de evaluación del concepto que consideran el conocimiento teórico adquirido por el estudiante.	No diseña estrategias de evaluación del concepto.
El conocimiento de estrategias didácticas	Diseña estrategias para la comprensión del concepto basadas en la indagación científica, que promueven la creatividad y originalidad en los estudiantes.	Diseña estrategias para la comprensión del concepto basadas en la metodología tradicional que no promueve la creatividad y originalidad en los estudiantes.	Diseña estrategias para la comprensión del concepto basadas en una metodología expositiva no acorde a la edad de los estudiantes.	No diseña estrategias para la comprensión del concepto.

Los puntajes obtenidos en cada categoría del conocimiento pedagógico del contenido mostrada en la rúbrica anterior, se consolidaron según la escala que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 8

### Rúbrica Consolidada de Evaluación de la Matriz Re-Co

<i>Excelente</i> (7,5 - 10 puntos)	<i>Bueno</i> (5 - 7,4 puntos)	<i>Regular</i> (2,5 - 4,9 puntos)	<i>Deficiente</i> (0-2,4 puntos)
Tiene en consideración los consensos actuales en que se basa la naturaleza de la ciencia que se evidencian en los objetivos, organización y adecuación del currículum, estrategias didácticas y evaluativas que considera en la planificación de una sesión de clase.	Tiene mediana consideración de los consensos actuales en que se basa la naturaleza de la ciencia que se evidencian en los objetivos, organización y adecuación del currículum, estrategias didácticas y evaluativas que considera en la planificación de una sesión de clase.	Tiene escasa consideración de los consensos actuales en que se basa la naturaleza de la ciencia que se evidencian en los objetivos, organización y adecuación del currículum, estrategias didácticas y evaluativas que considera en la planificación de una sesión de clase.	No tiene en consideración los consensos actuales en que se basa la naturaleza de la ciencia que se evidencian en los objetivos, organización y adecuación del currículum, estrategias didácticas y evaluativas que considera en la planificación de una sesión de clase.

### 3.5 Prueba piloto

La prueba piloto se aplicó solo para la Representación del Contenido, por ser un instrumento que había sido adaptado de la propuesta dada por Loughran *et al.* (2004), instrumento destinado a medir la componente cualitativa de la presente investigación. Dicha prueba piloto se aplicó a diez estudiantes de quinto año de formación docente de la especialidad de educación primaria a fin de determinar la claridad de los enunciados y preguntas establecidas en el instrumento. Los resultados obtenidos de esta prueba piloto fueron positivos pues no fue necesario hacer precisiones sobre el mismo y las preguntas planteadas pudieron ser comprendidas fácilmente por las estudiantes que lo resolvieron.

El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad - COCTS, instrumento de la componente cuantitativa, no requirió aplicación de prueba piloto por

ser un instrumento ya aplicado desde varios años atrás en diversos estudios e investigaciones de las cuestiones que encierra (Acevedo *et al.*, 2002a; 2002b; Vázquez *et al.*, 2006a; 2006b; 2006c; Bennàssar *et al.*, 2007; Vázquez, 2012).

### **3.6 Aplicación de instrumentos**

#### **Aplicación del instrumento componente CUAN: Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS.**

Se aplicó el cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad al grupo experimental antes (pre-test) y después (re-test) de la aplicación didáctica. Por la extensión del cuestionario, se consideró asignar 45 minutos de la clase para la resolución del mismo, así las estudiantes tendrían el tiempo suficiente para contestar por escrito cada una de las cuestiones contenidas en él. La aplicación del cuestionario se realizó a todo el grupo experimental en momento de clase por la investigadora de este estudio.

El tiempo entre la primera aplicación del cuestionario (pre-test) y la segunda aplicación (re-test) fue de ocho semanas, tiempo que duró el desarrollo de la propuesta didáctica.

#### **Aplicación del instrumento componente CUAL: Representación del contenido – Re-Co.**

Se pidió la elaboración de la matriz de Representación de Contenido a la muestra antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica, siguiendo el mismo procedimiento en ambos momentos.

Primero se pidió a cada pareja de estudiantes de la muestra que eligieran de un listado de ideas sugeridas, las ideas centrales para impartir en el nivel primario precisando el grado hacia el cual se referían. En la primera aplicación, previa al desarrollo de la propuesta didáctica, se enlistó temas referentes al calor, por ser un tópico trabajado por las estudiantes de manera tradicional, es decir sin considerar la inserción de las cuestiones relevantes a la naturaleza de la ciencia. En la segunda aplicación, luego de haber desarrollado la propuesta didáctica, los temas presentados fueron respecto a sonido y luz, en correspondencia con los tópicos trabajados desde la propuesta didáctica.

A partir de las ideas escogidas, debían responder cada una de las seis preguntas planteadas y llenar con esto la matriz de Representación de Contenido Re-Co. Cada una de las estudiantes de la muestra fue entrevistada para orientarlas sobre el llenado de la matriz propuesta. La construcción de la matriz Re-Co se realizó en una jornada de trabajo libre, para garantizar que las estudiantes de la muestra seleccionada contaran con el tiempo necesario para su llenado.

### **3.7 Captura y análisis de datos**

Los datos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos antes mencionados, se trataron independientemente según el enfoque de investigación al que correspondían, teniendo en cuenta los pasos para cada componente que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9  
*Análisis de datos de componente Cuan y Cual*

<i>Componente CUAN</i>	<i>Componente CUAL</i>
1. Construcción de una planilla de cálculo en Excel.	1. Determinación de las unidades de análisis y las categorías.
2. Introducción de los datos obtenidos.	2. Determinación de la hoja de codificación de la matriz Re-Co.
3. Descripción de datos a partir de la elaboración de tablas.	3. Codificación de las unidades de análisis en las categorías establecidas.
4. Análisis de estadística descriptiva para la variable cuantitativa.	4. Análisis a partir de los resultados obtenidos.

#### **Análisis de datos de la componente Cuan.**

Las puntuaciones directas dadas por la muestra para cada una de las frases contenidas en el pre-test y re-test aplicados, fueron transformadas en un índice actitudinal normalizado en el intervalo [-1,+1] según la categoría adecuada, plausible o ingenua a la que correspondían. Con los índices obtenidos por cada frase, se determinaron los índices de las tres categorías: adecuada, plausible e ingenua, promediando el valor del índice de las frases que pertenecen a cada una de estas categorías existentes en cada cuestión. Así mismo, se calculó el promedio de los índices de las categorías en cada cuestión para determinar el índice de la actitud global de esa cuestión planteada.

A partir de estos valores, se calculó la media, la desviación estándar, el valor máximo y mínimo, así como el rango de desviación, parámetros de la estadística descriptiva que ayudaron a analizar la coincidencia de las creencias de las estudiantes de la muestra en relación a las valoraciones dadas por los expertos consultados en la elaboración del COCTS y que se encuentran especificados en la tabla 10 que más adelante se presenta.

#### **Análisis de datos de la componente Cual.**



Las respuestas dadas por la muestra para cada una de las preguntas de la matriz Re-Co construida antes y después de la intervención didáctica, fueron analizadas a partir de las categorías del conocimiento pedagógico del contenido con la que guardaban correspondencia, las mismas que fueron detalladas en la tabla 6 anteriormente presentada.

Para determinar el nivel de desarrollo de cada categoría del conocimiento pedagógico del contenido de las estudiantes de la muestra, se establecieron puntajes a partir de la rúbrica de evaluación descrita en la tabla 7. Con los puntajes obtenidos en cada categoría, se estableció el nivel de desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido de las estudiantes de la muestra, según la escala de la rúbrica consolidada presentada en la tabla 8.

### **Triangulación de datos de las componentes Cuan y Cual.**

Luego del análisis independiente de cada variable, se procedió a la triangulación de los resultados obtenidos para determinar de la relación entre las variables en estudio y su correspondencia con la hipótesis planteada en la investigación. Se utilizó para esto la triangulación metodológica, del tipo entre métodos (Arias, 2000), por trabajar con datos provenientes de diseños disímiles esto es, de origen cuantitativo y cualitativo, que fueron recogidos en forma independiente y simultánea.

Atendiendo lo que señalan Okuda y Gómez-Restrepo (2005), se recurrió a esta forma de triangulación para establecer la existencia o no de correlación entre los constructos en estudio permitiendo obtener además, una visión más amplia de cada uno de ellos. Esto se hizo al comparar el promedio de las puntuaciones medias de cada pareja alcanzados en el pre-test y re-test, con la valoración de las matrices de

Representación del Contenido desarrolladas antes y después de la aplicación de la intervención didáctica, comparación que se hace explícita en la tabla 16 y es analizada en las páginas siguientes.

## **CAPÍTULO 4**

### **Análisis de Resultados**

En este capítulo se hace la presentación de los resultados obtenidos en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS y la Matriz de Representación del Contenido - ReCo, instrumentos usados en esta investigación en la cual se pretendió averiguar en qué medida la enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de educación primaria. El análisis e interpretación que se muestra de los mismos, se hace a la luz de la teoría presentada en los capítulos anteriores.

#### **4.1 Presentación de resultados**

El procesamiento de los resultados se realizó en dos momentos: el primero tras la aplicación del pre-test, cuyo análisis permitió planificar las actividades a desarrollarse con la muestra a partir de los resultados obtenidos y el segundo, luego de finalizada la aplicación de la propuesta didáctica.

Por ser las variables de diferente naturaleza, los datos obtenidos de los instrumentos aplicados a la muestra se trataron de forma simultánea e independiente. Es

así que para determinar la apropiación conceptual de la naturaleza de la ciencia por parte del grupo experimental se utilizó una plantilla construida en Excel. En cambio, para recopilar las ideas centrales que concebía la muestra en relación a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia integrada a los contenidos del currículum, se realizó un análisis descriptivo a partir de la Matriz de Representación del Contenido construida por la muestra. No obstante, para determinar si existía o no relación entre uno y otro constructo fue necesaria la determinación de puntajes para cada una de las categorías del Conocimiento Pedagógico del Contenido propuestas por Magnusson *et al.* (1999), lo cual se hizo a través de una rúbrica de evaluación.

### **Presentación de resultados cuantitativos.**

Para el procesamiento de los resultados obtenidos del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS, se calculó el índice de cada categoría con los valores normalizados, esto es, convertidos de las puntuaciones directas dadas por los estudiantes a un parámetro de -1 a +1 según lo calificado por los expertos. Con estos resultados individuales, se calculó el índice global ponderado para toda la muestra.

En la tabla 10, que muestra los parámetros estadísticos calculados para el pre y re-test, se puede observar cómo la categoría adecuada aporta un valor positivo al índice global, mientras que las categorías plausible e ingenua aportan valores negativos. Esto indica que las estudiantes presentan mayor facilidad para identificar las frases adecuadas que las plausibles e ingenuas, resultado que coincide con estudios realizados en profesores en formación inicial y continua (Manassero *et al.*, 2004; Acevedo *et al.*,

2005a; 2005b; Vásquez *et al.*, 2006a; 2006b; Bennàssar *et al.*, 2007; Callejas y Vázquez, 2009; Tecpan y Zavala, 2012; 2013).

Tabla 10  
*Parámetros estadísticos de la distribución de la media de los índices actitudinales normalizados (-1,+1) correspondientes a las respuestas de la muestra respecto al conjunto de ítems y frases del COCTS aplicados en el pre-test y re-test*

	<i>Índice Global Ponderado</i>		<i>Adecuadas</i>		<i>Plausibles</i>		<i>Ingenuas</i>		<i>Puntuaciones medias de cada frase</i>	
	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>
Media	0,035	0,071	0,338	0,354	-0,111	-0,114	-0,111	-0,028	-0,033	0,011
Desviación estándar	0,185	0,179	0,378	0,331	0,188	0,162	0,359	0,307	0,397	0,369
Máximo	0,418	0,460	0,784	0,784	0,247	0,178	0,735	0,582	0,828	0,793
Mínimo	-0,319	-0,339	-0,836	-0,457	-0,431	-0,469	-0,603	-0,532	-0,836	-0,759
Rango	0,737	0,799	1,620	1,241	0,678	0,647	1,338	1,114	1,664	1,552

Tanto en el pre-test como en el re-test aplicados, la media del Índice global ponderado es positiva pero muy próxima a cero, siendo para la primera aplicación  $x=0.035$ , D.E= 0.185 y para la segunda  $x= 0.071$ , D.E= 0.179. Estos resultados permiten afirmar que existe un leve sesgo hacia los valores actitudinales positivos.

Así mismo, el valor global positivo tan bajo, indica que las estudiantes en formación que conforman la muestra presentaron en el pre-test actitudes muy poco satisfactorias, que se alejan de la posición dada por los expertos. Este resultado aunque esperado y concordante con estudios antes realizados en muestras de características similares a la presente investigación (Manassero *et al.*, 2004; Acevedo *et al.*, 2005a;

2005b; Vázquez *et al.*, 2006a; 2006b; Bennàssar *et al.*, 2007; Callejas y Vázquez, 2009; Tecpan y Zavala, 2012; 2013) experimenta un ligero incremento tras la aplicación de la propuesta didáctica ( $x= 0.071$ , D.E= 0.178), valor que aún sigue estando muy próximo al cero.

Sin embargo, resulta significativa la diferencia de resultados obtenidos en el patrón de variación global entre las categorías en ambas aplicaciones, respecto a otros estudios similares (Vázquez *et al.*, 2006a; 2006b; Tecpan y Zavala, 2012), pues en este estudio el mayor rango de variación lo presentan las frases adecuadas. Es así que aunque las estudiantes presenten mayoritariamente más facilidad para identificar las frases adecuadas y adherirse a ellas, no es éste un patrón que pueda asumirse para evaluar la actitud, ya que existe un cambio significativo según la frase aplicada.

Los datos que se muestran en las dos últimas columnas de la tabla anterior, se refieren a las puntuaciones obtenidas en las 142 frases presentes en el COCTS empleado en el estudio. Considerando todas éstas, independientemente de su categoría, se obtuvo en el pre-test una media global negativa ( $x= -0.033$ , D.E= 0.397) que pasó a positiva aunque muy próxima a cero en el re-test ( $x= 0.011$ , D.E= 0.369), indicando que tras la aplicación didáctica hubo una mejora de las actitudes de las estudiantes en formación docente a lo que sugiere la visión dada por los expertos.

Para tener una visión más clara de la contribución específica que hace cada ítem al índice global ponderado, se presenta la tabla 11 que muestra el detalle de los índices actitudinales de cada categoría obtenidos en el pre-test y re-test.

Tabla 11  
*Índices actitudinales normalizados del pre-test y re-test*

Ítem	Índice Global Ponderado		Adecuadas		Plausibles		Ingenuas	
	Pre-test	Re-test	Pre-test	Re-test	Pre-test	Re-test	Pre-test	Re-test
10111	0,133	0,153	0,530	0,457	-0,269	-0,162	0,138	0,164
10113	0,028	0,060	0,534	0,457	-0,023	-0,138	-0,427	-0,138
10211	-0,051	-0,001	0,586	0,276	-0,135	-0,08	-0,603	-0,198
20511	0,418	0,460	0,784	0,621	-0,264	0,178	0,735	0,582
20711	0,190	0,170	0,750	0,716	-0,231	-0,138	0,052	-0,069
30111	-0,066	0,193	-0,043	0,461	----	----	-0,090	-0,076
40111	0,170	0,226	0,453	0,405	0,247	0,063	-0,190	0,211
40511	0,222	0,227	0,675	0,629	-0,241	-0,241	0,233	0,293
50111	0,162	0,172	0,345	0,595	-0,092	-0,172	0,233	0,095
50211	-0,167	-0,071	-0,069	0,198	0,103	0,121	-0,534	-0,532
50311	-0,306	-0,212	-0,836	-0,457	-0,055	0,003	-0,026	-0,181
60111	-0,145	-0,115	0,190	0,233	-0,310	-0,236	-0,313	-0,342
60411	0,260	0,169	0,382	0,463	0,086	-0,207	0,310	0,250
60521	0,100	0,154	0,569	0,784	-0,428	-0,469	0,159	0,147
70511	0,082	0,093	---	----	-0,164	-0,134	0,328	0,319
70711	-0,013	0,063	0,414	0,375	-0,060	-0,026	-0,392	-0,159
80211	-0,151	-0,174	0,164	-0,155	-0,065	0,030	-0,552	-0,397
90211	0,093	0,150	0,315	0,082	0,190	-0,069	-0,224	0,437
90411	0,092	0,102	0,569	0,621	0,052	0	-0,345	-0,315
90611	-0,319	-0,339	-0,095	-0,241	-0,431	-0,405	-0,430	-0,369
90621	0,003	0,014	0,534	0,569	-0,138	-0,207	-0,388	-0,319

Según lo mostrado en esta última tabla, tanto en el pre-test como en el re-test, el ítem 20511 que corresponde a la influencia de la sociedad sobre la ciencia/tecnología

obtuvo el mejor promedio, mientras que el ítem 90611 del tema naturaleza del conocimiento científico, muestra el índice global ponderado más bajo. Este resultado coincide con los obtenidos por Tecpan y Zavala (2012) en un estudio diagnóstico sobre una muestra conformada por profesores de ciencia que realizaban estudios de postgrado. No obstante, resulta relevante que las percepciones sobre estas cuestiones evaluadas se mantengan como las predominantes tanto en sus valores positivos como negativos aún después de la aplicación didáctica, dando muestra de lo arraigado que se encuentra este conocimiento en el grupo de estudiantes que conformaron la muestra.

