

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Tesis para optar al título de
Magister en Enseñanza de las ciencias**

**OBSTACULOS EPISTEMOLÓGICOS EN PERSPECTIVA DE
NATURALEZA DE LA CIENCIA –NOS – EN EL DISCURSO ORAL Y
ESCRITO DE MAESTROS EN CALDAS**

**Presentada por:
Gloria Carmenza Alzate Q.**

**Grupo de investigación:
Cognición y Educación
Universidad Autónoma de Manizales**

**Línea de investigación:
Procesos Cognitivos**

**Dirigida por:
Dr. Oscar Eugenio Tamayo A.**

MANIZALES, SEPTIEMBRE DE 2011

Agradecimientos

A la vida...por darme tiempo y oportunidades para continuar mis búsquedas.

A la Universidad Autónoma de Manizales, por el apoyo para realizar mis estudios en esta maestría y permitirme hacer parte de la institución.

Agradezo especialmente al director de tesis, doctor Oscar Eugenio Tamayo A. , a quien debo mi iniciación en el campo de la didáctica de las ciencias, por su apoyo, sugerencias y revisiones, pero ante todo, por su credibilidad, confianza e interés en mis posibilidades profesionales.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	III
CAPÍTULO PRELIMINAR	1
PROGRAMA ONDAS - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (COLCIENCIAS) COLOMBIA	1
<i>Antecedentes Históricos del Programa Ondas de Colciencias.....</i>	2
<i>La pregunta y la investigación: un eje conductor en el Programa Ondas.....</i>	4
<i>La Indagación en el Programa Ondas</i>	7
<i>La Sistematización en el programa Ondas</i>	9
<i>Propuesta metodológica para el Programa Ondas.....</i>	11
<i>El papel del maestro en el Programa Ondas.....</i>	13
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
1.3 JUSTIFICACIÓN	23
1.4 OBJETIVOS	26
1.4.1 <i>Objetivo General.....</i>	26
1.4.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	26
2. MARCO TEÓRICO	28
2.1 OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.....	29
2.1.1 <i>Antecedentes.....</i>	29
2.1.2 <i>La noción de conocimiento</i>	33
2.1.3 <i>Obstáculos epistemológicos.....</i>	36
2.1.4 <i>Tipos de obstáculos epistemológicos según Bachelard.....</i>	37
2.1.5 <i>Características de los obstáculos epistemológicos</i>	39
2.1.6 <i>De las concepciones a los obstáculos epistemológicos</i>	40
2.1.7 <i>Los obstáculos epistemológicos y su importancia en la educación científica</i>	43
2.2 NATURALEZA DE LA CIENCIA - NOS	44
2.2.1 <i>Antecedentes.....</i>	44
2.2.2 <i>La educación científica en la escuela.....</i>	50
2.2.3 <i>La perspectiva de la Naturaleza de la Ciencia -NOS-.....</i>	54
2.2.4 <i>La relación entre el aprendizaje de la ciencia y la Naturaleza de la Ciencia –NOS: acuerdos y desacuerdos.....</i>	58
3. DISEÑO METODOLÓGICO	64
3.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL DISEÑO.....	64
3.1.1 <i>Tipo de estudio</i>	65
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO	66
3.2.1 <i>Características de la muestra de estudio.....</i>	66
3.2.1.1 <i>Unidad de trabajo</i>	66
3.2.1.2 <i>Unidad de análisis.....</i>	66
3.2.1.3 <i>Proceso muestral</i>	66
3.2.1.4 <i>Criterios de inclusión para la muestra</i>	66
3.2.2 <i>Elaboración de instrumentos para recoger la información</i>	67
3.2.3 <i>Aproximación Metodológica.....</i>	67
3.2.3.2 <i>Instrumentos.....</i>	68

3.2.3.3	<i>Procedimiento para la recolección de información</i>	68
3.2.3.4	<i>Sistematización de la información</i>	69
3.2.3.5	<i>Análisis de la información</i>	69
3.2.3.5.1	<i>Análisis de contenido</i>	70
3.2.4	<i>Fase 1. Diagnóstico inicial para conocer y describir las concepciones de los maestros Ondas sobre la ciencia</i>	72
3.2.5	<i>Fase 2. Comprensión del Pensamiento de los Maestros Ondas frente al Concepto Naturaleza de la Ciencia-NOS-</i>	74
4.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	76
4.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CATEGORÍA NATURALEZA DE LA CIENCIA-NOS-	76
	<i>Primera categoría. La ciencia y su construcción</i>	79
	<i>Segunda categoría. Características del conocimiento científico</i>	84
	<i>Tercera categoría. Cualidades del científico</i>	88
	<i>Cuarta categoría. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura</i>	91
4.2	ANÁLISIS INTERPRETATIVO Y COMPRENSIVO DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CATEGORÍA NATURALEZA DE LA CIENCIA	99
	<i>Primera Categoría: La Ciencia y su construcción</i>	100
	<i>Segunda Categoría: Características del Conocimiento Científico</i>	128
	<i>Tercera categoría. Cualidades del científico</i>	146
	<i>Cuarta categoría. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura</i>	158
5.	CONCLUSIONES	180
	<i>Evidencias de la NOS en el análisis cualitativo</i>	180
	<i>Evidencias de obstáculos epistemológicos</i>	183
	<i>Otras consideraciones</i>	184
6.	IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES	185
	BIBLIOGRAFÍA	187
	ANEXO 1	196
	ANEXO 2	199

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1. La ciencia y su construcción	79
Gráfica No. 2. La ciencia y su construcción. Énfasis cientificista	80
Gráfica No. 3. La ciencia y su construcción. Énfasis cultural	81
Gráfica No. 4. La ciencia y su construcción. Énfasis equilibrado	82
Gráfica No. 5. Características del conocimiento científico.....	84
Gráfica No. 6. Características del conocimiento científico. Énfasis equilibrado	85
Gráfica No. 7. Características del conocimiento científico. Énfasis cultural	86
Gráfica No. 8. Características del conocimiento científico. Énfasis cientificista.....	87
Gráfica No 9. Cualidades del científico	88
Gráfica No 10. Cualidades del científico. Énfasis cultural.....	89
Gráfica No 11. Cualidades del científico. Énfasis equilibrado.....	90
Gráfica No 12. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura. Énfasis cultural	91
Gráfica No 13. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura. Énfasis cultural	92
Gráfica No 14. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura. Énfasis equilibrado	94

INDICE DE REDES

Red semántica No. 1. La ciencia y su construcción	101
Red semántica No.2. La ciencia y su construcción: Énfasis cientifista	104
Red Semántica No 3. La ciencia y su construcción: Énfasis cultural	115
Red Semántica No 4. La ciencia y su construcción: Énfasis equilibrado	121
Red semántica No 5. Características del conocimiento científico	129
Red semántica No 6. Características del conocimiento científico. Énfasis equilibrado.....	131
Red semántica No 7. Características del conocimiento científico. Énfasis cultural.....	139
Red semántica No 8. Características del conocimiento científico: Énfasis cientifista	143
Red semántica No 9. Cualidades del científico	147
Red semántica No 10. Cualidades del científico. Énfasis cultural.....	149
Red semántica No 11. Cualidades del científico. Énfasis equilibrado	154
Red semántica No 12. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura.....	159
Red semántica No 13. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis cultural. Categoría: Impacto de la ciencia en la sociedad	¡Error! Marcador no definido.
Red semántica No 14. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis cultural. Categoría. Género y Ciencia	166
Red semántica No 15. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis equilibrado. Categoría. Ciencia en el aula	173

CAPÍTULO PRELIMINAR

Programa Ondas - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) Colombia

Durante las últimas décadas el mundo asiste a vertiginosos avances en la ciencia y la tecnología, desarrollos que han conducido a la necesidad de repensar la formación del recurso humano en todos sus niveles y a plantear estrategias pedagógicas que permitan acercamientos a la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva multidimensional que posibiliten y potencien procesos en ámbitos tanto cognitivos, como afectivos, éticos, motivacionales y comunicativos, que fortalezcan la calidad de la educación y conlleven a un mejor desarrollo de las naciones.

Colombia ha visto clara la importancia de vincularse a estas discusiones mundiales, prueba de ello son los aportes recogidos en documentos como el de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo de 1992, la Misión de ciencia, educación y tecnología, 1995, la constitución política de 1991 y las últimas legislaciones en educación y en ciencia y tecnología, donde se resalta la necesidad de vincular la educación en ciencia y tecnología desde edades tempranas, se hace énfasis sobre el conocimiento científico y tecnológico en la educación formal y se señala la importancia de la investigación en los procesos formativos para evitar una transmisión mecánica y estática de información y favorecer la formación de los niños, las niñas y los jóvenes en una cultura ciudadana en ciencia, tecnología e innovación, el propósito final es que la población colombiana se interese, comprenda, convalide y utilice los instrumentos y lenguajes de la ciencia y la tecnología (Colciencias, 2005).

Bajo este marco legal construido en el país, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, la Fundación para la Educación Superior- FES- y otras entidades y organizaciones públicas y privadas, a partir de la década de los 80s, han

diseñado programas pedagógicos y proyectos de investigación dirigidos a la población escolar de niveles básico y medio, cuyo propósito central ha sido fomentar el interés por la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la investigación, a través de la lúdica, la estética, el juego y el trabajo en equipo, aprovechando la curiosidad de niños y adolescentes e incentivando la costumbre de hacer y hacerse preguntas (Lineamientos Pedagógicos del Programa Ondas, 2006).

Antecedentes Históricos del Programa Ondas de Colciencias

Como antecedentes se pueden mencionar los programas planteados desde Colciencias, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y la Fundación para la Educación Superior (FES) desde finales de la década de los 80s y durante los años 90s, el programa *Cuclí-Cuclí*, que consistió fundamentalmente en la producción de revistas y afiches con temas alusivos a la ciencia y la tecnología y la formación de docentes a través de talleres regionales sobre temas científicos.

De otra parte, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) emprendió una labor orientada al estímulo de la actividad científica por parte de niños y jóvenes mediante la creación de Clubes de ciencia y el impulso anual de las ferias de la ciencia juveniles y de eventos departamentales y nacionales.

Desde comienzos de los 90 se concibió la experiencia de museos interactivos, cuya mayor realización ha sido la creación de Maloka, pero con un amplio desarrollo local y departamental a través de la Red de museos interactivos en las regiones, impulsada desde la Universidad Nacional a través del museo de la ciencia y el juego y su “Red Liliput” de pequeños centros interactivos.

Hacia el año 1992, la Fundación FES inició una línea de exploración de la investigación pedagógica con la participación activa de maestros, niños y jóvenes en labores investigativas usando métodos de participación/acción y modelos etnográficos adaptados a las temáticas propuestas por ellos mismos a sus primeras aproximaciones a los problemas. De estos trabajos los más importantes fueron

ATLÁNTIDA (estudio sobre el adolescente escolar) y NAUTILUS (estudio sobre el espíritu científico en la escuela primaria).

En el año 1999 surge el proyecto *Pléyade* desarrollado por la FES como estrategia de “Acompañamiento a las escuelas para el mejoramiento de la calidad y la gestión escolar”; el objetivo del programa era crear y fortalecer una amplia red de organizaciones de la sociedad civil interesadas en apoyar el proceso de transformación de la escuela básica en Colombia, mediante dos grandes estrategias: La conversación y la investigación y tres grandes temas pedagógicos: La calidad de vida en la escuela, el conocimiento y la gestión.

El último paso experimental antes de la concepción y organización del Programa ONDAS, fue la firma del convenio en 1998 *Cuclí-Pléyade* entre Colciencias y la FES, cuya ejecución tuvo lugar entre los años 1999 y 2000, cerrando un ciclo de búsquedas que permitió crear un sistema de estímulo a la investigación en la escuela básica, mediante mecanismos similares a los utilizados por Colciencias en sus actividades de apoyo a la investigación y con la gestión descentralizada que facilitó la apropiación regional del programa.

A partir del año 2001 Colciencias da otro paso en su firme propósito de fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en los niños, niñas y jóvenes colombianos, consolidando el “*Programa Ondas*” como una estrategia fundamental para contribuir con el desarrollo social, tecnológico y científico del país.

La metodología del programa consiste en la realización de investigaciones sugeridas y desarrolladas por los niños y sus maestros, con el acompañamiento de instituciones y personas vinculadas con el desarrollo científico y tecnológico en diferentes regiones del país. En esta etapa, el énfasis está puesto en la aproximación inicial de los niños y jóvenes, de manera colectiva, a actividades que les permitan familiarizarse y entusiasmarse con las habilidades y los métodos propios de la actividad científica (Lineamientos pedagógicos del Programa Ondas. 2006).

La pregunta y la investigación: un eje conductor en el Programa Ondas

Los programas y proyectos que precedieron la aparición del Programa Ondas en Colombia tuvieron como propósito en general, incentivar y estimular el interés, la curiosidad, la imaginación y el acercamiento de los niños y los jóvenes a los temas de la ciencia y la tecnología mediante el juego, la observación, la vivencia de experiencias directas, la experimentación, la creación y el goce estético, dentro de una concepción de ciencia en una perspectiva cultural que incluye también la literatura y el arte. Experiencias todas que apuntan a generar transformación en la escuela colombiana para abrir espacios a otras formas de organización y construcción del conocimiento, que privilegien una mayor comprensión de las ciencias y la naturaleza, la resolución de problemas, la generación de la autonomía en los estudiantes y los lazos estrechos entre la ciencia y la cotidianidad. Sin excepción, todas mantuvieron un hilo conductor: La construcción de procesos para estimular la promoción de actividades investigativas y la actitud de búsqueda partiendo de las preguntas de los niños y jóvenes.

La apertura de estas nuevas líneas de trabajo en la escuela iniciaron un entrenamiento de los niños y jóvenes en actividades que se habían considerado desde siempre privilegio de los adultos y de las que ahora se les hacía partícipes, abriéndoles la posibilidad de involucrarse en las problemáticas de sus regiones y del país, generando reflexión y actitudes críticas para ayudar a la resolución de problemas y la transformación de su realidad más inmediata. La inmersión en sus propias culturas les sirve de estímulo para el aprendizaje en profundidad y los acontecimientos ambientales que encuentran en el desarrollo de sus ejercicios investigativos ayudan a modelar sus conductas y actitudes frente a la sociedad.

La pregunta se gesta en los estudiantes como producto de su curiosidad por los fenómenos de la naturaleza, sus sueños, inquietudes, conflictos familiares, sociales y éticos, expectativas, deseos; están ancladas generalmente en el sentido común y develan las representaciones que tienen del mundo, originadas en su propia ontología.

Estimular la pregunta y la indagación en el aula requiere que la escuela trabaje en espacios y tiempos diversos que la saquen de las rutinas y la articulen con el medio donde interactúe con otros actores y otras situaciones que logren acercamientos entre el propio mundo de los niños y jóvenes y el mundo de la ciencia, la tecnología y las artes, desarrollando estrategias que estimulen sus procesos cognitivos, actitudinales y emocionales, a través de la circulación del conocimiento en el aula y fuera de ella.

Si bien es cierto que estos dos procesos han estado presentes en cada programa y proyecto realizados a partir de la década de los 80 hasta la aparición del Programa Ondas en el año 2001, los antecedentes muestran que los esfuerzos se orientaron al inicio, a introducir el tema en las instituciones educativas a partir de diversas estrategias con el fin de familiarizar a los estudiantes con estas actividades, pero sin perspectivas claras de formación. En un segundo momento, y en coherencia con los desarrollos de la política de CTI, en las líneas de acción de la política de apropiación social de la Ciencia y la Tecnología, se enfatiza sobre la importancia de fomentar una cultura de la ciencia y la tecnología estimulando en los niños actividades científicas y tecnológicas que posibiliten la generación y la apropiación del conocimiento para la transformación de su contexto. El tercer y último giro, pone su énfasis en la necesidad de desarrollar procesos formativos dirigidos a construir, de forma mucho más sistemática el carácter educativo que toma la investigación en el Programa Ondas (Lineamientos pedagógicos del Programa Ondas. 2006).

La investigación y la pregunta en Ondas cobran nuevos significados y sentidos, como producto de las experiencias vividas en cada región del país donde este se desarrolla. La investigación se convierte en una estrategia pedagógica que permite la construcción de una cultura ciudadana de CTI, trasciende el currículo de las instituciones educativas e impacta de diferentes maneras a la escuela, la comunidad, el barrio, la vereda, el municipio.

Asimismo, la pregunta se convierte en el fundamento de la estrategia metodológica; la importancia de la pregunta radica en que es la primera explicación en la cultura, la que permite organizar la mirada para detenerse y construir explicaciones, casi siempre opera en contextos de intersubjetividad y requiere de un

carácter de interlocución, que sólo puede ser desarrollada en una acción pedagógica, de encuentro con ese adulto que dará las pautas para ser viajero o para callarlas.

La estrategia pedagógica en Ondas parte del reconocimiento del niño como sujeto de un saber que tiene características diferentes a las del adulto, se pretende horizontalizar la relación maestro-estudiante para revertir la relación de poder entre el adulto y el niño y generar procesos formativos en investigación que permitan incorporarla como estrategia pedagógica para facilitar el acompañamiento a los estudiantes (Lineamientos pedagógicos del programa Ondas. 2006).

Las preguntas iniciales formuladas por los niños y los jóvenes como punto de partida de su investigación, son trabajadas desde una perspectiva teórica de aprendizaje ubicada en procesos evolutivos. En este sentido, el interés se centra en averiguar la forma de pensar que tienen los estudiantes, sus ideas previas respecto a la pregunta formulada y a partir de ellas se inicia un recorrido de acercamiento a la realidad que quieren explorar, promoviendo la formulación de hipótesis, supuestos o teorías propias o culturales, la búsqueda de información, estrategias que lo lleven a la reelaboración de sus ideas y a la adquisición de habilidades, aptitudes, comportamientos y emociones relacionadas con procesos tanto cognitivos como culturales, que les permita la construcción de conocimientos más rigurosos, más cercanos a la ciencia y la tecnología, pero ante todo, que les brinde herramientas para desarrollar y vivir una cultura ciudadana que les haga mejores personas; para el caso del Programa Ondas, este proceso es asumido como *La Indagación*.

Las preguntas de investigación en los investigadores Ondas tienen su génesis en sus propios intereses, curiosidad, imaginación y necesidades de conocimiento; el trabajo es realizado en grupos donde cada integrante asume un rol dependiendo de sus habilidades y gustos, desarrollando actividades tanto físicas, como de orden intelectual y emocional.

Este primer momento es potenciado por el docente y un experto, quien asesora y realiza el acompañamiento permanente al grupo de investigación, estos actores intencionalmente problematizan la idea inicial con el fin de propiciar una evolución del pensamiento hasta alcanzar indagaciones cada vez más autónomas a través de la

adquisición y transformación de la información inicial, lo cual conduce a una mejor comprensión y apropiación del conocimiento, tanto social como cultural.

La Indagación en el Programa Ondas

Las pedagogías tradicionales cuyo fundamento es la transmisión oral, pueden dificultar los aprendizajes en profundidad; Ondas, contrario a procesos instrumentales, vincula a los estudiantes como actores centrales, este papel protagónico en sus procesos de formación les abre nuevas alternativas de acceso al conocimiento; su cercanía con la realidad inmediata les permite reconocer los problemas y necesidades de su entorno y, a partir de sus preguntas iniciales, generar alternativas de solución; para el trabajo en equipo se reconocen sus estilos de aprendizaje y son autónomos en la asignación de roles dependiendo de sus fortalezas; definen sus propias rutas de investigación, asumen posiciones críticas y propositivas, escenarios todos que facilitan su vinculación y exploración y que les permite ser partícipes de su formación integral, reforzando su autoestima, seguridad en sí mismos y los convierte en sujetos constructores de saber y conocimiento, articulando de manera indisoluble la relación mente-cuerpo, ambiente y cultura.

La propuesta pedagógica de Ondas parte de concebir la ciencia como un proceso dinámico, lúdico, inacabado y provisional, pero con el rigor y el orden que debe tener cualquier proceso formativo; los niños y jóvenes se acercan al conocimiento de científicos notables en el tema elegido, conocen sus resultados, pero ante todo, los problemas que han enfrentado y las búsquedas que les llevan finalmente a sus descubrimientos.

Partiendo de sus preguntas iniciales, que son por lo general, producto del sentido común, se inicia un recorrido a partir de múltiples y variados caminos que les exige el uso de herramientas metodológicas y conceptuales de acuerdo con el tema investigado, para la búsqueda de información que conduzca a responder no sólo el qué y el cómo, sino el por qué y para qué, lo que les lleva a trascender la descripción

y llegar a la explicación y la argumentación, procesos que requieren de funciones cognitivas más complejas.

El desarrollo del trabajo en Ondas se realiza en su mayor parte por fuera de las aulas, en espacios y tiempos diversos, que la sacan de las rutinas y la articulan con el medio; los estudiantes interactúan con otros actores a través de situaciones que logran acercamientos entre el propio mundo de los niños y jóvenes y el mundo de la ciencia, la tecnología y las artes. Durante el proceso los niños y jóvenes exploran y aprenden en comunidades académicas, estableciendo relaciones directas con adultos que hacen ciencia en todas las latitudes y con grupos de diferentes edades y niveles educativos.

Con ello, se rescata la importancia de la comunicación y del uso de los diferentes lenguajes como medio primario para el razonamiento. El trabajo se realiza mediante la combinación de herramientas lingüísticas, matemáticas, gráficas, artísticas y tecnológicas, para darle significado profundo al proceso de indagación y búsqueda. Los niños y jóvenes finalmente relatan su experiencia a través de sus propios lenguajes y códigos comunicativos (Mejía, 2007).

En Ondas, la comunicación se asume como una mediación que facilita los procesos de formación, trascendiendo la mera difusión hacia la apertura de espacios de expresión, deliberación y confrontación de los saberes y conocimientos obtenidos por los estudiantes, con diferentes actores y contextos, donde dan cuenta de la comprensión y explicación de sus procesos, a la vez que recibe retroalimentación tanto de sus pares inmediatos, como de expertos que se invitan a los foros y encuentros del programa.

Los procesos, más que los resultados de sus investigaciones, los expresan a partir de la escritura de relatos, que les demanda procesos reflexivos desde el inicio mismo de la pregunta, pasando por los recorridos -indagación-en busca de información para el acercamiento al objeto de estudio y las dificultades y fortalezas encontradas en sus trayectos.

Las habilidades científicas que se estimulan a través de la inmersión de los estudiantes en procesos investigativos en el Programa Ondas, se evidencian en las diversas formas en las que presentan los resultados de sus investigaciones, sin

embargo se ha privilegiado la narrativa como medio de aprendizaje y comunicación; esta es producto de la reflexión y la toma de conciencia frente a sus propios procesos de pensamiento y el descubrimiento de sus capacidades y sus tipos de inteligencia.

La narración del proceso investigativo ayuda a construir una línea reflexiva de la investigación desde el momento en que empieza la inquietud, el acercamiento al objeto, la construcción de la pregunta, del problema a investigar. La narración del proceso investigativo ayuda a los investigadores en la reconstrucción del modo como han gestado el método y las primeras aproximaciones conceptuales para describir, explicar, comprender, interpretar el acontecimiento total y complejo que les ocurre.

La oportunidad del cuento, del relato, de la historieta, de la autobiografía, del ensayo narrativo, sirve para recrear la investigación como proceso. Guarín (2006)

La circulación del conocimiento en el aula y fuera de ella, permite la interacción permanente entre el conocimiento y saber escolar, mediado por el conocimiento pedagógico del maestro hasta acercarlos al conocimiento científico; estrategias que propician que sus ejercicios investigativos se convierten en estímulos permanentes que les potencian el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, valorativas, emocionales y motivacionales.

La Sistematización en el programa Ondas

El maestro Ondas conduce el ejercicio investigativo partiendo de las preguntas sobre el conocimiento cotidiano de los niños y jóvenes, preguntas ingenuas, y les orienta las búsquedas que los llevan a la indagación y a través de esta, al hallazgo de respuestas y nuevas preguntas.

Para ello el maestro requiere mirar y reflexionar acerca de su práctica y hacer emerger de ella un saber pedagógico; extraer este conocimiento pedagógico les demanda sistematizar la información producto de la investigación de los niños y jóvenes, en el plano de los procesos, realidades, resultados, contrastando con preguntas epistemológicas, ontológicas y pedagógicas.

El Programa Ondas resalta la sistematización como un campo en el que se puede desarrollar la investigación. En este sentido:

La sistematización se concibe como un método de investigación desde el enfoque cualitativo, cuyo propósito es hacer emerger un saber desde la práctica. Se sistematiza para construir historia desde una actitud comprensiva. Se comprenden las realidades, los procesos, los resultados parciales, para contrastarlos con preguntas epistemológicas, ontológicas y pedagógicas. Es una investigación de segundo orden que surge del replanteamiento de la investigación tradicional, caracterizada por la exclusión del sujeto. Al introducir el sujeto en el proceso, diferencia entre: Ver – Mirar – Observar – Auto observar. Programa Ondas Caldas (2007)

¿Para Qué sistematizar en Ondas? Es una propuesta de auto observación; se propone integrar la experiencia del sujeto a la experiencia de la práctica pedagógica. Es un trabajo subjetivo personal y colectivo de producción de significado, de sentido del conocimiento y del saber sobre la práctica pedagógica. Es un acto de empoderamiento simbólico de la práctica pedagógica a través de la construcción de campos de saber con sentido (ver-observar-mirar), es una mirada cultural. Se sistematiza nuestra lectura de la realidad pedagógica. Programa Ondas Caldas (2006)

A partir de la sistematización se pretende llevar a cabo un ejercicio de reconceptualización de las prácticas pedagógicas del maestro, con ello se busca: La novedad en los procesos; relaciones de las partes con el todo y el todo con las partes; detectar contradicciones y conflictos u oposiciones; encontrar ideas fuerza; develar relaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias; relacionar los hallazgos con el contexto educativo, científico, tecnológico, social y cultural.

La recuperación de las experiencias y su organización mediante la sistematización, permitirá a los maestros genera conocimiento desde su práctica al crear puentes desde ella misma, pasando por los procesos investigativos de los niños y los jóvenes y revirtiendo de nuevo el proceso en forma de espiral, desentrañando formas innovadoras que les permitirán apropiar, redimensionar y resignificar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula.

En términos de Monereo (1994) “El profesor debe actuar metacognitivamente en calidad de aprendiz y de enseñante, siendo consciente de sus propias competencias y limitaciones, planificando, monitoreando y evaluando sus actuaciones docentes y...parafraseando a Séneca, tratando siempre de aprender mientras enseñan” (p.6).

Propuesta metodológica para el Programa Ondas. Mejía & Manjarrés (2010)

El punto de partida de Ondas es una movilización social de actores en las regiones, en torno a la importancia de la investigación como estrategia pedagógica, que compromete a sus comunidades para construir una cultura ciudadana de CT+I en los grupos infantiles y juveniles de su localidad. Por ello, parte de un aprendizaje situado que implica cinco actores:

- a. Los decisores de política en una construcción de lo público que implica la regionalización de CT+I.
- b. La opción de la institucionalidad educativa por la reconfiguración del saber escolar de la modernidad y su vinculación a ella.
- c. Unos maestros y maestras dispuestos a reconstruir su profesión convirtiéndose en productores de saber.
- d. Unas comunidades educativas que deben ser vinculadas como parte de la apropiación del Programa.
- e. Unos niños, niñas y jóvenes que viven la aventura investigativa, no para ser científicos, sino para construir un espíritu científico en ellos.

Para ello, el Programa ha desarrollado la metáfora de su nombre (la onda) y a partir de ella, diseñó una propuesta metodológica fundada en la negociación cultural y el diálogo de saberes (Awad y Mejía, 2008), así como de los diferentes aprendizajes que se van logrando: colaborativo, situado, problematizador y por indagación. Esas nueve etapas serían:

1. Estar en la onda de Ondas, que da pie a la conformación de los grupos y al aprendizaje colaborativo.
2. La perturbación de la onda, mediante la cual se trabajan las preguntas del sentido común de los niños, niñas y jóvenes para su discusión, dando inicio al aprendizaje situado.

3. La superposición de las ondas, en la cual el grupo plantea el problema de investigación, dando contenido al aprendizaje problematizador.
4. Diseñando la trayectoria de indagación, en la cual con los principios de libertad epistemológica y diversidad metodológica, se construye el aprendizaje por indagación.
5. Recorriendo las trayectorias de indagación, en el cual se realiza ésta en forma organizada, de acuerdo al camino seleccionado. Este momento es de negociación cultural, contrastación y organización de los saberes.
6. La reflexión de la onda, en la cual apelando a la metáfora del conocimiento hoy (arco iris), el grupo hace un ejercicio donde sintetiza y vive los diferentes aprendizajes para producir el saber sobre el problema planteado. De igual manera, realiza una reconstrucción del proceso metodológico vivido.
7. La propagación de la onda, bajo el principio de la comunicación como mediación, los resultados se convierten en actividad de apropiación, iniciando con su entorno familiar, el cual alfabetiza con sus resultados, pasando por su comunidad local, institucional, municipal, departamental, nacional e internacional.
8. El aprendizaje se hace comunidad de saber, el reconocimiento de las redes que se van constituyendo de maestras, niños, niñas y jóvenes, así como de asesores, van arrojando redes temáticas, territoriales y virtuales para dar forma a las comunidades de práctica, problematización y saber Ondas.
9. Las nuevas perturbaciones: el proceso investigativo ha dejado nuevas preguntas, las cuales son retomadas por los participantes para continuar el proceso, haciendo real aquello de que el conocimiento está en construcción y se desarrolla en espiral (pp.7-9).

El desarrollo de esta propuesta metodológica permite acercamientos al mundo de la ciencia y la tecnología y la comprensión racional de procesos naturales y sociales, fundamentada en la argumentación, el análisis, la discusión y la comunicación, partiendo de las problemáticas, necesidades, intereses y potencialidades de sus contextos más inmediatos, con lo cual se estimula y fortalece en los estudiantes y maestros Ondas un sentido de apropiación, responsabilidad y autonomía frente a sus propios procesos de formación desde una perspectiva integradora.

El papel del maestro en el Programa Ondas

La emisión de conocimientos por parte del maestro, no garantiza el aprendizaje en los estudiantes, hacerlos partícipes en la construcción del conocimiento puede disminuir la desmotivación y la dispersión y hacer más emocionante y atractivo el acto educativo, lo que conduce a la construcción de estructuras de pensamiento más flexibles que les permite relacionarse de diferentes formas con el mundo.

La pregunta como punto de partida en Ondas se convierte en aliado inseparable del docente y es asumida como herramienta que orienta y promueve una práctica educativa en donde el docente se acerca de diversas formas al estudiante.

La investigación en Ondas al partir de la necesidad de conocer los interrogantes de los niños y jóvenes frente a las necesidades sociales, requiere adecuar estrategias pedagógicas que den cuenta de la formación de un nuevo sujeto, más crítico, reflexivo e innovador. El diálogo se establece entre las indagaciones de los estudiantes, la formación del sujeto crítico y las necesidades históricas y sociales. Crea un nuevo tipo de conocimiento, adquirido a través de nuevas concepciones de ciencia y de diversos tipos de investigación.

En este contexto, se hace necesario redefinir el papel de los maestros, trascendiendo su rol de acompañante al de investigador, para superar la sola transmisión de conocimientos, hacia la construcción de ambientes educativos que estimulen y propicien situaciones de aprendizaje que potencien el desarrollo del pensamiento científico y crítico en los niños y jóvenes.

En esta línea de pensamiento, Cajiao y Parodi (1996) afirman:

“Es claro que un cambio en la auto percepción de la tarea del maestro produce importantes transformaciones en el trabajo pedagógico con los niños, dándoles un espacio mucho más libre para la expresión y desarrollo de sus inquietudes y, por tanto, creando condiciones propicias para que exploren el mundo con entusiasmo. Esto produce una resignificación de la escuela que pasa de ser un lugar en el cual se reproduce pobremente una información que los niños no incorporan productivamente a

su sistema personal e intelectual, y se convierte en un lugar de discusión y diálogo en el cual el maestro actúa desde su propio interrogar el mundo, con lo cual se establecen vínculos profundos basados en la valoración del conocimiento que pueden producir los niños” (pp.138, 139).

En este contexto surge la estrategia “Ondas maestros”, la cual se desarrolla en forma paralela a la estrategia dirigida a la formación de los niños y jóvenes, donde se pretende revertir la relación de poder entre el adulto y el niño, para que este sea mirado como sujeto activo en el aprendizaje, generando procesos formativos en investigación que permitan incorporar esta como estrategia pedagógica para facilitar el acompañamiento a los estudiantes.

La reflexión planteada por Vasco (2005) da cuenta de la importancia de la investigación al afirmar que, “Cuando un maestro logra superar la rutina y mirar su quehacer de manera renovada, es posible que surja una “mirada investigativa”, que se presente un duende travieso que lo llene de curiosidad, de preguntas, que le haga sentir la necesidad de entender cosas que antes consideraba triviales” (p.108).

Esta estrategia interactúa permanentemente con la estrategia de “Ondas niños” en el proceso de fortalecimiento de una cultura de la ciencia y la tecnología y en la creación de un nuevo tipo de pensamiento sobre los requerimientos sociales e históricos que se viven a nivel planetario y local.

De la experiencia en la ejecución del Programa Ondas en el país han surgido ejercicios reflexivos colectivos en torno a ¿qué tipo de maestro se requiere para contribuir a la construcción de una nueva escuela y qué saberes requiere para contribuir a la formación de un nuevo sujeto crítico?, cuestionamientos que han conducido a la discusión de la propuesta pedagógica a partir de la cual se desarrolla el programa; las evaluaciones de los procesos por parte de los diferentes actores han llevado a la identificación de obstáculos y dificultades para la apropiación de la investigación como estrategia pedagógica para potenciar el desarrollo del pensamiento científico y crítico de los estudiantes en la escuela básica.

Estos hallazgos han llevado a discusiones teóricas y metodológicas de los procesos de formación requeridos por los maestros Ondas. La creación de nuevos ambientes en el aula demanda un maestro crítico, reflexivo, con amplio bagaje en la historia y epistemología de la disciplina que enseña, pero además con conocimientos pedagógicos y didácticos que le permitan identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, las ideas previas, los modelos mentales, las concepciones acerca de la ciencia y la tecnología, que podrían constituirse en obstáculos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por parte de ambos actores educativos.

Estimular procesos reflexivos sobre la propia práctica pedagógica, puede conducir a la identificación de obstáculos (ontológicos, epistemológicos, culturales, lingüísticos, pedagógicos y didácticos), lo cual implica procesos conscientes e intencionados (metacognitivos) que permitirán replantear los ambientes de clase en función de descubrir los obstáculos que presentan los estudiantes para el aprendizaje y replantear estrategias que les ayuden a superarlos... El maestro es el que piensa el aula y en ese pensar el aula, le da lugar al estudiante y al pensamiento...tenemos la obligación de inventarnos el aula y al inventarla, decidimos qué tipo de lenguaje vamos a usar, qué tipo de actividades vamos a realizar, cómo van a fluir los lenguajes en el contexto del aula, cómo va a fluir la relación teoría práctica (Tamayo, 2006).

De otra parte Ondas maestros puede redimensionar su papel como intelectual de la educación, lo que le exige la construcción de conocimiento pedagógico a partir de la reflexión e investigación de su quehacer, fundamental para cualificar la educación en el país desde ellos mismos.

La apuesta es lograr hacer que el *maestro Ondas* se pregunte y busque respuestas a preguntas fundamentales: ¿Cómo aprendo? ¿Qué dificultades tengo para mi aprendizaje? ¿Cómo me doy cuenta de mi aprendizaje? ¿Cómo enseño? ¿Cómo me doy cuenta de que los estudiantes aprenden? ¿Las estrategias pedagógicas que empleo tienen en cuenta la heterogeneidad del grupo de estudiantes? Ello implica una concepción y un abordaje de la enseñanza en perspectivas dinámicas, con la aplicación de múltiples metodologías y pluralismo epistemológico, que llevan necesariamente a la formación de un nuevo maestro que desarrolle otras estrategias

pedagógicas en el aula para crear ambientes de aprendizaje que incentiven en los estudiantes el deseo de aprender, que potencien el desarrollo de habilidades cognitivas, comunicativas, motivacionales, ético-valorales, emocionales y lingüísticas, que lleven al fortalecimiento del pensamiento científico y crítico en los estudiantes y posibiliten una mirada a la ciencia y la tecnología alejada de las concepciones tradicionales.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

La educación científica es una preocupación para el mundo actual y se le reconoce como fundamental para lograr la equidad y el pleno desarrollo de las potencialidades de los individuos y las sociedades. Este propósito ha sido claramente expresado en encuentros como la “Conferencia mundial sobre la ciencia para el siglo XXI”, auspiciada por la UNESCO y el Consejo internacional para la ciencia, celebrado en Budapest en 1999, donde se declara “Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y su tecnología es un imperativo estratégico” (Macedo, Katzkowicz & Quintanilla, 2005, p.2).

El propósito central de la educación en ciencias es la cualificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que propicien un mejor conocimiento y comprensión de la ciencia, la tecnología y sus vínculos con la sociedad y la cultura, en este sentido, la educación en ciencias se convierte en un componente esencial para el logro de la alfabetización científica, considerada ésta última por Gil (2001) como uno de los problemas más preocupantes en la educación escolar, de una parte, por la necesidad de una educación científica incluyente que brinde mayores y mejores oportunidades a todos los ciudadanos y de otra, por los problemas y dificultades que presenta la educación científica actualmente.

Los enfoques o modelos tradicionales de la enseñanza de las ciencias enfatizan en una concepción de ciencia propia de la corriente del pensamiento positivista, que da una idea de ciencia ahistórica, estática, acabada y sin nexos con los actores que intervinieron en su realización, ni el contexto donde tuvieron lugar los hechos o fenómenos; estos modelos están centrados más en el qué de la ciencia que en el cómo y para qué funciona la empresa científica, aspectos esenciales que posibilitan una

adecuada comprensión de la ciencia, de sus procesos de construcción y sus vínculos con procesos económicos, políticos, axiológicos y socioculturales.

Usualmente los profesores enseñan la ciencia basados en libros de texto, donde aparecen los desarrollos científicos elaborados y descontextualizados, con diseños algorítmicos que no dejan ver ninguna característica propia de quienes hacen la ciencia e impiden observar los procesos dinámicos propios de la actividad científica, tal como se concibe en el mundo actual.

Al respecto, algunos autores como McComas, Clough y Almazroa(1998) afirman que la comprensión de cómo funciona la ciencia es considerada pobre entre los individuos y la explicación la encuentran en el hecho de que en todos los niveles de educación científica y en los textos, se hace énfasis en el contenido actual de la ciencia con exclusión de cómo se genera; los profesores de ciencias rara vez tienen la oportunidad de ver cómo funciona la ciencia en sus propios estudios, y no es sorprendente que fracasen en lograr enfatizar esos aspectos de la ciencias en sus estudiantes.

Estos modelos de enseñanza pueden llegar a producir imágenes deformadas de la ciencia; al respecto Gordon (1984, citado en Porlán, Rivero & Del Pozo,1998) afirma que las ideas que tienen los profesores acerca de la ciencia tienen que ver con una visión acabada y cierta y de los científicos como seres de condiciones especiales, con niveles de inteligencia superior, lo cual hace de la ciencia una tarea difícil y compleja, perspectivas que finalmente influyen sus prácticas de enseñanza, transmitiendo la idea de una visión acumulativa y objetiva del conocimiento científico, de las ciencias experimentales como prototípicas y el método científico como método único de obtención del conocimiento científico, imagen empirista-positivista que puede convertirse en obstáculo epistemológico que le dificulta al estudiante una perspectiva del conocimiento como construcción y sus relaciones con los contextos en los cuales se desarrolla y avanza la ciencia.

Fernández, Carrascosa, Cachapuz y Praia (2002) llevaron a cabo un análisis de artículos publicados en revistas científicas, trabajos y recopilaciones desde 1990 y algunos estudios anteriores, con el propósito de identificar la presencia de visiones

deformadas de la ciencia, las cuales pueden constituirse en obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de las mismas; los trabajos analizados están acompañados de sus respectivas referencias bibliográficas.

El estudio concluye que existen siete (7) deformaciones de la ciencia: visión empiro-inductiva, atórica; rígida (algorítmica, exacta, infalible), apblemática y ahistórica (dogmática y cerrada); exclusivamente analítica; acumulativa (de crecimiento lineal); individualista y elitista; y socialmente descontextualizada.

Estas “deformaciones” o “visiones” se suelen apoyar mutuamente conformando un esquema conceptual relativamente integrado. Estas concepciones aparecen asociadas a una imagen ingenua de la ciencia socialmente aceptada, visión común que conduce a los profesores a la implementación de rutinas que tienen apoyo en la tradición y los hechos y que, por consiguiente, no requieren ni demandan análisis, ni actitud crítica lo cual conduce a afianzar estas visiones intuitivas, las cuáles pueden influir en su actuación docente y reforzar las concepciones inadecuadas en los estudiantes.

Según Castorina (2004) una de las causas que contribuye a reforzar las reducciones y deformaciones de la imagen de ciencia podría ser el tratamiento superficial que dan al tema los profesores de ciencias y añade que investigaciones realizadas en Francia y en el mundo anglosajón coinciden en afirmar que la imagen de ciencia que manifiestan los alumnos, tiene origen en su propia ontología y en la práctica escolar, los estudiantes se apropian de una teoría del conocimiento influenciados por el saber científico y el modo de enseñar la ciencia que tienen sus profesores.

En la década de los años 60s, países como Francia, Bélgica, Inglaterra y Australia, iniciaron investigaciones encaminadas a conocer las nociones o explicaciones que traen los estudiantes al aula antes de la enseñanza de los conceptos científicos; estos estudios evidencian que después de enseñar conceptos científicos o dar a conocer respuestas científicas a fenómenos o hechos, las respuestas de los estudiantes continúa asociada con las ideas iniciales con las que llegaron al aula, es decir, sus razonamientos comunes perduran a pesar de la enseñanza desde el plano científico, lo

que llevó a concluir que estas nociones, concepciones o ideas previas tienen una causa (Eckroth, 1993, De Manuel, 1995 y Camino, 1995, citados en De Posada, 2000).

Los trabajos reportados con estudiantes trajeron como resultado el cuestionamiento a la eficacia de la enseñanza tradicional transmisionista y, sobre todo, su mayor aporte estuvo en cuestionar las “visiones simplistas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, como la idea docente espontánea de que, enseñar es una actividad simple para la que basta con conocer la materia y algo de experiencia” (Gil, 1994, pp. 6,7).

En la década de los años 80s, la línea conocida como “preconcepciones”, “concepciones alternativas”, o “concepciones espontáneas”, se convierte en prioritaria en la didáctica de las ciencias, prueba de ello son los 2500 trabajos publicados durante esta época (Duit, 1993, citado en Gil, 1994).

De éstas investigaciones se han derivado aportes importantes, entre ellos: Un acercamiento a los planteamientos constructivistas para la enseñanza, han resaltado la importancia de la historia y de la filosofía de las ciencias para su enseñanza y aprendizaje y además han influenciado la aparición de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Después de varios años dedicados al estudio de las ideas previas o concepciones alternativas en los estudiantes, finalizando la década de los años 80s y en la década de los años 90s, el interés se desplazó hacia las concepciones y obstáculos epistemológicos de los profesores (Porlán, Rivero & Del Pozo, 1997).

Los hallazgos producto de los estudios anteriormente mencionados ponen de manifiesto que, si bien es cierto que los alumnos tienen preconcepciones que interfieren en la adquisición de los conocimientos científicos, también los profesores tienen ideas o concepciones espontáneas que responden al conocimiento de sentido común o cotidiano y que pueden orientar su conducta profesional en el aula (Hewson y Hewson, 1987, citados en Fernández y cols., 2002).

La identificación y el reconocimiento de las ideas o preconcepciones acerca de la ciencia y su construcción, se convierte en un aspecto relevante en los procesos de

enseñanza y aprendizaje escolar, en tanto pueden convertirse en punto de partida para descubrir los obstáculos que les subyacen y que pueden dificultar la comprensión y asimilación de conceptos científicos en el aula.

En las últimas décadas, investigadores de comunidades académicas en el campo de la didáctica de las ciencias, han llevado a cabo numerosos estudios y desarrollos conceptuales en torno a las visiones o concepciones sobre la ciencia que tienen tanto los docentes como los estudiantes, entre ellos: Abd-El-Khalick, 2005, Abd-El-Khalick y Lederman, 2000, Adúriz-Bravo et al, 2001, McComas, 1998, Mellado 1999, Porlán y Rivero, 1998. Entre los desarrollos teóricos más destacados y ligado con los planteamientos de la alfabetización científica, se destaca el concepto de Naturaleza de la Ciencia (en inglés NOS: Nature of Science)¹ término que describe la actividad científica para la educación en ciencias (McComas y cols., 1998).

Para Vázquez, Manassero y Acevedo (2007), Naturaleza de la Ciencia-NOS- es una línea de trabajo y de investigación importante para la educación científica, considerada como uno de los principales elementos innovadores de la alfabetización científica y tecnológica para todos y, por ende, debería hacer parte esencial de los currículos en ciencias, aspecto que ha desatado polémicas y posiciones diversas y ha sido objeto de numerosos estudios.

En la década del 60 el concepto –NOS- fue declarado en forma explícita por la Sociedad Nacional para el estudio de la educación científica, como objetivo fundamental para la educación en ciencias, allí se afirma que: “Hay dos objetivos principales para la NOS, el uno es el conocimiento, el otro la empresa. Para los cursos de ciencias, los alumnos deben adquirir un manejo útil de los conceptos de la ciencia y sus principios, la ciencia es más que una colección de hechos surtidos y aislados; un estudiante debe aprender algo acerca del carácter del conocimiento científico, cómo se desarrolla y cómo se usa”(Hurd, 1960, citado en McComas y cols.,1998, p.7).

En ésta misma década de los 60, aparecen proyectos de currículos en ciencias, donde se hacen esfuerzos para que algunos autores acojan una perspectiva de

¹Las siglas NOS se emplearán en esta investigación, para referirse al concepto de naturaleza de la ciencia

instrucción de la ciencia que no se centre en el qué saben los científicos, sino en otros interrogantes: cómo o por qué saben los científicos, intentos importantes para ilustrar tanto el proceso como los productos resultantes de la investigación científica en los currículos formales.

En la misma dirección y por la relevancia de los obstáculos epistemológicos y su incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, se requiere incluir en los procesos de formación de los docentes la reflexión y el análisis histórico de la disciplina, la pregunta por los problemas que tuvo que enfrentar la ciencia en su evolución, cuáles eran los contextos socio-culturales del momento, cuáles son los paradigmas por los que ha pasado, qué obstáculos epistemológicos se han presentado y cómo los superaron, lo cual ayudaría a modificar o diferenciar el “conocimiento común” y darle tratamiento científico a los problemas que se trabajan en el aula.

Estas necesidades formativas para la educación científica podrían suplirse a partir de la incorporación del concepto de *Naturaleza de la Ciencia - NOS*, campo del conocimiento al que contribuyen varias ciencias incluyendo la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, además se combina con algunos estudios realizados por las ciencias cognitivas como la psicología, tratando de llegar a una descripción o a una respuesta de qué es la ciencia, cómo funciona, cómo operan los científicos como grupo social, cómo la sociedad influencia y reacciona frente a los esfuerzos científicos y viceversa (McComas y cols., 1998).

Recogiendo la problemática planteada, esta investigación pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los obstáculos epistemológicos, en perspectiva de Naturaleza de la Ciencia, en el discurso oral y escrito de maestros que participan en el Programa Ondas de Colciencias en Caldas?

1.3 Justificación

El mundo contemporáneo con sus rápidos avances y desarrollos científico-tecnológicos demanda cambios en los modelos o enfoques pedagógicos y didácticos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, necesarios para dar cumplimiento a los propósitos de la educación científica en la escuela.

De hecho, el concepto de ciencia se ha modificado sustancialmente durante los últimos tiempos, pasando de las concepciones positivistas hasta las constructivistas, originando nuevos modelos de ciencia, que han transformado la idea de “considerar la ciencia como un conjunto validado y organizado de conocimientos que explican cómo es el mundo en que vivimos, a considerar que la ciencia es un tipo de actividad humana y, por ello, compleja y difícil de describir” (Izquierdo, 2000, p.39).

Numerosos estudios revisados revelan cómo los modelos pedagógicos transmisionistas han enfocado la enseñanza de las ciencias hacia verdades empíricas, literales y sin discusión, dando una imagen de ciencia que corresponde a la de un conocimiento definitivo, acabado y dogmático, estos modelos transmisionistas parecen hoy poco eficientes para la comprensión de la ciencia y su construcción; las nuevas visiones de ciencia requieren la transformación de las formas de enseñarla. Acercar y familiarizar a los ciudadanos con la ciencia, la tecnología y las relaciones que surgen entre ellas y la sociedad, puede mejorar la actitud, el interés y el gusto por el aprendizaje de niños, jóvenes y adultos.

Las investigaciones sobre este tema encuentran evidencias cada vez más contundentes y preocupantes en los estudiantes respecto a la permanencia del sentido común como respuesta a problemas de orden científico, y las no menos preocupantes

de los docentes en cuanto a las visiones deformadas que tienen de la ciencia y su enseñanza.

Por esta razón, los investigadores en el tema se han centrado en la indagación sobre los diferentes tipos de conocimientos, el qué y cómo enseñar los conocimientos científicos en la escuela y qué tratamiento debe darse a las ideas previas que traen los estudiantes al aula.

Duschl (1987, citado en McComas y cols., 1998) afirma que los mismos profesores necesitan tener una comprensión adecuada de la ciencia. Al respecto, Hudson (1988) argumenta que los factores más importantes que determinan las actitudes hacia la ciencia, son el estilo de enseñanza y la propia imagen que el profesor tiene de ella.

Es evidente que el concepto Naturaleza de la Ciencia – NOS es un concepto potente que permite la comprensión de las nuevas concepciones y visiones sobre la ciencia y cumple un papel fundamental en su enseñanza, razón por la cual se ha constituido en un tema prioritario para los didactas de la ciencia y es cada vez mayor el consenso acerca de su inclusión en los currículos.

De acuerdo con Acevedo, Vasquez, Oliva, Acevedo, Paixao, y Manassero (2005) el propósito de la inclusión de Naturaleza de la Ciencia en los currículos debe ser ayudarle a los estudiantes en la comprensión acerca de qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo se construye el conocimiento científico, cómo trabajan las comunidades científicas, sus valores y las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y la cultura.

Entre los argumentos que apoyan y justifican la inclusión de la comprensión de la naturaleza de la ciencia para la educación científica, se señalan los siguientes: un punto de vista utilitario, puesto que los avances científicos y tecnológicos contemporáneos demandan de los sujetos su comprensión y funcionamiento, lo que les permite desarrollar un argumento democrático que favorece la instrucción en ciencias; la NOS favorece la participación en la toma de decisiones de procesos importantes en la sociedad; de otra parte comprender la NOS hace posible que los estudiantes desempeñen un papel dinámico en los procesos de enseñanza y

aprendizaje de las ciencias, ayudando a la perspectiva del conocimiento como construcción, a entender el papel de la ciencia en la sociedad y desarrollar un pensamiento crítico; además, una adecuada comprensión de la NOS sensibiliza y humaniza a los estudiantes, factores que aumentan su interés en el aprendizaje de la ciencia (McComas y cols., 1998).

Del mismo modo, los autores defienden la inclusión de cursos de NOS para el entrenamiento de los profesores de ciencias, los ejemplos que suministran demuestran que una firme fundamentación sobre la NOS con seguridad aumenta la capacidad del profesor para implementar cambios conceptuales y cambios de modelos de instrucción, además de permitirle una mejor comprensión de la psicología del aprendizaje de los estudiantes, lo que hace que la NOS sea útil como agente desequilibrador en los cambios de puntos de vista del profesor de ciencias sobre la enseñanza y el aprendizaje.

La investigación para explorar la relación entre el aprendizaje de la ciencia y la Naturaleza de la Ciencia-NOS- actualmente ha cobrado fuerza entre la comunidad académica de los didactas de la ciencia; diversos estudios y en diferentes países del mundo así lo confirman, entre ellos un estudio realizado recientemente en Taiwán por Huan-Shyang Lin and Houn-Li Chiu, & Ching-yang Chou (2004) que examina y compara las habilidades en los estudiantes para resolver problemas en ciencias, considerada esta como la meta más importante de la educación en ciencias, y el entendimiento de la naturaleza de las ciencias, considerado como uno de los requerimientos básicos en la literatura científica, puso de manifiesto que los estudiantes altamente exitosos con altos puntajes sobre la NOS y con una orientación pos-positivista acerca de la ciencia tendían más a mirar el problema cualitativamente y volvían a su entendimiento conceptual para resolverlo, es decir, eran capaces de aplicar razonablemente habilidades en la organización de conceptos relativos, contenidos en la estructura de su conocimiento, contrario a los estudiantes que tenían una alineación empirista, quienes tendían a memorizar la información y no integraban el conocimiento, es decir, desarrollaban ciegamente cálculos matemáticos, ignorando la relación entre los conceptos y el problema.

Por tales razones, la orientación y el logro de la alfabetización científica demanda el conocimiento y trabajo con las concepciones o visiones deformadas de la ciencia hasta lograr superarlas. Fernández y cols. (2002) afirman: “La imagen de ciencia que poseen los docentes se diferenciaría poco de la que puede expresar cualquier ciudadano y resulta muy alejada de las concepciones actuales acerca de la naturaleza de la ciencia. De ahí la importancia de un trabajo de clarificación que permita a los docentes distanciarse críticamente de estas visiones deformadas” (p.484).

Desde esta perspectiva, cobra importancia para la educación en ciencias, el reconocimiento y la identificación de las nociones, concepciones o ideas previas que se tienen acerca de la ciencia, en tanto su reconocimiento puede conducir a conocer la génesis de las mismas, es decir, los obstáculos epistemológicos que les subyacen, de ésta forma se pueden diseñar nuevas formas de enseñarla para un aprendizaje en profundidad que incida en el mejoramiento de la calidad de la formación científica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Identificar y comprender los obstáculos epistemológicos en perspectiva de Naturaleza de la Ciencia-NOS- en el discurso oral y escrito de maestros que participan en el Programa Ondas de Colciencias en Caldas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Reconocer las concepciones de los maestros Ondas acerca de la ciencia, su construcción y las relaciones con la sociedad y cultura.
- Identificar los obstáculos epistemológicos que le subyacen a estas concepciones, en perspectiva de NOS.

El planteamiento del problema de investigación, la pregunta, el objetivo general y los objetivos específicos, son los elementos que le dan entrada al apartado siguiente, en el cual se desarrolla el referente teórico que fundamenta la presente investigación.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen, de una parte, la revisión de antecedentes que se hizo para la presente investigación, procedente en documentos, artículos de revistas especializadas en la temática, libros, y sobre todo, una sólida búsqueda de investigaciones relacionadas con el campo temático, tal como se muestra en la bibliografía.

Estos antecedentes aportaron elementos conceptuales y metodológicos que sirvieron para sustentar los hallazgos que orientaron y justificaron el trabajo investigativo en el campo de la didáctica de las ciencias y de los obstáculos epistemológicos, de otra parte, los referentes teóricos revisados permitieron conocer diferentes perspectivas que han sustentado el conocimiento científico y su influencia en los modelos de enseñanza en el aula.

La estructura del marco teórico está conformada por las dos categorías centrales del estudio. La categoría sobre obstáculos epistemológicos, que aborda fundamentalmente la noción de conocimiento y sus orígenes en el contexto de la historia del pensamiento científico; la noción, tipos de obstáculos epistemológicos y sus características, centrados en la obra de Gastón Bachelard; un análisis sobre las diversas denominaciones que a través de la historia han tenido las concepciones y su relación con los obstáculos epistemológicos y, finalmente la importancia de estos en la educación científica.