En las tablas 12 y 13, se muestran las frases con las puntuaciones más altas y bajas obtenidas por la muestra en el pre-test, respectivamente. Estas puntuaciones extremas, son los indicadores de los aspectos más concordantes (fuertes) y discordantes (débiles) con una comprensión adecuada de la ciencia y tecnología desde una perspectiva actual de la filosofía, historia y sociología de la ciencia. (Vásquez *et al.*, 2006a; 2006b; Bennàssar *et al.*, 2007)

Tabla 12

*Frases con las puntuaciones más altas obtenidas en el pre-test.*

	<i>Índice</i>	<i>Frase</i>
I20511G	0.828	Porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos.
A20511C	0.784	Se debe fomentar que los estudiantes estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias.
I20511E	0.776	Porque no funcionará. A algunas personas no les gusta la ciencia. Si se les fuerza a estudiarla, será perder el tiempo y les alejará de la ciencia.

A20711D	0.750	Porque la familia, las escuelas y la comunidad juntas dan a los niños y niñas la capacidad para la ciencia, el estímulo necesario y la oportunidad de llegar a ser científicos.
A40511B	0.750	Porque más ciencia y tecnología harían a nuestro país menos dependiente de otros países. Nosotros mismos podríamos producir cosas.
A40511C	0.741	Porque nuestro país podría vender ideas nuevas y tecnología a otros países como beneficio.

Son 29 las frases con puntuaciones más altas que superan a la media muestral en una desviación típica, de las cuales 21 son adecuadas, 7 ingenuas y solo 1 plausible. La tabla anterior muestra los cinco índices de actitud más altos obtenidos, sin embargo solo los tres primeros superan el valor de la media en dos desviaciones típicas. A pesar que las frases con puntuaciones más altas son mayoritariamente adecuadas, destaca que la mayor puntuación alcanzada en el pre-test corresponda a una frase ingenua.

Tabla 13

*Frases con las puntuaciones más bajas obtenidas en el pre-test.*

	<i>Índice</i>	<i>Frase</i>
A50311F	-0.836	Ninguno, ni los programas de TV ni las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV exageran, distorsionan y simplifican en exceso. Las clases de ciencias sólo dan apuntes, problemas y detalles que no se aplican en la vida diaria.
I30111G	-0.759	Ciencia ←-----→ Tecnología Sociedad
I90611E	-0.681	Comprobar y volver a comprobar, demostrando que algo es verdadero o falso de una manera válida.
I50211C	-0.672	Porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas.
P20711B	-0.655	Porque algunas familias animan a los niños a preguntar y cuestionarse cosas. Las familias enseñan valores que se mantienen para el resto de la vida.
I90611D	-0.655	Obtener hechos, teorías o hipótesis eficientemente.

De las 24 frases con puntuaciones más bajas que superan a la media muestral en una desviación típica, 14 son ingenuas, 9 plausibles y solo 1 adecuada. En la tabla 13 se



presentan las frases con las cinco puntuaciones más bajas obtenidas por toda la muestra, que son mayoritariamente ingenuas. Sin embargo resalta que el menor índice de actitud corresponda a una frase adecuada, el único que supera el valor de la media en dos desviaciones típicas.

Por ser las creencias y actitudes de los profesores, o en el caso específico de este estudio: de los estudiantes de formación docente, las que determinarán el estilo de su actuación en el aula, se planificaron las sesiones de la propuesta didáctica a partir de los puntos más altos y bajos que mostraron y se explicitan en las tablas anteriores.

Es así que tras la aplicación de la propuesta didáctica, las frases con las puntuaciones más altas y bajas obtenidas por la muestra en el re-test fueron las que se muestran en las tablas 14 y 15 respectivamente.

Tabla 14

*Frases con las puntuaciones más altas obtenidas en el re-test.*

	<i>Índice</i>	<i>Frase</i>
I20511G	0.793	Porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos.
A60521D	0.793	Porque los hombres y las mujeres son iguales en términos de los que se necesita para ser un buen científico.
A60521F	0.776	Porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.
A20711D	0.716	Porque la familia, las escuelas y la comunidad juntas dan a los niños y niñas la capacidad para la ciencia, el estímulo necesario y la oportunidad de llegar a ser científicos.
A40511B	0.707	Porque más ciencia y tecnología harían a nuestro país menos dependiente de otros países. Nosotros mismos podríamos producir cosas.
A40511C	0.681	Porque nuestro país podría vender ideas nuevas y tecnología a otros países como beneficio.

En el re-test son 28 frases con puntuaciones más altas que superan a la media muestral en una desviación típica, de las cuales 20 son adecuadas, 8 son ingenuas y ninguna es plausible. La tabla 14 muestra los cinco índices de actitud más altos obtenidos, sin embargo solo los dos primeros valores superan el valor de la media en dos desviaciones típicas. Pese a que las frases con puntuaciones más altas son adecuadas en una destacada mayoría, resalta que la mayor puntuación alcanzada corresponda a una frase ingenua, la misma que se obtuvo en el pre-test.

Tabla 15

*Frases con las puntuaciones más bajas obtenidas en el re-test.*

	<i>Índice</i>	<i>Frase</i>
P60521E	-0.759	Porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.
P60521C	-0.672	Porque por encima de todos los hombres y las mujeres son igual de inteligentes.
I50211A	-0.638	Porque la ciencia me ha proporcionado hechos e ideas valiosos.
P90611G	-0.638	Plantear preguntas, hacer hipótesis, recoger datos y sacar conclusiones.
I50211C	-0.621	Porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas.
I60111G	-0.595	Descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, remedios médicos, soluciones a la contaminación, etc.)

En el re-test son 20 las frases con puntuaciones más bajas que superan a la media muestral en una desviación típica, de las cuales 11 son ingenuas, 8 son plausibles y solo 1 es adecuada. La tabla 15 muestra los cinco índices de actitud más bajos obtenidos, sin embargo solo el primer valor supera a la media en dos desviaciones típicas.

### **Presentación de resultados cualitativos.**

Para determinar el conocimiento pedagógico del contenido desarrollado por la muestra respecto a las cuestiones que encierra la naturaleza de la ciencia integradas a los contenidos del currículum, se realizó un análisis descriptivo integrando las ideas expresadas en las dos Matrices de Representación del Contenido desarrolladas por la muestra: antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica. Como quedó especificado en el capítulo anterior, las estudiantes que conformaron la muestra desarrollaron la Matriz de Representación del Contenido en pares, conformándose en total 15 parejas.

#### ***Pareja 1***

Inicialmente, la intención de la enseñanza que mostraba esta pareja estaba predominantemente centrada en la transmisión de conocimientos, luego de la aplicación de la propuesta didáctica, aunque persisten en su objetivo de transmitir conocimientos, muestran preocupación por que ese conocimiento esté relacionado al mundo inmediato del niño. No obstante aún tras la intervención didáctica, insisten en señalar como dificultades en la enseñanza los riesgos de la experimentación.

En relación al currículum, los temas escogidos antes de la aplicación de la propuesta didáctica estaban centrados en marcos predominantemente teóricos y no se

hacía una adecuada asignación del tema según el grado de estudio propuesto. Aunque esta última característica perdura en la pareja aún tras la aplicación de la propuesta didáctica, los temas esbozados en este segundo momento están más en relación a la aplicabilidad de los mismos a la vida del niño. No obstante, se aprecia en ambos momentos de la investigación, que menos del 60% de contenidos no cuenta con una adecuada adaptación al grado de la primaria propuesto.

Desde antes de la aplicación de la propuesta didáctica, esta pareja es capaz de reconocer que las ideas previas influyen en el aprendizaje de los estudiantes, sin embargo no logran precisar cuáles son esas ideas previas y de qué manera pueden intervenir en la comprensión del contenido. La importancia del aprendizaje del concepto que manifiestan, cambia notoriamente antes y después de la aplicación de la propuesta, pasando de la adquisición del concepto por sí misma a una clara intención de relacionar el uso de los conceptos con la conservación de la salud y el medio ambiente.

En cuanto al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, permanece la tendencia a aplicar fichas de evaluación orientadas a medir el nivel de apropiación conceptual de los términos trabajados, no obstante tras la aplicación de la propuesta se propone la consideración de la creatividad en el niño en la elaboración de materiales aunque no se detalla cómo.

En relación al conocimiento de estrategias didácticas, antes de la aplicación de la propuesta esta pareja señalaba experimentos diversos para abordar los temas propuestos, aunque su forma de uso en el aula correspondía a la ruta del tradicional método científico. Luego de la aplicación de la propuesta, incluyen además el juego

como estrategia que desarrolle la creatividad en el niño. Éste es usado para reforzar la aplicación de los conceptos trabajados, en episodios concretos de su vida.

### ***Pareja 2***

En relación a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica, esta pareja manifiesta como intención el manejo de los conceptos apreciándose una clara preocupación por la cantidad de información que debe entregarse, sin embargo en el segundo momento sí incluyen entre sus objetivos la aplicación de medidas de higiene en los niños. Así mismo, esta pareja considera como limitantes del aprendizaje al ambiente y los recursos disponibles (láminas, maquetas), actitud que persiste aún después de la aplicación de la propuesta.

En cuanto al conocimiento del currículum, antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica los temas escogidos se abordan considerando solo los referentes teóricos, aunque tras la aplicación se aprecia una mejor dosificación de los contenidos según los grados de primaria a los que se proponen, logrando que el porcentaje de temas debidamente adaptados pasen del 50% al 80%.

Para la categoría del conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, desde un inicio se reconocen que las ideas previas influyen en el aprendizaje, pero no determinan cómo ni cuáles son esas ideas. Se aprecia un cambio significativo en cuanto a la importancia de su enseñanza, pues aunque inicialmente no

son capaces de señalar la importancia del tema, tras la aplicación de la propuesta didáctica identifican la importancia en torno a la posibilidad que ofrece al estudiante a valorar el cuidado de su salud teniendo conciencia de lo que la afecta.

En cuanto al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, se mantiene la tendencia de presentar al niño de fichas de evaluación de los contenidos conceptuales trabajados en clase.

En relación al conocimiento de estrategias didácticas, antes de la aplicación de la propuesta, plantean el uso de recursos multimedia para el desarrollo de los conceptos que explican y luego de la aplicación proponen la creación de materiales concretos que inviten a la experimentación a través del juego.

### ***Pareja 3***

En cuanto a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, esta pareja antes y después de la aplicación de la propuesta, pone énfasis en la transmisión ordenada de conceptos, notándose preocupación por la cantidad de contenidos que deben transmitirse. Así mismo, en ambos momentos de la investigación, identifican como dificultades en la enseñanza, la realización de experiencias y la disponibilidad de materiales para la ejecución de las clases. No obstante tras la aplicación de la propuesta, se plantea además como dificultad la complejidad que encierran los conceptos que involucra el tema.

En relación al conocimiento del currículum, esta pareja ha considerado antes y después de la aplicación de la propuesta, aspectos fundamentalmente teóricos, a pesar de asumirlos como difíciles y complejos. En ambos momentos de la investigación, no

hacen una adecuada dosificación del 50% de los contenidos en relación al grado de primaria al que se refieren.

En cuanto al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, inicialmente esta pareja no daba importancia a las ideas alternativas de los estudiantes, sin embargo tras la aplicación de la propuesta se aprecia un intento de considerarlas al señalar que las experiencias vividas por los estudiantes influenciarían en su comprensión de los contenidos trabajados. La importancia que manifiestan en ambos momentos de la investigación, se centra en el manejo de contenidos teóricos que adquiere el estudiante con la enseñanza.

En referencia al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, antes de la aplicación de la propuesta didáctica, plantean la evaluación a partir de la resolución de pruebas escritas, sin embargo luego de la aplicación de la propuesta proponen una lista de cotejo que evalúe la presentación de la experimentación realizada por los estudiantes.

Para la categoría del conocimiento de estrategias didácticas, señalan inicialmente a la experimentación como principal estrategia a utilizarse, sin embargo es considerada como un tema aparte del desarrollo teórico de los contenidos y abordado desde la perspectiva tradicional. Después de la aplicación de la propuesta didáctica, aunque las situaciones experimentales son insertadas en el desarrollo de los contenidos a trabajar, se siguen trabajando según esquema del clásico método científico.

#### ***Pareja 4***

En relación a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, se pasa de una marcada preocupación por transmitir nociones conceptuales a una leve

intención de cruzar los contenidos con la aplicación a la vida de los estudiantes, sin embargo ésta es vaga y poco precisa. En un inicio, reconocen como limitantes del aprendizaje los factores familiares, sociales y ambientales que circundan la vida del niño. Luego, en el segundo momento de la investigación, la limitación expresada por esta pareja se centra en la concepción de molécula que puedan tener los estudiantes.

Para la categoría referida al conocimiento del currículum, antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica, las ideas centrales están orientadas a aspectos conceptuales de los tópicos que se abordan. Tampoco se aprecia una mejora en la dosificación de los contenidos, ya que en ambos momentos de la investigación adaptan solo el 60% de los contenidos al grado de la primaria al cual se proponen.

En cuanto al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, antes de la aplicación de la propuesta no se reconocían las ideas previas situación que sí es considerada luego de aplicarse la propuesta, aunque no hay precisión de cuáles son esas ideas que pudieran influir en el aprendizaje de los estudiantes. En el primer momento de la investigación, esta pareja no logra determinar la importancia del tema que trata, sin embargo en el segundo momento consideran que ésta se centra en el uso de los conceptos en la vida de los niños, aunque no precisan la utilización específica que el niño le pueda dar.

En referencia al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, además de las fichas de evaluación de conceptos propuestas antes de la intervención didáctica, plantean la realización de proyectos que evidencie la aplicación de conceptos en el cuidado del ambiente para el segundo momento de la investigación.



En cuanto al conocimiento de estrategias didácticas, en un inicio plantean la realización de experiencias en el laboratorio, así como la elaboración de materiales concretos por parte de los mismos estudiantes, sin embargo no hay claridad en cuanto a su utilización para la comprensión de los contenidos tomándose estos últimos como trabajos adicionales hechos en casa. Después de la intervención didáctica, esta pareja considera las mismas estrategias pero se preocupa por utilizarlas en el desarrollo de los contenidos que trabajan.

### ***Pareja 5***

En la categoría referida a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos esta pareja muestra en el primer momento de la investigación, una orientación predominante es la transmisión de conceptos debidamente ordenados y estructurados. No obstante, tras la aplicación de la propuesta didáctica añaden como objetivo de su enseñanza, la aplicación de los conceptos en el cuidado de la salud del niño. No consideran en ninguno de los momentos de la investigación que existan limitaciones ni dificultades en la enseñanza de los conceptos.

En relación al currículum, los temas establecidos pasan de un plano puramente conceptual a la inserción de contenidos aplicativos para el estudiante. Sin embargo, no logran que más del 60% de los temas propuestos estén adaptados adecuadamente al grado de la primaria al cual se dirigen.

Esta pareja no reconoce antes ni después de la intervención didáctica, las concepciones alternativas que pudieran tener los niños y que pudieran influenciar en el tema. Sin embargo tras la aplicación de la propuesta, consideran que influye en su

enseñanza el temor del docente durante la experimentación. La importancia que expresa esta pareja en un inicio se centra en la adquisición que el niño logre de los conceptos que le imparten y aunque mantienen esta postura, añaden la necesidad de informar al niño sobre el cuidado de su cuerpo y su salud en relación al concepto trabajado.