La categoría que corresponde al concepto de naturaleza de la ciencia-NOS, desarrolla el concepto y la perspectiva de naturaleza de la ciencia-NOS y las diferentes líneas de investigación que han realizado trabajos sobre este tema; de educación científica y su importancia en la escuela; se aborda además la discusión acerca de la inclusión explícita de la NOS en los currículos de la escuela.

2.1 Obstáculos Epistemológicos

2.1.1 Antecedentes

El concepto de obstáculo epistemológico ha sido objeto de análisis y reflexión para la filosofía de la ciencia, la pedagogía y la didáctica, debido a la importancia que tiene para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias; las investigaciones tanto en estudiantes como en maestros, acerca de las concepciones sobre la ciencia y sus diferentes procesos, señalan comprensiones inadecuadas que, finalmente, tienen a la base obstáculos epistemológicos que hacen difícil la comprensión y apropiación de los conceptos científicos.

Los estudios acerca de los obstáculos epistemológicos tienen aportes de autores diversos y en distintos campos del conocimiento, sin embargo la gran mayoría de investigadores recoge de la obra de Gastón Bachelard (1993): “La formación del espíritu científico”, los fundamentos para la interpretación de sus hallazgos; para la presente investigación se revisaron importantes libros, documentos, artículos científicos y trabajos investigativos sobre esta categoría, a través de los cuales fue posible identificar conceptos y teorías ligadas al tema de la enseñanza de las ciencias.

Los diversos estudios que se presentan a continuación muestran evidencias similares en cuanto a la presencia de obstáculos epistemológicos que aparecen en forma persistente y, que pueden afectar una apropiación significativa de los contenidos científicos e interferir en los procesos de comprensión del conocimiento científico y el papel que cumple en la vida de los individuos y la sociedad.

Araya (1997) realizó un estudio en la enseñanza de la geografía, para identificar y analizar los obstáculos epistemológicos y pedagógicos que impiden a los alumnos universitarios establecer relaciones entre lo político y su expresión en el espacio geográfico, encontró que ante los obstáculos epistemológicos planteados en el estudio, tales como: La experiencia básica, la superficialidad en el uso de conocimientos específicos, el sobrenaturalismo y el determinismo geográfico, el obstáculo epistemológico más relevante por su incidencia en el análisis espacial fue la

“Superficialidad en el uso de conocimientos específicos”, situación que pone de relieve la problemática de la enseñanza tradicional de la geografía, centrada en grandes temas y no en conceptos específicos, lo cual conduce al uso del sentido común en la localización geográfica.

En Costa Rica, Mora (1999) realiza una investigación acerca de los obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar donde evidencia los siguientes obstáculos: La experiencia básica o conocimientos previos, el conocimiento general, el conocimiento pragmático y utilitario, el obstáculo animista, y el obstáculo verbal. El estudio señala la presencia de estos obstáculos, aportando evidencias claramente manifiestas en los sujetos de la investigación, desde la perspectiva de Bachelard.

García (1998) en su trabajo: “De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza- aprendizaje de la geología”, parte de los planteamientos epistemológicos de Bachelard y anota con claridad que “ha existido, y existe- un obstáculo epistemológico básico que ha influido en todas las ciencias, pero de una forma especial en el desarrollo de la geología: El énfasis durante el siglo XVII del positivismo inductivista en los métodos de observación directa y la importancia de los datos cuantitativos y su matematización, frente a los procedimientos hipotético-deductivo.

La circunstancia y las condiciones propias de las ciencias de la tierra, sobre todo la imposibilidad de reproducir algunas de sus características físicas para su estudio, se convierten en verdaderos obstáculos epistemológicos para su comprensión.

Gerbaudo (2003) en su revisión acerca de los “Obstáculos epistemológicos en la enseñanza de la lectura y la escritura en el nivel superior”, a la luz de la concepción de obstáculo epistemológico referido por Camilloni (1997, citado en Gerbaudo, 2003, p.1) encuentra algunas representaciones circulantes entre los docentes universitarios y cómo las representaciones que tienen tanto los docentes, como los alumnos sobre la lectura y la escritura, se retroalimentan y están frecuentemente asociadas con el sentido común y llegan a convertirse en obstáculos para el trabajo de enseñanza de la lectura y la escritura de textos académicos.

La autora Cid (2000) en una ponencia en la Universidad de Zaragoza (España) trabaja “Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza de los números negativos y su influencia en la enseñanza actual”, y allí señala “que la noción de obstáculo epistemológico que aparece por primera vez en el ámbito de la epistemología de las ciencias experimentales (Bachelard, 1938), fue retomada por Brousseau (1976) quien expone sus primeras ideas sobre las nociones de concepción y obstáculo en diferentes artículos (1980, 1981, 1983, 1988, 1989a, 1989b, citados en Cid, 2000) entre ellas figura una clasificación de los obstáculos atendiendo a que su origen se sitúe en uno u otro de los polos del sistema didáctico -alumno, profesor y saber- o en la sociedad en general, lo que le permite distinguir entre obstáculo ontogenético, didáctico, epistemológico o cultural” (Cid, 2000, p.3).

Afirma además la autora, que puede llamarse obstáculo epistemológico en la medida en que es posible rastrearlo en la historia de las matemáticas y la comunidad de matemáticos de una determinada época y además se ha tomado conciencia del obstáculo y la necesidad de superarlo.

En el área de las matemáticas, autores como Malisani (1999) en el estudio titulado “Una visión histórica de los obstáculos epistemológicos en el desarrollo del pensamiento algebraico”, alude a investigaciones realizadas en los últimos quince años sobre los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje del álgebra; muchos trabajos tratan temas relativos a la detección y clasificación de errores y en general, a las dificultades y obstáculos que encuentran los alumnos que comienzan a estudiar el álgebra. Kieran y cols., (citados en Malisani, 1999) realizan un resumen bastante completo sobre las principales investigaciones relativas a los errores que presentan los alumnos cuando resuelven ecuaciones y problemas algebraicos y a los cambios conceptuales necesarios en la fase de transición entre el pensamiento aritmético y el pensamiento algebraico.

Por su parte, Astolfi (1998) en uno de sus documentos ilustra el funcionamiento mental de los obstáculos partiendo de investigaciones realizadas sobre el análisis de las transformaciones de la materia, tanto físico-químicas como biológicas, estudios donde se han encontrado concepciones alternativas o modos de pensamiento

semejantes, aún cuando los estudiantes se enfrentan a campos científicos diferentes. Para este autor, las concepciones o nociones resultantes pueden ser puntos de emergencia de un mismo obstáculo, lo que hace necesario la identificación y el reconocimiento de los obstáculos que les subyacen. Astolfi asume un marco teórico desde la óptica bachelardiana sobre los obstáculos, entendidos como “Los retornos regulares del pensamiento común” (Astolfi, 1998, p.8).

Los hallazgos de obstáculos resistentes se constituyen en un escollo tradicional para la enseñanza de la biología, y anota el autor que “El «motor» de una secuencia pilotada por un obstáculo es, pues, el provocar la toma de conciencia por los alumnos de un funcionamiento mental persistente, haciendo que vuelvan a un «pasado de errores», provocando un tipo de conflicto cognitivo en un clima de cooperación, a fin de sensibilizarlos a la dificultad encubierta” (Astolfi, 1998, p.382).

La revisión anterior y los resultados de numerosas investigaciones realizadas a lo largo de muchos años, en variados campos del conocimiento y en todos los niveles de formación, revelan la existencia de elementos comunes que permiten confirmar muchos de los problemas que enfrenta la educación en ciencias; por una parte, la persistencia del sentido común y las ideas previas frente a la apropiación y comprensión de los conceptos científicos enseñados en el aula, y por otra, la permanencia de los conocimientos producto de explicaciones básicas, cotidianas; el desconocimiento del lenguaje propio de las ciencias y su asimilación con el lenguaje cotidiano, la presencia de la carga cultural y emocional en las respuestas, las explicaciones de fenómenos físicos a partir de lo conocido, de ideas científicas familiares, fundamentadas en lo cotidiano utilizando analogías y metáforas y desconociendo las verdaderas explicaciones científicas; la revisión señala además las dificultades que presentan los estudiantes en general para diferenciar entre el conocimiento común y el científico, entre las concepciones alternativas o ideas previas con las que llegan al aula y los conocimientos específicos de las ciencias o disciplinas que deben aprehender.

La exposición de estos hallazgos en los anteriores estudios aporta también evidencias de la resistencia, considerada una de las características más relevantes de

los obstáculos epistemológicos y de mayor influencia en la enseñanza de las ciencias en la escuela, con ello se demuestra que tanto las concepciones como los obstáculos epistemológicos son muy estables y difíciles de cambiar (Porlán & cols., 1993, citados en Solís, Porlán & Rivero, 2005).

Los antecedentes revisados en la categoría de obstáculos epistemológicos, confirman que las concepciones alternativas, ideas o visiones que se tienen acerca de la ciencia son formas implícitas de conocimiento sobre el mundo y los hechos construidas a lo largo de la vida y, por lo tanto, asociadas con el sentido común, razón por la cual no se modifican fácilmente y, por ello, pueden llegar a convertirse en obstáculos epistemológicos cuando se está enfrentado a escenarios escolares y científicos que requieren otras lógicas de pensamiento más formales y abstractas que prácticas.

2.1.2 La noción de conocimiento

La reflexión acerca del conocimiento y sus orígenes siempre ha estado presente en el campo de la historia del pensamiento científico, igualmente ha hecho parte de la reflexión pedagógica para quien es importante la enseñanza y apropiación de los conocimientos científicos (Astolfi, 1997).

Los procesos de construcción del conocimiento científico han tenido diferentes interpretaciones, dependiendo de la perspectiva filosófica donde esté apoyado; así, para los empiristas a finales del siglo XIX, el conocimiento proviene de las sensaciones, es decir, es externo al sujeto y la ciencia es considerada como un conocimiento homogéneo, estable y tanto conocimiento científico como el sentido común hablan el mismo lenguaje; la perspectiva positivista reafirmó esta concepción, donde lo concreto y la medición cuantitativa eran fundamentales, con lo cual se ratificó la continuidad entre el conocimiento científico y el común y la importancia de la observación para el conocimiento, “Ver para comprender era el principio ideal de

esta extraña pedagogía” escribe Bachelard, 1971(citado en De Camilloni, 1997,p.11).

Durante el siglo XX y lo que va corrido del presente, los desarrollos de la ciencia han producido importantes avances científicos y tecnológicos, los cuales han abonado el terreno a grandes discusiones entre los científicos, filósofos y epistemólogos, dando lugar a escuelas y corrientes de pensamiento diversas, que pusieron en crisis los postulados científicos de la “concepción heredada”. De hecho, en 1934, Karl Popper en Viena y Gastón Bachelard en Francia, publicaron obras que contenían refutaciones muy concluyentes sobre el positivismo (Chalmers. 1997, p.7).

Gastón Bachelard (1884-1962) inaugura una perspectiva diferente y opuesta al positivismo. Para este autor, el conocimiento es producto de la actividad del sujeto, no es una simple reproducción del mundo de los objetos o de los fenómenos, el conocimiento resulta como respuesta a una pregunta porque nada se da espontáneamente, es el mismo sujeto quien construye su conocimiento. Según Bachelard, existen dos tipos de conocimiento:

El denominado comúnmente “conocimiento cotidiano” o “experiencia común”, o “empírico”, es de carácter general o universal, es construido por los sujetos a lo largo de su vida como producto de sus experiencias, sus observaciones, sus relaciones familiares y sociales; son formas de conocimiento utilizadas para explicar los diferentes fenómenos naturales o sociales. Cuando se refiere a la construcción de la ciencia, asimila el conocimiento cotidiano al “conocimiento pre-científico”.

El conocimiento científico de inspiración moderna, por el contrario, está encaminado a precisar, limitar, purificar las sustancias y los fenómenos, su característica es la objetividad, y considera la abstracción como el punto formal al cual debe llegarse, como vía para lograr la espiritualización del pensamiento empírico, denominada por el autor, “La formación del espíritu científico”.

Para Bachelard, la construcción del conocimiento científico implica una ruptura con el conocimiento común, afirma el autor que “El espíritu científico debe formarse en contra de la naturaleza, en contra de lo que es, dentro y fuera de nosotros, impulso y enseñanza de la naturaleza, en contra del entusiasmo natural, en contra del hecho coloreado y vario. El espíritu científico debe formarse, reformándose” (Bachelard,

1993, p.27).

En términos del mismo autor, la objetividad del conocimiento científico está dada por la ruptura entre estos dos tipos de conocimiento y para fundamentar esta objetividad se recurre al control social a través del cual es posible asegurar el abandono de la intuición y de las visiones primarias.

Sin embargo, la posición de ruptura entre los dos tipos de conocimiento tiene posiciones diferentes por parte de los didactas de la ciencia. Autores como Pozo, (1999) por ejemplo, proponen tres hipótesis frente a los propósitos que debe tener la educación científica en el tratamiento de estos dos tipos de conocimiento: La *compatibilidad o continuidad*, alternativa que equivaldría a suponer que la ciencia es una continuación natural de la forma en que exploramos y resolvemos cotidianamente nuestros problemas, se asume que no hay diferencias fundamentales entre la mente del alumno y la del científico (metáfora del niño como pequeño científico) en coherencia con esta mirada afirma Pozo, 1999 "Los programas de la ciencia, su métodos y modelos, corren perfectamente en la mente del alumno, sólo hay que cargarlos (Pozo, 1999b). Aprender ciencia es, de nuevo, una tarea meramente acumulativa, que requiere como máximo unos ciertos ajustes" (Pozo, 1999, p.517). La hipótesis de *incompatibilidad*, reconoce diferentes categorías a las cuales pertenecen los dos tipos de conocimientos. La estructura de los conocimientos previos que son los que organizan sus teorías implícitas, son incompatibles con la estructura de los nuevos conceptos o modelos científicos que deben aprender. Se trataría de enseñar la ciencia con independencia de las ideas que traen los estudiantes, para Pozo (1994, citado en Pozo 1995) esta puede ser una opción ineficaz porque los estudiantes no separan estas dos formas de conocimiento, no ven sus diferencias conceptuales. Chi (1992, citada en Tamayo, 2003) plantea que, para categorías ontológicas diferentes de estos dos tipos de conocimientos, se requiere tratamiento diferente, de esta manera, se desarrollarían de manera independiente unas estructuras de conceptos científicos y otras para los conceptos cotidianos. Hipótesis de *independencia*, se constituye en el otro extremo, y supone que las ideas previas de los estudiantes no sean sustituidas por conceptos científicos, debido a que

son dos formas de conocimiento de naturaleza distinta, que son independientes y sirven para contextos diferentes (Oliva 1999^a, citado en Pozo, 1999). Esta alternativa genera un gran cuestionamiento frente a las finalidades de la educación científica, en tanto el conocimiento científico, de acuerdo con esta hipótesis, sólo es eficaz para los contextos científicos, ¿qué justificación tendría enseñar ciencias si la mayoría de los estudiantes no van a ser científicos?, y, ¿a qué contextos se aplicaría lo aprendido en ciencias?

Pozo propone la *integración jerárquica* entre estas dos formas de conocimiento, lo cual representa su coexistencia, manteniendo la diferenciación de acuerdo con los contextos donde se estén utilizando los conocimientos. Al respecto se deben considerar las características del conocimiento común y su utilidad y funcionalidad para la vida cotidiana, de allí la necesidad de asumirlos como punto de partida para la enseñanza de las ciencias en el aula, y hacer consciente sus diferencias con los conceptos científicos. “Se trataría de representaciones diferentes con funciones cognitivas distintas” Pozo, Gómez Crespo & Sanz (1999, citados en Pozo, 1999, p.518).

Paralelamente al concepto de conocimiento, Bachelard desarrolla el de “Obstáculo epistemológico”, como concepto que debe ser tenido en cuenta en el acto de conocer, al respecto afirma que, “Cuando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos” (Bachelard, 1993, p.15).

2.1.3 Obstáculos epistemológicos

El concepto de obstáculo epistemológico es central en la obra de Bachelard y lo considera indispensable para “Desentrañar la naturaleza de los procesos que caracterizan tanto la historia del conocimiento de la humanidad cuanto la historia de la conquista del conocimiento en cada ser humano” (De Camilloni, 1997, p.11).

Los obstáculos no son falta de conocimientos, al contrario, para Bachelard (1993)

son conocimientos o saberes de gran utilidad para los sujetos que pueden servirle para enfrentar y resolver determinados problemas, pero que en otros contextos, específicamente al entrar en contacto con el conocimiento científico, son las primeras respuestas que aparecen y pueden resultar inapropiadas, imprecisas, falsas o inadecuadas en estos nuevos contextos. La experiencia común, concreta, real, natural e inmediata se convierte en obstáculo cuando nos enfrentamos a la experiencia científica.

Según Bachelard (1993), los obstáculos son inherentes al sujeto mismo, por lo cual están relacionados íntimamente con el acto de conocer, “Es allí donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones. Es ahí donde mostraremos causas de estancamiento y hasta de retroceso, es ahí donde discerniremos causas de inercias que llamaremos obstáculos epistemológicos” (p.15).

La experiencia común o conocimiento ‘vulgar’ que se adquiere a lo largo de la vida, puede dar origen a obstáculos epistemológicos que dificultan la asimilación de nuevos conceptos científicos; por ello en el plano de la educación científica es importante partir de las ideas con las que llegan los estudiantes al aula, sus saberes previos, preconcepciones, etc., y constituir las en el punto de partida para la enseñanza, comprensión y apropiación de los conceptos científicos, lo cual potenciaría los aprendizajes científicos y la diferenciación entre este conocimiento y el común.

2.1.4 Tipos de obstáculos epistemológicos según Bachelard

De acuerdo con el autor, en la historia del pensamiento científico se revelan una serie de obstáculos a los cuales la ciencia se ha enfrentado, que son producto del conocimiento común. En su obra “La formación del espíritu científico”, Bachelard, (1993) considera los siguientes obstáculos:

➤ La experiencia básica: La experiencia primera o la observación, conduce a un conocimiento concreto inmediato y claro, son experiencias fáciles, sin una teoría de base, construidas en ausencia de método, con toda la carga cultural y emocional que tenemos como sujetos, este tipo de conocimiento conduce a la construcción acrítica

del conocimiento y en perspectiva Bachelardiana, deben ser destruidos y reemplazados por conocimientos científicos.

➤ El conocimiento general: La experiencia básica tiende a la generalización en variados contextos, su uso puede llevar a conceptos imprecisos, indefinidos y vagos, que dejan de lado aspectos esenciales o detalles fundamentales, propios del conocimiento científico; el conocimiento general es por lo general un conocimiento vago.

➤ El obstáculo verbal: La ciencia se expresa a través del lenguaje pero el obstáculo verbal aparece cuando se trata de explicar un concepto utilizando una sola palabra o una sola imagen, o con una misma palabra se expresan fenómenos diferentes.

Así mismo, el exceso de imágenes puede dificultar el paso de la experiencia concreta al conocimiento abstracto, de allí el peligro que constituye el uso de las metáforas en la formación del espíritu científico, en tanto su uso puede perpetuarse y constituirse en la explicación de conceptos científicos, sustituyéndolos.

El uso de las metáforas y analogías pueda conducir a “fugas del pensamiento”, dificultando los procesos de abstracción, propios del “espíritu científico”. Las imágenes demasiado pintorescas según Bachelard, pueden generar en los alumnos un interés impuro y este interés puede convertirse en el propósito del estudiante sustituyendo lo que debería realmente comprender y explicar a través de los conceptos científicos, lo que puede producir rendimientos deficientes en el aprendizaje de las ciencias.

Para Bachelard, la ciencia debe rechazar el uso de las metáforas, analogías, e imágenes, porque conducen a un falso interés. En la enseñanza elemental, enfatiza, se debe pasar rápidamente de la mesa de experimentos al pizarrón, para trascender la experiencia concreta hacia la abstracción, con una ruptura total entre ambos.

➤ El conocimiento unitario y Pragmático: Normalmente en la vida cotidiana se tiende a atribuir a la naturaleza todo el poder, es en ella donde reside la unidad; esta unidad realidad-naturaleza puede causar dificultad para la abstracción y confusión en la construcción del conocimiento científico. De otra parte, la utilidad como propósito de la actividad científica promueve las generalizaciones exageradas y pueden

convertirse en obstáculo para el desarrollo del conocimiento objetivo. “Un pragmatismo que puede llevar fácilmente a la exageración, Para Bachelard “Lo verdadero debe doblarse con útil” (Bachelard, 1993, p.112).

➤ El obstáculo sustancialista: Frecuentemente la descripción proveniente de la observación de hechos o fenómenos, se le atribuye a sus propiedades sustanciales, las cuales se asumen como sus cualidades íntimas, dando lugar a respuestas simples y breves, que pueden generar inercia en los procesos del conocimiento e impedir la aparición de nuevos interrogantes que hacen avanzar la ciencia.

El conocimiento científico no se construye a partir de una única racionalidad, requiere el concurso de múltiples racionalidades.

➤ Los obstáculos animistas: Son los fenómenos físicos explicados mediante analogías con los fenómenos biológicos, es decir, el mecanismo corporal es utilizado como instructor para dar explicaciones de un mecanismo netamente objetivo.

Las tendencias a describir o explicar un concepto a través de estados anímicos, de sensaciones o de características relacionadas con la biología, son recursos metafóricos y analógicos que se convierten en “Una necesidad real de pensar de acuerdo con el plan que se imagina como plan natural” (Bachelard, 1993, pp. 27,198).

2.1.5 Características de los obstáculos epistemológicos

Entre las características de los obstáculos epistemológicos, se señalan las siguientes: Michel (1995, citado en Astolfi, 1999).

➤ La interioridad: El obstáculo está en el sujeto mismo, es parte del pensamiento, de las experiencias cotidianas, de las palabras; surge en el acto de conocer, como una necesidad funcional.

➤ La facilidad: El obstáculo resulta de una facilidad intelectual; es un proceso de economía de la mente

➤ La positividad: No son ignorancia, es otra modalidad de conocimiento que explica algunos fenómenos adecuadamente

➤ La ambigüedad: Su uso puede ser adecuado para la resolución de un tipo de

problemas, pero en otros contextos no son apropiados. Puede ser una herramienta útil o una fuente potencial de errores.

- El polimorfismo: Tienen una dimensión transversal El obstáculo no está restringido al campo racional, implica también los planos afectivo, emocional, fantasmático y mítico.
- La recurrencia: Es posible identificarlo mediante la mirada retrospectiva, tomando consciencia de los errores del pasado; los obstáculos renacen constantemente y nunca se superan del todo. Para Bachelard, son el “pasado de la razón”.

2.1.6 De las concepciones a los obstáculos epistemológicos

A lo largo de la historia las concepciones comunes han tenido diversas denominaciones: Ideas previas, concepciones alternativas, esquemas de los alumnos, errores conceptuales, equivocaciones, preconcepciones, concepciones espontáneas, ciencia de los alumnos, epistemología docente, constructos, modelos mentales, ciencia del sentido común, representaciones e ideas intuitivas.² Para Abimbola, Giordan y De Venchi (1988, citados en De Posada, 2000) estas denominaciones son utilizadas por los autores de acuerdo con las diversas perspectivas teóricas que asumen, en términos generales las definen como un conjunto inconsistente de conocimientos, como barreras para el aprendizaje o en un sentido evolutivo, cómo los nuevos conceptos se integran a las ideas pre existentes.

Las concepciones, ideas previas o concepciones alternativas se definen como sistemas de explicación personal y alternativo de los estudiantes, ligadas a contextos de conocimiento particular, formas de conocimientos construidas en el tiempo, están asociadas con el sentido común, son teorías cotidianas e implícitas sobre el mundo, útiles y funcionales para desenvolverse en la vida normal, estas condiciones las hacen resistentes a la enseñanza de los conceptos científicos y tienden a permanecer durante el tiempo de la escolaridad.

²En esta investigación se empleará el término concepciones.

Por sus orígenes y características, las concepciones son conocimientos prácticos muy estables y consolidados a lo largo de la vida personal y profesional por lo cual no se modifican ni cambian fácilmente, esta es la razón para que se constituyan en obstáculos cuando se trata de escenarios escolares y científicos que demandan lógicas de pensamiento centrados en procesos más formales y abstractos que prácticos.

En el ámbito de la educación científica las concepciones cobran otros sentidos, en tanto la función de la enseñanza está relacionada con el conocimiento científico y el sustrato epistemológico que guía la construcción de este conocimiento difiere del sustrato epistemológico para construir conocimiento común o cotidiano (Araya, 1997). Reconocer e interpretar estas concepciones puede servir de hipótesis para saber qué obstáculos están dificultando el paso de los conocimientos anteriores hacia conocimientos más evolucionados y contemporáneos sobre la ciencia (Porlán, Rivero, & Del Pozo, 1998, p.277). Por consiguiente, en la educación científica de la escuela deben ser tenidas en cuenta si se quieren tratar didácticamente los obstáculos epistemológicos.

Es importante señalar que, en perspectiva bachelardiana, los obstáculos epistemológicos no se consideran como dificultades o errores, al contrario, para este autor, “Esta perspectiva de errores rectificadas caracteriza, a nuestro juicio, el pensamiento científico. Al volver atrás de un pasado de errores, se encuentra la verdad en un auténtico arrepentimiento intelectual. En realidad conocemos en contra de un conocimiento anterior, destruyendo los conocimientos mal realizados, superando lo que, en el espíritu mismo, sirve de obstáculo a la espiritualización” Bachelard (1993, p.15). En el nivel didáctico, esta concepción de obstáculo es positiva en el sentido que el error es asumido como ayuda o puente para que los estudiantes rectifiquen los saberes cotidianos y se apropien de los conocimientos científicos para su transformación intelectual.

Según Astolfi, desde la década de los 60s, el concepto de “representación” fue introducido por Jean Migne en el plano didáctico, para Migne, las representaciones son como “las concepciones” que un sujeto, tiene antes de sus procesos escolares, es su propio sistema explicativo y tienen influencia en el aprendizaje de las ciencias.

Existen diferencias entre las concepciones y los obstáculos epistemológicos, para Astolfi, “Las concepciones o representaciones aparecen como manifestaciones sucesivas, bajo envolturas variables y bajo los mismos modos de pensamiento más profundos; los obstáculos presentan un carácter más general y transversal que las representaciones, y son ellos los que las explican y las estabilizan en lo más profundo, constituyendo así una especie de punto nodal de las concepciones”. Además el análisis de los obstáculos permite extraer el sentido de las representaciones y construir su interpretación (Astolfi, 1998, p.10).

Las investigaciones de las últimas décadas han constatado que detrás de las “concepciones alternativas” o “representaciones”, que se refieren a campos científicos distintos, se presentan en forma regular los mismos obstáculos en número limitado. En tal sentido, Astolfi (1998) señala varios problemas en las concepciones alternativas (CA), que deberían ser tenidos en cuenta para tratar didácticamente los obstáculos epistemológicos, entre estos problemas encuentra que:

- Las representaciones no tienen un carácter teórico claro, no son visibles en las producciones de los alumnos, tienen la carga de la experiencia, por lo cual es fácil retornar a ellos.
- Las concepciones hacen parte del sujeto mismo o su discurso está ligado y es el reflejo del inconsciente colectivo.
- Las concepciones pueden considerarse tanto como esquemas de carácter invariante o como estrategias adaptativas, frente a la diversidad de las situaciones de cuestionamiento escolar.

Sin embargo, el conocimiento acerca de las concepciones ha resultado insuficiente para generar modelos de enseñanza y aprendizaje que conduzcan a aprendizajes en profundidad, razón por la cual, el foco de atención debe centrarse en el estudio y la identificación de obstáculos epistemológicos que son los que se resisten verdaderamente a los aprendizajes y a los razonamientos científicos. Para Astolfi, “La argumentación del que está convencido no puede forzar a la mente de los demás a someterse tan solo en función de dimensiones afectivas y personales, no basta con destruir lógicamente el sistema de pensamiento de los alumnos para que

otro sistema les parezca más explicativo” (Astolfi, 1994, p.24).

2.1.7 Los obstáculos epistemológicos y su importancia en la educación científica

Los obstáculos epistemológicos por la inercia que generan, revisten particular importancia para la educación científica en tanto que desconocerlos o ignorarlos dificulta la movilización del conocimiento común al conocimiento científico y la comprensión del mismo. La educación científica debe trascender el plano del sentido común.