En referencia al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, en el primer momento de la investigación éste se limita a señalar instrumentos orientados a la evaluación de conceptos desarrollados, sin embargo tras la aplicación de la propuesta proponen realizar una metacognición con sus estudiantes, pero no precisan cómo.

En relación al conocimiento de estrategias didácticas, antes y después de la aplicación didáctica describen en detalle experiencias, sin embargo no todas las presentadas guardan relación con la intencionalidad que plantean trabajar del tema.

### ***Pareja 6***

En cuanto a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, esta pareja mantiene en ambos momentos de la investigación su marcada preocupación por dar conceptos a los estudiantes. Reconocen en un inicio como dificultades en la enseñanza de los conceptos la posibilidad de no contar con los materiales necesarios para realizar las experiencias. En el segundo momento de la investigación atribuyen la dificultad a la disposición que puedan mostrar los estudiantes para realizar las actividades que proponen.

Antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica en relación al conocimiento del currículum, los temas se abordan únicamente desde su perspectiva

teórica y no hay una adecuada dosificación de los contenidos en correspondencia al grado de estudios que se proponen, llegando a adaptar oportunamente menos del 60% de los contenidos expresados.

En cuanto al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, no reconocen en ningún momento de la investigación las ideas previas que pudieran traer los estudiantes al aula, sin embargo sí señalan como factor determinante del aprendizaje, la forma en que el docente aborda los contenidos de la enseñanza, llegando a expresar luego de aplicación de la propuesta, su preocupación por crear confusión en los estudiantes. Así mismo, se mantienen en considerar que la importancia del tema radica en los referentes teóricos que proporcionará al estudiante al estudiarlo.

En referencia al conocimiento de la evaluación de los aprendizajes, aunque mantienen la evaluación a través de la resolución de fichas sobre el manejo de los conceptos trabajados, insertan la consideración de la lista de cotejo que evalúe su desempeño en las clases.

Como estrategias didácticas, inicialmente se señalan situaciones experimentales para ser realizadas por el docente de manera demostrativa. En el segundo momento, se proponen experiencias para ser realizadas por los niños aunque siguiendo la secuencia tradicional del método científico.

### ***Pareja 7***

Las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos que muestra esta pareja antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica son de tipo conceptual, notándose una clara preocupación por la cantidad de contenido que deben

transmitir a los estudiantes. No obstante, pasan de reconocer como dificultad los materiales disponibles para la experimentación a la explicación adecuada de los conceptos en relación a las discusiones actuales que se sostienen en torno a él.

En cuanto al conocimiento del currículum, aunque esta pareja persiste en enlistar contenidos desde una visión puramente teórica, inserta tras la aplicación de la propuesta algunos contenidos aplicativos en relación al cuidado del medio y de la salud del niño. Pese a esta inclusión, no logran superar el 60% y 80% de los temas debidamente dosificados para cada grado de la primaria, en cada momento de la investigación respectivamente.

En relación al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, en un inicio, esta pareja no reconocía las ideas previas de los estudiantes como condicionantes de su aprendizaje, sin embargo sitúan a los recursos materiales disponibles como los factores que determinan el éxito o no de una clase. Tras la intervención didáctica sí consideran las ideas previas y que los niños puedan traer al aula. Resulta interesante que esta pareja haya puesto especial interés en señalar que la interpretación personal o la explicación familiar que pueda haberse dado al niño a partir de un fenómeno será el mayor condicionante de su aprendizaje futuro. Así mismo, la importancia que expresan muestra una evolución notable pues de estar centrada en el manejo de los nuevos conceptos por parte del estudiante, pasa a enfocarse en la aplicación que le pueda dar éste a las situaciones cotidianas que vive.

La evaluación de los aprendizajes la plantean inicialmente, a partir de la utilización de instrumentos como fichas evaluativas que midan el manejo conceptual adquirido por los estudiantes. Tras la aplicación de la propuesta, consideran la

experimentación como recurso de evaluación enfatizando la consideración de la creatividad del niño en el diseño y resolución de la experiencia.

Al inicio de la investigación, esta pareja considera como principal estrategia didáctica la exposición de conceptos por parte del docente, aunque también incluyen la realización de experiencias, que se muestran apartadas del desarrollo de los contenidos. Luego de la intervención didáctica, esta pareja propone la realización de experiencias siguiendo los pasos de la ruta indagatoria.

### ***Pareja 8***

En el primer momento de la investigación, esta pareja orienta el aprendizaje y la enseñanza de los contenidos hacia la transmisión de conceptos debidamente organizados sin embargo tras la aplicación de la propuesto consideran como objetivos del aprendizaje la comprensión de los efectos de los conceptos que se abordan, aunque no llegan a concretizarse en situaciones cercanas a los estudiantes. Reconocen antes y después de la intervención didáctica como limitaciones la poca disponibilidad de recursos para la experimentación y los riesgos que pudieran encerrar algunas experiencias.

En cuanto al conocimiento del currículum, los contenidos que precisa esta pareja en ambos momentos de la investigación se abordan desde aspectos conceptuales, sin embargo tras la intervención didáctica, añaden contenidos prácticos para el niño. No obstante, solo el 60% y 80% de temas cuentan con una dosificación acorde al grado de la primaria que se proponen antes y después de la intervención didáctica, respectivamente.

En relación al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, inicialmente no reconocen las ideas previas en los estudiantes en cambio consideran como influyentes en el aprendizaje la interacción grupal que los estudiantes pudieran

establecer con sus pares. Luego de la aplicación de la propuesta, identifican que las ideas previas de los estudiantes respecto a la disposición molecular pueden influenciar en su comprensión del calor y su transmisión. De igual manera, la importancia que consideran pasa de estar centrada en la adquisición de conceptos por parte del estudiante al uso de los mismos que pudiera darle el niño en las situaciones concretas que vive.

Como estrategias de evaluación de los aprendizajes, proponen en el primer momento de la investigación, la resolución de fichas que midan el nivel de apropiación de conceptos. Luego de la aplicación de la propuesta incluyen además de las fichas la evaluación de la secuencia experimental seguida por los niños.

Esta pareja considera en un inicio estrategias de clase de tipo expositivas sin embargo, en el segundo momento de la investigación, ponen especial énfasis en la inclusión de experimentos diversos siguiendo la metodología de la indagación aunque de manera muy guiada.

### ***Pareja 9***

Antes de la aplicación de la propuesta didáctica, las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos que plantea esta pareja se centran en la transmisión de nociones conceptuales a sus estudiantes, sin embargo tras la intervención didáctica aunque persisten en el desarrollo de conceptos lógicamente ordenados consideran además la necesidad de relacionar el contenido con la conservación de la salud de los niños. De igual manera, su percepción de las dificultades de aprendizaje experimenta transformaciones, pasando de centrar su preocupación en los instrumentos necesarios para la experimentación a considerar la internalización que pueda hacer el

estudiante respecto a las cuestiones tratadas en el aula para que pueda aplicarlas adecuadamente a su vida.

En cuanto al conocimiento del currículum, los contenidos que seleccionan en ambos momentos de la investigación, encierran aspectos conceptuales del tema y no hay una adecuada dosificación de los mismos en relación a los grados de la primaria para los que se proponen, mostrando menos del 60% y el 80% de temas debidamente dosificados antes y después de la intervención didáctica, respectivamente.

Inicialmente, esta pareja considera la motivación y la edad del niño como un factor influyente en la comprensión del contenido, sin lograr hacer un reconocimiento de las ideas previas que pudieran traer al aula. Sin embargo, en el segundo momento de la investigación identifican las ideas previas de los niños que pudieran intervenir con la comprensión de los conceptos que abordan, por ser éstas equivocadas o incompletas. La importancia de la enseñanza del tema pasa de centrarse en la adquisición de nuevos conceptos por parte del niño a la valorización del concepto por cuánto ayuda al estudiante a preservar su salud y su entorno.

En un inicio, proponían la evaluación de los aprendizajes a partir de la aplicación de fichas evaluativas para medir el manejo de conceptos de los temas trabajados por parte del niño. En el segundo momento de la investigación, basan su evaluación en el desempeño del estudiante durante la experiencia. Diseñan además una prueba escrita que a diferencia de la anterior, contiene preguntas que se orientan a valorizar la comprensión del tema.

En cuanto a las estrategias didácticas planteadas por esta pareja, antes de la aplicación de la propuesta ponían énfasis en iniciar con una actividad de juego que

motive a sus estudiantes, sin embargo, luego de ese primer momento exploratorio se hace un corte abrupto y pasan a *dar* el contenido de manera expositiva. No obstante, luego de la intervención didáctica proponen partir de preguntas que cuestionen aspectos conocidos por los niños en relación a los temas que abordan pasando luego a la confrontación de esas ideas a través de una situación experimental que pretende seguir la ruta indagatoria aunque aún muy guiada.

### ***Pareja 10***

En relación a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, antes de la aplicación de la propuesta didáctica, esta pareja muestra preocupación por la cantidad y orden de los conceptos que deben transmitir. Sin embargo, luego de la intervención didáctica, aunque mantienen esa preocupación, incluyen entre sus objetivos la aplicación de los conceptos que le dé el niño en su vida cotidiana. Así mismo, las limitaciones también experimentan transformaciones al pasar de centrarse en la disposición materiales y experimentos suficientes para el desarrollo de la clase a considerar la motivación que pudiera causar en los estudiantes los temas que se abordan.

En cuanto al conocimiento del currículum, los temas que plantean desarrollar antes de la aplicación didáctica, son vistos desde un plano conceptual solamente. No obstante, tras la intervención, se añaden contenidos aplicativos derivados del tema propuesto. En ninguno de los momentos de la investigación se aprecia una adecuada adaptación entre el 60% de temas y el grado de estudios al cual se proponen.

Para la categoría del conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, inicialmente no se hace la identificación de ideas previas ni concepciones



alternativas de los niños. Sin embargo, tras la aplicación de la propuesta, reconocen que el manejo del tema que pudiera tener el docente influirá en el aprendizaje de los estudiantes. Esta pareja pasa de considerar que la importancia del tema radica en el conocimiento de los conceptos que adquieren los estudiantes a la aplicación de los conceptos en situaciones concretas que puedan darle tras la enseñanza.

En cuanto a la evaluación de los aprendizajes, inicialmente plantean el uso de fichas evaluativas para evidenciar el manejo de los conceptos. En el segundo momento de la investigación, aunque persisten en el uso de estas fichas, proponen incluir la experimentación como parte de la evaluación aunque no hay precisión de lo que sería considerado ni detalle del instrumento con que se recogería dicha información.

Antes de la aplicación de la propuesta, esta pareja plantea la utilización de estrategias expositivas durante el desarrollo de las clases, incluyendo además la realización de algunos experimentos demostrativos ejecutados únicamente por la docente. Luego de la intervención didáctica, se evidencia un cambio en esta perspectiva notándose una clara intención por considerar que la experimentación esté liderada por los mismos estudiantes, esbozando la ruta de la indagación como estrategia a utilizarse.

### ***Pareja 11***

En un inicio, esta pareja se orienta a transmitir los conceptos que encierran los temas que proponen. Sin embargo, tras la aplicación de la propuesta didáctica, presentan como su objetivo de clase la comprensión del concepto por parte del niño a partir de la repercusión que tiene en su vida. Las limitaciones iniciales que reconocen son la falta de instrumentos de laboratorio para el trabajo experimental. No obstante,

luego de la intervención didáctica identifica como limitaciones la poca disponibilidad de experimentos que permitan al niño comprobar las teorías actuales en que se basa su definición.

Los temas expuestos antes de la aplicación de la propuesta, son considerados únicamente desde el aspecto conceptual, sin lograrse que más del 50% de los contenidos tengan una adecuada relación con el grado propuesto. Para el segundo momento de la investigación se considera entre los temas a enseñar, la evolución histórica del concepto de luz abordándola desde referentes inmediatos al niño. Para este momento de la investigación, el 80% de los temas propuestos se encuentran debidamente adaptados según el grado de la primaria al cual se proponen.

Esta pareja considera en un inicio, que el aspecto económico en la adquisición de materiales para la experimentación es el factor más influyente en la comprensión del contenido por el estudiantado. No obstante, tras la intervención didáctica son capaces de reconocer que las nociones previas que los estudiantes traen al aula pueden determinar su comprensión de los conceptos. Así mismo, la importancia del tema que señalan experimenta una evolución al pasar de centrarse en la adquisición de conceptos que logre el estudiante, a la aplicación que pueda darle en la interpretación de situaciones que vive a diario y en el cuidado de su salud.

En un inicio proponen la realización de fichas evaluativas para determinar únicamente el aprendizaje de los conceptos. Tras la aplicación de la propuesta didáctica, aunque se mantienen en la utilización de este instrumento incluyen la observación del desempeño de los estudiantes en la realización de sus experiencias. Resalta la

importancia que dan para la valoración del aprendizaje el sustento que da el estudiante respecto a cómo llega a las conclusiones de su trabajo experimental.

En cuanto al conocimiento de estrategias didácticas, plantean inicialmente el uso de experimentos en el aula aunque no los conectan dentro del desarrollo de los contenidos, mostrándose como un apartado aislado del tema. En el segundo momento de la investigación proponen el relato de sucesos de la historia de la evolución de los conceptos narrados a partir de cuentos y casos cercanos a los niños.

### ***Pareja 12***

En cuanto a las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, esta pareja pasa de considerar como objetivo de su enseñanza la comprensión de los conceptos como tales a la aplicación de los mismos por parte del niño, en el cuidado de su salud y su entorno. Las limitaciones que identifican en un inicio, se centran en la disponibilidad de materiales para la experimentación. Tras la aplicación de la propuesta didáctica, consideran como limitación las ideas equivocadas que pueda traer al aula el niño, expresando lo difícil que puede ser modificarlas.

En relación al currículum, antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica, menos del 60% de los contenidos seleccionados, no se encuentran debidamente adaptados al grado de estudio de los niños, los mismos que, en el primer momento de la investigación, son abordados desde un aspecto puramente conceptual. No obstante, en el segundo momento incluyen contenidos aplicativos que se derivan del tema propuesto.

En cuanto al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, desde antes de la aplicación didáctica, esta pareja reconoce que los saberes previos que los estudiantes lleven al aula influenciarán en su aprendizaje. Sin embargo, es tras la intervención didáctica que esbozan detalles de cuáles podrían ser esos saberes y cómo intervendrían en el aprendizaje de los niños. Así mismo, en un inicio plantean que los temas seleccionados son importantes porque son cercanos a los niños, sin embargo no hace una vinculación directa con la realidad del niño y el tema. Luego de la aplicación, trasladan la importancia del tema a la posibilidad de conocimiento que le da al niño para cuidar su cuerpo y mantenerse saludable.

Inicialmente, proponen evaluar los aprendizajes a partir de la exposición del tema, para verificar el manejo conceptual del mismo. Sin embargo, después de la aplicación de la propuesta, además de la exposición añaden la aplicación que reconozca el estudiante del tema estudiado.

Esta pareja señala inicialmente estrategias expositivas marcadas por experimentos demostrativos realizados solo por el profesor. En el segundo momento de la investigación, proponen la inserción de casos históricos orientados a despertar la motivación en los niños. Así mismo en este momento, consideran la realización de experimentos por parte de los estudiantes, aunque aún de manera bastante guiada.

### ***Pareja 13***

Los objetivos del aprendizaje y enseñanza de los contenidos que señalan esta pareja antes y después de la aplicación de la propuesta, se centran en la apropiación de los conceptos que encierran los temas a desarrollarse. Así mismo, no se ve variación al

identificar las limitaciones de la enseñanza, señalando en ambos momentos de la investigación, la confusión que pudieran causar los contenidos tan complejos que dicen deben abordar en el aula.

En relación al conocimiento del currículum, antes de la intervención didáctica, los temas que precisa esta pareja son abordados solo desde su perspectiva conceptual y el 50% de ellos, no se encuentran adecuadamente dosificados para el grado de primaria al que son propuestos. Tras la aplicación didáctica, se mantiene la consideración de contenidos conceptuales pero se incluye un tema referido a ‘experimentos’ de los conceptos relacionados abordándose estos no dentro del desarrollo de las clases, sino como un tema más separado de los otros. En este momento, el 60% de los contenidos están debidamente adaptados al grado estudio al cual son propuestos.

Esta pareja no reconoce antes ni después de la intervención didáctica, las ideas previas de los estudiantes, considerando en un primer momento que la comprensión del contenido se ve influenciada por el espacio de trabajo con que se cuenta para el desarrollo de las clases y en el segundo, la propia confusión de los niños por la complejidad del tema. La importancia del tema para esta pareja en ambos momentos de la investigación, queda definida por el conocimiento de los conceptos que adquieren los estudiantes.

Para la evaluación de los aprendizajes, en un inicio proponen fichas evaluativas que se orientan a recoger el manejo conceptual de los temas desarrollados con los estudiantes. Luego, tras la aplicación de la propuesta, incluyen además la experimentación pero no hay detalle de cómo sería considerada en la evaluación.

En cuanto al conocimiento de estrategias didácticas, en un inicio esta pareja esboza toda la secuencia de una sesión de clase sin detallar las estrategias didácticas de cada parte de la misma. En el segundo momento de la investigación hay mayor precisión en cuanto a las estrategias, sin embargo todas las que esbozan son de tipo expositivas.

#### ***Pareja 14***

Inicialmente, la orientación que muestra esta pareja hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos está enmarcada por una clara preocupación por la cantidad de información que debe transmitir a los estudiantes. Aunque persisten en este objetivo, añaden contenidos aplicativos, relacionados al cuidado de la salud y el ambiente. Así mismo, pasan de considerar como limitación de la enseñanza la disponibilidad de materiales para la realización de las clases, a la adecuación al tema y contexto de los niños que pueda hacer el docente sobre los contenidos que aborda.

En cuanto al conocimiento del currículum, en un inicio solo se consideran los aspectos conceptuales del contenido que se trabaja. Sin embargo, tras la intervención didáctica, se añaden contenidos que relacionan el tema con el cuidado de la salud del niño y su ambiente. No obstante, en ninguno de los dos momentos de la investigación se hace una total adaptación de temas presentando solo el 50% y 80% de contenidos debidamente dosificados para el grado de la primaria al cual son propuestos.

En relación al conocimiento por el estudiantado, en ninguno de los dos momentos de la investigación, consideran que las ideas previas de los estudiantes pudieran influir en su comprensión del contenido. No obstante, tras la intervención didáctica, llegan a

reconocer que la motivación del niño puede afectar en su aprendizaje. La importancia del concepto pasa de estar centrada en la adquisición de conceptos al uso que los estudiantes puedan hacer de estos.

Para la evaluación de los aprendizajes, pasan de considerar la elaboración de fichas evaluativas de conceptos a la evaluar la expresión creativa del niño, a través de la exposición de las situaciones experimentales que ha trabajado. Resulta interesante que esta pareja pretenda considerar la emoción que provocan en el niño las actividades desarrolladas.

Inicialmente, el conocimiento de las estrategias didácticas que manifiesta inicialmente esta pareja, quedó establecido por el uso de material multimedia como videos y simulaciones, planteados como reforzadores de la explicación expositiva dada por la docente. En el segundo momento de la investigación, añaden a sus estrategias el estudio de casos y experimentos.

### ***Pareja 15***

Las orientaciones hacia el aprendizaje y enseñanza de los contenidos iniciales de esta pareja se centran en la transmisión teórica de los conceptos que debían desarrollar con los niños, sin embargo tras la aplicación de la propuesta didáctica, trasladan el objetivo de su enseñanza a la aplicación que pueda darle el niño al aprendizaje que adquiere en el aula. Así mismo, las limitaciones pasan de concentrarse en la disponibilidad de materiales y recursos para la clase a considerar como dificultad el lograr en los niños la comprensión del concepto según las definiciones actuales que la ciencia le da.

En cuanto al conocimiento del currículum, pasan de considerar contenidos tratados únicamente desde su aspecto conceptual, a incluir la evolución histórica del concepto así como contenidos aplicativos del mismo. Sin embargo, en cada uno de los momentos de la investigación, solo el 60% y 80% de temas planteados se encuentran debidamente adaptados al grado de la primaria al cual son propuestos.

En relación al conocimiento de la comprensión del contenido por el estudiantado, esta pareja inicialmente no consideraba las ideas previas en el niño y su influencia en su aprendizaje. En cambio, señalaban como determinantes los factores económicos de la escuela por limitar la implementación de recursos en el aula. No obstante, luego de la intervención didáctica, reconocen la influencia de las ideas previas en la comprensión del tema, aunque no hay detalle de cuáles son esas ideas para el tema específico que abordan. Así mismo, la importancia expresada por esta pareja pasa de centrarse en la adquisición de conocimientos teóricos a la aplicación de estos conocimientos en situaciones concretas de la vida del niño.

Inicialmente, esta pareja consideraba como único instrumento de evaluación las fichas evaluativas de contenido sin embargo, tras la intervención didáctica incluyen también como instrumento las listas de cotejo, que evalúan el desempeño del niño durante el trabajo experimental que realiza.

Las estrategias didácticas propuestas en el primer momento de la investigación, hacen referencia a experiencias abordadas siguiendo la ruta tradicional del método científico. Sin embargo tras la aplicación de la propuesta didáctica, se hace énfasis especial en la constatación de la hipótesis planteada por los estudiantes, dando la



posibilidad a que cada equipo proponga creativamente su propia experiencia a partir de la interrogante planteada por la profesora.

Tras la descripción de la representación del contenido de cada pareja, se hizo necesaria la confrontación de estos resultados con los obtenidos en el pre-test y re-test aplicados, a fin de establecer si existía relación entre ambos constructos y determinar si las representaciones iniciales de la muestra experimentaron cambio y de qué tipo luego de la aplicación de la propuesta didáctica. Por esta razón se comparó el promedio de las puntuaciones medias de cada pareja alcanzados en el pre-test y re-test, con la valoración de las matrices de Representación del Contenido desarrolladas antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica respectivamente, las cuales quedan especificadas en la tabla 16. El promedio de cada pareja se obtuvo a partir del promedio individual de cada estudiante. La escala valorativa sobre la cual se revisó la matriz ReCo quedó descrita en la rúbrica de evaluación mostrada en el capítulo anterior en la tabla 8. Los números que aparecen entre paréntesis corresponden a la puntuación total obtenida por cada pareja en su matriz Re-Co.

Tabla 16  
*Resultados obtenidos por cada pareja antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.*

<i>Pareja</i>	<i>COCTS</i>		<i>Re-Co</i>	
	<b>Pre-test</b>	<b>Re-test</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<b>1</b>	-0,014	-0,003	Regular (3,25)	Regular (4,25)
<b>2</b>	-0,181	-0,019	Regular (3,25)	Regular (4,5)
<b>3</b>	-0,006	-0,003	Regular (2,5)	Regular (3,75)

<b>4</b>	0,049	0,046	Deficiente (2,0)	Bueno (5,0)
<b>5</b>	0,048	0,034	Deficiente (2,25)	Regular (2,75)
<b>6</b>	-0,078	0,032	Deficiente (2,0)	Regular (3,75)
<b>7</b>	0,042	0,074	Regular (2,5)	Bueno (6,25)
<b>8</b>	-0,150	-0,081	Regular (2,5)	Bueno (6,25)
<b>9</b>	0,004	0,058	Deficiente (2,25)	Bueno (5,75)
<b>10</b>	-0,027	-0,002	Deficiente (2,25)	Bueno (5,0)
<b>11</b>	-0,068	0,004	Deficiente (2,25)	Excelente (8,0)
<b>12</b>	0,015	0,056	Regular (2,75)	Bueno (5,0)
<b>13</b>	-0,071	-0,028	Deficiente (2,0)	Regular (3,25)
<b>14</b>	-0,013	0,009	Deficiente (2,0)	Regular (4,75)
<b>15</b>	-0,060	-0,025	Regular (3,0)	Bueno (7,0)

En la tabla anterior, se puede apreciar que aunque los promedios obtenidos en el re-test por el 86,6% de las parejas se optimizan en relación a los obtenidos en el pre-test, estos siguen estando muy próximos al cero. Así mismo, pese a que el 80% de las parejas mejoran su conocimiento pedagógico del contenido, éste solo llega a ser Excelente en una pareja que equivale al 6,6% de la muestra.

#### **4.2 Análisis e interpretación de resultados**

A partir de los resultados obtenidos, se pone en evidencia que las creencias y actitudes de las estudiantes de formación docente de la especialidad de educación primaria que conformaron la muestra de la presente investigación, son inadecuadas y se

encuentran alejadas de la opinión de los expertos en aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia.

Aunque la media del índice global ponderado alcanzado en el pre-test muestra un valor positivo, éste es muy próximo a cero ( $x=0.035$ , D.E= 0.185) y el resultado más bajo de los obtenidos en estudios de diagnóstico realizados con estudiantes de formación docente inicial semejantes a la muestra de esta investigación (Acevedo *et al.*, 2005a; Vásquez *et al.*, 2006a; Bennàssar *et al.*, 2007; Callejas y Vásquez, 2009). Entre estos estudios destaca el proyecto PIEARCTS por haberse realizado con estudiantes de formación docente inicial de países iberoamericanos (Bennàssar *et al.*, 2007). Sin embargo, es necesario resaltar que el resultado obtenido en este proyecto pudo verse afectado porque en los currículos de los países participantes se consideran contenidos sobre la naturaleza de la ciencia, situación a la que era ajena la muestra en esta primera fase de la investigación, por no estar incluidos estos contenidos en el currículum de formación docente para los futuros profesores peruanos.

Pese a que el incremento positivo en la media del índice global ponderado obtenida en el re-test ( $x= 0.071$ , D.E= 0.179) confirmaría la efectividad de la aplicación de la propuesta didáctica, no deja de preocupar el valor tan bajo de este resultado, considerando que se trata de estudiantes que se encuentran en octavo ciclo de formación docente, muy próximas a asumir la conducción de la enseñanza de la ciencia en un aula específica del nivel primario.

La tendencia a identificar con mayor facilidad las frases adecuadas que las plausibles e ingenuas demostrada en numerosos estudios diagnósticos realizados con antelación al presente (Manassero *et al.*, 2004; Acevedo *et al.*, 2005a; 2005b; Vásquez *et*

*al.*, 2006a; 2006b; Bennàssar *et al.*, 2007; Callejas y Vázquez, 2009; Tecpan y Zavala, 2012; 2013) se mantiene aún tras la formación intencionada que supuso la aplicación de la propuesta didáctica.

Esta tendencia puede ser explicada analizando los distintos objetivos de las teorías personales y científicas señalados por Claxton (1987), quien afirma que mientras las primeras buscan ser útiles, las segundas buscan ser ciertas. Esto lleva a que los datos contrarios sean manejados de modo muy diferente en uno u otro caso: ya que aunque basta un solo dato contrario para demostrar la falsedad de una teoría científica, éste no influye demasiado en su utilidad, permitiéndole a las teorías personales mantenerse intactas a pesar de albergarlo (Pozo *et al.*, 1991). En el caso de esta investigación, esos datos contrarios estarían representados por los supuestos señalados por los expertos como plausibles e ingenuos sobre la naturaleza de la ciencia, que aunque hubieran sido considerados por las estudiantes a partir de las reflexiones dadas en clase y provocaran un desequilibrio cognitivo en ellas, no habrían ocasionado un cambio conceptual porque la nueva explicación no les permitía controlar y explicar la realidad de modo tan seguro como lo hacía su ya conocida teoría personal. Esto no supondría falta de experticia de quien dirigió la reflexión, el docente, si no la misma naturaleza de estas frases. Por un lado, la falta de precisión que caracteriza a las frases plausibles que aunque no son completamente adecuadas, expresan algunos aspectos apropiados y por otro, la notoria contradicción de las frases ingenuas a lo que predicen las creencias culturales que son difundidas y reforzadas por diversos medios en la sociedad.

El hecho que en el pre-test las puntuaciones medias de cada frase se distribuyan entre un valor máximo de 0.828 que corresponde para la frase I20511G, hasta un valor

mínimo de -0.836, para la frase A50311F, siendo ambas frases adecuadas, pone en evidencia el alto rango de variabilidad obtenido por esta categoría. Esto último confirmaría lo que Pozo *et al.* (1991) sostienen, al señalar que en un mismo sujeto pueden existir rasgos de las teorías personales y de las teorías científicas dependiendo del nivel de pericia o experticia de la persona que las sostenga.

Los ítems 20511 y 40511 en que se obtuvieron las puntuaciones más altas en el pre-test, indican que las estudiantes de formación docente que participaron en el estudio muestran percepciones adecuadas respecto a la influencia de la sociedad sobre la ciencia - tecnología y viceversa. No obstante, como Vásquez *et al.* (2006a) señala, estas afirmaciones son fácilmente asumibles en una sociedad en que la ciencia y la tecnología están presentes en la vida de las personas y no requiere de conocimientos profundos sobre ciencia y tecnología para ser respondidas conforme la opinión de los expertos, lo cual queda expresado en la adhesión que manifiestan a la idea *que la ciencia y la tecnología aumentarán la riqueza de nuestro país porque más ciencia y tecnología harían a nuestro país menos dependiente de otros países y nosotros mismos podríamos producir cosas* (40511B) y *porque nuestro país podría vender ideas nuevas y tecnología a otros países como beneficio* (40511C).

Así mismo, la apropiada percepción que muestran en las frases 20511G, 20511C y 20511E puede deberse a la Movilización Nacional por la Mejora de los Aprendizajes, cuyo lema es “todos podemos aprender, nadie se queda atrás” promovido por el Ministerio de Educación peruano desde al año 2012, la cual es ampliamente difundida en los medios locales y reforzada en las aulas en que se forman para ser docentes. Esta campaña que propicia el monitoreo de los logros de aprendizaje y estrategias de apoyo

para los niños que se atrasan (Consejo Nacional de Educación, 2012) podría haber influenciado en que las estudiantes que conformaron la muestra expresaran su firme desacuerdo con la idea que *no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos* (20511G) y con que *a algunas personas no les gusta la ciencia. Si se les fuerza a estudiarla, será perder el tiempo y les alejará de la ciencia* (20511E), mostrándose en cambio a favor de *fomentar que los estudiantes estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias* (20511C).

Aunque las frases anteriores se mantuvieron con los más altos puntajes en el re-test, las frases 60521D - *los hombres y las mujeres son iguales en términos de los que se necesita para ser un buen científico* - y 60521F - *porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer*- que hacen referencia a los efectos de género como características de los científicos, aparecen también entre las frases de mayor puntuación en el segundo momento de la investigación. Esto sugiere que tras la aplicación de la propuesta didáctica, el grupo de estudiantes que conforman la muestra, todas ellas mujeres, reconocen que así como los varones, las mujeres pueden realizar un buen trabajo científico, desmitificándose con ello la noción tan extendida en nuestra sociedad que los estudios de ciencia son predominantemente para los hombres. Esta situación particular se ve afianzada en el Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, centro de aplicación de la investigación, por la concentración de estudiantes varones en las especialidades de matemática y ciencia.

Sin embargo, esta intención de romper con los estereotipos creados por la sociedad que asumen distinciones en la producción de conocimiento y trabajo científico, ha sido extendida sin tener en consideración las diferencias que suponen el reconocimiento de la identidad femenina o masculina como producto de la construcción personal y social de cada individuo, notándose por ello que las frases 60521E y 60521C han sido las de mayor puntuación negativa en el re-test. Es así que ideas como que *todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos* (60521E) y *los hombres y las mujeres son igual de inteligentes* (60521E), fueron asumidas mayoritariamente por la muestra como adecuadas pese a que los expertos las calificaron como plausibles.

Resalta que a diferencia del pre-test, en los resultados del re-test no aparezca con puntuación predominante la frase 90611E, que menciona que *el método científico es comprobar y volver a comprobar, demostrando que algo es verdadero o falso de una manera válida*. Esta idea que no considera que el conocimiento científico nunca es absolutamente cierto y que proviene de la imaginación humana y el razonamiento lógico (Bennàssar *et al.*, 2007) pudo ser modificada por la instrucción intencionada llevada a cabo a través de la propuesta didáctica. Sin embargo, la noción distorsionada del método científico como metodología de la ciencia no ha sido desterrada del conocimiento de las estudiantes de la muestra. Es así que asumen que el método científico *es plantear preguntas, hacer hipótesis, recoger datos y sacar conclusiones*, idea que queda expresada en la alta puntuación negativa obtenida en la frase 90611G en el re-test. La adhesión a esta frase provoca que el ítem sea el de mayor puntuación negativa en el segundo momento de la investigación y puede dar cuenta, al menos en parte, de la también la deformada visión que tiene la muestra sobre la utilidad de la

ciencia escolar, que llevó a la mayoría de estudiantes a afirmar como adecuadas las frases 50211A y 50211C catalogadas por los expertos como ingenuas. En estas frases, las estudiantes de la muestra afirman que las clases de ciencia (*les*) *ha proporcionado hechos e ideas valiosos* (50211A) *porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas* (50211C). Otro fundamento para que la muestra haya mantenido estas frases ingenuas como válidas a pesar de la instrucción intencionada, podría ser la necesidad de atribuirle utilidad a sus ideas, objetivo de las teorías personales señalado por Claxton (1987), comentado en párrafos anteriores.