En la educación científica una de las características más relevantes de los obstáculos epistemológicos y que reviste mayor relevancia e interés en la enseñanza de las ciencias, es “su resistencia”, debido precisamente al papel funcional que ellos cumplen en la cotidianidad, a la utilidad que revisten, a la economía que de la mente que representan. Astolfi señala que “Los obstáculos están particularmente arraigados, puesto que cambiarlos implica en cierta forma abandonar una parte de sí mismo” (Astolfi, 1998, p.12).

Numerosos estudios llevados a cabo por Porlán, y cols., (1993, citados por Solís y cols., 2005) han mostrado la resistencia de los obstáculos, resistencia que también ha sido detectada en investigaciones realizadas acerca de las concepciones, donde se ha demostrado que tanto los obstáculos como las concepciones sobre la ciencia son muy estables y difíciles de cambiar.

Generalmente el conocimiento o la experiencia común se resiste a las contradicciones, rechaza los argumentos que le presenta el conocimiento científico, se prefieren las explicaciones que parten de lo conocido, lo que ha resultado útil y fácil, de las ideas científicas familiares, fundamentadas en lo cotidiano y explicadas a partir de analogías, imágenes y metáforas, explicaciones que, para Bachelard, representan obstáculos para la construcción del conocimiento científico porque “Al final el instinto formativo acaba por ceder frente al instinto conservativo. Llega un momento en que el espíritu prefiere lo que conserva su saber a lo que lo contradice, en el que

prefiere las respuestas a las preguntas, entonces el espíritu conservativo domina y el crecimiento espiritual se detiene” (Bachelard, 1993, p.17).

Identificar obstáculos epistemológicos se convierte en un aspecto relevante para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es en el aula donde los obstáculos pueden impedir el desarrollo de un pensamiento abierto y crítico que permita entender la ciencia, sus procesos de construcción y sus relaciones con la sociedad y la cultura.

En esta dirección, por la relevancia de los obstáculos epistemológicos y su incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, el concepto de naturaleza de la ciencia-NOS podría incorporarse a las estructuras curriculares, como campo del conocimiento que, al vincular campos del conocimiento como la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, y algunos estudios realizados por las ciencias cognitivas como la psicología, abre posibilidades que permiten llegar a una descripción y comprensión acerca de qué es la ciencia, cómo funciona, cómo operan los científicos como grupo social, cómo la sociedad influencia y reacciona frente a los esfuerzos científicos y viceversa (McComas y cols., 1998).

La NOS, se presenta como opción clave, a partir de la cual es posible generar procesos de reflexión y análisis histórico de la disciplina que se enseña, la pregunta por los problemas que tuvo que enfrentar la ciencia en su evolución, los contextos socio-culturales en los cuales se enmarcan sus desarrollos, los paradigmas por los que ha pasado, los obstáculos epistemológicos se han presentado y cómo los superaron, aspectos que contribuirían a modificar o diferenciar el conocimiento común del científico y darle tratamiento científico a los problemas que se trabajan en el aula.

2.2 Naturaleza de la Ciencia - NOS

2.2.1 Antecedentes

En la categoría NOS, la revisión se hizo alrededor de varias líneas que han sido trabajadas en el campo de la enseñanza de las ciencias y que han aportado

conocimientos importantes que conducen al concepto de Naturaleza de la Ciencia-NOS como aspecto prioritario para mejorar la educación en ciencias.

Una primera línea se enfocó en los estudios realizados sobre el conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones realizados por Porlán (1998), enfatizando, en el aparte que tiene relación con la diversidad de concepciones acerca de la ciencia y su influencia en las prácticas de la enseñanza.

En esta misma perspectiva, se revisaron varias investigaciones que identifican visiones deformadas de la ciencia: Fernández, Gil, Vilches, Valdés, Carrascosa, Cachapuz, Praia, y Salinas (2002 y 2003) que pueden constituirse en obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de las mismas.

Las investigaciones orientadas a conocer las ideas, nociones o explicaciones que traen los estudiantes al aula antes de la enseñanza de los conceptos científicos; (Eckroth y cols., 1993, citados en De Posada, 2000) y Castorina (2004) iniciadas en la década de los años 60s hasta los 80s en varios países, destacan hallazgos acerca de la imagen de ciencia que manifiestan los alumnos, la cual tiene origen en su propia ontología y en la práctica escolar, los estudiantes se apropian de una teoría del conocimiento influenciados por el saber científico y el modo de enseñar la ciencia que tienen sus profesores, lo cual significó para algunos autores que estas nociones, concepciones o ideas previas tienen una causa.

Fueron numerosos los estudios realizados durante este período Duit (1993, citado en Gil, 1994) hace referencia a 2500 trabajos publicados durante esta época.

Los hallazgos de las investigaciones acerca de las ideas previas o concepciones de los estudiantes, ponen de manifiesto que, si bien es cierto que los alumnos tienen preconcepciones que interfieren en la adquisición de los conocimientos científicos, también los profesores tienen ideas o concepciones espontáneas que responden al conocimiento de sentido común o cotidiano y que pueden orientar su conducta profesional en el aula. Hewson et al (1987)

En tal sentido, finalizando la década de los años 80s y en la década de los años 90s, el interés se desplazó hacia las concepciones y obstáculos epistemológicos de los profesores (Porlán, Rivero & Del Pozo 1997).

Una segunda línea de trabajo se concentró en investigaciones de las últimas décadas, llevadas a cabo por comunidades académicas en el campo de la didáctica de las ciencias, que han desarrollado importantes conceptos en torno a las concepciones o visiones sobre la ciencia, tanto en docentes como en estudiantes, entre ellos: Abd-El-Khalick, 2005, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000, Adúriz-Bravo & cols., 2001, McComas & cols., 1998, Mellado, 1999. Uno de los desarrollos teóricos más destacados y ligado con los planteamientos de la alfabetización científica, es el concepto de Naturaleza de la Ciencia (en inglés NOS: Nature of Science), término que describe la actividad científica para la educación en ciencias (McComas y cols., 1998).

Vinculados con esta misma línea, algunos estudios de Carvajal y Gómez (2002) revelan las relaciones que pueden existir entre concepciones sobre la naturaleza y el aprendizaje de las ciencias y las contradicciones que se pueden generar entre las posturas epistemológicas y el aprendizaje, lo cual conduce a plantear procesos de formación docente que fortalezcan la reflexión consciente acerca de sus concepciones y conocimientos sobre la epistemología de la ciencia o disciplina que enseñan.

A su vez, Guisasaola y Morentin (2007) señalan en un estudio acerca de la comprensión de la NOS en futuros maestros de educación primaria, la falta de reflexión de los profesores sobre la naturaleza del conocimiento científico y la falta de consistencia de muchas de sus explicaciones.

En la revisión bibliográfica de artículos científicos en el tema se encontraron valiosos conceptos y posturas acerca de la NOS, entre ellos: El papel y el carácter de la NOS en las ciencias de la educación, de McComas y Olson (1998) donde se formulan algunos estándares internacionales para la educación en ciencias.

La Naturaleza de la Ciencia-NOS considerada como uno de los principales elementos innovadores de la alfabetización científica y tecnológica para todos, y objetivo prioritario de la enseñanza de las ciencias, se aborda también desde las

investigaciones de Acevedo y Acevedo (2002), Vásquez, Acevedo, Manassero, y Acevedo (2005 y 2007), autores a través de los cuales se explora una tercera línea de trabajo y de investigación importante para la educación científica, la relación CTS, en estos trabajos se exponen los consensos logrados de creencias relativas al sistema tecnocientífico (NOS) y sus relaciones con la sociedad, es decir, la alfabetización científica y tecnológica para todos.

Una cuarta línea de revisión bibliográfica está asociada con la inclusión de la NOS o la enseñanza explícita de la NOS en el aula, para Acevedo (2005), Fuller, 1997 y cols., citados en Vásquez, Acevedo y Manassero (2004), el propósito de la inclusión de Naturaleza de la Ciencia-NOS- en los currículos, debe ser ayudarle a los estudiantes en la comprensión sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo se construye el conocimiento científico, cómo trabajan las comunidades científicas, sus valores y las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y la cultura.

McComas y cols.(1998) señalan factores que aumentan el interés en el aprendizaje de la ciencia, argumentos que apoyan y justifican la inclusión de la comprensión de la NOS para la educación científica, entre estos: un punto de vista utilitario, puesto que los avances científicos y tecnológicos contemporáneos demandan de los sujetos su comprensión y funcionamiento, lo que les permite desarrollar un argumento democrático que favorece la instrucción en ciencias; la NOS favorece la participación en la toma de decisiones de procesos importantes en la sociedad; de otra parte comprender la NOS hace posible que los estudiantes desempeñen un papel dinámico en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ayudando a la perspectiva del conocimiento como construcción, a entender el papel de la ciencia en la sociedad y desarrollar un pensamiento crítico; además, una adecuada comprensión de la NOS sensibiliza y humaniza a los estudiantes, factores que aumentan su interés en el aprendizaje de la ciencia.

En la misma perspectiva, la revisión de una investigación realizada en Taiwán por Huan Shyang y cols. (2004) aportó evidencias sobre las relaciones entre el

aprendizaje de la ciencia de estudiantes y su entendimiento de la NOS, significativamente asociados con su propio desempeño en la resolución de problemas.

Un estudio iniciado por Lederman (1998) y continuado por Lederman, Bell, y Khalick (2000), se enfocó en la concepción de los profesores sobre la naturaleza de las ciencias y su práctica en clase, el estudio se realizó entre profesores en entrenamiento y se propuso indagar acerca los factores que median el paso de las concepciones alternativas de los profesores sobre la NOS a sus prácticas de enseñanza en el aula. El estudio además de enfatizar sobre algunos aspectos de la naturaleza de las ciencias, hizo referencia especial al carácter implícito y explícito de la instrucción de la NOS.

Estas revisiones ponen de manifiesto que la incorporación del concepto de NOS en los currículos tiene defensores y detractores, entre los estudios que hacen referencia a los problemas o beneficios de esta inclusión, se revisaron trabajos llevados a cabo por diversos autores, entre ellos: Lederman y Lederman (2004) donde se muestra la influencia decisiva de la inclusión de la NOS en las prácticas del aula.

De otra parte, Barona, Moreno y Lessard (2004) realizan una investigación cuya finalidad fue valorar el impacto de un programa de formación en México que integra aspectos pedagógicos y disciplinarios en perspectiva de la NOS.

En un artículo de Hipkins, Barkery Bolstad (2003), se exponen las incompatibilidades que existen entre las reformas curriculares en la educación en ciencia y la práctica escolar actual para el caso particular en Nueva Zelanda, señalado finalmente los autores que la inclusión del concepto NOS en los currículos tiene problemas pero a la vez, beneficios significativos que pueden mejorar la enseñanza de la ciencia en la escuela.

Finalmente, Lederman y Kalick (2000) hacen una síntesis sobre los aspectos más importantes de la NOS y la distinción básica entre los enfoques implícitos y explícitos para promover la comprensión de la NOS.

De las revisiones anteriormente descritas se obtuvieron elementos teóricos y conceptuales acerca de los problemas y dificultades que enfrenta la enseñanza de las ciencias en todos los niveles de formación, con lo cual se reafirma la importancia de

la enseñanza de la naturaleza de la ciencia-NOS- que puede contribuir a una mejor comprensión del conocimiento científico como empresa o actividad humana y las relaciones que se generan entre el conocimiento y la sociedad, aspectos que favorecen una imagen de ciencia más cercana y próxima a sus propias realidades y contextos.

Los antecedentes revisados en la categoría Naturaleza de la Ciencia-NOS, muestran, de un lado que los estudiantes manejan ideas o visiones deformadas acerca de la ciencia, su construcción y los vínculos con procesos sociales y culturales, que tienen su génesis en el sentido común, lo cual dificulta la comprensión y apropiación del conocimiento científico, uno de los propósitos de formación en la escuela. De otra parte, numerosos estudios revelan que no solo los estudiantes, también los maestros, tienen concepciones inadecuadas producto de su formación y su propia cosmovisión, apoyadas por la intuición y la tradición, que no se someten a análisis, crítica, ni procesos reflexivos y que pueden influir en la práctica de la enseñanza de las ciencias, reforzando o afianzando las ideas o concepciones inadecuadas que traen los estudiantes antes de enfrentarse al conocimiento científico.

La revisión pone de manifiesto, además, la importancia del concepto de Naturaleza de la ciencia-NOS para los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia en la escuela. Su articulación con la historia y filosofía de la ciencia, la sociología y algunas ciencias cognitivas, facilitan una visión amplia que permite una comprensión de la ciencia y sus principios, su funcionamiento, desarrollo, el trabajo de los científicos y sus relaciones con la sociedad y la cultura. Sin embargo, los estudios con maestros identifican contradicciones e inconsistencia entre los conocimientos acerca de la naturaleza de la ciencia y posturas epistemológicas y el aprendizaje de las mismas, lo cual se interpreta como falta de una reflexión consciente de conceptos y conocimientos sobre la epistemología de las propias disciplinas que enseñan.

Otro aspecto relevante sobre el concepto de NOS, hace referencia a la relación Ciencia-Tecnología y Sociedad, CTS, y su importancia para la alfabetización científica. Y, finalmente, la necesidad de incluir este concepto en los currículos

escolares, bajo el argumento de que aumenta el interés en el aprendizaje de las ciencias.

2.2.2 La educación científica en la escuela

La educación científica, casi desde sus inicios, ha sido objeto de interés y preocupación por los parte de los estados, sin embargo los rápidos desarrollos científico tecnológicos de las últimas décadas han generado profundas reflexiones sobre el impacto que tienen dichos avances en la sociedad y la necesidad de repensar muchos procesos, entre los más importantes, cómo llevar estos conocimientos nuevos a las aulas de clase, qué perspectivas de enseñanza de las ciencias es la más adecuada para que los estudiantes tengan una mejor comprensión del mundo natural en el que se desenvuelven, lo cual conduce al planteamiento de nuevos objetivos y al diseño de propuestas innovadoras que produzcan cambios en las prácticas del aula.

La alfabetización científica es reconocida como una alternativa para mejorar la educación científica, a partir de la cual se comprende la ciencia como actividad humana, su papel y sus relaciones con la tecnología y la sociedad (De Boer, 2000, citado en Vildósola, 2009).

La educación científica desde la perspectiva de Khalick y Lederman (2000) es asumida en el mundo contemporáneo como un imperativo estratégico para el logro la alfabetización científica y favorecer el desarrollo de los países, ello demanda transformaciones en las formas tradicionales de enseñar ciencias, lo cual puede lograrse familiarizando a los ciudadanos con la ciencia y la tecnología, mejorando la actitud, el interés y el gusto por el aprendizaje de la ciencia en niños, jóvenes y adultos.

Los desarrollos de la ciencia, han sido motivo para grandes discusiones entre los científicos, filósofos y epistemólogos, dando lugar a escuelas y corrientes de pensamiento diversas. Así mismo, algunos cambios en la ciencia han generado y direccionado transformaciones en los enfoques o en los modelos pedagógicos que se adoptan para la enseñanza de las ciencias (Echeverría, 1998).

Un ejemplo de ello es la perspectiva positivista–empirista, que fue la base de dos modelos en la enseñanza de las ciencias que surgen en las primeras décadas del siglo 20, hasta la década de los 70s: la enseñanza como transmisión de conocimientos y el aprendizaje por descubrimiento.

Hasta la década del 50, el modelo pedagógico transmisionista, llamado también “Modelo Tradicional”, retoma las bases del positivismo, lo cual conduce a una enseñanza de las ciencias en el aula basada en supuestos como: el conocimiento científico es un conocimiento acabado, objetivo, absoluto, y verdadero; la observación está libre de la teoría; el aprendizaje es un hecho individual y homogéneo; lo más importante es la enseñanza de los conceptos científicos.

Estos postulados del positivismo dan la idea de una ciencia estática, ahistórica, exacta, objetiva, aislada del contexto socio cultural, estereotipada y expresada en lenguaje lógico formal, desconociendo la existencia de los conocimientos previos de los estudiantes y su importancia para la educación científica, asumiendo solo la enseñanza de los conceptos, dejando de lado la historia acerca de su construcción, los problemas y dificultades a los que se enfrentaron, y el contexto social y cultural en que se hallaban inmersos (Porlán, 1993, citado en Lazo, 2005).

Durante las décadas de los años 50 y 60s en el contexto de la educación básica se hacen visibles estos procesos, a partir del diseño de currículos centrados en el conocimiento de la ciencia y la tecnología por parte de los estudiantes en la escuela, con énfasis específicos, orientando propuestas curriculares basadas en la racionalización y el cientificismo.

En los años 80s se da inicio a una serie de análisis provenientes de las ciencias sociales acerca de la práctica y la vida escolar, que cuestiona los planes en la educación y los verdaderos fines de esta. Y surge otra corriente: Las teorías constructivistas, para quienes el conocimiento es una construcción de la inteligencia humana, razón por la cual el reconocimiento de las ideas previas de los alumnos es indispensable para llevarlos a establecer relaciones y asociaciones entre los conceptos científicos desarrollados en el aula y sus propias experiencias, para lograr aprendizajes en profundidad.

De acuerdo con esta perspectiva, se requieren estrategias de enseñanza donde sea posible que profesores y estudiantes actúen activamente, lo que hará más fácil que el alumno construya una concepción del mundo más cercana a la que tienen los científicos (Driver, 1988, citado en Gil, 1994).

De las posiciones constructivistas, hacen parte escuelas filosóficas diversas: El falsacionismo, con Popper como su principal representante, la tradición de investigación de Laudan, escuelas consideradas como racionalistas fuertes y los llamados racionalistas moderados, quienes hacen parte de la corriente denominada la nueva filosofía de las ciencias, entre quienes se encuentran Kuhn, Lakatos, Toulmin y Feyerabend.

Sin embargo, fue la aparición de la obra “La estructura de las revoluciones científicas”, publicada por Thomas Kuhn en el año de 1962, la obra que realmente produjo la crisis positivista de la ciencia; Kuhn, junto a otros autores como Imme Lakatos, Laudan, y Paul K. Feyerabend, introdujeron la reflexión historicista y sociológica del conocimiento científico.

Echeverría, J. (1998) afirma: “La mayoría de los comentaristas están de acuerdo en señalar que la obra de Kuhn ha supuesto un punto de inflexión en el desarrollo de los estudios sobre la ciencia en el siglo XX” (p.12). Esta obra produjo significativos cambios en los estudios y las concepciones acerca de la ciencia.

Para la corriente de los historicistas, dar cuenta de la dinámica real del desarrollo del conocimiento científico, requiere de una visión amplia, que contemple las implicaciones del contexto en el cual se desenvuelve la ciencia y los que hacen ciencia; esta nueva perspectiva historicista y sociológica de la ciencia señala puntos críticos a las concepciones sobre ciencia derivadas de la concepción heredada y plantea significativos cambios que reconfiguran esta noción.

Esta filosofía de la ciencia denominada post-Kuhniana, aportan un nuevo modelo de ciencia, que parte del reconocimiento de enfoques externalistas y la influencia de estos factores para la construcción de nexos de la ciencia con la epistemología, la historia y la sociología, dando paso a la concepción del conocimiento científico como

una actividad profundamente humana, como lo señala Adúriz- Bravo (2001) “Un modelo de ciencia por humanos y para humanos” (p.12).

Echeverría (1998) en esta línea de pensamiento reconoce tanto el contexto de justificación, como el de descubrimiento, que da cuenta del trabajo de los científicos y los intereses que le subyacen a este, los debates y críticas que enfrentan las comunidades académicas, la influencia de los instrumentos de medición en los experimentos y los resultados, las relaciones que se tejen entre la ciencia, la tecnología, la sociedad, el desarrollo y la educación; en esta perspectiva, la observación no tiene la carga que le adjudican los positivistas, porque está mediada por intereses, experiencias y por la teoría que la precede, por lo tanto, la observación debe apoyarse en la evidencia experimental y en la argumentación racional; asimismo, se da un marcado interés por reconciliar la teoría y la práctica y por la construcción de representaciones de los hechos científicos.

Con la corriente historicista y sociológica de las ciencias se produce un cambio en su concepción, se acepta una ciencia dinámica, centrada tanto en los procesos, como en los resultados, sin verdades últimas, contextualizada en el tiempo, relacionada con las condiciones sociales, económicas, políticas y culturales, con pluralismo epistemológico y metodológico y realizada por personas de todas las culturas, es decir, es una nueva visión de ciencia con carácter social y cultural, que reconoce la complejidad y pluralidad del saber científico, una nueva mirada a la naturaleza de las ciencias lo que demanda la necesidad de diseñar estrategias más eficientes para su enseñanza en el aula.

Las diferentes concepciones o visiones que se tienen acerca de la ciencia y la construcción del conocimiento científico, los cambios y variaciones en su significado y comprensión son determinantes a la hora de enseñarla, las posiciones o perspectivas adoptadas por los docentes influyen en las visiones de ciencia que adquieren los estudiantes y pueden llegar a convertirse en obstáculos para una adecuada comprensión de conceptos nuevos en la ciencia.

2.2.3 La perspectiva de la Naturaleza de la Ciencia -NOS-

Tradicionalmente a través de la historia y la filosofía de la ciencia se ha descrito la interrelación de las diferentes disciplinas que se ocupan del carácter de la ciencia, sin embargo, en la década de los 60s, la Sociedad Nacional para el Estudio de la Educación Científica declaró el concepto actualmente conocido como Naturaleza de la ciencia-NOS-, como un objetivo fundamental para la educación en ciencias (McComas y cols., 1998).

De acuerdo con Lederman y Kalick (2000) debido al interés creciente de los didactas de la ciencia por incorporar la NOS en la educación científica, los estudios sobre este tema han sido objeto de numerosas investigaciones durante los últimos 45 años. Este autor identifica cuatro (4) líneas de investigación donde se han concentrados estos trabajos:

- a. Evaluación de las ideas o concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia-NOS- que tienen los estudiantes.
- b. Desarrollo, uso y evaluación de currículos encaminados a mejorar las concepciones o ideas de los estudiantes sobre la NOS.
- c. Diagnóstico y evaluación de las concepciones o ideas de los profesores acerca de la NOS.
- d. Identificación de las relaciones entre las concepciones o ideas de los profesores, los estudiantes y la práctica en el aula de ciencia (Lederman, 1992, citado en Lederman, 2000).

De otra parte, Adúriz (2001), propone 4 épocas para rastrear los antecedentes de los estudios sobre la NOS, comprendidas en un periodo entre 1970-2001:

Los primeros trabajos en la línea de NOS están ubicados en la década de los 60s, incluso anteriores (Matthews 1998; Petrucci & Dibar Ure, 2001; Seroglou & Koumaras, 2001) están ubicados en el contexto de las llamadas concepciones alternativas (Hewson & Hewson, 1987, 1989; Driver et al., 1989; Gil Pérez et al., 1991; Osborne & Freyberg, 1995. citados en Adúriz, 2001).

La segunda etapa, desde mediados de los 80, los trabajos sobre las ideas acerca de la NOS se inscriben en la línea del Pensamiento del profesor (Mellado, 1997; Adúriz, Espinet et al., 2000; Fernández Montoro, 2000; Espinet et al., 2001; Hugo & Adúriz-Bravo, en revisión, citados en Adúriz, 2001) y una línea derivada de esta segunda la cual examina la forma en que los profesores transforman el currículo al implementarlo en su práctica en el aula.

La tercera etapa se concentra en la fundamentación epistemológica de la práctica del profesorado de ciencias y la influencia de sus concepciones acerca de la NOS en su práctica de aula, y mediante que mecanismos lo hacen (McComas, Clough & Almazroa, 1998; Porlán et al., 1998; Adúriz, 1999b; Monk & Dillon, 2000, citados en Adúriz, 2001).

En la cuarta época, se aborda el problema de la naturaleza de la ciencia-NOS- con una mejor fundamentación epistemológica. Así, y en forma paralela a los trabajos anteriores, se ha desarrollado la línea del enfoque integrador “Historia y filosofía de las ciencias -HPS-”, enfoque de mucha importancia actualmente para la educación científica, entre otros, porque recupera el movimiento Ciencia- Tecnología, Sociedad -CTS- el cual genera propuestas de fundamentación epistemológica de la educación científica (Alambique, 1995 y cols., citados en Adúriz, 2001).

Las etapas descritas anteriormente por Adúriz (2001) dejan ver como a lo largo de la historia el tema de la incorporación de la Naturaleza de la ciencia-NOS- en la educación científica, ha sido objeto de numerosas investigaciones por parte de los didactas de la ciencia. En estos estudios se hace referencia a trabajos sobre las “Ideas acerca de la NOS y trabajos en la denominadas “Concepciones alternativas”.

La incorporación de la NOS en la educación científica de las escuelas ha sido ampliamente aceptado por organizaciones como la NSTA-Asociación Nacional de profesores de ciencias (1982); la AAAS-Asociación Americana para el avance de la ciencia (1990), quienes plantean que “Una adecuada comprensión de la NOS permite una comprensión de la naturaleza empírica y tentativa del conocimiento científico y una apropiación del papel central de la teoría y de la investigación en la ciencia”(Khalick& Lederman, 2000, p.2).

Por su parte McComas y Olson (1998) realizaron un estudio para identificar cuáles eran los elementos que mejor representan una descripción acerca de qué es y cómo opera la ciencia y que fueran apropiados para incluirlos en la educación de las ciencias. Los autores revisaron 8 documentos de altos estándares educativos internacionales para las ciencias³. El estudio agrupó los datos alrededor de 4 categorías referidas a: la historia de la ciencia; las cualidades de los científicos; los comportamientos de los científicos y un cuarto grupo incluyó definiciones y cualidades de la disciplina de la ciencia en sí misma. Del mismo modo, las cuatro mayores disciplinas que proveen los fundamentos de la NOS son: Filosofía, historia, sociología y psicología de la ciencia.

Entre las conclusiones del estudio se evidenció un consenso alrededor de los elementos de la NOS que deben ser informados en la educación científica, elementos que están en la mayoría de los documentos analizados y que pueden resumirse así:

- El Conocimiento científico aunque es durable tiene carácter tentativo.
- El Conocimiento científico se basa fuertemente, pero no totalmente sobre las evidencias o pruebas experimentales, la observación, los argumentos racionales y el escepticismo.
- No hay una única manera de hacer ciencia, por lo tanto no hay un método paso a paso universal.
- La ciencia es un intento para explicar los fenómenos natural
- Las leyes y teorías prestan diferentes papeles en la ciencia y por lo tanto los estudiantes deben observar que las teorías no se convierten en ley es aunque tengan evidencia adicional.
- Gente de todas las culturas contribuyen a la ciencia.

³ USA Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993); USA. Science Framework For California Public School (California Department Education, 1990; USA. Science Framework For California Public School (California Department Education, 1990; Australia> A Statement of Science (Curriculum Corporation, 1994; USA The liberal Art of Science (AAAS, 1990; England/ Wales Science in the National Curriculum (Department of Education, 1995; New Zealand Science in the New Zealand Curriculum (Ministry of Education, 1993; Canada Common Framework (Council of Ministers of Education, 1996). (McComas & Olson, 1998, p.41)

- El nuevo conocimiento debe ser reportado de manera clara y abierta.
- Los científicos necesitan llevar registros seguros, ser revisados por sus pares y que sus resultados sean replicables.
- Las observaciones están cargadas de teoría.
- Los científicos son creativos.
- La historia de la ciencia revela el carácter evolutivo y revolucionario de la ciencia.
- La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
- La ciencia y la tecnología se impactan la una a la otra.
- Las ideas científicas están afectadas por su entorno socio cultural.

En este estudio, McComas & Olson (1998) también se afirma que más de la mitad de los documentos sugieren incluir la discusión de la NOS, hallazgo que podría revelar que los escritores promedio creen que el entendimiento del estudiante de la NOS es, o debería ser, un fundamento vital para todo el aprendizaje futuro de la ciencia.