No obstante la resistencia al cambio de ideas tan bien enraizadas en las teorías personales de las estudiantes que conformaron la muestra de la presente investigación, se aprecia una evolución en cuanto a su conocimiento pedagógico del contenido, determinado por un cambio positivo según la escala valorativa propuesta en la rúbrica de evaluación de la matriz Re-Co planteada en el capítulo 3.

Es así que a partir de la tabla 16 mostrada en el apartado anterior, se puede afirmar que la mejora de la percepción en aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia propicia un mejor conocimiento pedagógico de los contenidos del currículum, lo cual se hace evidente en el cambio de nivel de expectativa que presentan las estudiantes de la muestra. Una observación ligera a la mencionada tabla, podría señalar como contradictoria esta afirmación al notar que el 20 % de parejas no experimenta evolución en cuanto al nivel de expectativa a pesar de mejorar su promedio en el índice global ponderado obtenido en el COCTS. No obstante, si se observa el valor de las puntuaciones dadas, se verá que sí hay un incremento positivo el cual no logró ser suficiente para permitir un cambio de nivel por lo que permanece en el mismo.



Sin embargo, llama la atención que dos parejas (el 13,3%) a pesar que su promedio del índice global ponderado obtenido en el re-test experimenta un leve descenso en relación al pre-test, sí incrementa su puntuación en la matriz Re-Co, aumentando también su nivel de expectativa.

Es así que aunque las estudiantes que conformaron la muestra no presenten creencias y actitudes del todo adecuadas en aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia, la mejora, aunque leve de éstas, cambia su posibilidad de enseñanza, por ofrecerles mayores elementos para contextualizar los conceptos que deben enseñar. Al respecto Bennàssar *et al.* (2007) postulan que aún los conceptos del currículum menos asequibles, pueden adaptarse mediante su contextualización social, tecnológica y científica, de acuerdo con los principios de la naturaleza de la ciencia.

El conocimiento pedagógico del contenido de las parejas de la muestra mejora principalmente por la modificación que éstas hacen a los objetivos de su enseñanza, reconociendo que estos no deben centrarse en la adquisición de conceptos si no en la aplicación que pueda darle el niño en las situaciones concretas y cotidianas que vive. Las cuestiones sobre la naturaleza de la ciencia adquiridas explícita y reflexivamente, han servido para dar sentido y coherencia a la enseñanza de las futuras docentes, lo cual queda evidenciado en el cambio de perspectiva de por qué y para qué enseñan la materia en la escuela (Bennàssar *et al.*, 2007). Esto puede apreciarse en los extractos de las frases que al respecto dice cada pareja ante la pregunta ¿Qué intentas que los estudiantes aprendan de esta idea?

- A diferenciar los tipos de hábitat y los efectos que produce en los objetos y el ambiente (*Pareja 1-antes*).

- Que la onda es una perturbación que se propaga por un medio sólido, líquido o gaseoso (*Pareja 6-antes*).
- Que los niños aprendan sobre los efectos del calor en la tierra tanto negativo como positivo (*Pareja 8-antes*).
- Intentamos que conozcan cómo viaja o se transporta el calor en el ambiente (*Pareja 10-antes*).
- Que ellos a través de lo que van experimentando vayan construyendo su propio aprendizaje y sacando sus propias conclusiones acerca de la importancia de las ondas sonoras en nuestra vida (*Pareja 9-después*).
- Que el niño tome conciencia de la importancia de su visión y ponga en práctica los cuidados que debe tener con ella (*Pareja 12-después*).

Este cambio en la orientación de su enseñanza supone también una nueva perspectiva en la importancia que reconocen del mismo, el cual queda manifestado por las frases extraídas de las matrices de las estudiantes que responden a la pregunta ¿Por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea?

- Porque es de suma relevancia conocer las centrales térmicas (*Pareja 2-antes*).
- Porque les permite tener mayores contenidos teóricos para su análisis posterior (*Pareja 3-antes*).
- Es importante porque también es parte de la vida cotidiana, además es necesario que sepan cómo es que las cosas tienen un color específico (*Pareja 6-antes*).
- Es importante que entiendan también que deben de cuidar su sentido auditivo porque este es el medio que ellos utilizan para captar las ondas sonoras (*Pareja 7-después*).

- Porque los estudiantes comprenderán de dónde proviene la luz y la evolución histórica que ha tenido hasta ahora (*Pareja 11-después*).
- Es también importante porque se les enseña desde pequeños a cuidar las partes de su cuerpo sabiendo por qué deben hacerlo y no solo porque se les dice que lo hacen (*Pareja 12-después*).
- Para que conozcan las diferentes formas de transformación de la energía y su utilidad (*Pareja 1-antes*).
- Porque incentivará en ellos (los alumnos) la curiosidad por investigar y así valorarán más los objetos de su entorno (*Pareja 1-después*).
- Para que sean conscientes de los que sucede a su alrededor (efectos de la temperatura) y hagan un buen cuidado del ambiente o espacio a utilizar (*Pareja 4-antes*).
- Porque es una situación que se presenta en su entorno que puede causar varias interrogantes que buscan una explicación lógica y entendible conforme a su realidad (*Pareja 12-después*).

En concordancia con esta nueva perspectiva de su enseñanza, tras la aplicación de la propuesta didáctica, las estudiantes de la muestra amplían sus estrategias evaluativas mencionando su intención de incluir entre éstas la evaluación de la experimentación, dando cuenta de la consideración que empiezan a hacer no solo el resultado, sino los procesos que llevan a cabo los niños en su aprendizaje. No obstante aún les es difícil de explicitar en detalle cómo llevarían a cabo esta evaluación de proceso, evidenciando que su representación implícita de la evaluación no ha sido modificada. Esto último se constata porque las estudiantes de la muestra, futuras docentes, no han dejado de considerar las fichas de evaluación de contenido que representan el soporte seguro que una *evaluación objetiva* da al maestro, seguridad exigida no solo por el sistema de

evaluación vigente sino también y sobre todo, por sus propias teorías personales implícitas. Por esto último, ante la pregunta ¿Qué maneras específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?, las parejas responden:

- Utilizamos fichas de evaluación acerca del tema tratado con preguntas para que mencionen las formas de transmisión del calor (*Pareja 2-antes*).
- A partir de una ficha donde comenten su experiencia con el uso de los tipos de espejos, donde elaboren sus conclusiones del por qué se produce el cambio de imágenes según la posición (*Pareja 7-después*).
- Al estudiante se le puede evaluar a través de una ficha evaluativa y los trabajos dejados en clase (*Pareja 11-antes*).
- Utilizaríamos una lista de cotejo para evaluar su desempeño en la experiencia que se presente y luego una prueba donde se les pida ejemplos o se evidencie que lograron comprender el tema, ya que lo importante es que aprendan a relacionarlo con su día a día (*Pareja 9-después*).
- Haciendo una exposición de una experiencia en su vida en que observe los fenómenos ópticos trabajados en clase (*Pareja 12-después*).
- Se evaluará mediante una ficha, además se considerara su participación activa en clase y en su grupo (*Pareja 14-antes*).
- Se evaluaría a través de sus exposiciones y por medio del cuaderno de experiencias colocan cómo se sienten y qué es lo que han aprendido (*Pareja 14-después*).

Otra significativa evolución que se deriva de la enseñanza intencionada de las nociones de la naturaleza de la ciencia inmersas en el desarrollo de los contenidos del área que supuso la aplicación de la propuesta didáctica, se hace evidente en el cambio que mostraron las parejas en cuanto a las limitaciones expresadas. Mientras que en un

primer momento las limitaciones para enseñar determinado concepto las identificaban en los problemas en el aula como la falta de recursos, mobiliario, espacio, etc., luego son capaces de identificar problemas en el aprendizaje de los estudiantes y del concepto atendiendo las actuales perspectivas que tiene para la comunidad científica, aunque estos últimos en menor medida. Es así que a la pregunta ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que encuentras en la enseñanza de esta idea?, las parejas responden:

- El contar con los materiales necesarios para enseñar el tema (*Pareja 10-antes*).
- La falta de materiales e instrumentos para la clase (*Pareja 2-antes*).
- El ambiente adecuado para la ejecución de los experimentos y el no tener los materiales necesarios (*Pareja 3-antes*).
- Por parte de la institución educativa, la economía ya que no se dan los requisitos necesarios para la implementación (*Pareja 15-antes*).
- Los recursos para hacer la experimentación (*Pareja 7-antes*).
- La manipulación de los instrumentos mal guiada puede ser peligrosa para la salud del niño (*Pareja 8-antes*).
- Aterrizar el tema de manera didáctica y divertida a los alumnos, porque el tema es abstracto a pesar que lo usan a diario (*Pareja 3-después*).
- Lograr que ellos (los alumnos) entiendan que esto es producido por el movimiento de las moléculas, sabiendo que las moléculas no se ven (*Pareja 4-después*).
- El no captar completamente el interés de los niños y que ellos no puedan interiorizar, comprender y reconocer la importancia que tiene este tema para sus vidas (*Pareja 9-después*).
- Podrían ser los experimentos para comprobar las teorías de los diferentes investigadores (*Pareja 11-después*).

- Que el niño tenga una idea equivocada acerca del tema y le sea difícil de comprender (*Pareja 12-después*).
- La comprensión del concepto de luz y cómo la ciencia lo define actualmente (*Pareja 15-después*).
- Saber adecuar el tema al contexto o la realidad del niño, usando los términos más adecuados (*Pareja 14-después*).

Es bastante común entre los maestros peruanos atribuirle el fracaso escolar a la falta de recursos en el aula, que sin menoscabar su importancia, no garantizan el aprendizaje si no es empleado adecuada y oportunamente. Cuenta de esto lo pueden dar los resultados de las pruebas censales más recientes en las que el Perú ocupa el último lugar en ciencias, pese a que se viene dotando de materiales y equipos a todas las escuelas públicas del país.

A pesar que tras la aplicación de la propuesta didáctica, las estudiantes que conformaron la muestra tienden a una mayor consideración de las ideas previas que los niños traen al aula, aún no se plantean estrategias específicas para ponerlas de manifiesto en la clase ni logran determinar sus rasgos más generales en función de los conceptos que encierran. Esto podría explicarse por las propias ideas previas de las estudiantes de la muestra y los procesos cognitivos en que se basa su pensamiento causal. Es así que a pesar de haber asumido teóricamente, por la corriente constructivista en que se desenvuelven y la enseñanza explícita de la propuesta que resaltó en todo momento la consideración de las ideas previas de sus estudiantes, no las reconocen como núcleos esenciales de la educación científica. Esto último, puede deberse a su propia

preconcepción sobre el estudiante por la que no considera las experiencias previas que haya vivido en relación al concepto o tema a desarrollar, tratándolo como un ser del aquí y ahora al cual deben formar. Por esto, las ideas previas que los estudiantes traen al aula no constituirían parte de las propias ideas previas de las futuras docentes y por tanto sus esfuerzos cognitivos no estarían orientados a explicarlos.

Lo expresado queda evidenciado en las respuestas dadas por las estudiantes ante la pregunta ¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?:

- El manejo del tema y el uso de las estrategias (*Pareja 10-antes*).
- Que ellos ya tienen una base sobre este tema, ya que lo deben haber trabajado en años anteriores pero a lo mejor pueden tener ideas equivocadas del mismo (*Pareja 9-después*).
- Lo que influye en el aprendizaje son los conocimientos previos de los estudiantes y cómo usarlos adecuadamente en el aula (*Pareja 11-después*).
- Los niños saben que hay personas que no pueden ver, otras que usan lentes, otras que a lo mejor tienen enfermedades pero no saben por qué, o sus padres o familiares les han ido dando explicaciones que no son ciertas. Esto sería lo más difícil de enseñar (*Pareja 14-después*).

En coherencia con los resultados del COCTS, que pone de manifiesto que las estudiantes de la muestra siguen considerando el método científico como la metodología de la ciencia, el planteamiento de estrategias para el desarrollo de los contenidos ha sido uno de los aspectos menos mejorados, considerando que desde antes de la aplicación de la propuesta didáctica concebían que era necesaria la experimentación en las clases del

área. Sin embargo, tras la intervención didáctica, se aprecia una leve intención de darle mayor atención a las hipótesis dadas por los niños, aunque no se les ofrece la posibilidad de confrontarlas creativamente por sí mismos, en cambio se les da los pasos que deben seguir de manera muy guiada, prevaleciendo así sus temores respecto a la experimentación. Es así que aunque la mayoría de parejas pueda plantear la ruta de la indagación en sus clases, ésta se planifica todavía de modo tal que corta creatividad en los estudiantes. A continuación se presentan las frases de las parejas que responden a la pregunta ¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?

- Se les pide a los niños que hagan una pequeña investigación y traigan experimentos del calor, luego se hace una experiencia en clase y se explica (*Pareja 15-antes*).
- Primero haciendo la observación de un medio conocido, luego haciendo una experiencia y por último aplicando una evaluación a partir de lo observado y experimentado (*Pareja 7-antes*).
- Usando instrumentos musicales diversos, los alumnos pueden crear melodías diferentes e identificar sus cualidades (*Pareja 2-después*).
- Primero se les dará una pregunta que lo incite a buscar información y a realizar el experimento para comprobar lo dicho en la pregunta (*Pareja 9-después*).
- Realizar ejemplos. Dar la teoría de los tipos de ondas y luego otro día trabajar actividades como guías de experimentos, observaciones, etc. (*Pareja 13-después*).

Esta resistencia a abandonar los principios de la experimentación tradicional, puede interpretarse no solo por el gran refuerzo que ha ido recibiendo esta metodología a lo largo de su vida estudiantil, poniéndola en práctica en sus cursos anteriores de ciencia,



escolar y universitaria, sino por la seguridad que ofrece esta forma de experimentación al permitir al profesor *controlarlo todo*, requerimiento y función de las teorías personales.

El análisis de los resultados presentados en este capítulo, se ha realizado teniendo como referente las teorías cognitivas que buscan explicar cómo se aprende ciencias. De esta manera, la información proporcionada por los dos instrumentos utilizados en esta investigación, permitió no solo hacer explícitas las teorías personales implícitas de las estudiantes de la muestra, sino también proyectar de algún modo, su próximo quehacer en el aula por tratarse de estudiantes que se prepararan para ser futuras docentes.

## **CAPÍTULO 5**

### **Conclusiones**

Al ser las nociones de la naturaleza de la ciencia contenidos que requieren la reflexión continua de quien lo aprende para emitir juicios valorativos sobre la dinámica de la ciencia y su repercusión en la sociedad actual, se postuló como hipótesis de la presente investigación que su enseñanza unida a los contenidos de ciencia del currículum favorecía el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido de un grupo de estudiantes de formación docente. Este supuesto que ahora se confirma tras los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos que fueron especificados en los capítulos anteriores, se fundamentó en que el aprendizaje de las cuestiones que involucra la naturaleza de la ciencia debe llevar al docente a la continua reflexión sobre las repercusiones de lo que enseña en la vida del estudiante, para provocar en él la disposición necesaria no solo para aprender el tema específico que le muestra en el aula, sino para extender esta práctica a los demás ámbitos de su vida, reflexión característica del desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido.

Es así que por los resultados obtenidos, se puede afirmar que una mejora del conocimiento de la naturaleza de la ciencia, provoca también un progreso del conocimiento pedagógico del contenido del grupo muestral.

No obstante la mejora, el valor muy próximo a cero del índice global ponderado de las creencias y actitudes en aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia medido a través del COCTS, confirmaría cuán alejadas se encuentran aún las creencias de las

estudiantes de la muestra en relación a las opiniones de los expertos, pese a haber recibido una enseñanza explícita y reflexiva, orientada a verificar las inconsistencias de las opiniones erróneas detectadas inicialmente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el Proyecto EANCYT recientemente publicados por Arranz *et al.* (2014). En los mismos, se muestra que tras la implementación de una secuencia de enseñanza aprendizaje, los estudiantes mantienen ideas inadecuadas en relación a la naturaleza de la ciencia, pese a su enseñanza intencionada.

Es así que aunque hubo mejora en las creencias y actitudes de las estudiantes que conformaron la muestra de la presente investigación, la instrucción intencionada dada a partir de la propuesta didáctica, no provocó en ellas una reestructuración fuerte, que suponía cambios profundos en los significados de los conceptos que estructuran sus teorías personales y por tanto, modificaciones sustanciales en las explicaciones frente a cuestiones sobre ciencia y tecnología esbozadas. Esta resistencia a modificar las teorías personales o representaciones implícitas por las teorías científicas puede entenderse porque las nuevas explicaciones, por sólidas que hubieran sido, no permitían a las estudiantes controlar y explicar las cuestiones a las que se enfrentaban de modo tan seguro, como lo hacían a través de su teoría personal. Es así que el manejo de los datos contrarios en las estructuras cognitivas del sujeto, serían las responsables de obtener mejores puntuaciones en las categorías consideradas por los expertos como adecuadas, menos en las ingenuas y aún menos en las plausibles.

Sin embargo, ha quedado demostrado que pese a no haber logrado una comprensión total de los aspectos que encierra la naturaleza de la ciencia, su enseñanza explícita a través de episodios históricos ha dado a las estudiantes que conformaron la

muestra, los elementos necesarios para contextualizar los contenidos de clases al trabajo con los niños, favoreciendo con esto el desarrollo de su conocimiento pedagógico del contenido.

Así mismo, resalta la notoria evolución en cuanto a las orientaciones de su enseñanza, pasando de centrar sus objetivos en la adquisición de conceptos a la aplicación de los mismos. Esto pone en evidencia que las nociones sobre la naturaleza de la ciencia presentadas en cuanto al papel de la enseñanza de la ciencia en la escuela, proporcionaron explicaciones válidas y coherentes a sus teorías personales por lo que decidieron adoptarlas provocando, al menos en muchas de ellas, procesos de reestructuración que quedó evidenciado no solo en consideraciones declarativas, sino en claros cambios en los objetivos y finalidades que se hicieron evidentes en sus matrices ReCo.

No obstante estos avances, las estudiantes de formación docente que conformaron la muestra, tienden a no establecer relaciones de inferencia sobre las ideas previas de los estudiantes y las acciones que postulan realizar en el aula para provocar aprendizajes reales en ellos. Esto pone de manifiesto que aunque el conocimiento de su quehacer pedagógico pueda haber mejorado éste aún tiene características de un conocimiento cotidiano, que solo describe la aplicación de determinadas metodologías sin llegar a explicar el por qué y para qué de su uso en relación a sus objetivos y finalidades de enseñanza trazados.

La formación profesional debe propiciar que el estudiante, futuro docente, desarrolle un conocimiento científico sobre su quehacer en el aula por cuanto sea capaz de hacer explícito no solo aquello que hace en el aula sino por qué lo hace. Se postula

por esto último que el conocimiento pedagógico del contenido, crea las condiciones necesarias para hacer del quehacer docente un conocimiento científico al propiciar la reflexión e interpretación crítica de las formas más adecuadas de adaptación pedagógica del contenido para su enseñanza. Esta reflexión crítica de los pasos a realizar se hace explícita en las relaciones entre la estructura del contenido, las intenciones de enseñanza y el contexto de los estudiantes, que plantea el docente en su práctica diaria.

Siendo conscientes que todo aprendizaje requiere de tiempo y proceso por suponer una reestructuración de las representaciones implícitas de los estudiantes, no podría esperarse que la muestra alcanzara los niveles máximos que demuestren su adhesión a las cuestiones de la naturaleza de la ciencia abordadas en aula en un solo semestre académico. Sin embargo, se presume que si estas cuestiones son trabajadas de manera intencionada y reflexiva a lo largo de todo su proceso de formación docente, pueden provocarse verdaderas reconstrucciones sobre las representaciones de la naturaleza de la ciencia y el quehacer docente que tengan los estudiantes de pedagogía.

No obstante, queda la esperanza que los procesos de reestructuración débil que se han provocado en las estudiantes de la muestra, puedan ir creando las condiciones necesarias para que se dé en ellas la reestructuración fuerte que cambie no solo las explicaciones si no los compromisos que asuman frente a los conceptos de la naturaleza de la ciencia y su enseñanza en las aulas.

Se recomienda abordar las cuestiones relacionadas a la naturaleza de la ciencia unidas a los contenidos del currículum del área, no solo porque los principios que encierra enriquecen el escenario para una mejor comprensión de la ciencia y las estrategias de su enseñanza proporcionan una visión más real de lo que es la ciencia a

los estudiantes, sino porque así se evita el riesgo latente de tratarla como *un contenido más* del currículum que pierde el valor intrínseco que posee. Se recomienda así mismo, planificar actividades en las que los estudiantes de formación docente puedan explicar sus propios hábitos en el aula, a fin de darles un nuevo significado a partir del nuevo sistema de conocimientos que se trabaje con ellos.

Se exhorta continuar con experiencias que relacionen los dos constructos abordados en esta investigación, por ser un campo aún poco estudiado en la didáctica de la ciencia, que podría orientar los esfuerzos para la mejora de la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, que redunde en un mayor gusto por la ciencia, esfuerzo último de quienes nos dedicamos a esta labor.

## Referencias

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2), 134-169.
- Acevedo, J. (2009a). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164-189.
- Acevedo, J. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660.
- Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M. (2002a). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. Extraído de la Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <<http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo13.htm>>.
- Acevedo, J., Vázquez, A., Acevedo, P y Manassero, M. (2002b). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya-Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (30), 5-27.
- Acevedo, J., Vázquez, A., Acevedo, P y Manassero, M. (2005a). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista CTS*, 2(6), 73-99.
- Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M. y Acevedo, P. (2005b). Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Educación Química*, 16(3), 372-382.
- Acevedo, J. y Acevedo, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición digital, <http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>
- Arias, M. (2000) La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y Educación en Enfermería*, 18(1), 13-26.

- Arranz, M., Vallés, C. y Vázquez, A. (2014). Implementación en el aula de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para trabajar los conceptos epistemológicos: hipótesis-teoría-ley. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 231-244.
- Azcárate, P. (1994). Las concepciones de los profesores y la formación del profesorado. En: L. Blanco y V. Mellado (Eds.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal* (pp. 39-48). Badajoz, España: Diputación Provincial de Badajoz.
- Bennàssar, A., Vázquez, A., Manassero M. y García-Carmona, A. (2007). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios.
- Bermúdez, G. y De Longhi, A. (2012). Capítulo I. El conocimiento didáctico de contenidos biológicos de ecología. En R. Flores (Ed.), *Experiencias latinoamericanas en educación ambiental* (pp.17-31). Monterrey, México: CECyTE NL-CAEIP.
- Blanco, L y Ruiz, C. (1994). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado. En: L. Blanco y V. Mellado (Eds.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal* (pp. 55-66). Badajoz, España: Diputación Provincial de Badajoz.
- Bonilla, M. y Gallegos, L. (2009, septiembre). *Concepciones de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia y del aprendizaje y su articulación con la enseñanza de las ciencias*. Trabajo presentado en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz, México.
- Briscoe, (1991). The dynamic interactions among beliefs, role methafores and teaching practices. A case study of teacher change. *Science education*, 75(2), 185-189.
- Callejas, M. y Vázquez, A. (2009). Actitudes respecto a los temas cts de profesores colombianos en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 2435-2440.
- Cardoso, N. y Morales, E. (2012, septiembre). *Una unidad didáctica sobre la carga teórica de las observaciones , un tópico de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en profesores de ciencias en formación de la universidad del Tolima(UT)-Colombia*. Trabajo presentado en el VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la Enseñanza de las ciencias “Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias”, Madrid, España.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Massachusetts, EE.UU.: M.I.T. Press.
- Cernuschi, F. (1945). *La ciencia en la educación intelectual*. Rosario, Argentina: Rosario.



- Charpak, G., Léna, P. y Quéré, Y. (2006). *Los niños y la ciencia: la aventura de la mano en la masa*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Consejo Nacional de Educación (2012). *Campaña por la mejora de los aprendizajes. Reporte de percepciones y recomendaciones*. Lima, Perú: Arte Perú
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ, EE.UU.: Pearson Publishing.
- Cueto, S., León, J., Miranda, A. y Sorto, A. (2013). ¿Qué añade el conocimiento pedagógico de los contenidos curriculares al rendimiento en matemática?: Un análisis longitudinal en el Perú. Estudio realizado por GRADE - Young Lives/Niños del Milenio (Perú) y Texas State University. Recuperado de: [http://www.younglives.org.uk/files/presentations/wcces\\_june2013/cueto\\_pedagogical-content-knowledge-and-achievement-in-peru\\_wcces\\_june2013](http://www.younglives.org.uk/files/presentations/wcces_june2013/cueto_pedagogical-content-knowledge-and-achievement-in-peru_wcces_june2013)
- Declaración de la Habana (1999, julio). *Calidad de la educación: equidad, desarrollo e integración ante el reto de la globalización*. Trabajo presentado en la IX Conferencia Iberoamericana de Educación, La Habana, Cuba.
- Fonseca, J. (2009). Conocimiento pedagógico del contenido en la formación de docentes de matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* 4(5), 11- 27.
- García, A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular del profesorado de Química: Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (26), 142- 144.
- García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 403–412.
- García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 30(1), 23–34.
- Gardner, P. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 7, 129–161.
- Garnica, S. y Roa, R. (2012). Conocimiento didáctico del contenido sobre fotosíntesis de dos profesores de los grados sexto y noveno de educación básica secundaria de un colegio privado en Bogotá-Colombia. *Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(8), 50-76.

- Garritz, A. (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del curso "Ciencia y Sociedad" a nivel universitario. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 226-246,
- Garritz, A. (2011, octubre). *Conocimiento didáctico del Contenido. Mis últimas investigaciones CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación*. Trabajo presentado en el Quinto Congreso Internacional sobre la formación de profesores de ciencia, Bogotá, Colombia.
- Garritz, A., Labastida, D. y Espinosa, S. (2009, septiembre). *El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento de captura*. Trabajo presentado en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz, México.
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 26-33.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona, España: Horsori.
- Golombek, D. (2008, mayo). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Trabajo presentado en el V Foro Latinoamericano de Educación - Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Buenos Aires, Argentina.
- Gómez, Y. (2010). Caracterización del conocimiento didáctico del contenido curricular en química del concepto de discontinuidad de la materia en profesoras en ejercicio. *Tecné, Episteme y Didaxis* (27), 130-153.
- Martín, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3).
- Martín, M. (2014, abril). *Educar para valorar, educar para participar*. Trabajo presentado en el Seminario Educar para la participación ciudadana – Valorar y Participar, realizado en línea por la Escuela de Ciencia del CAEU de la OEI.
- Guerra, P. (2009). Cambios al currículum de la formación inicial de profesores: re significando el saber pedagógico. *Revista Foro Educativo*, (16), 15-36.
- Guisasola, J., Pintos, M. y Santos, T. (2001). Formación continua del profesorado, investigación educativa e innovación en la enseñanza de las ciencias. *Revista interuniversitaria de formación de profesorado*, (41), 207-222.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (2006) *Metodología de la investigación*. Distrito Federal, México: McGraw-Hill.

- Johnson, R. B. y Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jurado, R. y Parga, D. (2009, octubre). *Conocimiento didáctico del contenido curricular en química: la selección de contenidos para enseñar el concepto de estructura en química orgánica*. Trabajo presentado en el 4° Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colombia.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad: La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Kelly, G. (1955). *The Psychology of Personal Constructs*. Nueva York, EE.UU.: Norton.
- Lederman, N., Abd-el-Khalick, F., Bell, R. y Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science questionnaire: towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir, *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 5-12.
- Leymonié, J., Bernadou, O., Dibarboure, M., Santos, E. y Toro, I. (2009). *Aportes para la enseñanza de la ciencia. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO .
- Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: a sociological Study*. Chicago, EE.UU.: University of Chicago Press.
- Loughran, J., Mulhall, P. y 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.
- Macedo, B. (2008). Habilidades para la vida: Contribución de la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible. En C. Sifredo (Ed.). *Didáctica de las ciencias: Nuevas perspectivas* (pp. 112- 118). La Habana, Cuba: Educación Cubana.
- Magnusson S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En: J. Gess-Newsome, y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Dordrecht, Holanda Meridional: Kluwer Academic Publisher.
- Manassero, M., Vázquez, A. y Acevedo, J. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado Respecto a los temas CTS: Nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 299–312.

- Marcelo, C. (1994). Investigación sobre formación del profesorado: el conocimiento sobre aprender a enseñar. En: L. Blanco y V. Mellado (Eds.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal* (pp. 1-35). Badajoz, España: Diputación Provincial de Badajoz.
- Marín, N. (2003). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 65-78.
- McComas, W. y Olson, J. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. En: W. McComas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategie* (pp. 41-52). Dordrecht, Holanda Meridional: Kluwer Academic Publisher.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 289-302.
- Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía*. Badajoz, España. Instituto de Ciencias de Educación de la Universidad de Extremadura.
- Ministerio de Educación (2009). *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Lima, Perú: Ministerio de Educación.
- Okuda, M. y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Ormrod, J. (2008). *Aprendizaje humano*. Madrid, España: Pearson/Pretince Hall.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Pellón, M., Mansilla, J. y San Martín, D. (2009). Desafíos para la transposición didáctica y conocimiento didáctico del contenido en docentes de anatomía: obstáculos y proyecciones. *International Journal of Morphology*, 27(3), 743-750.
- Pozo, J.; Gómez Crespo, M.; Limón, M.; Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid, España: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pozo, J. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid, España: Ediciones Morata.

- Pozo, J.; Scheuer, N.; Pérez, M.; Mateos, M.; Martín, E. y De la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona, España: Editorial Graó.
- Reyes, F. y Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1175-1205.
- Reyes, F. y Garritz, A. (2009, septiembre). *El conocimiento pedagógico de la indagación científica del personal guía que impartirá actividades indagatorias de ciencia a profesores de la educación básica*. Trabajo presentado en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz, México.
- Reyes, J. y Romero, G. (2011). Conocimiento didáctico del contenido del profesor de física experimentado en la enseñanza del movimiento ondulatorio. *Revista Educación en Ciencias y Tecnología*, (4).
- Ruberto, L., Mac Cormack, W., Calabro, A. y Rodriguez, J. (2012). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza universitaria de Biotecnología. El caso de la velocidad específica de crecimiento microbiano ( $\mu$ ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9 (3), 353-360.
- Salazar, S. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 5(2).
- Salazar, S. (2012). *El conocimiento pedagógico del contenido como modelo de de mediación docente*. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural - CECC/SICA. [Libro electrónico]
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Editorial Síntesis S.A.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Talanquer, V. (2004). Formación Docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química* 15(1), 52-58.
- Tamayo, O. y Orrego, M. (2005). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias. *Educación y Pedagogía*, 17(43), 13-25.

- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. España: Narcea.
- Tecpan, S y Zavala, G. (2012, mayo). *Actitudes de profesores de ciencias sobre ciencia, tecnología y sociedad*. Trabajo presentado en el VI Congreso de Investigación Innovación y Gestión Educativas, Monterrey, México.
- Tecpan, S. y Zavala, G. (2013, mayo). *Concepciones ingenuas de profesores de secundaria sobre temas CTS*. Trabajo presentado en el VII Congreso de Investigación Innovación y Gestión Educativas Congreso de Investigación Innovación y Gestión Educativas, Monterrey, México.
- Vilches, A. y Furió, C. (1999, diciembre). *La Enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI*. Trabajo presentado en el I Congreso Internacional de Didácticas de las Ciencias y VI Taller Internacional sobre la enseñanza de la física, La Habana, Cuba.
- Valenzuela, J. y Flores, M. (2012) *Fundamentos de la investigación educativa*. Ebook: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Vázquez, A. (2012). Un proyecto innovador para enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(09), 1-24
- Vázquez, A., Acevedo, J. y Manassero, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica. Extraído de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF>
- Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. y Acevedo, P. (2006a). Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2). 1-37. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>
- Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. (2006b). Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya - Revista de Investigación e Innovación Educativa* (37), 31-66.
- Vázquez, A., Manassero, M. y Acevedo, J. (2006c). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 2-31.
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículums de ciencias y la

competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 32-53.