La Naturaleza de la Ciencia–NOS, como componente curricular para la educación científica, está enfocado en postulados emparentados con la filosofía postkuhniiana, perspectiva que reconoce enfoques tanto externalistas como internalistas en la ciencia, enriqueciendo la visión de ciencia y de construcción del conocimiento científico, que son la base de los modelos de la educación científica contemporáneos. “La tradición contextualista afirma que la historia de la ciencia mejora la enseñanza de las ciencias porque: 1) motiva e interesa a los alumnos; 2) humaniza los contenidos; 3) proporciona una mejor comprensión de los conceptos científicos mostrando su desarrollo y perfeccionamiento; 4) tiene un valor intrínseco la comprensión de ciertos episodios cruciales en la historia de la ciencia: Revolución científica, darwinismo, etc.; 5) demuestra que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico actual es susceptible de ser transformado; 6) de esta manera, combate la ideología cientifista; y, finalmente 7) la historia permite un conocimiento más rico del método científico y muestra las pautas del cambio de la metodología aceptada” (Matthews, 1994, p.259).

La introducción en la historia de la ciencia puede ayudar a la transformación de la concepción de la naturaleza del progreso científico. Matthews señala que los acercamientos y discusiones acerca de las relaciones entre la historia, filosofía y la enseñanza de las ciencias, tienen su génesis desde finales del siglo XIX y continuaron durante el siglo XX, por ejemplo, en el año 1986, Duschl publicó un trabajo que daba cuenta de la gran separación que existía entre la historia y la filosofía de la ciencia, y la evolución de la enseñanza de las ciencias. Matthews (1994) continúa afirmando: “Los defensores de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de las ciencias están defendiendo, de algún modo, una versión contextualizada de la enseñanza de las ciencias. Es decir, una enseñanza de las ciencias que enseñe ciencias en su contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico. En parte, esto es una reelaboración del viejo argumento: La enseñanza de las ciencias debería ser una enseñanza sobre la ciencia, así como en la ciencia” (p. 255).

En tal sentido, el acercamiento a la historia y la filosofía de la ciencia puede proporcionar de un lado, la ambientación en la enseñanza de la ciencia, pero además contribuir al reconocimiento de dificultades, problemas y obstáculos que ha tenido que salvar la ciencia para llegar a los desarrollos que se conocen actualmente, visión que facilita la enseñanza, el aprendizaje y apropiación de los desarrollos científico tecnológicos y sus impactos en la sociedad y la vida de los ciudadanos.

2.2.4 La relación entre el aprendizaje de la ciencia y la Naturaleza de la Ciencia –NOS: Acuerdos y desacuerdos

Uno de los campos de investigación que actualmente llama la atención de los investigadores en Educación en Ciencias es la relación entre el aprendizaje de la ciencia y la naturaleza de la ciencia-NOS-, en estas investigaciones se ha logrado cada vez mayor consenso acerca de la inclusión del concepto NOS en los currículos, sin embargo y debido al carácter controvertido de la NOS, existen grandes desacuerdos que generan polémicas entre filósofos y sociólogos de la ciencia, pero que, de acuerdo con Acevedo y cols., (2005) éstas discrepancias se refieren mas a

aspectos abstractos que no deberían tener repercusión en la enseñanza de la ciencia en la escuela (Kalick, & BouJaoude, 1997, citados en Acevedo y cols., 2005).

Diversos autores en el campo de la didáctica de las ciencias, proponen incluir el concepto de naturaleza de las ciencias –NOS- de forma explícita en los currículos escolares, concepto considerado por muchos como parte esencial para la educación científica (Fuller, 1997 y cols., citados en Vásquez y cols., 2004).

Un estudio iniciado por Lederman (1998), enfocado en la concepción de los profesores sobre la naturaleza de las ciencias y su práctica en clase, fue continuado por Lederman y cols., (2000) entre profesores en entrenamiento, con el mismo propósito.

Este estudio se propuso indagar acerca los factores que median el paso de las concepciones alternativas de los profesores sobre la NOS a sus prácticas de enseñanza en el aula; los participantes mostraron una adecuada comprensión de varios aspectos de la NOS y explícitamente orientaron algunos de sus aspectos durante la instrucción, sin embargo fallaron al incluir la NOS como un objetivo de enseñanza y no evaluaron la comprensión en los estudiantes.

La investigación además de enfatizar sobre algunos aspectos de la naturaleza de las ciencias, hizo referencia especial al carácter implícito y explícito de la instrucción de la NOS, al respecto, afirman los autores, parece que muchos de los profesores han internalizado la importancia de enseñarla, esto claramente se diferencia de la cohorte previa, que generalmente no describió contenidos explícitos pero que parecía defender el enfoque.

Uno de los hallazgos más importantes de la presente investigación muestra la gran dificultad de los profesores para trasladar sus concepciones sobre la NOS a las prácticas de clase. Uno de los propósitos de este trabajo fue el de encontrar algunos caminos en los que fuera posible este tránsito. Los participantes de la primera investigación confunden los procesos de la ciencia con aspectos de la NOS y creen que los estudiantes pueden aprender la NOS implícitamente, a través de “hacer ciencia”. Aquí se evidencia una dificultad entre el aprendizaje de los conceptos de la NOS y la forma de enseñarlos, o sea, aspectos de orden pedagógico. ¿Cómo enseñar

la NOS? esta distinción parece muy promisoría para investigaciones futuras, pues los profesores en general no tienen grandes confusiones entre los procesos científicos y los aspectos de la NOS, el problema parece residir en la enseñanza de los aspectos de la NOS (Lederman, Bell, & Khalick, 2000).

Vázquez, y cols., (2005) llevan a cabo una investigación empírica con el propósito de identificar acuerdos sobre la NOS, centrados en las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad, en la cual se alcanzaron o superaron los criterios establecidos, consideradas por los investigadores como representativas del consenso sobre NOS. Los acuerdos estuvieron distribuidos en cuatro ámbitos: definiciones de ciencia y tecnología y epistemología de la ciencia, influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, sociología interna de la ciencia y la tecnología.

El mismo autor en otro estudio en el año 2007, muestra algunos consensos conseguidos en cuestiones acerca de las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y las implicaciones para la enseñanza de la NOS.

El estudio se lleva a cabo con un panel de 16 jueces expertos que participan en el proceso de evaluación. Los resultados obtenidos confirman que el consenso entre expertos existe y los acuerdos pueden ser identificados, sin embargo, aclaran, los consensos son difíciles y la controversia persiste frente a las cuestiones de la NOS (Vázquez y cols., 2007).

En las cuestiones controvertidas, afirman los autores, son importantes tanto las afirmaciones en positivo, como en negativo sobre la ciencia, las cuales contribuyen a mejorar el aprendizaje porque ayudan a precisar los contenidos más complejos de la NOS; así, “La enseñanza de creencias adecuadas e ingenuas puede suponer una reconceptualización radical del currículo de ciencias en este aspecto” (Hipkins, Barrer & Bolstad, 2005, citados en Vázquez y cols., 2007, p.51).

Varios países, entre ellos, Australia, Canadá. EE.UU., Nueva Zelanda, Reino Unido, han reformado sus currículos de ciencias, incluyéndoles explícitamente la enseñanza de la naturaleza de las ciencias (Vázquez, 2004); sin embargo, y a pesar de que la inclusión explícita en algunos currículos pueda ser un indicador de consensos

sobre la NOS, no es necesariamente garantía de que se esté logrando una comprensión adecuada del concepto.

Hipkins y cols., (2003) afirman que, pese a que los currículos científicos fueron desarrollados en Nueva Zelanda desde la década del 90 (Ministry of Education, 1993), al momento de la publicación de este artículo (10 años después), se continuaban reflejando factores detectados en dicha década, que estancaban el entendimiento de la NOS, tales como la distinción entre ciencia y tecnología, para los autores estos son reflejos de las incompatibilidades que se presentan entre las retóricas curriculares en la educación en ciencias y la práctica escolar actual en Nueva Zelanda.

Una investigación realizada por McGee, Jones, Cowie, Hill, Miller y Harlow., (2003, citado en Hipkins y cols., 2003), muestra que los currículos se convierten en la pared que no deja avanzar y que dos de tres profesores encuentran que no hay suficiente información en el currículo de ciencia para soportar la implementación de las guías. Esto lleva a concluir que no existen directrices claras acerca de la NOS en los currículos de ciencias en este país.

En el artículo los autores reafirman la importancia de la enseñanza de la NOS que puede permitir entender la ciencia como una empresa de construcción del conocimiento, y a los diferentes tipos de relaciones que impactan el proceso de construcción. Añaden además que varios autores han tratado de darle forma a cierto consenso acerca del significado de la NOS para los currículos escolares. Algunos afirman que es aceptable un nivel de generalidad referente a la idea sobre NOS, que es asequible a los estudiantes de colegio. (Kalick, & Lederman, 2000, citados en Hipkins, 2003); sin embargo numerosos críticos no están de acuerdo y lo consideran inaceptable (Alters, 1997, Aikenhead, 2000) o inapropiados para los currículos (Jenkins, 1996, citados en Hipkins, 2003).

Concluyen sugiriendo a la comunidad de enseñanza de las ciencias abordar la NOS en un sentido más amplio, para enfrentar los retos, expectativas y creencias de la comunidad educativa e instan a los docentes a repensar los propósitos y las prácticas de la enseñanza de las ciencias en la escuela.

Revisiones del concepto NOS, realizadas por autores como Khalick, y Lederman (2000) sostienen que existen ciertos consensos en algunos temas en torno a la importancia de la NOS en la educación científica y su inclusión en los currículos, provenientes de historiadores, filósofos y profesores de ciencias; consensos que concuerdan casi en su totalidad con los aspectos señalados en el estudio extraído de los estándares internacionales, referido en apartados anteriores, realizado por McComas & Olson (1998).

Para Lederman si es claro que, cualquier intento para mejorar la comprensión de la NOS entre los profesores de ciencias puede enmarcarse dentro de un contexto de contenido y de las actividades de la ciencia, esos intentos, sin embargo, deben ser explicitados y reflexionados (Khalick & Lederman, 2000).

Sin embargo Khalick (2005) sostiene que a pesar del nivel de generalidad aceptado por diferentes autores, existen desacuerdos y controversias entre filósofos, historiadores, sociólogos y educadores en ciencias, sobre una definición específica de la naturaleza de la ciencias y acerca de la incorporación o no del concepto NOS en los currículos escolares en ciencias.

La inclusión de contenidos de NOS en los currículos plantea dos problemas: De una parte, porque su naturaleza es interdisciplinar, compleja y cambiante, y de otra, el profesorado de ciencias no ha sido preparado en esta área, por lo que la mayoría desconocen los contenidos de la NOS, además de tener concepciones o creencias que influyen en su práctica pedagógica de aula (Vásquez y cols., 2004).

Los estudios anteriores revelan la necesidad de incorporar en los programas de formación tanto de docentes como de estudiantes, los conceptos relacionados con la naturaleza de la ciencia-NOS- los cuales deben ser enseñados en forma explícita, diseñando estrategias que conduzcan a procesos reflexivos acerca de la ciencia, su papel en el desarrollo de la sociedad y los impactos positivos o negativos que puede generar.

Conocer la historia de la ciencia, puede conducir al reconocimiento de las dificultades, problemas y errores que ha tenido que salvar ésta para llegar a los desarrollos que conocemos actualmente. Si no se tiene una idea clara sobre la historia

y la epistemología de la ciencia o disciplina que se enseña, los conceptos y visiones pueden convertirse en obstáculos que inciden en la comprensión de nuevos conceptos.

Los problemas identificados en los postulados de la enseñanza tradicional descritos en la categoría sobre Naturaleza de la ciencia-NOS- dificultan la comprensión de la ciencia, de sus procesos de construcción y las relaciones que construye y que puede tener implicaciones negativas para el aprendizaje de las ciencias.

Las diversas posturas de las escuelas de pensamiento de la filosofía de las ciencias, sobre todo la perspectiva positivista y su influencia en los enfoques pedagógicos para la enseñanza de las mismas, pueden convertirse en un verdadero obstáculo para la comprensión de nuevas concepciones y maneras de entender la ciencia.

Desde esta perspectiva, cobran importancia los estudios cuya finalidad está encaminada a conocer y comprender las creencias, ideas, concepciones y visiones que tienen los docentes acerca de la ciencia, que puede conducir a la identificación de los obstáculos que les dan origen y plantear propuestas de formación que incluyan concepciones más contemporáneas y reales del conocimiento científico.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Fundamentación teórica del diseño

La finalidad investigativa es la identificación, descripción y comprensión de los obstáculos epistemológicos, en perspectiva del concepto Naturaleza de la Ciencia-NOS-, en el discurso oral y escrito de maestros en Caldas; el propósito e interés del estudio conduce a elegir un enfoque de investigación cualitativa.

La pertinencia de este enfoque radica en que a partir de él se producen y analizan los datos descriptivos, como las palabras escritas o dichas y el comportamiento observable de las personas, y su interés está marcado en el carácter intensivo en los casos y la muestra que, aunque son limitadas, se estudian en profundidad (Taylor & Bogdan, 1984, citados en Deslauriers, 2005).

La investigación cualitativa, es un modo de encarar el mundo empírico desde una lógica inductiva, al desarrollar comprensiones y conceptos partiendo de los datos recogidos y no recogiendo los datos para validar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas; los sujetos investigados no se reducen a variables, son asumidos en su integralidad como personas; la realidad se experimenta tal como la experimentan las personas que participan en el estudio, lo cual ayuda a la comprensión de los fenómenos que se estudian; en la investigación cualitativa todas las perspectivas son válidas, todo puede ser tema de investigación, nada se da por sobreentendido; es además un proceso sistemático, riguroso, aunque no necesariamente estandarizado (Taylor & Bogdan, 1992).

El propósito del presente estudio requirió este tipo de investigación porque se trataba de un estudio social para conocer el pensamiento de los maestros Ondas, sus concepciones acerca de la ciencia, de sus procesos de construcción, el trabajo de los científicos y las relaciones con el contexto social y cultural, y a partir de ellas,

identificar los obstáculos epistemológicos que pueden estar a la base y que no permiten una comprensión apropiada de los conocimientos científicos necesarios en la educación científica en el aula.

La aproximación a este fenómeno se hizo utilizando una combinación de dos técnicas: el cuestionario y la entrevista; el diseño y aplicación de un cuestionario de pregunta abierta a 31 docentes que participan en el Programa Ondas de Colciencias en Caldas y posteriormente una entrevista en profundidad realizada a 6 de estos docentes; con la información recolectada a través de estos instrumentos se realizaron descripciones estadísticas y comprensivas de las respuestas presentadas por los profesores a los diferentes cuestionamientos que hacían parte de ellos.

3.1.1 Tipo de estudio

Para cumplir con el propósito e interés del estudio dentro de la investigación cualitativa, se escogió el método de *estudios de caso*, el cual permite realizar un análisis intensivo de varios casos. El interés se centra no en un solo caso concreto, sino en un conjunto ellos.

El Estudio de casos múltiples, de acuerdo con Stake (2007) “Estudio colectivo de casos”, está basado fundamentalmente en el razonamiento inductivo. Las generalizaciones, hipótesis o conceptos surgen a partir del examen minucioso de los datos obtenidos mediante la utilización y aplicación de diversas fuentes de información (Rodríguez, Gil & García, 1999). La intención con este método es poder realizar inferencias válidas, partiendo de un estudio detallado de acontecimientos que se dan en el contexto social y por lo tanto, no pueden desarrollarse en laboratorios; “El método de casos propone generalizaciones y la inferencia hacia la teoría y no hacia otros casos” (Yacuzzi, 2005, citado en Stake, 2007, p.8). Se le considera como una herramienta metodológica de gran valor en la investigación porque su utilización permite registrar y medir la conducta de las personas que hacen parte del fenómeno estudiado.

3.2 Diseño metodológico del estudio

3.2.1 Características de la muestra de estudio

3.2.1.1 Unidad de trabajo

La muestra objeto de estudio fue constituida por 31 maestros quienes participan en el Programa Ondas en Caldas, procedentes de diversos municipios del departamento, de diferentes instituciones educativas, con responsabilidades docentes en varios grados y varios años de experiencia como maestros y maestros Ondas. De este grupo fueron seleccionados seis (6) maestros para el estudio de casos.

3.2.1.2 Unidad de análisis

Obstáculos epistemológicos en perspectiva de Naturaleza de la Ciencia-NOS-

3.2.1.3 Proceso muestra

Se realizó un muestreo intencional, por conveniencia, según criterios de selección definidos previamente.

3.2.1.4 Criterios de inclusión para la muestra

Para conformar la unidad de trabajo se tuvo en cuenta:

- Docentes que se encuentran vinculados al Programa Ondas con una permanencia de dos años como mínimo, con lo cual se garantiza el conocimiento de los propósitos y estrategias pedagógicas a partir de las cuáles se desarrolla el Programa.
- Docentes que hayan realizado el proceso investigativo completo en el Programa Ondas, es decir que se conozcan tanto procesos como resultados de sus investigaciones con los estudiantes.

En la selección de los 6 docentes para el estudio de casos se tuvo en cuenta además otro criterio:

➤ La cercanía y conocimiento de su trabajo por parte del investigador, con lo cual se podía garantizar una relación con un grado de confianza que permitiera su expresión libre de prejuicios y no se sintieran evaluados. Al cada integrante del grupo se le entrevistó por separado y en momentos diferentes, se les explicó la intencionalidad de la investigación y los valiosos aportes que podían surgir de esta conversación guiada; se les consultó si tenían problemas para que la entrevista fuera grabada. Cada maestro leyó y firmó, igual que el investigador, un consentimiento para llevar a cabo la entrevista, con el compromiso por ambas partes de guardar la confidencialidad.

3.2.2 Elaboración de instrumentos para recoger la información

Para la recolección de información del estudio, se utilizaron dos técnicas de investigación cualitativa:

- a. El cuestionario
- b. La entrevista en profundidad.

3.2.3 Aproximación Metodológica

Se realizó una primera aproximación a través de un cuestionario aplicado a 31 maestros que participan en el Programa Ondas de Colciencias del Departamento Caldas.

Las preguntas del cuestionario tienen el propósito de conocer el pensamiento de los maestros Ondas, sus concepciones acerca de la ciencia y la construcción del conocimiento científico, cómo trabajan los científicos y las relaciones que se tejen en torno a la ciencia, la sociedad y la cultura y con ello identificar posibles obstáculos epistemológicos en perspectiva del concepto Naturaleza de la Ciencia-NOS-

3.2.3.1 Categorías de inicio

- Concepciones acerca de la ciencia
- Concepciones acerca del trabajo de los científicos
- Relaciones entre ciencia, sociedad y cultura

De este primer análisis se identificaron los temas o categorías más potentes que requieren profundización, para ello se aplicó un segundo instrumento: Entrevista en profundidad, para lo cual se seleccionaron los 6 maestros.

La triangulación de la información se realizó con la información obtenida de las respuestas del cuestionario, de la entrevista en profundidad y la teoría revisada.

El análisis de la información se hizo utilizando el software Atlas-ti; se realizó análisis de contenido, el cual permite llegar a una descripción y comprensión del fenómeno estudiado.

3.2.3.2 Instrumentos

- Cuestionario (Anexo No 1)
- Entrevista en profundidad. (Anexo No 2).

3.2.3.3 Procedimiento para la recolección de información

- Solicitud de consentimiento informado por parte de los informantes clave
- Concertación de citas para aplicación de instrumentos

Para llevar a cabo la recolección de información requerida se siguió el siguiente proceso:

- Diseño de instrumentos: El cuestionario se diseñó como un instrumento de 14 preguntas abiertas, con el cual se pretendía conocer el pensamiento de los maestros Ondas, respecto a sus concepciones sobre la ciencia, sus procesos de construcción, el trabajo que desarrollan los científicos y las relaciones de la ciencia con la sociedad y la cultura.

- Para la entrevista en profundidad, se diseñó previamente una guía que contenía preguntas relacionadas con las categorías de inicio, pero que permitieran ampliar algunos aspectos de los que contenía el cuestionario y posibilitar con ellos, acceder a otra información que permitiera la triangulación de los datos.
- Validación de los instrumentos: Inicialmente el cuestionario fue sometido a una prueba piloto, se envió a cinco (5) maestros que no hacían parte de la muestra escogida, para que fuera resuelto; posteriormente se revisó y se le hicieron algunas modificaciones a varias preguntas que no cumplían con el propósito del estudio. Una vez corregido fue enviado a dos expertos en el campo de la enseñanza de las ciencias para que fuera revisado y validado; los expertos sugirieron algunos cambios que se realizaron y se procedió a su aplicación.
- Aplicación de los instrumentos: El cuestionario se aplicó a la muestra de 31 maestros Ondas, en diferentes momentos, especialmente en encuentros del programa en los cuáles se tenía la oportunidad de reunir grupos pequeños y que dispusieran de un tiempo prudencial para responder cómodamente a las preguntas.

3.2.3.4 Sistematización de la información

Una vez realizada la sistematización, la información cualitativa se analizó utilizando el software Atlas ti. La interpretación se realizó sobre la base de las perspectivas epistemológicas definidas por Cobern y Loving (1998), clasificadas dentro de 6 énfasis: cientifista, empírico, teórico, anticientífico, cultural y equilibrado.

3.2.3.5 Análisis de la información

La técnica empleada para el análisis de la información cualitativa fue el “Análisis de contenido”, a través del cual es posible la comprensión e interpretación de las categorías halladas en el discurso oral y escrito de la muestra seleccionada.

3.2.3.5.1 Análisis de contenido

Los estudios sobre el lenguaje se han convertido en tema de gran importancia para las investigaciones en el aula, de hecho, en la mayoría de los casos, la enseñanza de los maestros y las diversas formas a partir de las cuáles se expresan los estudiantes se realiza en el aula de clase mediante el lenguaje oral y escrito, constituyéndose el discurso en el aula en una posibilidad para analizar procesos educativos en una perspectiva interpretativa. Candela (2001)

La relevancia del lenguaje para el aprendizaje, parte del reconocimiento de los procesos comunicativos como inherentes al acto educativo en sí mismo; el lenguaje asumido desde una perspectiva multidimensional: Sociolingüística, sociohistórica, sociocultural, sociocognitiva, etc., que interviene no solo en la transferencia de información y conocimientos, sino además, en la relación del pensamiento con la acción para orientar discusiones, explicaciones, compartir experiencias y aprehender conceptos nuevos, es decir, en términos de Vygotsky, el lenguaje como forma de estructurar el pensamiento.

El lenguaje, como centro de los procesos formativos se constituye en elemento fundamental de la relación enseñanza y aprendizaje, en la cual las características del discurso influyen la construcción de significados, razón por la cual el lenguaje empleado en la enseñanza de las ciencias en la escuela puede convertirse en obstáculo para el aprendizaje de nuevos conceptos científicos en los estudiantes, en tanto el lenguaje “no es simplemente un instrumento de reproducción de idea, sino un verdadero formador de ideas, configurándose en programa y guía de la actividad mental del sujeto” (Whorf en Soares, 2001, citado en Astudillo y cols., 2008).

El contexto que incluye el aula, la escuela, la comunidad y el contexto de la clase, no son exclusivamente resultado de quienes participan del acto educativo, en los maestros también existen influencias externas. Para Cazden (1991) “Las circunstancias dentro y fuera del aula requieren análisis más ponderado y control más consciente para que nuestras teorías implícitas sobre el lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje estén siempre abiertas a una posible revisión” (p.209).

Para la presente investigación, se escogió el *análisis de contenido* para describir y comprender la información de los participantes por el tipo de enfoque cualitativo del estudio; a partir del lenguaje oral y escrito de los maestros, fue posible conocer e identificar su pensamiento: ideas, creencias, opiniones, visiones, concepciones, acerca de la ciencia, sus procesos de construcción y sus vínculos e influencia con la sociedad.

Se empleó como estrategia de interpretación del cuestionario de pregunta abierta, entrevistas individuales y en profundidad, el análisis de contenido, entendido como una estrategia cualitativa cuyos procedimientos tienen como propósito formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a un contexto (Krippendorff, 1990), su objetivo está dirigido a lograr la emergencia de aquel sentido latente que se produce de las prácticas sociales y cognitivas que instrumentalmente recurren a la comunicación para facilitar la interacción que subyace a los actos comunicativos concretos y subtiende la superficie material del texto.

El análisis exigió de un tratamiento hermenéutico del lenguaje oral y escrito de los maestros. Este tratamiento se realizó en tres momentos diferenciados los cuales conservan una relación dependiente entre sí, estos son:

1. *Momento descriptivo*: este momento contiene dos niveles de análisis los cuales guardan entre sí una relación los textos y sus contextos, este nivel es de un análisis centrado en el texto, conformado por las transcripciones de las entrevistas y preguntas abiertas de los cuestionarios.
2. *Momento interpretativo*, mediante la construcción de categorías emergentes y temáticas permitió acceder a una nueva forma de comprensión y análisis de la temática objeto de análisis y de la realidad; a este nivel se logra un análisis del contexto en el que suceden los actos y se pone de manifiesto el lenguaje.
3. *Momento comprensivo* mediante el cual se logra poner en evidencia la construcción de redes semánticas, la incorporación de nuevas tendencias teóricas, a este nivel se logra la producción del metatexto en el que se ponen en evidencia

las relaciones entre el texto y el contexto con el fin de lograr su máxima comprensión.

La información cualitativa se analizó utilizando el software Atlas ti. La interpretación se realizó sobre la base de las perspectivas epistemológicas definidas por Cobern y Loving (1998) clasificadas dentro de 6 énfasis: Cientifista, empírico, teórico, anticientífico, cultural y equilibrado. A continuación se mencionan los componentes centrales del análisis.

Elaboración de redes semánticas sobre el conjunto de la información recogida; con base en las redes semánticas se realizó un primer análisis descriptivo acerca del concepto de Naturaleza de la ciencia y si estos conceptos pueden llegar a constituirse en obstáculos epistemológicos en su labor docente en las aulas.

Como aspecto final se realizaron posteriores análisis en los que se pretende determinar posibles relaciones entre los dos conceptos investigados.

Otros aspectos de orden metodológico de desarrollaron de manera particular en el momento en que se presenta de manera específica lo relacionado con las categorías centrales estudiadas: Naturaleza de la Ciencia y Obstáculos Epistemológicos.

3.2.4 Fase 1. Diagnóstico inicial para conocer y describir las concepciones de los maestros Ondas sobre la ciencia

Esta primera fase tiene el propósito de hacer un diagnóstico de las concepciones acerca de la ciencia, sus procesos de construcción, el trabajo de los científicos y las relaciones de la ciencia con la sociedad y la cultura, en una muestra de 31 maestros que participan en el Programa Ondas de Colciencias en el Departamento de Caldas. Para ello se utilizó la información recogida a través del cuestionario de pregunta abierta a 31 maestros y 6 de ellos escogidos para hacer la entrevista en profundidad. (*Momento descriptivo*). Con las respuestas obtenidas en estos instrumentos se llevó a cabo la el análisis utilizando el software Atlas.ti; a partir de éste se realizó el proceso de codificación y categorización; en primera instancia se elaboraron gráficas para observar la frecuencia en las respuestas a cada pregunta de los instrumentos e

identificar tendencias frente a las categorías de inicio; (*Momento interpretativo*); en una fase posterior, se diseñaron redes semánticas para lograr identificar relaciones entre las categorías iniciales y las emergentes (*Momento comprensivo*).

Cabe anotar que en una primera aproximación a la codificación de las preguntas, se observó que una de ellas tenía la misma respuesta en todos los maestros, su análisis permitió concluir que esta pregunta no estuvo bien formulada, dadas las características de la muestra, razón por la cual se tomó la decisión, con el tutor de la tesis, de anularla.

En este aparte se amplía el concepto de redes semánticas para una mejor comprensión del proceso de análisis realizado.

Las redes semánticas son técnicas utilizadas en investigación cualitativa, que le permiten al investigador organizar y analizar la información a partir de los datos suministrados por los participantes y con ellos construir el proceso de interpretación y comprensión de los hallazgos del estudio.