Vázquez, A., Manassero, M., Bennàsar-Roig, A. y Moralejo, R. (2012, septiembre). *Fundamentos de un proyecto para enseñar contenidos CTS*. Trabajo presentado en el VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la Enseñanza de las ciencias “Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias”, Madrid, España.

Vázquez, A., Manassero, M. y Ortiz, S. (2013) Análisis de materiales para la enseñanza de la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 12(2), 243-268.

Vázquez, A., Manassero, M., Porro, S., Vallés, C., Chrispino, A., Delourdes, M. y Pereira, R. (2013) Investigaciones cooperativas iberoamericanas sobre ciencia-tecnología-sociedad. Dos proyectos ejemplares sobre evaluación y enseñanza de temas concretos de ciencia-tecnología-sociedad. *Revista iberoamericana de educación*, (61), 77-96.

## **Apéndice A: Cuestionario de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

### **1. Definir qué es la ciencia es difícil porque la ciencia es algo complejo y hace muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:**

- A. el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.
- B. un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).
- C. explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y sobre cómo funcionan.
- D. realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
- E. inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, computadores, vehículos espaciales).
- F. buscar y usar conocimientos para hacer este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).
- G. una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.
- H. un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
- I. no se puede definir la ciencia.

### **2. El proceso de hacer ciencia se describe mejor como:**

- A. todo lo que hacemos para entender el mundo que nos rodea.
- B. el método científico.
- C. descubrir el orden que existe en la naturaleza.
- D. el uso de la tecnología para descubrir los secretos de la naturaleza.
- E. la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos para entender el universo.
- F. observar y proponer explicaciones sobre las relaciones en el universo, y comprobar la validez de las explicaciones.

### **3. Definir qué es la tecnología, puede tener dificultad porque la tecnología sirve para muchas cosas. Pero PRINCIPALMENTE tecnología es:**

- A. muy parecida a la ciencia.
- B. la aplicación de la ciencia.
- C. nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, computadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.
- D. robots, electrónica, computadores, sistemas de comunicación, automatismos, tecnología.
- E. una técnica para construir cosas o una vía de resolver problemas prácticos.



- F. inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, computadores, vehículos espaciales).
- G. ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas, para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores, para el progreso de la sociedad.
- H. saber cómo hacer cosas (instrumentos, maquinaria, tecnología.)

**4. El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, el país necesita de los alumnos que estudien más ciencias en la escuela.**

Se necesita que los alumnos estudien más ciencias:

- A. porque es importante para ayudar a nuestro país a mantenerse a la altura de otros países
- B. porque la ciencia afecta a casi todos los aspectos de la sociedad. Como en el pasado, el futuro depende de buenos científicos y tecnólogos.
- C. Se debe exigir a los estudiantes que estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Los estudiantes deben aprender como la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias.

**NO se necesita que los alumnos estudien más ciencias:**

- D. porque otras asignaturas de la escuela son igual o más importantes para el éxito futuro del país.
- E. porque no funcionará. A algunas personas no les gusta la ciencia. Si se les fuerza a estudiar, será perder el tiempo y desviará a la gente lejos de la ciencia.
- F. porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia, aunque ello les ayudaría en sus vidas.
- G. porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos.
- H. porque no está bien que otro decida si un estudiante debería elegir más ciencias.

**5. Algunas comunidades producen más científicos que otras comunidades. Esto ocurre como resultado de la educación que los niños reciben de su familia, de las escuelas y de la comunidad.**

La educación es mayormente responsable:

- A. porque algunas comunidades (por ejemplo, ciudades industriales como Barcelona) dan mayor importancia a la ciencia que otras comunidades.
- B. porque algunas familias animan a los niños a preguntar y cuestionarse cosas. Las familias enseñan valores que se mantienen para el resto de la vida.
- C. porque algunos profesores y escuelas ofrecen cursos de ciencias mejores o animan a los estudiantes a aprender más que otros profesores o escuelas.
- D. porque la familia, las escuelas y la comunidad juntos dan a los niños y niñas la capacidad para la ciencia, el ánimo y la oportunidad de llegar a ser científicos.

E. Es difícil de decir. La educación tiene un cierto efecto, pero también cuenta el individuo (por ejemplo, inteligencia, capacidad y un interés natural hacia la ciencia). Aproximadamente mitad y mitad.

**Inteligencia, capacidad y un interés natural hacia la ciencia son mayormente responsables:**

F. en determinar quien llegará a ser científico. Sin embargo, la educación tiene también un cierto efecto.

G. porque la gente nace con estas cualidades.

**6. ¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas o punteadas).**

- A. Ciencia → Tecnología → Sociedad
- B. Tecnología → Ciencia → Sociedad
- C. Tecnología  $\overset{\text{Ciencia}}{\dashrightarrow}$  Sociedad
- D. Tecnología  $\overset{\text{Ciencia}}{\dashleftarrow}$  Sociedad
- E. Tecnología  $\overset{\text{Ciencia}}{\longleftrightarrow}$  Sociedad
- F. Tecnología  $\overset{\text{Ciencia}}{\longleftrightarrow}$  Sociedad
- G. Ciencia  $\overset{\text{Ciencia}}{\longleftrightarrow}$  Tecnología  
Sociedad

**7. La mayoría de los científicos se preocupan de los efectos posibles (tanto provechosos como perjudiciales) que pueden resultar de sus descubrimientos.**

A. Los científicos sólo buscan los efectos beneficiosos cuando descubren cosas o cuando aplican sus descubrimientos.

B. La mayoría de los científicos se preocupan de los posibles efectos perjudiciales de sus descubrimientos, porque el objetivo de la ciencia es hacer de nuestro mundo un lugar mejor para vivir. Por tanto, los científicos comprueban sus descubrimientos para prevenir que no ocurran efectos perjudiciales.

C. Los científicos se preocupan de todos los efectos de sus experimentos porque el objetivo de la ciencia es hacer de nuestro mundo un lugar mejor para vivir. Preocuparse

es una parte de hacer ciencia porque ello ayuda a los científicos a comprender sus descubrimientos.

D. Los científicos se preocupan pero, posiblemente, ellos no pueden saber todos los efectos a largo plazo de sus descubrimientos.

E. Los científicos se preocupan pero ellos tienen poco control sobre el uso perjudicial que se puede hacer de sus descubrimientos.

F. Depende del campo de la ciencia. Por ejemplo, en medicina los científicos están altamente preocupados. Sin embargo, en energía nuclear o investigación militar, los científicos se preocupan menos.

G. Los científicos pueden estar preocupados, pero eso no les detiene de hacer descubrimientos para su propia fama, fortuna o puro placer de descubrir.

### **8. Cuanto más se desarrollen la ciencia y la tecnología en nuestro país, más rico llegará a ser.**

#### **La ciencia y la tecnología aumentarán la riqueza de nuestro país:**

A. porque la ciencia y la tecnología traen mayor eficiencia, productividad y progreso.

B. porque más ciencia y tecnología harían a nuestro país menos dependiente de otros países. Nosotros mismos podríamos producir cosas.

C. porque nuestro país podría vender ideas nuevas y tecnología a otros países como beneficio.

D. Depende de lo que se invierta en ciencia y tecnología. Algunos resultados tienen sus riesgos. Puede haber otros caminos semejantes a la ciencia y la tecnología que también creen riqueza para el país.

E. La ciencia y la tecnología disminuyen la riqueza del país porque cuesta gran cantidad de dinero desarrollar la ciencia y la tecnología.

### **9. Parece que existen dos clases de personas, las que entienden las ciencias y las que entienden las letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos comprenderían las ciencias.**

A. EXISTEN estos dos tipos de personas. Si las personas de letras estudiaran más ciencias llegarían a comprender la ciencia también, porque cuanto más estudias algo, más te llega a gustar y a comprenderlo.

#### **EXISTEN estos dos tipos de personas, pero aunque las personas de letras estudiaran más ciencias, NO necesariamente llegarían a comprenderla mejor:**

B. porque pueden no tener la capacidad o el talento para comprender ciencia. Estudiar no les dará esta facultad.

C. porque pueden no estar interesados en la ciencia. Estudiar no cambiará su interés.

D. porque pueden no estar orientados o inclinados hacia la ciencia. Estudiar ciencia no cambiará el tipo de persona que eres.

E. No existen sólo estos dos tipos de personas. Hay tantas clases de personas como preferencias individuales posibles, incluyendo la gente que entiende ambas, ciencias y letras.

**10. Las clases de ciencias me han dado la confianza para resolver cosas y decidir si algo (por ejemplo, un anuncio) es verdad o no. Debido a las clases de ciencias he llegado a ser un comprador mejor.**

Las clases de ciencias me han ayudado a ser un comprador mejor:

- A. porque la ciencia me ha dado hechos e ideas valiosos.
- B. porque la ciencia enseña el método científico para resolver cosas.
- C. porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas.
- D. porque aprender sobre los productos del mercado es parte de lo que se hace en clase de ciencias.

**Las clases de ciencias NO me han ayudado a ser un comprador mejor:**

- E. aunque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico.
- F. porque los consumidores están influenciados por su educación, su familia o lo que oyen o ven. Los consumidores no están influenciados por la ciencia.
- G. porque las clases de ciencias no tienen nada que ver con los consumidores o el mundo real. Por ejemplo, la fotosíntesis, los átomos y la densidad no me ayudan a tomar mejores decisiones como consumidor.

**11. Los programas de ciencias de TV (por ejemplo, Cosmos, El hombre y la tierra, National Geographic, Planeta Terra, El mundo submarino de Cousteau, etc.) dan una imagen más exacta de lo que es realmente la ciencia, comparada con la imagen ofrecida por las clases de ciencias.**

**Los programas de TV dan una imagen más exacta:**

- A. porque muestran todas las caras de la ciencia. En las clases de ciencias, no puedes tener la imagen global por las predisposiciones del profesor.
- B. porque están más actualizados en los temas que desarrollan.
- C. porque usan imágenes. Las imágenes suelen describir los acontecimientos más claramente que las palabras.
- D. porque se concentran más en los nuevos desarrollos que muestran como la ciencia se usa en el mundo real. Las clases de ciencias sólo te dan apuntes y problemas, leyes y teorías que no se aplican en la vida diaria.
- E. Ambos, los programas de TV y las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV se concentran más en los nuevos desarrollos que muestran como se aplica la ciencia en el mundo real. Las clases de ciencias se concentran más en los principios fundamentales que ayudan a explicar lo que cuentan los programas de TV.
- F. Ninguno, ni los programas de TV ni las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV exageran, distorsionan y simplifican en exceso. Las clases de ciencias sólo dan apuntes, problemas y detalles que no se aplican en la vida diaria.

**Las clases de ciencias dan una imagen más exacta porque dan hechos, explicaciones y la posibilidad de hacerlo tú mismo estudiando ciencias paso a paso (esto es, aprendes realmente como se hace la ciencia). Los programas de TV:**

- G. sólo dan ejemplos específicos y sencillos, aunque son interesantes de ver. Estos ejemplos producen una visión reducida de la ciencia.

H. básicamente dan a la gente lo que quiere ver: discusiones, opiniones, exageraciones y explicaciones sencillas.

**12. La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La razón PRINCIPAL de su motivación personal para hacer ciencia es:**

- A. ganar reconocimiento, ya que de lo contrario su trabajo no se aceptaría.
- B. ganar dinero, porque la sociedad presiona a los científicos a esforzarse por recompensas económicas.
- C. adquirir un poco de fama, dinero y poder, porque los científicos son como todos los demás.
- D. satisfacer su curiosidad sobre el mundo natural, porque les gusta aprender más y resolver los misterios del universo físico y biológico.
- E. resolver curiosos problemas para conocimiento personal y descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, curas médicas, soluciones a la contaminación, etc.). Todo esto junto representa la principal motivación de la mayoría de los científicos.
- F. desinteresadamente inventar y descubrir nuevas cosas para la ciencia y la tecnología.
- G. descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, curas médicas, soluciones a la contaminación, etc.)
- H. No es posible generalizar porque la motivación principal de los científicos varía de un científico a otro.

**13. Los científicos no tienen prácticamente vida familiar o social porque necesitan estar profundamente metidos en su trabajo.**

- A. Los científicos necesitan estar profundamente metidos en su trabajo para tener éxito. Esta implicación profunda impide la vida social y familiar.
- B. Depende de la persona. Algunos científicos están tan metidos en su trabajo que su vida social y familiar sufren. Pero muchos científicos tienen tiempo para las cuestiones sociales y familiares.
- C. En el trabajo, los científicos se toman las cosas de manera diferente que otras personas, pero esto no quiere decir que no tengan prácticamente ni vida familiar ni social.

**La vida familiar y social de los científicos son normales:**

- D. de lo contrario su trabajo sufriría. La vida social es valiosa para un científico.
- E. porque muy pocos científicos están tan encerrados en su trabajo que ignoren todo lo demás.

**14. Trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre.**

**NO hay diferencias entre hombres y mujeres científicos en la manera hacen ciencia:**

- A. porque todos los buenos científicos realizan el trabajo de la misma manera.
- B. porque hombres y mujeres científicos tienen el mismo entrenamiento
- C. porque por encima de todo hombres y mujeres son igualmente inteligentes.
- D. porque hombres y mujeres son iguales en términos de los que se necesita para ser un buen científico.
- E. porque todos somos iguales, independientemente del trabajo que hagamos.
- F. porque cualquier diferencia en la manera que los científicos trabajan en ciencia son debidas a las diferencias individuales. Tales diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer.
- G. Las mujeres trabajarían en ciencia de manera algo diferente porque por naturaleza o educación las mujeres tienen diferentes valores, opiniones, perspectivas o características (tales como paciencia).
- H. Los hombres trabajarían en ciencia de manera algo diferente, porque los hombres trabajan en ciencia mejor que las mujeres.
- I. Las mujeres probablemente trabajarían en ciencia algo mejor que los hombres, porque las mujeres deben trabajar más duro en orden a competir en un campo como la ciencia dominado por los hombres.

**15. Un científico puede jugar al tenis, ir a fiestas o escuchar conferencias con otras personas. Estos contactos sociales pueden influir en el trabajo del científico, y por tanto, estos contactos sociales pueden influir en el contenido del conocimiento científico que descubre.**

**Los contactos sociales influyen en el contenido que se descubre:**

- A. porque los científicos pueden ser ayudados por las ideas, experiencias o entusiasmo de la gente con quien se relacionan socialmente.
- B. porque los contactos sociales pueden servir como una parada de refresco o descanso en su trabajo; por tanto, revitalizan al científico.
- C. porque los científicos pueden ser animados por la gente a aplicar o cambiar su investigación a una nueva área importante para las necesidades de la sociedad.
- D. porque los contactos sociales permiten a los científicos observar la conducta humana y otros fenómenos científicos.
- E. Los contactos sociales NO influyen en el contenido de lo que se descubre porque el trabajo del científico no está relacionado con la vida social.

**16. Los científicos preparados en diferentes países tienen maneras diferentes de ver un problema científico. Esto quiere decir que el sistema educativo o la cultura de un país pueden influir sobre las conclusiones que alcanzan los científicos.**

El país de hecho marca diferencias:

- A. porque la educación y la cultura afectan a todos los aspectos de la vida, incluyendo la preparación de los científicos y la manera en que piensan sobre un problema científico.
- B. porque cada país tiene un sistema diferente para enseñar la ciencia. La forma en que se enseña a resolver problemas marca diferencias en las conclusiones que alcanzan los científicos.

C. porque el gobierno y la industria de un país sólo ayudarán económicamente los proyectos científicos que se ajusten a sus necesidades. Esto condiciona lo que un científico estudiará.

D. Depende. La forma en que un país prepara a sus científicos puede marcar diferencias en algunos científicos. PERO otros científicos ven los problemas a su propia manera basados en sus opiniones personales.

**El país NO marca diferencias:**

E. porque los científicos ven los problemas a su propia manera personal, independientemente del país donde se prepararon.

F. porque los científicos en todo el mundo usan el mismo método científico que conduce a conclusiones similares.

**17. El desarrollo tecnológico puede ser controlado por los ciudadanos.**

A. Sí, porque cada generación de científicos y tecnólogos que desarrollarán la tecnología sale de la población de ciudadanos. Por tanto, los ciudadanos controlan un poco los avances en tecnología.

B. Sí, porque los avances tecnológicos son patrocinados por el gobierno. Al elegir el gobierno, los ciudadanos controlan lo que este patrocina.

C. Sí, porque la tecnología sirve a las necesidades de los consumidores. El desarrollo tecnológico tendrá lugar en áreas de alta demanda y donde se pueden tener beneficios en el mercado.

D. Sí, pero sólo cuando los ciudadanos están unidos y se hacen oír, bien a favor o bien en contra de un nuevo desarrollo. La gente organizada puede cambiar prácticamente todo.

**No, los ciudadanos NO están implicados en controlar el desarrollo tecnológico:**

E. porque la tecnología avanza tan rápido que el ciudadano medio se mantiene ignorante del desarrollo.

F. porque se evita que los ciudadanos hagan eso por quienes tienen el poder de desarrollar la tecnología.

**18. Muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación (tales como el modelo del calor, de las neuronas, el DNA o el átomo) son copias de la realidad.**

**Los modelos científicos SON copias de la realidad:**

A. porque los científicos dicen que son verdaderos, por tanto deben serlo.

B. porque hay muchas evidencias científicas que prueban que son verdaderos.

C. porque son verdaderos para la vida. Su objetivo es mostrarnos la realidad o enseñarnos algo sobre ella.

D. Los modelos científicos son muy aproximadamente copias de la realidad, porque están basados en observaciones científicas e investigación.

**Los modelos científicos NO son copias de la realidad:**

- E. porque simplemente son útiles para aprender y explicar, dentro de sus limitaciones.
- F. porque cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, como lo hacen las teorías.
- G. porque estos modelos deben ser ideas o conjeturas bien informadas, ya que el objeto real no se puede ver.

**19. Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro.**

**El conocimiento científico cambia:**

- A. porque los científicos jóvenes desaprueban las teorías o descubrimientos de los científicos viejos. Los científicos hacen esto usando nuevas técnicas o instrumentos mejorados, para encontrar nuevos factores pasados por alto antes, o para detectar errores en la "correcta" investigación original.
- B. porque el conocimiento viejo es reinterpretado a la luz de nuevos descubrimientos. Los hechos científicos pueden cambiar.
- C. El conocimiento científico PARECE cambiar porque la interpretación o la aplicación de viejos hechos puede cambiar. Pero los experimentos realizados correctamente producen hechos invariables.
- D. El conocimiento científico PARECE cambiar porque el nuevo conocimiento es añadido sobre el viejo conocimiento. El viejo conocimiento no cambia.

**20. Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es:**

- A. procedimientos o técnicas de laboratorio; con frecuencia escritas en un libro o revista, normalmente por un científico.
- B. registrar datos muy cuidadosamente.
- C. controlar variables experimentales cuidadosamente, sin dejar lugar para la interpretación.
- D. obtener hechos, teorías o hipótesis eficientemente.
- E. comprobar y volver a comprobar, demostrando que algo es verdadero o falso de una manera válida.
- F. postular una teoría y después crear un experimento para probarla.
- G. plantear preguntas, hacer hipótesis, recoger datos y sacar conclusiones.
- H. una manera lógica y ampliamente aceptada de resolver problemas.
- I. una actitud que guía a los científicos en su trabajo.
- J. considerar lo que los científicos realmente hacen; no existe verdaderamente una cosa llamada método científico.



**21. Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.**

- A. El método científico asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos. Por tanto, la mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico.
- B. el método científico debería funcionar bien para la mayoría de los científicos, basado en lo que se aprende en la escuela.
- C. El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados. Por tanto, los mejores científicos también usarán originalidad y creatividad.
- D. Los mejores científicos son aquellos que no usan ningún método que pudiera dar resultados favorables (incluyendo el método de imaginación y creatividad).
- E. Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico.

## Apéndice B: Matriz de Representación del Contenido

Grado de estudio de la primaria: \_\_\_\_\_

	<i>Idea central</i> 1	<i>Idea central</i> 2	<i>Idea central</i> 3	<i>Idea central</i> 4	<i>Idea central</i> 5
¿Qué intentas que los estudiantes aprendan de esta idea?					
¿Por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea?					
¿Cuáles son las limitaciones y dificultades que encuentras en la enseñanza de esta idea?					
¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?					
¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con esta idea?					
¿Qué maneras específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre esta idea?					

## Apéndice C: Puntuaciones medias de los Índices actitudinales normalizados de cada frase del COCTS aplicado en el re-test

Media	0,011
Desv. Est.	0,369
Máximo	0,793
Mínimo	-0,759
Rango	1,552

	En 1 D.T	En 2 D.T
Más Altas	0,380	0,749
Más Bajas	-0,357	-0,726

-0,103	0,474	-0,466	-0,31	-0,06	0,259	-0,19	0,44	0,388
P	A	P	P	I	P	P	A	I
<b>10111</b>								

-0,414	-0,224	-0,017	-0,052	0,017	0,457
P	I	P	I	P	A
<b>10113</b>					

0,259	-0,198	-0,328	-0,121	-0,034	-0,207	0,276	-0,052
P	I	P	P	P	P	A	P
<b>10211</b>							

-0,069	0,224	0,621	0,379	0,44	0,569	0,793	0,526
P	P	A	P	I	I	I	I
<b>20511</b>							

0,207	-0,448	-0,448	0,716	-0,276	0,276	-0,069
P	P	P	A	P	P	I
<b>20711</b>						

--	--	--	--	--	--	--

-0,112	0,034	0	-0,069	0,397	0,526	-0,233
I	I	I	I	A	A	I
<b>30111</b>						

0,112	0,31	-0,052	0,621	0,19	0,052	0,19
I	I	P	A	A	P	P
<b>40111</b>						

-0,241	0,707	0,681	0,5	0,293
P	A	A	A	I
<b>40511</b>				

-0,431	0,095	-0,069	-0,017	0,595
P	I	P	P	A
<b>50111</b>				

-0,638	-0,517	-0,621	-0,353	0,207	0,198	0,034
I	I	I	I	P	A	P
<b>50211</b>						

-0,181	-0,034	-0,207	0	-0,052	-0,457	0,172	0,138
I	P	P	P	P	A	P	P
<b>50311</b>							

-0,026	0,155	-0,086	-0,293	-0,328	-0,586	-0,595	0,491
A	I	P	P	P	I	I	A
<b>60111</b>							

0,25	0,655	-0,207	0,578	0,155
I	A	P	A	A
<b>60411</b>				

-0,328	-0,328	-0,672	0,793	-0,759	0,776	-0,293	0,586	-0,259
P	P	P	A	P	A	I	I	P
<b>60521</b>								

-0,121	-0,103	-0,155	-0,155	0,319
P	P	P	P	I
<b>70511</b>				

0,405	-0,034	0,345	-0,017	-0,345	0,026
A	P	A	P	I	I
<b>70711</b>					

-0,397	0,207	-0,069	0,017	-0,034	-0,155
I	P	P	P	P	A
<b>80211</b>					

0,284	0,466	0,56	-0,31	-0,086	0,25	0,172
-------	-------	------	-------	--------	------	-------

I	I	I	P	A	A	P
<b>90211</b>						

0	0,621	-0,345	-0,284
P	A	I	I
<b>90411</b>			

-0,078	-0,552	0,009	-0,353	-0,56	-0,466	-0,638	-0,172	-0,586	-0,241
I	I	I	I	I	I	P	P	I	A
<b>90611</b>									

-0,457	-0,181	0,569	-0,121	-0,293
I	I	A	P	P
<b>90621</b>				

## **Apéndice D: Evidencias de trabajo de campo**

29

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Verónica Uspig

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

28

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: PATRICIA VELASQUEZ R.

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

07

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Priscilla Mariana Cordero Courino

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

06

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Thelmer Castro Parera

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

04

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Carolina Avalos Castro

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

02

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Milagros Aponte Almonzo

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

---

01

### Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad

Nombre y Apellidos: Milagros Aponte Almonzo

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total.

1. Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es

10 11 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1A. El estudio de ciencias tales como biología, química, geología y física										
1B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (matemática, energía y vida)										
1C. Explorarlo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y universo y cómo funcionan										
1D. Realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea										
1E. Inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazonas artificiales, ordenadores, vehículos espaciales)										
1F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura)										
1G. Una organización de personas (llamadas científicas) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos										
1H. Un proceso investigativo sistemático y el conocimiento resultante										
1I. No se puede definir la ciencia										



**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellidos: Milagros Aponte Almanza

01

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellidos: Carolina Juarez Castro

02

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellidos: Estrella Carbajal O.

03

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Shenker Castro Torres

04

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellidos: Yberica Vigil

29

Aquí se presentan algunos enunciados que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre desacuerdo total y acuerdo total. Escoge el número que mejor manifieste tu posición ante el enunciado. En caso de que no puedas manifestar tu opinión en alguna frase selecciona la razón entre las opciones que se ofrecen. Las cuales son: No entiendo la cuestión o No sé lo suficiente del tema para seleccionar una opción. Esta es una encuesta de opinión, no hay respuestas correctas o incorrectas, sino respuestas que expresan tu postura, pero es muy importante que resuelvas TODOS los cuestionamientos que se te presentan. Marca con una aspa (X) en el recuadro que mejor represente tu grado de acuerdo.

**1. Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es**

	Desacuerdo Total	Desacuerdo Alto	Desacuerdo Medio	Desacuerdo Bajo	Indeciso	Acuerdo Bajo	Acuerdo Medio	Acuerdo Alto	Acuerdo Total	No entiendo	No sé
1A. El estudio de campos tales como biología, química, geología y física									X		
1B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida)									X		
1C. Explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y universo, y cómo funcionan									X		
1D. Realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea									X		
1E. Inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales)									X		
1F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura)									X		
1G. Una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos									X		
1H. Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante									X		
1I. No se puede definir la ciencia	X										

**2. El proceso de hacer ciencia se describe mejor como...**

	Desacuerdo Total	Desacuerdo Alto	Desacuerdo Medio	Desacuerdo Bajo	Indeciso	Acuerdo Bajo	Acuerdo Medio	Acuerdo Alto	Acuerdo Total	No entiendo	No sé
2A. Todo lo que hacemos para entender el mundo que nos rodea									X		
2B. El método científico									X		
2C. Descubrir el orden que existe en la naturaleza									X		
2D. El uso de la tecnología para descubrir los secretos de la naturaleza									X		

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellido: Milagros Aparite Almanzo.

Así se presentan algunas enunciadas que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre "apoyado totalmente" y "apoyado total". Escoge el número que mejor manifieste tu posición ante el enunciado. En caso de que no puedas manifestar tu opinión en alguna frase selecciona la razón entre las opciones que se ofrecen. Las cuatros son: No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción. Está en una encuesta de opinión, no hay respuestas correctas o incorrectas, sino respuestas que expresan tu postura, pero es muy importante que respondas TODOS los cuestionamientos que se te presentan. Las marcas con una X en el recuadro que mejor represente tu grado de acuerdo.

**1. Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es**

Enunciado	Apoyado totalmente	Apoyado total	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción
1.A. Es el estudio de aspectos tales como biología, química, geología y física									
1.B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (ciencia, tecnología y sociedad)									
1.C. Es el estudio de la estructura y evolución de las cosas, desde el mundo y universo y hasta el planeta									
1.D. El estudio de los fenómenos que suceden en el mundo y universo y hasta el planeta									
1.E. Buscar y diseñar cosas (por ejemplo, computadores, medicamentos, vehículos, etc.)									
1.F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, computación, medicina, ingeniería, etc.)									
1.G. Una organización de personas (familias, científicos) que hacen ideas y teorías para descubrir nuevos conocimientos									
1.H. Un proceso de investigación sistemática y conocimiento resultante									
1.I. No se puede definir la ciencia									

**2. El proceso de hacer ciencia se describe mejor como...**

Enunciado	Apoyado totalmente	Apoyado total	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción
2.A. Tanto lo que hacemos para entender el mundo que nos rodea									
2.B. El método científico									
2.C. Descubrir el orden que existe en la naturaleza									
2.D. El uso de la tecnología para resolver los problemas de la naturaleza									

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Nombre y Apellido: Thaiana Cordero Velásquez

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Apellido: Oliver Cordero Cordero

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Apellido: Isabella Dávila Pizarro

**Encuesta de opinión sobre ciencia, tecnología y sociedad**

Apellido: Susan Espinoza Gola


Así se presentan algunas enunciadas que pueden o no describir tu postura ante la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se te pide opinar sobre cada uno de ellos seleccionando una de las opciones entre "apoyado totalmente" y "apoyado total". Escoge el número que mejor manifieste tu posición ante el enunciado. En caso de que no puedas manifestar tu opinión en alguna frase selecciona la razón entre las opciones que se ofrecen. Las cuatros son: No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción. Está en una encuesta de opinión, no hay respuestas correctas o incorrectas, sino respuestas que expresan tu postura, pero es muy importante que respondas TODOS los cuestionamientos que se te presentan. Las marcas con una X en el recuadro que mejor represente tu grado de acuerdo.

**1. Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es**

Enunciado	Apoyado totalmente	Apoyado total	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción
1.A. Es el estudio de aspectos tales como biología, química, geología y física									
1.B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (ciencia, tecnología y sociedad)									
1.C. Es el estudio de la estructura y evolución de las cosas, desde el mundo y universo y hasta el planeta									
1.D. El estudio de los fenómenos que suceden en el mundo y universo y hasta el planeta									
1.E. Buscar y diseñar cosas (por ejemplo, computadores, medicamentos, vehículos, etc.)									
1.F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, computación, medicina, ingeniería, etc.)									
1.G. Una organización de personas (familias, científicos) que hacen ideas y teorías para descubrir nuevos conocimientos									
1.H. Un proceso de investigación sistemática y conocimiento resultante									
1.I. No se puede definir la ciencia									

**2. El proceso de hacer ciencia se describe mejor como...**

Enunciado	Apoyado totalmente	Apoyado total	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción	No entiendo la cuestión o no sé la importancia del tema para proporcionar una opción
2.A. Tanto lo que hacemos para entender el mundo que nos rodea									
2.B. El método científico									
2.C. Descubrir el orden que existe en la naturaleza									
2.D. El uso de la tecnología para resolver los problemas de la naturaleza									

  
INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL  
MONTERRICO

La Hna. Directora del Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, que suscribe

CERTIFICA que la profesora:


**VALERIA LETICIA CALAGÚA MENDOZA**

ha realizado su trabajo de investigación con las estudiantes de Formación Docente, Especialidad Educación Primaria de esta institución, 8º ciclo Promoción 2014

El trabajo se titula: **"LA ENSEÑANZA de la NATURALEZA de la CIENCIA INTEGRADA a los CONTENIDOS de CIENCIA, MEJORA EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO del CONTENIDO de los ESTUDIANTES de FORMACION DOCENTE del IPNM"**

Fue realizado entre agosto 2013 a noviembre 2013

Atentamente

  
Pilar Cardó Franco [rsc]  
Directora General IPNM

Monterrico 3 de julio de 2014

Moro Soler cuadra 6 / Paramaribo Sur Km. 8 - Sgo. de Surua • Telf: 372-1620 • Fax: 372-1491 • E-Mail: postorai@ipnm.edu.uy

## **Apéndice E: Currículum Vitae**

Valeria Leticia Calagua Mendoza

Originaria de Lima, Perú, Valeria Leticia Calagua Mendoza realizó estudios profesionales de formación docente en la especialidad de Ciencias Naturales en el Instituto Pedagógico Nacional Monterrico. La investigación titulada La enseñanza de la naturaleza de la ciencia mejora el conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente de Educación Primaria, es la que presenta en este documento para aspirar al grado de Maestría en Educación con acentuación en Enseñanza de las Ciencias.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de las ciencias, específicamente en el área de la didáctica para el nivel primaria y secundaria, desde hace ocho años. Asimismo ha participado en iniciativas de promoción del cuidado ambiental, liderando proyectos estudiantiles con impacto en la comunidad local.

Actualmente, Valeria Calagua funge como profesora del Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, desempeñándose como maestra y como asesora de ciencias de los estudiantes de formación docente que realizan sus prácticas pre-profesionales en el Centro de Aplicación de dicha Institución. Destaca su interés por promocionar la ciencia en los niños y jóvenes, el mismo que la lleva a buscar continuamente nuevas propuestas de trabajo en el área.