Las *redes semánticas*, de acuerdo con Figueroa, González y Solís (1981, citados en Zermeño, Arellano y Ramírez, 2005. p.307) son una técnica que permite explorar la percepción, la idea o el imaginario de los sujetos respecto a algo, a través de procedimientos no simulados. Los mismos autores citan a Valdez (1998) el cual afirma que “Las redes semánticas tienen como propósito aproximarse al estudio del significado de manera natural, es decir, directamente con los individuos, evitando la utilización de taxonomías artificiales creadas por los investigadores” (p.65).

Las redes semánticas permiten graficar de una manera intuitiva los diferentes componentes (segmentos o citas, categorizaciones, comentarios o anotaciones) y de las relaciones que se hayan establecido entre ellos; en este sentido, estas redes permitieron establecer las relaciones entre los conceptos dados por los maestros frente a la categoría estudiada.

Para el caso del segundo instrumento, la entrevista en profundidad, se considera que es de tipo cualitativo semiestructurada, con un protocolo de preguntas para orientar la conversación; se realizó con los 6 maestros seleccionados previamente y en tiempos diferentes, se hicieron grabaciones digitales de audio de un tiempo

aproximado de 45 minutos por cada entrevistado, previa autorización, y se transcribieron para proceder posteriormente al análisis de las respuestas a cada pregunta y ampliar el análisis de las respuestas del cuestionario.

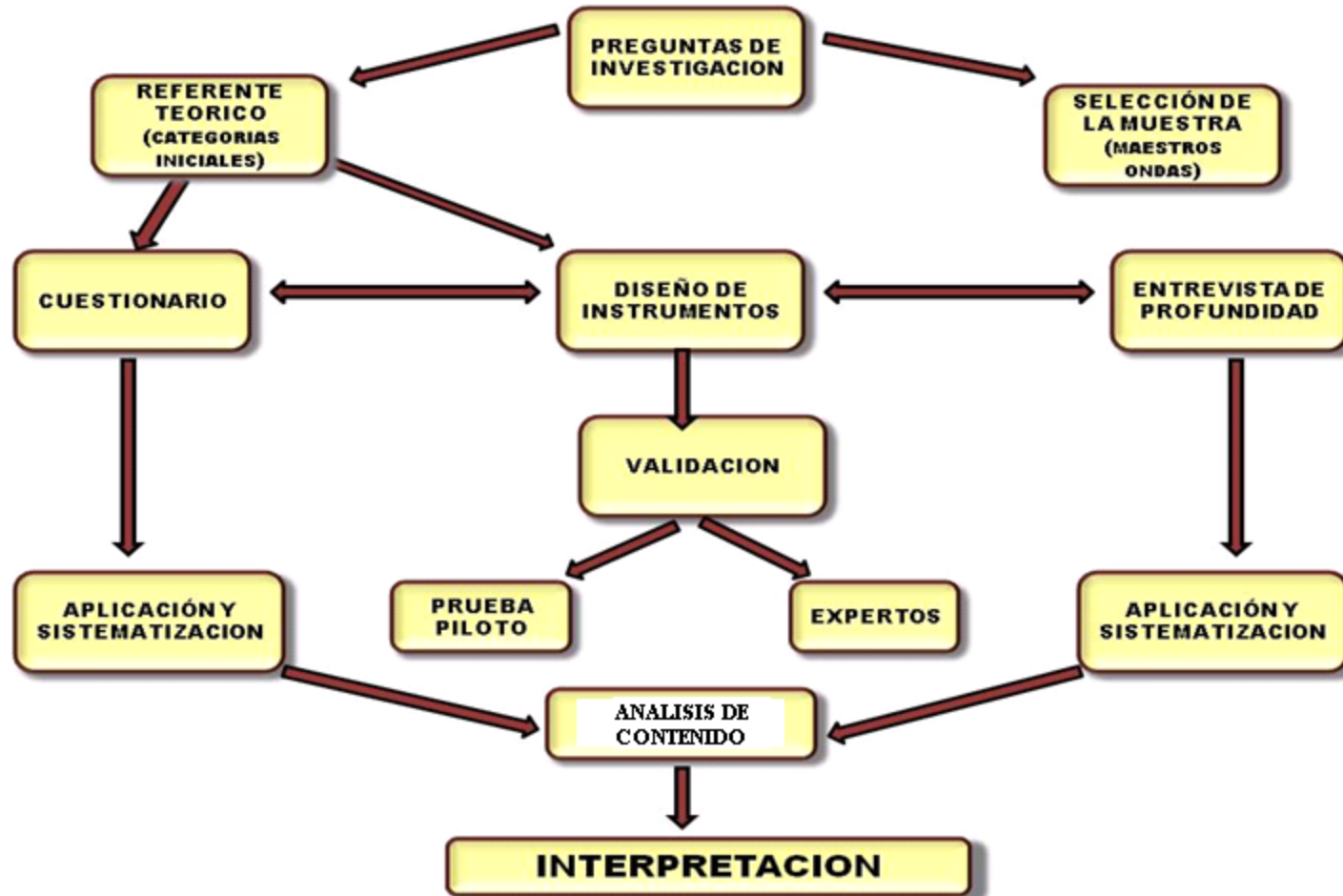
Esta primera etapa de la investigación permitió conocer la concepción acerca de la naturaleza de la ciencia-NOS de los maestros participantes.

3.2.5 Fase 2. Comprensión del Pensamiento de los Maestros Ondas frente al Concepto Naturaleza de la Ciencia-NOS-

La información arrojada en el análisis preliminar fue la base para dar inicio a un análisis de contenido de las respuestas orales y escritas de los participantes en la investigación, fase que permite realizar un análisis interpretativo y comprensivo mediante el cual se pretende identificar posibles obstáculos epistemológicos que pueden estar a la base de las ideas o concepciones expresadas por los maestros.

En el siguiente esquema se grafica el proceso metodológico que se llevó a cabo para el desarrollo de la presente investigación.

DISEÑO METODOLÓGICO



4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1 Análisis descriptivo de la información sobre la categoría Naturaleza de la Ciencia-NOS-

Para identificar las concepciones de los docentes acerca de la ciencia, se aplicaron dos tipos de instrumentos: Un cuestionario de pregunta abierta, a partir del cual se exploró el pensamiento de los profesores desde la perspectiva de los seis enfoques epistemológicos desarrollados por Cobern & Loving (1998) quienes orientaron la interpretación de la información. Los autores definen los siguientes énfasis para la comprensión de la ciencia: teórico, empírico, anticientífico, cientifista, cultural y equilibrado.

La entrevista en profundidad fue el segundo instrumento con el cual se exploró de forma más amplia el pensamiento de los docentes respecto a las categorías del estudio, que el investigador consideró, debían ser exploradas de manera más específica.

El análisis de la categoría Naturaleza de la Ciencia se realizó en dos momentos. El primero presenta un acercamiento cuantitativo de orden general el cual permite una descripción en porcentajes de las respuestas encontradas para observar la frecuencia de estas frente a las categorías iniciales analizadas y categorías que surgen del análisis, enmarcadas en los énfasis propuestos.

En el segundo momento del análisis, se realiza una descripción cualitativa a partir de la cual es posible identificarlas concepciones que tienen los profesores acerca de esta categoría inicial y si pueden constituirse en obstáculos epistemológicos para su labor docente, también en la perspectiva epistemológica de los énfasis propuestos.

Para realizar el análisis de contenido, de cada uno de los énfasis epistemológicos señalados anteriormente, se consideraron características teóricas que orientaran la interpretación de las respuestas, así:

Énfasis Teórico

- ✓ En la construcción de las teorías los científicos deben tener un cuerpo grande de observaciones, inferencias e hipótesis verificables.
- ✓ Los científicos trabajan con base en teorías que se basan a su vez en conocimientos anteriores.
- ✓ En el trabajo científico las teorías orientan las observaciones.
- ✓ Las teorías son estructuras lógicas de hechos e hipótesis que intentan explicar fenómenos naturales.

Énfasis Empírico

- ✓ La observación es fundamental para todas las ciencias y siempre parten de esta.
- ✓ Las ideas de los científicos no deben influir en la observación y la experimentación.
- ✓ Los científicos deben convertir las posibles explicaciones en predicciones verificables.
- ✓ Los científicos siempre deben partir de las evidencias.

Énfasis Anticientífico

- ✓ La ciencia siempre está cambiando, por lo tanto no es muy fiable.
- ✓ El dinero destinado al desarrollo de la investigación debe reorientarse a otros campos.
- ✓ Lo que hacen los científicos tiene poco valor práctico
- ✓ Para el trabajo de los científicos es fundamental el reconocimiento de otros grupos científicos
- ✓ La ciencia y la religión están básicamente en desacuerdo.

Énfasis Cientifista

- ✓ El método científico es el único método fiable en ciencias.
- ✓ El conocimiento científico es mejor que otros tipos de conocimientos.
- ✓ Sólo la ciencia puede decirnos lo que es verdadero.

- ✓ El conocimiento producido por la ciencia siempre es objetivo y autorregulado.
- ✓ El progreso y mejoramiento en el estilo de vida se debe a la ciencia.

Énfasis Cultural

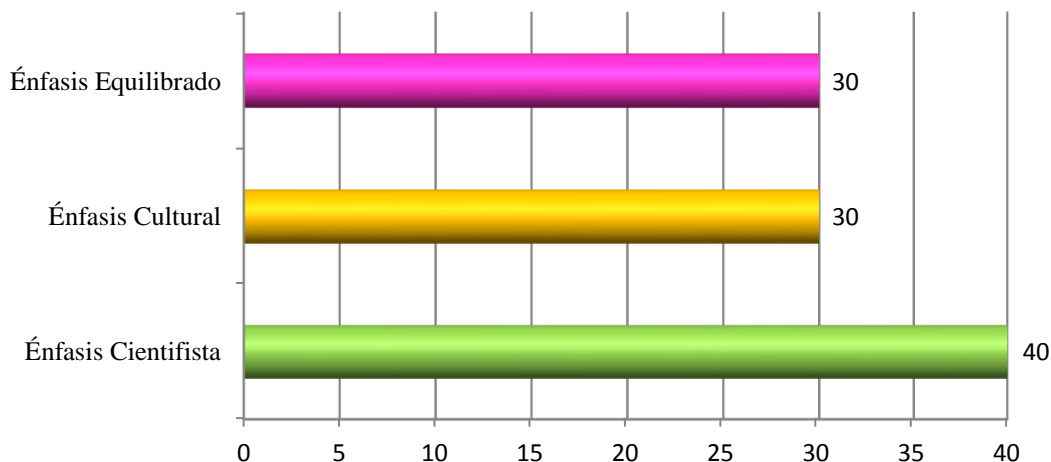
- ✓ La ciencia está enmarcada en contextos históricos, políticos, culturales y sociales, por lo tanto sus preguntas, métodos y resultados varían según el tiempo, lugar y propósito.
- ✓ En las ciencias ha tenido predominio el hombre, lo cual ha incidido en la baja representación de las mujeres en estos campos.
- ✓ La ciencia se construye a través de negociaciones sociales.
- ✓ Las restricciones en la educación, el racismo y las oportunidades de empleo han sido obstáculo y han marginado del trabajo científico a muchas minorías.

Énfasis Equilibrado

- ✓ La ciencia es una de las formas, no la única, para conocer y entender el mundo.
- ✓ En el trabajo científico la subjetividad puede generar consecuencias buenas y malas
- ✓ Las ciencias no producen saberes infalibles.
- ✓ La ciencia ha producido beneficios y también consecuencias negativas para el mundo
- ✓ En el trabajo científico son necesarias tanto la observación como la teoría, actúan recíprocamente.

En el apartado siguiente se presenta cada uno de los análisis mencionados.

Primera categoría. La ciencia y su construcción



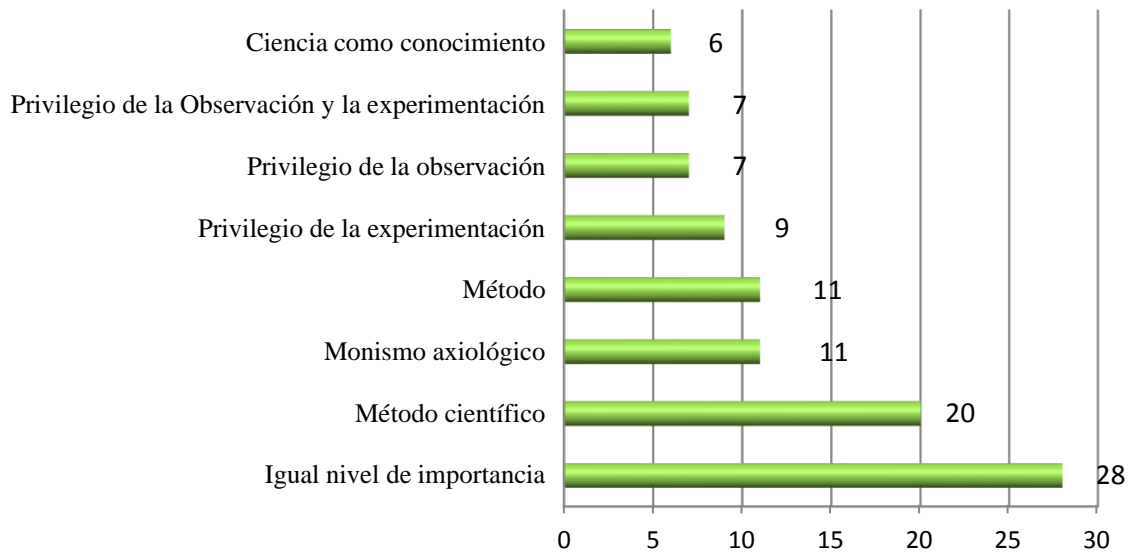
Gráfica No. 1. La ciencia y su construcción (%)

La primera categoría analizada: La Ciencia y su construcción se exploró a partir de las siguientes preguntas:

CATEGORIA	TIPOLOGIA DE PREGUNTA
La Ciencia y su construcción	¿Qué idea tienes acerca de la ciencia?
	¿Cómo consideras que se construye la ciencia?
	En la construcción del conocimiento científico intervienen teorías, hipótesis, observación, experimentación, supuestos, métodos. ¿Cuál es para ti la más importante? Argumenta tu respuesta.
	De la siguiente afirmación señala si estás de acuerdo o en desacuerdo y argumenta tu respuesta: Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico universal

La gráfica No.1 muestra una tendencia hacia el Énfasis cientifista, con un 40% y un porcentaje que comparten en igual proporción, los Énfasis cultural y equilibrado, con un 30% de respuestas cada uno.

Sin embargo, dada la diversidad de respuestas encontradas y clasificadas dentro de cada énfasis, se hará una descripción general de cada categoría identificada.



Gráfica No. 2. La ciencia y su construcción. Énfasis cientifista (%)

De las respuestas acerca de la importancia de los diversos procesos que intervienen en la construcción del conocimiento científico, la concepción más frecuente, con el 28% de las respuestas, señala que todas las fases tienen *igual nivel de importancia*, es decir que intervienen en igual medida las teorías, hipótesis, observación, experimentación, supuestos y métodos. Un 9% privilegia la *experimentación*, un 7% *la observación* y otro porcentaje igual, le da la misma importancia a la observación y la experimentación.

De la afirmación: Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico universal, el 20% de las respuestas están de acuerdo y consideran que este método, tienen mucha y marcada importancia en la construcción de la ciencia.

El 11% afirma la *importancia de un método*, independientemente de que sea el científico u otro. En el 11% de las respuestas se afirma, la existencia de un “*monismo axiológico*”, asumido desde los valores epistémicos de la ciencia (Echeverría, J. 1998).

En menos proporción aparece el concepto de *ciencia como conocimiento*, con un 6%, concepto ligado con el énfasis cientifista, en tanto considera la ciencia como un “Conjunto de conocimientos, saberes, experiencias y teorías de un área determinada”. 1:880, dejando de lado la concepción de ciencia como una construcción social situada en contextos históricos, políticos, culturales y sociales.

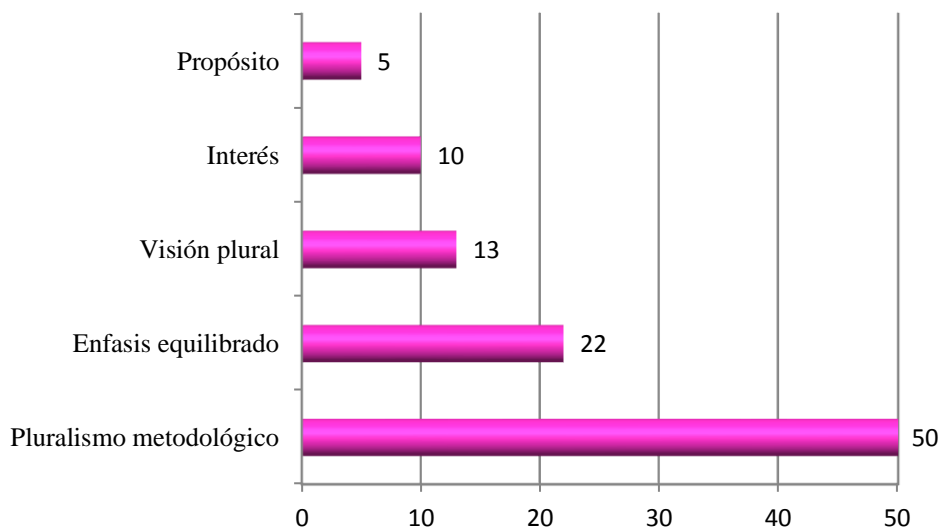
De otra parte, en este análisis se articulan las respuestas de los maestros frente al segundo énfasis, el cultural, del cual se identificaron las categorías que se presentan en la siguiente gráfica:



Gráfica No.3. La ciencia y su construcción. Énfasis cultural (%)

Entre las concepciones de los maestros acerca de qué es la ciencia y cómo se construye, en un 23% de las respuestas se asume la *ciencia como actividad humana*, un 20% relaciona la *ciencia con la calidad de vida*; el 18% consideran la *influencia del contexto* en la ciencia, lo que podría asumirse como una forma de reconocer que el entorno sociocultural afecta las ideas científicas; el 15% sostiene que la ciencia se

construye como *respuesta a problemas*; *el método crítico* está relacionado con la construcción de la ciencia en un 10% de respuestas, aspecto que evidencia una perspectiva de construcción de la ciencia sujeta a permanente discusión y crítica, como una forma de contrastar las evidencias empíricas encontradas; en menor proporción definen *la comunicación* como factor importante para dar a conocer los hallazgos de la ciencia a toda la sociedad, con un 8% de respuestas y finalmente la vinculación de la ciencia con una *perspectiva histórica*, con un 5%.



Gráfica No.4. La ciencia y su construcción. Énfasis equilibrado (%)

Entre las respuestas que se vinculan con este énfasis aparece un 50% que asume el *pluralismo metodológico* en contraposición al método científico como el único y más fiable para la construcción científica, este es un reconocimiento a la diversidad de metodologías de investigación que se pueden emplear en la ciencia, dependiendo del campo donde se esté interviniendo.

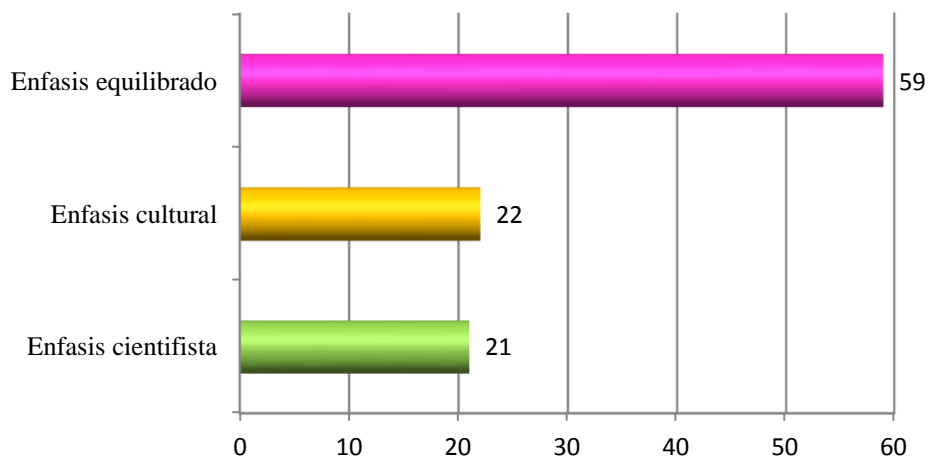
Es necesario aclarar que el 22% que aparece como categoría “*Énfasis equilibrado*”, se consideró con este nombre debido a que estas respuestas presentan en forma más concreta y precisa las características establecidas inicialmente para dicho énfasis; respuestas como “Pienso que la ciencia es un proceso dinámico, es

producto de la actividad humana y va cambiando de acuerdo con las necesidades que van surgiendo. Pienso también que no es un proceso acumulativo sino un proceso de construcción permanente” (1:26), ilustran claramente esta condición; la *visión plural de la ciencia* identificada en un 13% de las respuestas de los docentes llama la atención en tanto muestra a la ciencia como “una” forma de explicación de los fenómenos, no la única ni la mejor. El *interés* (10%) y el *propósito* (5%), aparecen como aspectos que tienen que ver con la subjetividad de quienes construyen ciencia.

De este análisis descriptivo de la primera categoría, se podría colegir que el hallazgo de variadas y concretas respuestas frente a las categorías identificadas y clasificadas dentro del énfasis cientifista, podrían ser evidencia para ubicar estas respuestas en una perspectiva prekuhniana de la ciencia, sin embargo los dos énfasis, cultural y equilibrado, muestran claramente respuestas que permiten inferir que los docentes han trascendido la visión cientifista de la ciencia y sus procesos de construcción y se acercan a una visión de ciencia más como un producto de las negociaciones sociales, más plural, histórica, subjetiva pero rigurosa y sistemática; que ayuda al progreso y al mejoramiento de la vida, pero que también puede llegar a producir estragos en el universo.

La perspectiva prekuhniana, se ampliará en el análisis comprensivo realizado más adelante.

Segunda categoría. Características del conocimiento científico



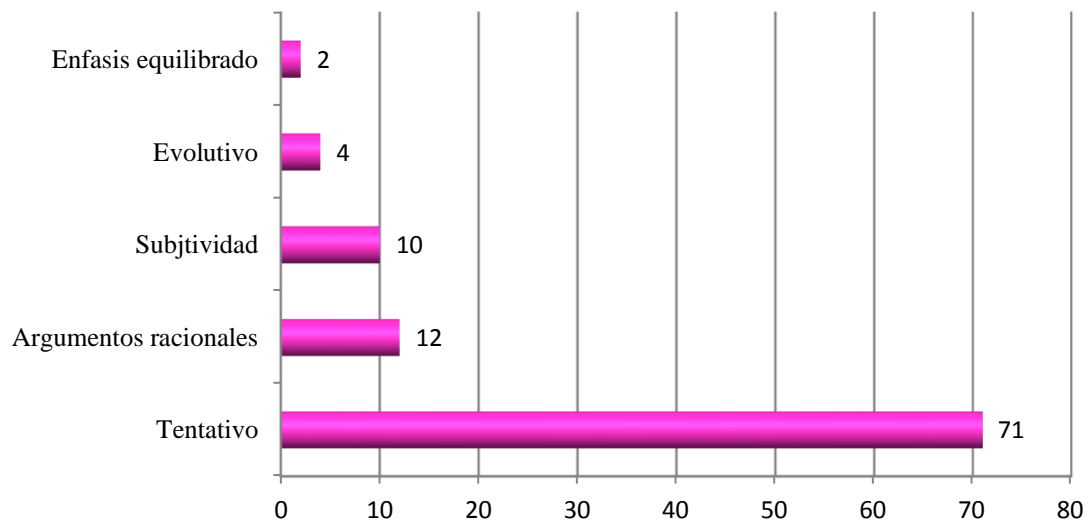
Gráfica No.5. Características del conocimiento científico (%)

La segunda categoría analizada: características del conocimiento científico, se exploró a partir de las siguientes preguntas:

CATEGORIA	TIPOLOGIA DE PREGUNTA
Características del conocimiento científico	De la siguiente afirmación señala si estás de acuerdo o en desacuerdo y argumenta tu respuesta: Los científicos cuando investigan incurren en errores que retrasan el avance de la ciencia.
	De la siguiente afirmación señala si estás de acuerdo o en desacuerdo y argumenta tu respuesta: Las buenas investigaciones científicas permiten llegar a resultados inmodificables en el tiempo.
	¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre el conocimiento común y el conocimiento científico?

La gráfica No.5, muestra una mayor frecuencia del énfasis equilibrado, con un 59% y una frecuencia menor, casi compartida entre el énfasis cultural, con un 22% y el énfasis cientifista, con una frecuencia del 21%.

Por las mismas circunstancias anotadas en la primera categoría analizada, se hará una descripción general de cada categoría identificada en cada énfasis.

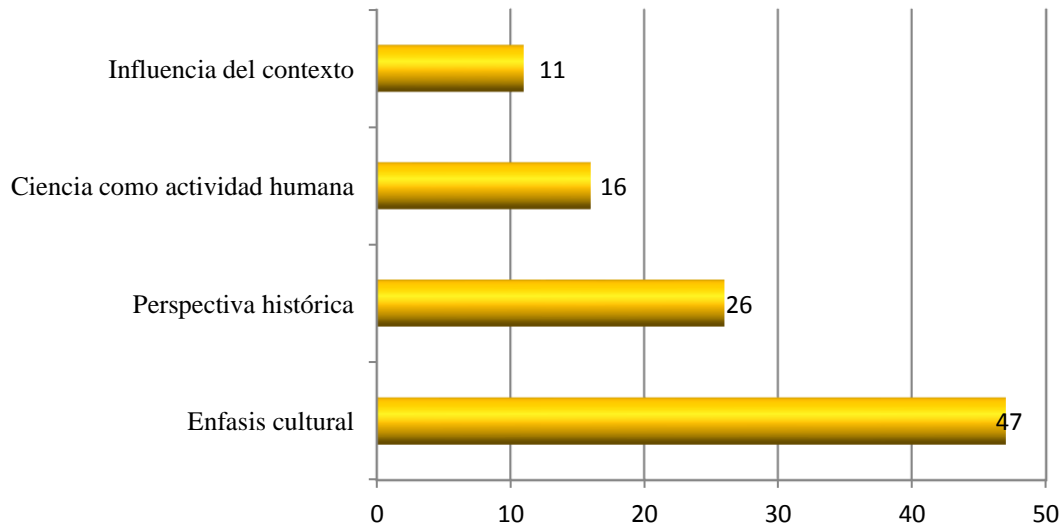


Gráfica No.6. Características del conocimiento científico. Énfasis equilibrado (%)

Las respuestas de los docentes frente a la pregunta: Las buenas investigaciones científicas permiten llegar a resultados inmodificables en el tiempo, muestran un marcado énfasis, 71%, en el reconocimiento del conocimiento científico como proceso *Tentativo*.

Las respuestas a la pregunta: Los científicos cuando investigan incurren en errores que retrasan el avance de la ciencia, muestran una adecuada comprensión del error como parte consustancial a la ciencia y un elemento que sirve para mejorar el proceso de validación del conocimiento; los argumentos empleados para defender esta posición los definen desde el papel que juega la *subjetividad* como parte de la naturaleza misma del hombre que hace ciencia, con una frecuencia de 10%.

De otra parte, entre las características que le atribuyen al conocimiento científico, y que lo diferencian del conocimiento común, se identifican los *argumentos racionales* con una frecuencia de 12%.



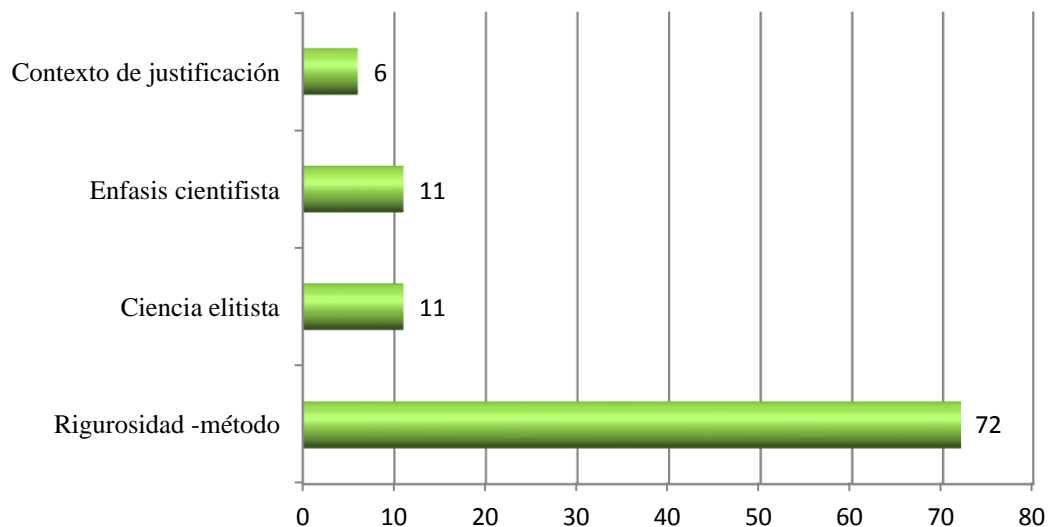
Gráfica No.7. Características del conocimiento científico. Énfasis cultural

La gráfica anterior muestra una frecuencia del 47% de respuestas enmarcadas en el *Énfasis cultural*, denominación que obedece a que en dichas respuestas se identifican claramente una o varias de las características señaladas al inicio del análisis para éste énfasis particular. Expresiones como “Las buenas investigaciones científicas se validan en determinados contextos históricos, puesto que dan posibilidades a la resolución de problemas en ámbitos específicos, pero con el pasar del tiempo se modifican, se transforman, se revalúan o se invalidan según las necesidades del momento, según las nuevas teorías, según las nuevas intencionalidades”,(1:142) lo ilustran más claramente.

Asimismo, las respuestas enmarcadas en este énfasis guardan relación directa con el alto acuerdo que se observa en el *carácter tentativo* que le reconoce a la ciencia, enmarcado en el énfasis equilibrado analizado en la gráfica anterior.

Vale la pena resaltar que las categorías resultantes y analizadas en las primeras preguntas acerca de qué es la ciencia y cómo se construye, y clasificadas dentro del

énfasis cultural, guardan relación directa con las respuestas encontradas en las categorías que indagan por las características del conocimiento científico y analizadas en éste énfasis cultural actual, en este sentido, el 26% de frecuencia identificado en la *Perspectiva Histórica*, el 16% de la *Ciencia como actividad Humana* y el 11% de la *Influencia del contexto* tendrían las mismas explicaciones anotadas anteriormente, vale decir, la ciencia situada en escenarios históricos, el papel de la ciencia en las condiciones de vida de la sociedad, la ciencia como una construcción humana y por lo tanto influenciada por su subjetividad, aspectos reconocidos en forma amplia por un número importante de respuestas de los maestros encuestados.



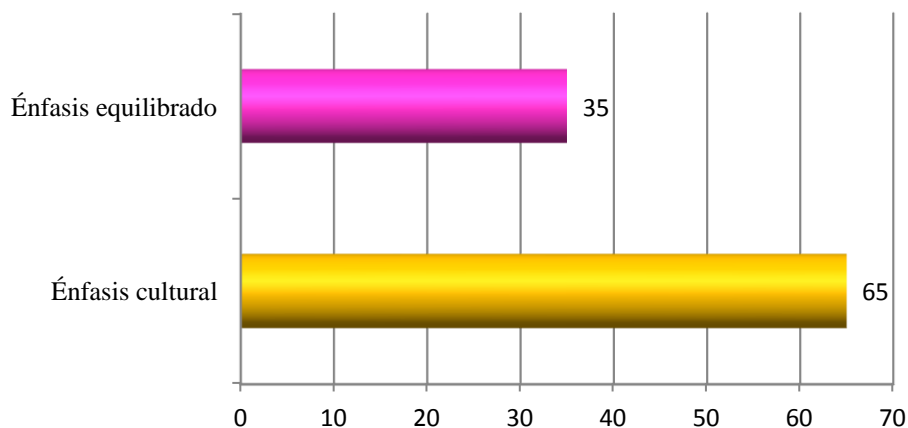
Gráfica No.8. Características del conocimiento científico. Énfasis cientifista

Continuando con el análisis sobre las características del conocimiento científico en contraposición al común, la gráfica anterior muestra una alta frecuencia, 72% de respuestas las cuales señalan la *Rigurosidad a partir de métodos* como característica esencial al trabajo científico, lo cual indica la necesidad de procesos sistemáticos, siguiendo procesos que garanticen la validez de los productos de la investigación. Una frecuencia del 11% de respuestas considera la ciencia como de *Elites*, percepción que contrasta con los postulados actuales de la naturaleza de la ciencia, donde es claro que personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia.

La denominación directa como categoría: *énfasis cientifista*, con un 11%, se puede observar de manera más concreta en afirmaciones como, “Lo que vivimos en la actualidad está fundamentado en los hallazgos científicos de nuestros antepasados, estos hallazgos o encuentros salvo unas ligeras modificaciones, son inmutables, son la base de nuestra civilización” (1:148), afirmación en la que puede evidenciarse una idea de ciencia como algo estático e inmodificable en el tiempo, de ciencia acumulativa y lineal, contrario a la idea de ciencia como proceso evolutivo.

No obstante la baja frecuencia, 6%, encontrada en respuestas alusivas al *Contexto de Justificación*, es importante destacarla, puesto que se vincula con la filosofía Prekuhiana de la ciencia, la cual será descrita con mayor profundidad en el análisis comprensivo que se hace más adelante.

Tercera categoría. Cualidades del científico



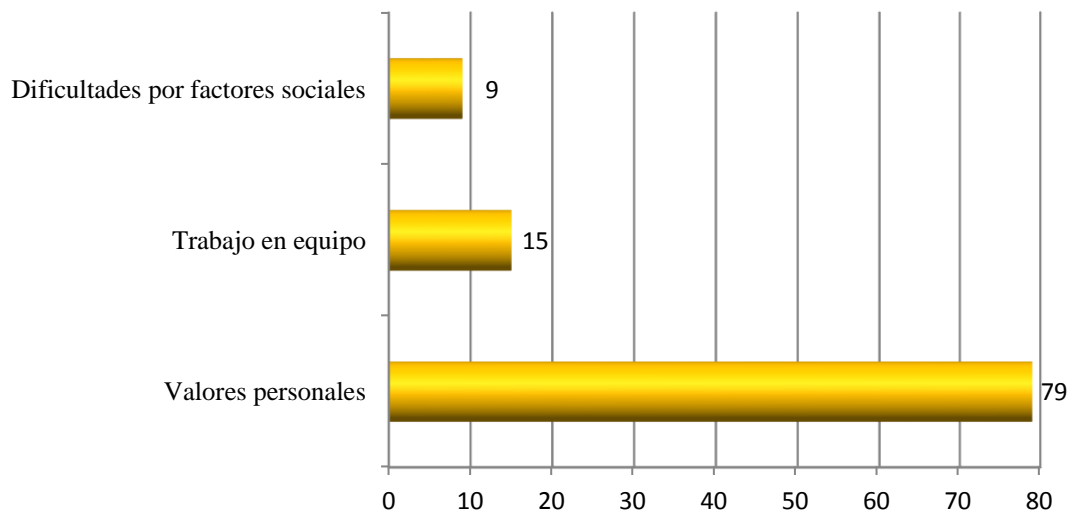
Gráfica No.9. Cualidades del científico (%)

La tercera categoría analizada: cualidades del científico, se exploró a partir de las siguientes preguntas:

CATEGORÍA	TIPOLOGIA DE PREGUNTA
Cualidades del científico	¿Qué características debería tener un científico?
	¿De qué forma trabajan las personas que hacen ciencia?

La gráfica No.9, muestra una frecuencia del 65% de respuestas ubicadas en el énfasis cultural y un 35% en el énfasis equilibrado. No se encontraron respuestas que pudieran identificarse dentro del énfasis cientifista.

A continuación se hará una descripción general de cada categoría identificada en los dos énfasis mencionados.

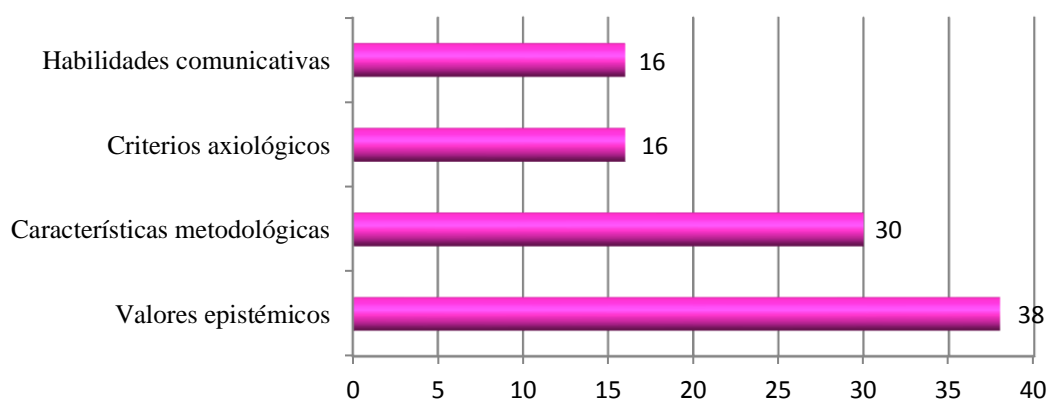


Gráfica No.10. Cualidades del científico. Énfasis cultural (%)

La alta frecuencia, el 79% de respuestas acerca de las características que debe tener un científico, se ubican del lado de los *Valores personales*, aspecto que vincula las posibles relaciones entre ciencia y ética y que introduce el concepto de “Axiología” entendida como el conjunto de valores y normas que orientan la ciencia y el trabajo de los científicos, idea que complementa la concepción de ciencia como empresa humana y por ello, enfrentada a los problemas propios de esa naturaleza. De

otro lado, entienden la importancia del *Trabajo en equipo*, con un 15% de respuestas, lo cual permite entender las necesarias relaciones entre las comunidades científicas, fundamentales para el avance de las ciencias.

En menor proporción, con el 9% de respuestas, aparecen las *Dificultades por factores sociales* diversos a las cuales se enfrentan los científicos, sobre todo en términos de las condiciones económicas, políticas y sociales de Colombia en particular.



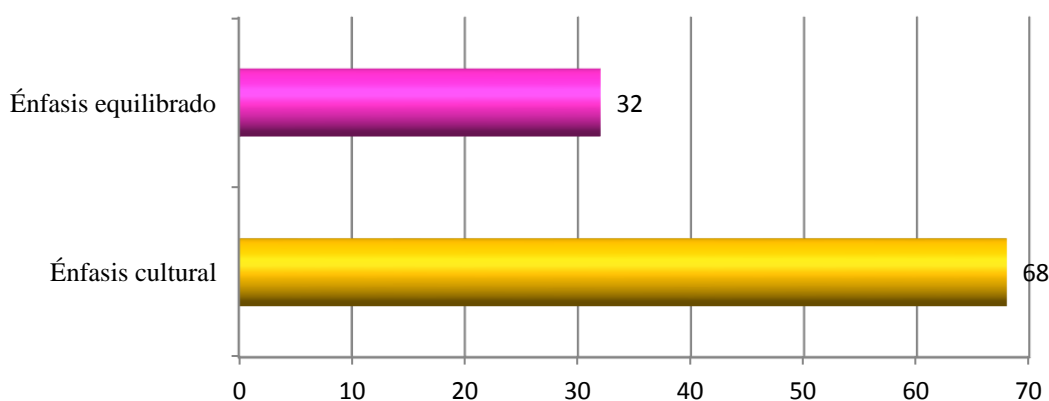
Gráfica No.11. Cualidades del científico. Énfasis equilibrado

Los *valores epistémicos* aparecen con una frecuencia del 38%, dichos valores se refieren, a algunos imperativos de conducta que se le exigen a los científicos, que tiene que ver con el desarrollo “honesto” de la ciencia; entre los valores epistémicos más clásicos se encuentran: la honestidad, verdad, rigurosidad, objetividad, desinterés, los cuales no riñen con valores considerados como deseables para la humanidad como la vida, la salud, el bienestar, la igualdad de oportunidades, etc.

Las *Características Metodológicas*, con una frecuencia del 30%, hacen referencia a procesos de rigurosidad, sistematicidad y validez que deben mantener los científicos en su trabajo; con el 16% de frecuencia aparecen los *criterios axiológicos*, los cuales incluyen la publicación y accesibilidad a los resultados de las investigaciones científicas a cualquier persona, además estos hallazgos deben ser comunicables, enseñables y generar estrategias de difusión que incluyan al público en general, vale

decir, que estimulen la alfabetización científica, aspecto vinculado directamente con las *Habilidades comunicativas*, que aparecen con una frecuencia del 16%, el lenguaje, el cual puede llegar a obstaculizar una verdadera democratización del conocimiento, dando una imagen deformada y poco real de la ciencia y de los hombres que se dedican a ella.

Cuarta categoría. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura



Gráfica No.12. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura.

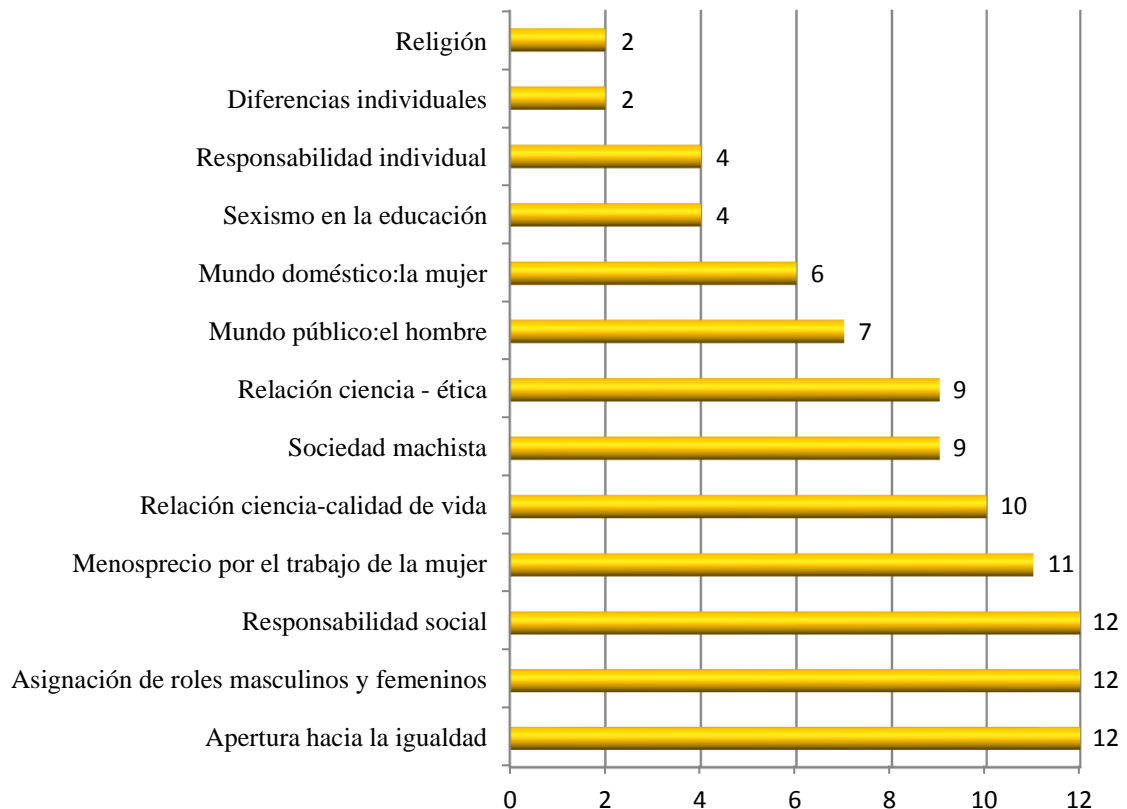
La cuarta categoría analizada: Relación Ciencia-Sociedad-Cultura, se exploró a partir de las siguientes preguntas:

CATEGORIA	TIPOLOGIA DE PREGUNTA
Relación Ciencia-Sociedad-Cultura	De la siguiente afirmación señala si estás de acuerdo o en desacuerdo y argumenta tu respuesta: Algunos de los avances científicos, por ejemplo la energía atómica, se justifican por su impacto en la sociedad.
	El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos, por lo tanto, se

	debe fomentar que los alumnos estudien más ciencias en la escuela. ¿Qué tipo de ciencia crees que se les debe enseñar?
	¿Por Qué crees que en el mundo la mayoría de los científicos son hombres?

La gráfica No.12, muestra una mayor frecuencia del énfasis cultural, con un 68% y una frecuencia menor del énfasis equilibrado, con un 32%. No se identificaron respuestas características propias del énfasis científico.

A continuación se hará una descripción general de las categorías identificada en cada énfasis.



Gráfica No.13. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura. Énfasis cultural

Como respuesta a la pregunta: Algunos de los avances científicos, por ejemplo la energía atómica, se justifican por su impacto en la sociedad, se encuentra la *responsabilidad social* con una frecuencia del 12%, la cual puede considerarse alta, dada la dispersión en las respuestas; estas respuestas pueden asociarse con la concepción de ciencia contemporánea en el sentido de que el trabajo científico involucra otro tipo de decisiones además de las tecnocientíficas, aspectos relacionados con la ética, la política, las tradiciones y los derechos humanos, que trascienden el mismo ámbito de la ciencia; con mucha menor frecuencia aparece la *responsabilidad individual*, con un 4%.

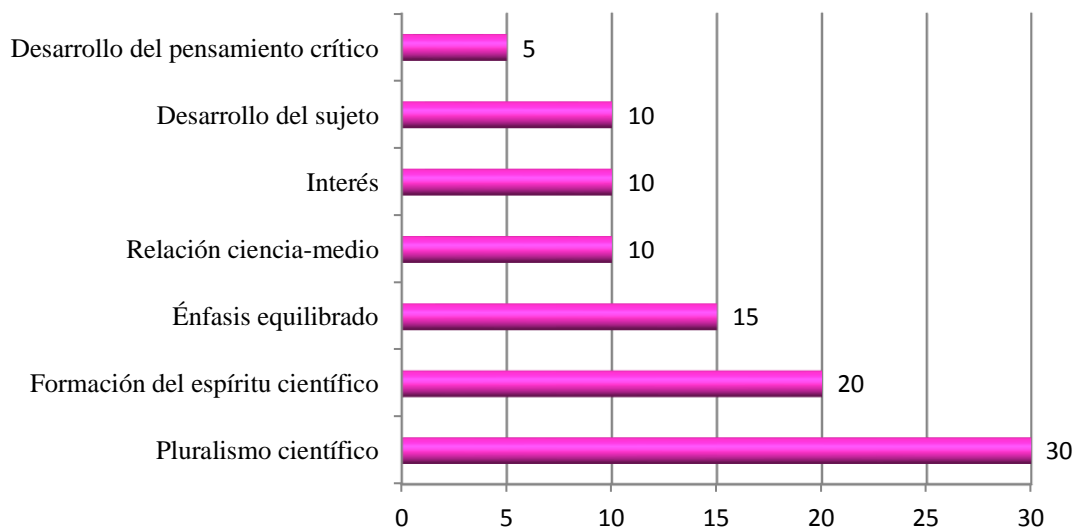
Asimismo, consideran que los desarrollos científicos deben tener como propósito el *mejoramiento de la calidad de vida*, 10% y *consideraciones éticas*, 9%, de tal manera que generen un impacto positivo en la sociedad.

Respecto a la pregunta acerca de por qué en el mundo la mayoría de los científicos son hombres, se identificaron diversas e interesantes respuestas, así: La categoría *apertura hacia la Igualdad*, con un 12% de respuestas, refleja una postura contemporánea de la NOS que alude a que esta condición se ha dado en la historia de la ciencia por factores eminentemente culturales, los cuáles se han ido diluyendo en tanto se han abierto en el mundo iguales oportunidades para hombres y mujeres.

La Asignación de Roles Masculinos y Femeninos, también con una frecuencia del 12%, alude a factores culturales que a través de la historia han generado modelos de comportamiento estereotipados propios de hombres y mujeres y transmitidos de forma implícita entre las culturas; el *menosprecio por el trabajo de la mujer*, con un 11%, donde se afirma que las aportaciones y contribuciones de las mujeres al mundo de la ciencia, el arte y la cultura han sido poco valoradas. Así mismo, un 9% se refiere a una *Sociedad Machista* como causa de la ausencia de las mujeres en el mundo de la ciencia, en tanto esta se ha basado en un ideal particular de masculinidad; en el mismo sentido, los papeles asignados culturalmente a hombres y mujeres validan los estereotipos tradicionales y designan roles diferenciando los mundos de los géneros; un 7% de respuestas señalan para el *Mundo Público: El hombre*, y para el *Mundo Doméstico: La mujer*, con un 6% (Solsona,2002).

Respecto al *Sexismo en la educación*, con una frecuencia del 4%, a pesar del reconocimiento de la superación de la desigualdad en cuanto a cobertura en educación, aún se mantiene en la escuela una postura androcéntrica (Tomé, A. 2005).

De otra parte, las *Diferencias Individuales*, con un 2%, son consideradas como las verdaderas causantes de la poca representatividad de las mujeres en este campo y no la existencia de diferencias por el género. Un bajo porcentaje de respuestas, 2%, considera que *la Religión* también ha contribuido a la discriminación de las mujeres en la ciencia.



Gráfica No.14. Relación Ciencia – Sociedad – Cultura. Énfasis equilibrado

Frente a la pregunta acerca del tipo de ciencia que se debe enseñar en la escuela para fomentar que los alumnos estudien más ciencias, se encontró el *Pluralismo científico*, con el 30% de frecuencia, es decir, consideran que todas las ciencias tienen el mismo nivel de importancia y ellos como maestros deben trabajarlas en el aula. En algunas respuestas, la *Formación del Espíritu Científico*, con un 20% de respuestas tendría que ser uno de los propósitos de la enseñanza de las ciencias en el aula.

Asimismo se reconoce que el tipo de ciencia que se trabaja en el aula debe tener en cuenta la *relación con el medio*, con un 10% de frecuencia; partir del *Interés* de los estudiantes, 10%, de sus propias experiencias y relaciones interpersonales; y debe ser

una visión de ciencia que estimule la potenciación del *Desarrollo del Sujeto*, 10% y el *Desarrollo del Pensamiento Crítico*, en un 5%, como parte de los propósitos de formación en la escuela, componentes que ayudan a tener una imagen de ciencia dinámica y accesible para todos.

El *Énfasis equilibrado* aparece con un 15% de frecuencia, y está referido a la pregunta por el impacto de la ciencia en la sociedad, aporta a la caracterización de dicho énfasis la siguiente afirmación: “Todos los avances científicos tienen impacto, algunos son positivos y otros son negativos, pero estos últimos no se pueden justificar solo porque generan impacto” (1:485).

El análisis descriptivo anterior de las cuatro (4) categorías iniciales de éste estudio: La ciencia y su construcción; características del conocimiento científico; cualidades del científico; relación Ciencia-Sociedad-Cultura, muestran respuestas con una clara inclinación hacia al énfasis cultural, con un 46% de frecuencia, el énfasis equilibrado con un 39% y el énfasis cientifista con el 15% de frecuencia. Estas cifras conducen a la formulación de algunas conclusiones, las cuáles se tratarán de evidenciar en el análisis comprensivo a través de las redes semánticas y las relaciones que se pueden establecer entre las categorías iniciales y las categorías emergentes identificadas.

A continuación se enuncian algunas conclusiones preliminares

Énfasis cientifista

- En la primera categoría analizada, *la ciencia y su construcción*, se resalta la importancia del método científico (20%), como el único método fiable para hacer ciencia; asimismo, la consecución de la verdad (11%), como el propósito que debe guiar el trabajo científico y un porcentaje del 28% de respuestas privilegia la experimentación y la observación como elementos clave del proceso científico.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, se encuentra una frecuencia del 72% de respuestas que señalan la rigurosidad en la ciencia a partir del método, expresan conceptos como la validez, sistematicidad y rigor, pero también

hablan del conocimiento científico como proceso inmutable, verificable, comprobable, estático. Se muestran evidencias de la ciencia como trabajo de élites y la importancia del contexto de justificación. Estas características descritas tienen elementos comunes con una concepción cientifista de la ciencia y podrían identificarse con una perspectiva prekuhniana de la ciencia.

Enfasis cultural

- En la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, aparecen respuestas que asumen la ciencia como una actividad humana (23%), con influencia en la calidad de vida (20%), relacionada con los contextos socio culturales (18%), donde se desarrollan las ideas científicas y por lo tanto ligada a las necesidades y problemas (15%), que deben ser objeto de investigación, además, una ciencia sujeta a procesos críticos y comunicativos que permiten su validación y acceso.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, se reafirma el contexto socio histórico de las ciencias (26%), y con ello el papel que cumple en las condiciones de vida de la sociedad.

En la tercera categoría, *cualidades del científico*, las respuestas vinculan la ciencia con aspectos axiológicos, resaltando sobre todo los valores personales con una frecuencia del 79%, y el trabajo en equipo (15%), como esenciales para orientar el trabajo del científico.

En la cuarta categoría, *las relaciones CTS*, se observan frecuencias semejantes en la casi totalidad de categorías emergentes; se vincula el trabajo científico con aspectos éticos y políticos, con las tradiciones y los derechos humanos, es decir, la ciencia asumida como una responsabilidad social e individual. Se alude a los factores culturales como las causas que han incidido en los modelos de comportamiento estereotipados propios de hombres y mujeres, señalándolos como las causas de la poca participación de las mujeres en el mundo de la ciencia.

Enfasis equilibrado

- En la primera categoría *la ciencia y su construcción* la frecuencia del pluralismo metodológico es del 50%, lo cual expresa el reconocimiento de la diversidad metodológica en el trabajo científico. La visión plural aparece con una frecuencia del 13%, expresada en una concepción de la ciencia como “una” forma de explicación de los diferentes fenómenos y no la única ni la mejor.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, es relevante el carácter tentativo que le asignan al conocimiento científico, con una frecuencia del 71%; asimismo, consideran la perspectiva evolutiva y revolucionaria de la ciencia (4%). El error en el trabajo científico es resaltado como parte consustancial a la ciencia y útil para la validación del conocimiento, argumentado desde la racionalidad y la influencia de la subjetividad de quienes hacen ciencia.

La tercera categoría, *cualidades del científico*, da cuenta de los valores epistémicos inherentes a la ciencia (38%) y de las características metodológicas (30%), lo que le garantiza rigurosidad y sistematicidad a la ciencia. Se resaltan en igual proporción (16%) los criterios axiológicos y las habilidades comunicativas que deben hacer parte de la ciencia, tales como hacer públicos y accesibles los conocimientos producidos.

La cuarta categoría, *las relaciones CTS*, reconocen el pluralismo científico en una proporción del 30%, y su importancia para la enseñanza de las ciencias en el aula. De la misma manera, resalta la formación del espíritu científico (20%). El desarrollo del pensamiento crítico y el desarrollo del sujeto como propósitos centrales a los cuales debe apuntar la enseñanza.

Otras consideraciones

- El énfasis cultural se manifiesta en las 4 categorías analizadas. En la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, su frecuencia es de 30%; en la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, su frecuencia es de 22%, pero la frecuencia en las respuestas aumenta considerablemente en la tercera categoría,

cualidades del científico, a 65%, y en la cuarta categoría sobre la *relación CTS*, es de 68%. En el análisis estadístico general, el *énfasis cultural* representa el 46% del total de respuestas de los participantes.

- El *énfasis equilibrado* en la primera categoría *ciencia y su construcción*, obtiene una frecuencia del 30%, en la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, su frecuencia se eleva a 59%, en la tercera, *cualidades del científico*, es de 35% y en la categoría sobre la *relación CTS*, la frecuencia es de 32%. En el análisis estadístico general, *el énfasis equilibrado* representa el 39% del total de respuestas de los participantes.
- El *énfasis cientifista* en la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, presenta una frecuencia de 40% y en la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, la frecuencia baja a 21 %. En el análisis estadístico general, *el énfasis cientifista*, representa el 15% de respuestas.
- Las frecuencias observadas en el *énfasis cientifista*, sugieren la presencia de concepciones acerca de la actividad científica enmarcadas en una visión de ciencia tradicional, visiones consideradas por algunos autores como “inadecuadas o deformadas”. Este énfasis se manifiesta solamente en el análisis de dos categorías, la primera que trabaja sobre *la ciencia y sus procesos de construcción* y la segunda que indaga acerca de las *características del conocimiento científico*. En las categorías que trabajan sobre las *cualidades del científico* y las *relaciones CTS*, las características definidas para el *énfasis cientifista* no se expresan en las respuestas.
- Sumados los *énfasis cultural* y *equilibrado*, la frecuencia asciende a un 85%. Las concepciones que se observan en los resultados de estos dos énfasis están asociadas con conceptos relacionados con una perspectiva contemporánea de la ciencia.
- En el análisis descriptivo anterior, en la primera categoría, *la ciencia y sus procesos de construcción* y en la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, se identifican respuestas contundentes vinculadas con las características del *énfasis cientifista*, sin embargo, en las mismas categorías se destacan características del *énfasis cultural* y el *equilibrado*, por ejemplo, se resaltan aspectos que debe cumplir la ciencia como proceso riguroso y sistemático, además de los propósitos e

intereses que deben orientar el trabajo científico. Asimismo, en la tercera y cuarta categoría, *cualidades del científico y las relaciones CTS*, se develan características que apoyan una visión de ciencia, esta vez desde los propósitos e intencionalidades de la ciencia que debe ser llevada al aula, el rol de la mujer en el trabajo científico y las limitaciones culturales que han impedido su acceso a estos procesos, además del impacto de la ciencia en la sociedad y la cultura, lo cual es una demostración de la concepción de ciencia desligada de las perspectivas positivistas tradicionales.

- En términos generales las características de los énfasis cultural y equilibrado reveladas en las respuestas de las cuatro categorías analizadas, podrían interpretarse o identificarse con una imagen de ciencia contemporánea donde se rescatan los valores y los vínculos de la ciencia y el trabajo científico con contextos históricos, sociales, culturales y políticos.
- La aparición de características vinculadas con el énfasis cientifista y evidenciadas solamente en las respuestas de la primera y segunda categoría analizadas, y su ausencia en las dos categorías restantes, es un indicio importante de una concepción de ciencia que ha trascendido los postulados tradicionales, es el reconocimiento de la ciencia como un producto cultural y humano y, por ende, con influencia de normas y valores de quienes conforman las comunidades científicas.
- La ausencia de respuestas que pudieran clasificarse dentro de los énfasis empirista, anticientífico y teórico, podría ser indicio de que las preguntas de los instrumentos empleados no permitieron caracterizar la totalidad de los 6 énfasis o perspectivas epistemológicas utilizadas para el análisis del presente estudio.

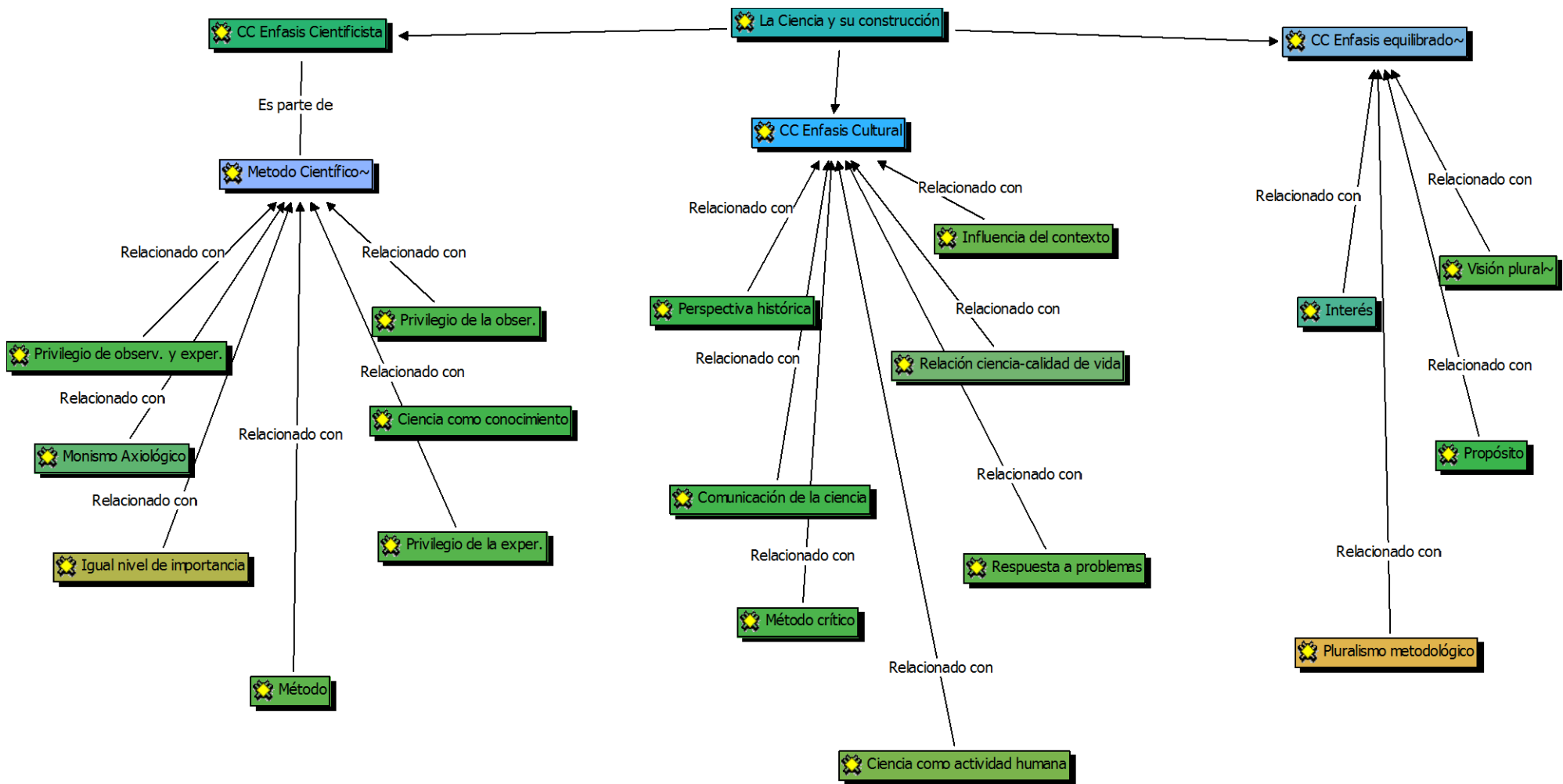
4.2 Análisis interpretativo y comprensivo de la información sobre la categoría Naturaleza de la Ciencia

En este apartado se realizó un análisis cualitativo de las concepciones de los docentes acerca de la ciencia y los procesos ligados a ella, sobre la base de las 4 categorías iniciales: *la ciencia y sus procesos de construcción, características del conocimiento científico, cualidades del científico y las relaciones CTS*, y las

categorías que emergieron en el análisis inicial. Para el análisis se empleó un instrumento planteado por Cobern & Loving (1998), trabajado sobre la base de los seis (6) enfoques epistemológicos enunciados anteriormente. El propósito fue identificar cuáles de estas concepciones en los maestros pueden convertirse en obstáculos epistemológicos para la enseñanza de las ciencias en el aula.

A continuación se presentan redes semánticas por cada categoría y, por considerarse necesario explicitar algunas relaciones importantes, se grafican redes semánticas de las categorías encontradas, las cuáles resumen las principales tendencias en las respuestas de los encuestados.

Primera Categoría: La Ciencia y su construcción

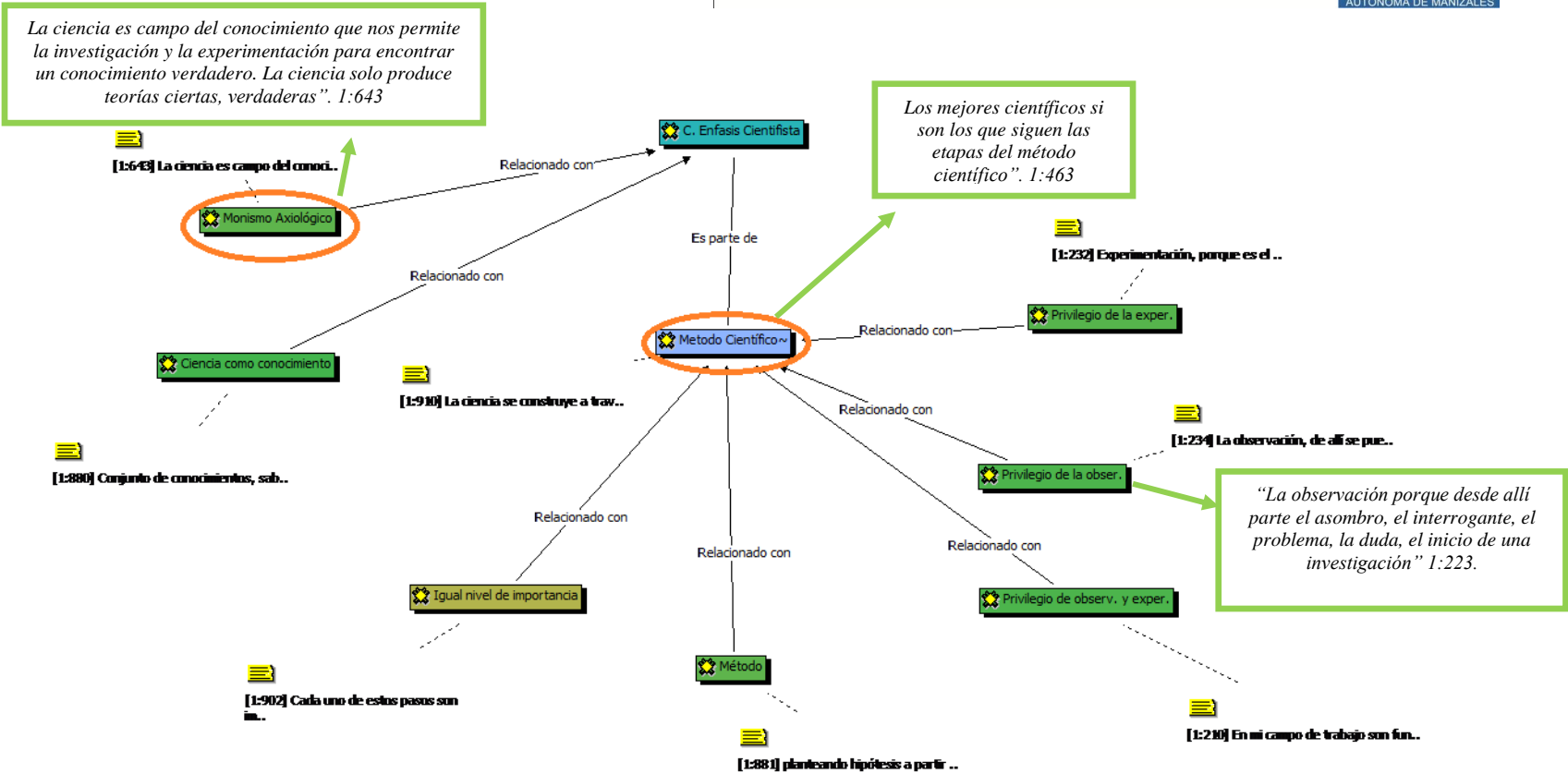


Red semántica No. 1. La ciencia y su construcción

Se observa en la red semántica No.1, las respuestas de los maestros a las preguntas agrupadas en esta primera categoría (la ciencia y su construcción; procesos que intervienen en la construcción del conocimiento científico: teorías, hipótesis, observación, experimentación, supuestos, métodos; el método científico como único y universal), respuestas que se agrupan sobre la base de los énfasis cientifista, cultural y equilibrado. A su vez, en cada énfasis se identificaron las siguientes categorías, las cuáles fueron descritas estadísticamente en el apartado anterior y sobre las cuáles se hará un análisis comprensivo que permita observar tendencias y relaciones entre estas.

CATEGORIAS EMERGENTES		
Énfasis Cientifista	Énfasis Cultural	Énfasis Equilibrado
<ul style="list-style-type: none"> • Igual nivel de importancia • Método Científico • Método • Monismo axiológico • Privilegio de la experimentación • Privilegio de la observación • Privilegio de la observación y la experimentación • Ciencia como conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia como actividad humana • Relación Ciencia-Calidad de vida • Influencia del contexto • Respuesta a problemas • Método crítico • Comunicación • Perspectiva histórica 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluralismo metodológico • Énfasis equilibrado • Visión plural • Interés • Propósito

Para obtener una información más clara y relevante que posibilite un análisis comprensivo en profundidad, las categorías emergentes en cada énfasis se grafican a través de redes semánticas, lo cual permite organizar, explorar y hacer un análisis de las concepciones de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia, desde los propios datos obtenidos de los instrumentos empleados en el estudio. Los segmentos, citas, comentarios, etc., aportan evidencias empíricas e información para identificar las relaciones que se pueden generar entre los conceptos u opiniones de los participantes del estudio.



Red semántica No.2. La ciencia y su construcción. Énfasis cientifista

La red semántica No.2, muestra las categorías emergentes identificadas en el énfasis cientifista; entre las respuestas encontradas acerca de la pregunta sobre los procesos que intervienen en la construcción de la ciencia, la mayoría de las respuestas, el 28 %, considera que todos los enunciados tienen *el mismo nivel de importancia*; algunas respuestas enfatizan sobre el método, otras en la observación, hablan de la necesidad de que se complementen, de orden pero sin rigidez, sin embargo coinciden en afirmar que todos son esenciales para la construcción del conocimiento científico, como se puede leer a continuación:

“Cada uno tiene su importancia y su valor porque el conjunto de todos me permiten la construcción del conocimiento” 1: 899

“Todas y cada una forman el entramado para construir conocimiento, sin embargo no debe haber rigidez” 1:901

“Cada uno de estos pasos son importantes, lo que no se puede determinar como único camino es el orden, todos son esenciales para alcanzar el conocimiento científico” 1:902

“La observación conlleva conocimiento, de ella surgen teorías e hipótesis, el poder observar, el contacto con lo que es real permite revolucionar el pensamiento de tal manera que se busque a través de la práctica realizar procesos que arrojen respuestas a las inquietudes o preguntas que surgen al observar; para realizar los procesos se requieren métodos que permitan llegar a experimentaciones que arrojen respuestas, de ahí que todos tienen mucha importancia, van encadenados, uno complementa al otro, todos se requieren para la construcción del conocimiento en igual medida” 1:900

Esta última respuesta enfatiza además en *la observación*, (7%), como el primer paso en la construcción de ciencia, previo a la teoría, bien como supuestos o como hipótesis. Así mismo, y con una frecuencia semejante le dan relevancia tanto a los

procesos de *experimentación* (9%), como a la combinación de ambos, *observación y experimentación* (7%). En las siguientes respuestas se puede evidenciar:

Privilegio de observación

“Para mí es muy importante la observación porque permite estar en contacto con el objeto de estudio, analizarlo, revisarlo, explorarlo, descubrirlo, conocerlo, experimentarlo, para validar lo demás”.1:211

“La observación porque desde allí parte el asombro, el interrogante, el problema, la duda, el inicio de una investigación” 1:223.

“La observación, de allí se puede garantizar el éxito de la construcción, no observación aparente sino sistemática y sintética”.1:234

“Partir de la observación que son como los ojos que inducen a la investigación”.1:236

Privilegio de la experimentación

“Experimentación, porque esta permite comprobar hipótesis, probar teorías, confirmar o no diversos supuestos, poner a prueba varios métodos, entre otros. Experimentando se sustenta la veracidad, utilidad o falsedad de las prácticas e instrumentos investigativos”.1:215

“La experimentación es un buen punto de partida para la construcción del conocimiento que requiere de los otros factores que también son importantes, pero no se puede prescindir de ellos”.1:222

“Es fundamental la experimentación porque ella tiene inmersas las demás características de la construcción del conocimiento”.1:714

Privilegio de la observación y la experimentación

“En mi campo de trabajo son fundamentales la observación y la experimentación; de la observación estructurada se desprende un universo de posibilidades que son luego canalizadas hacia la búsqueda de respuestas para una problemática detectada”.1:210

“La observación y experimentación porque se parte de acontecimientos reales que pueden ser relatados desde su punto de vista”.1:238

“Para mí las más importantes son la observación porque a partir de ella salen muchos supuestos teóricos, de allí parte una investigación científica y otro muy importante, la experimentación, porque es la comprobación de todo lo observado”.1:709

El análisis anterior muestra la importancia central que le dan a la observación y a la experimentación como procesos prioritarios en la construcción del conocimiento científico, procesos en quienes se sustenta la veracidad, falsedad o utilidad de la investigación; estas evidencias resaltan los aspectos más representativos y tradicionales de la metodología científica. Al respecto Tsai (1998, citado en Vildósola, 2009) señala que, “El estudiantado considera que una observación cuidadosa es el principal recurso de los científicos y continúa afirmando que “La observación no siempre muestra la verdad. Los científicos seleccionan sus observaciones según sus teorías” (pp.478, 479).

La pregunta del instrumento considera la teoría, la hipótesis y supuestos como procesos que forman parte de la actividad científica, sin embargo, ninguna respuesta los tiene en cuenta. La relevancia de la observación y la experimentación, sugiere una tendencia al desconocimiento del papel de la teoría, lo cual podría ser interpretado, como cierto grado de dificultad en la comprensión de estos procesos en la ciencia, o como indicio del desconocimiento del papel que cumple la teoría en la interpretación de las observaciones del trabajo de los científicos, y en la necesaria revisión de desarrollos teóricos previos, que pueden sugerir cambios y nuevas preguntas para investigaciones actuales y posteriores. Por el contrario, destacan la observación y la

experimentación como el punto de partida de la investigación, la génesis de la teoría científica y una garantía para realizar un buen producto científico.

Esta tendencia se refuerza, con una alta frecuencia en las respuestas que relacionan la rigurosidad del trabajo científico con el empleo de *un único método, el científico* (20%) al cual señalan como el método que deben seguir los mejores científicos, el más fiable; en algunos casos enuncian los pasos y en otros hablan de este método en forma explícita; las siguientes respuestas lo evidencian claramente:

“Siguiendo los pasos del método científico”. 1:436

“Los mejores científicos si son los que siguen las etapas del método científico”. 1:463

“Es el resultado de un proceso y un método de investigación que tiene como fin demostrar o reconocer una verdad, una afirmación, una hipótesis, esta última será convertida en tesis”. 1:384

“Primero con la observación, seguidamente la formulación de hipótesis, la búsqueda de soluciones y las posibles conclusiones a las que se pueda llegar”. 1:407

*“A partir de la observación, experimentación, ensayo y formulación de hipótesis”
1:435*

“La ciencia se construye a través de la observación, exploración, experimentación y análisis de situaciones y necesidades que exigen de la investigación un estudio profundo y pormenorizado de algún fenómeno”. 1:910

Las afirmaciones sobre el (los) método (s) continúan mostrando el privilegio y la confianza en estos dos procesos: La observación y la experimentación frente al papel de la teoría.

Estas consideraciones respecto a la importancia del método científico y los procesos algorítmicos centrados en el método científico podrían ser el producto o los

rezagos de una visión empiroinductivista y ateórica de la ciencia (Fernández y cols., 2002), concepción que estos autores asumen como un reduccionismo o una visión deformada o ingenua de la actividad científica en estudiantes y docentes.

De acuerdo con el empirismo, los órganos de los sentidos tienen condiciones óptimas para registrar en forma fiel lo que estamos viendo o escuchando y aceptarlo como verdadero, además los sentidos eliminan los prejuicios del observador, lo cual asegura la neutralidad en sus juicios y le confiere carácter de fiabilidad y poder predictivo y expiatorio a la ciencia (Chalmers, 1998).

Estas posturas tradicionales empiroinductivistas que enfatizan en la observación y la experimentación olvidando la teoría y su relevancia en la construcción de la ciencia, pueden convertirse en obstáculos epistemológicos en el plano de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, limitando la comprensión y asimilación de conceptos científicos en el aula. La experiencia primera o la observación, denominada “Experiencia Básica” por Bachelard (1993) conduce a un conocimiento concreto inmediato y claro, son experiencias fáciles, sin una teoría de base, construidas en ausencia de método, con toda la carga cultural y emocional que tenemos como sujetos, este tipo de conocimiento conduce a la construcción acrítica del conocimiento y en perspectiva bachelardiana, deben ser destruidos y reemplazados por conocimientos científicos.

De otra parte, la experiencia básica tiende a la generalización en variados contextos, su uso puede llevar a conceptos imprecisos e indefinidos que dejan de lado aspectos esenciales o detalles fundamentales, propios del conocimiento científico; “El conocimiento general”, considerado por Bachelard como el segundo obstáculo epistemológico, es frecuentemente un conocimiento vago.

A lo largo de la historia las experiencias básicas han tenido diversas denominaciones: Ideas previas, concepciones alternativas, concepciones comunes, esquemas de los alumnos, errores conceptuales, equivocaciones, preconcepciones, ciencia de los alumnos, constructos, modelos mentales, ciencia del sentido común, representaciones e ideas intuitivas.

Para Abimbola (1988 y cols., citados en De Posada, 2000) estas denominaciones son utilizadas por los autores de acuerdo con las diversas perspectivas teóricas que asumen, en términos generales las definen como un conjunto inconsistente de conocimientos, como barreras para el aprendizaje o en un sentido evolutivo, en el cual los nuevos conceptos se integran a las ideas preexistentes.

En este sentido el denominado comúnmente conocimiento cotidiano, común, empírico o vulgar o la experiencia básica, es el conocimiento que se adquiere a lo largo de la vida, es el resultado de las experiencias de los sujetos, de sus observaciones, sus relaciones familiares y sociales, son formas de conocimiento útiles para dar explicación a los diferentes fenómenos naturales o sociales.

Bachelard, al hablar acerca de la construcción de la ciencia se refiere a este conocimiento cotidiano como “conocimiento pre-científico” el cual puede dar origen a obstáculos epistemológicos que dificultan la asimilación de nuevos conceptos científicos de carácter general o universal, por esta razón Bachelard afirma que la construcción y la objetividad del conocimiento científico está dada por la ruptura entre estos dos tipos de conocimiento y para fundamentar esta objetividad recurre al control social a través del cual es posible asegurar el abandono de la intuición y de las visiones primarias, asegura Bachelard que “La rectificación discursiva es el proceso fundamental del conocimiento objetivo” (Bachelard, 1993, p.285).

Los obstáculos no son falta de conocimientos, al contrario para Bachelard (1993) son conocimientos o saberes de gran utilidad para los sujetos que pueden servirle para enfrentar y resolver determinados problemas, pero que, en otros contextos, específicamente al entrar en contacto con el conocimiento científico, son las primeras respuestas que aparecen y pueden resultar inapropiadas, imprecisas, falsas o inadecuadas en estos nuevos contextos. La experiencia común, concreta, real, natural e inmediata se convierte en obstáculo cuando nos enfrentamos a la experiencia científica.

Sin embargo, desarrollos posteriores en el campo de la didáctica de las ciencias muestran la importancia que tienen las experiencias y los conocimientos previos de los estudiantes para el aprendizaje de los conceptos científicos, visión enmarcada en

una perspectiva de la ciencia y su enseñanza que reconoce la necesaria articulación y complementación de las dimensiones cognitivas, contextuales, motivacionales, individuales y sociales para un aprendizaje en profundidad.

Frente a esta consideración de las ideas previas o concepciones alternativas y las teorías científicas, se asumen posturas diversas que van desde la incompatibilidad, compatibilidad e independencia entre estas dos formas o tipos de conocimientos (Pozo, 1999).

El acercamiento y reconocimiento de las ideas previas requiere de unas formas didácticas que implican una formación histórica y epistemológica de dominio específico por parte del docente, a partir de la cual sea posible identificar los obstáculos epistemológicos que subyacen a estas ideas y generar intervenciones que ayuden a los estudiantes a diferenciar el conocimiento científico y el cotidiano, además, afianzando y abriendo nuevos caminos en los docentes para la enseñanza de las ciencias. De hecho, los trabajos encaminados a la fundamentación epistemológica para la comprensión de la naturaleza de las ciencias, han desarrollado simultáneamente la línea del enfoque integrador “Historia y filosofía de las ciencias – HPS”, enfoque de mucha importancia actualmente para la educación científica, entre otros, porque recupera el movimiento Ciencia- Tecnología, Sociedad –CTS, el cual genera propuestas de fundamentación epistemológica de la educación científica (Alambique, 1995 y cols., citados en Adúriz-Bravo, 2001).

Según Matthews (1994) “Los defensores de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de las ciencias están defendiendo, de algún modo, una versión contextualizada de la enseñanza de las ciencias. Es decir, una enseñanza de las ciencias que enseñe ciencias en su contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico. En parte, esto es una reelaboración del viejo argumento: la enseñanza de las ciencias debería ser una enseñanza sobre la ciencia, así como en la ciencia” (p.255).

Continuando con el análisis, un criterio característico del énfasis cientifista se reconoce también en algunas respuestas, que consideran la ciencia como la única

forma de encontrar la verdad, perspectiva conocida con el término de "Monismo axiológico". Por ejemplo:

“La ciencia es campo del conocimiento que nos permite la investigación y la experimentación para encontrar un conocimiento verdadero. La ciencia solo produce teorías ciertas, verdaderas”. 1:643

“La ciencia es conocimiento verdadero de un fenómeno”. 1:30

“Es una expresión práctica que nos permite experimentar para conocer y compartir muchas teorías que nos llevan a conocer la verdad”. 1:644

Estas visiones o concepciones sobre la ciencia como verdad, refuerzan la tendencia empiroinductivista descrita y está emparentada a su vez con el concepto de objetividad, lo cual conduce a una deficiente comprensión de la naturaleza de la ciencia, y toma fuerza la idea de que el trabajo científico está basado exclusivamente en hechos comprobados y demostrados, dejando de lado el concepto de subjetividad en la ciencia.

El concepto “Monismo axiológico” hace parte del debate que ha existido sobre la ciencia y los valores; para los filósofos de la ciencia de la corriente del “Positivismo” y de la “Concepción heredada” es necesaria la separación estricta entre la ciencia y los valores no epistémicos, en este sentido, reconocen la verdad como el único valor epistémico que debe guiar el trabajo científico, lo cual le confiere el grado de neutralidad axiológica que se exige en la perspectiva tradicional de concebir la ciencia, que le es propia a la ideología cientifista. Esta postura contrasta con las concepciones actuales donde se acepta que los sistemas de valores tienen influencia sobre las actividades científicas (Echeverría, 1998).

En esta misma categoría, se reconoce la existencia de métodos diversos necesarios para el desarrollo de la actividad científica, además que *el(los) método(s)* son un proceso esencial que le confiere validez y rigurosidad al trabajo científico, sin embargo se podría considerar como una tendencia débil y poco significativa en el

análisis, puesto que los aspectos anteriores conforman un patrón más fuerte. Algunas evidencias se observan a continuación:

“La ciencia se construye con métodos y metodologías de investigación, los cuales, a través de la historia, se validan, se solidifican o se desvirtúan en la medida que sea más veraz, más importante local, regional o nacionalmente” P 1 1:860

“Con metodologías, con procesos”.1:861

“Es el resultado de trabajo ordenado, metódico”. 1:863

Asimismo, las respuestas de los participantes que dan cuenta de las opiniones o ideas sobre qué es la ciencia, van desde considerarla solo como conocimiento, como se observa en las siguientes afirmaciones, hasta perspectivas más culturales y cercanas con la visión actual de la ciencia, como se verá en la red del énfasis cultural que se analiza en el otro apartado.

“Conjunto de conocimientos, saberes, experiencias y teorías de un área determinada”. 1:880

“Es un campo de acción relacionado con el saber. La ciencia nos permite investigar, experimentar, crear hipótesis”. 1:22

“La ciencia es un conjunto de conceptos que parte de una gran experiencia y que ha conllevado a una definición muy precisa sobre determinado tema, precisa más no exacta ya que a medida que se avanza en este campo se van haciendo nuevos descubrimientos y por consiguiente nuevos conceptos”. 1:872

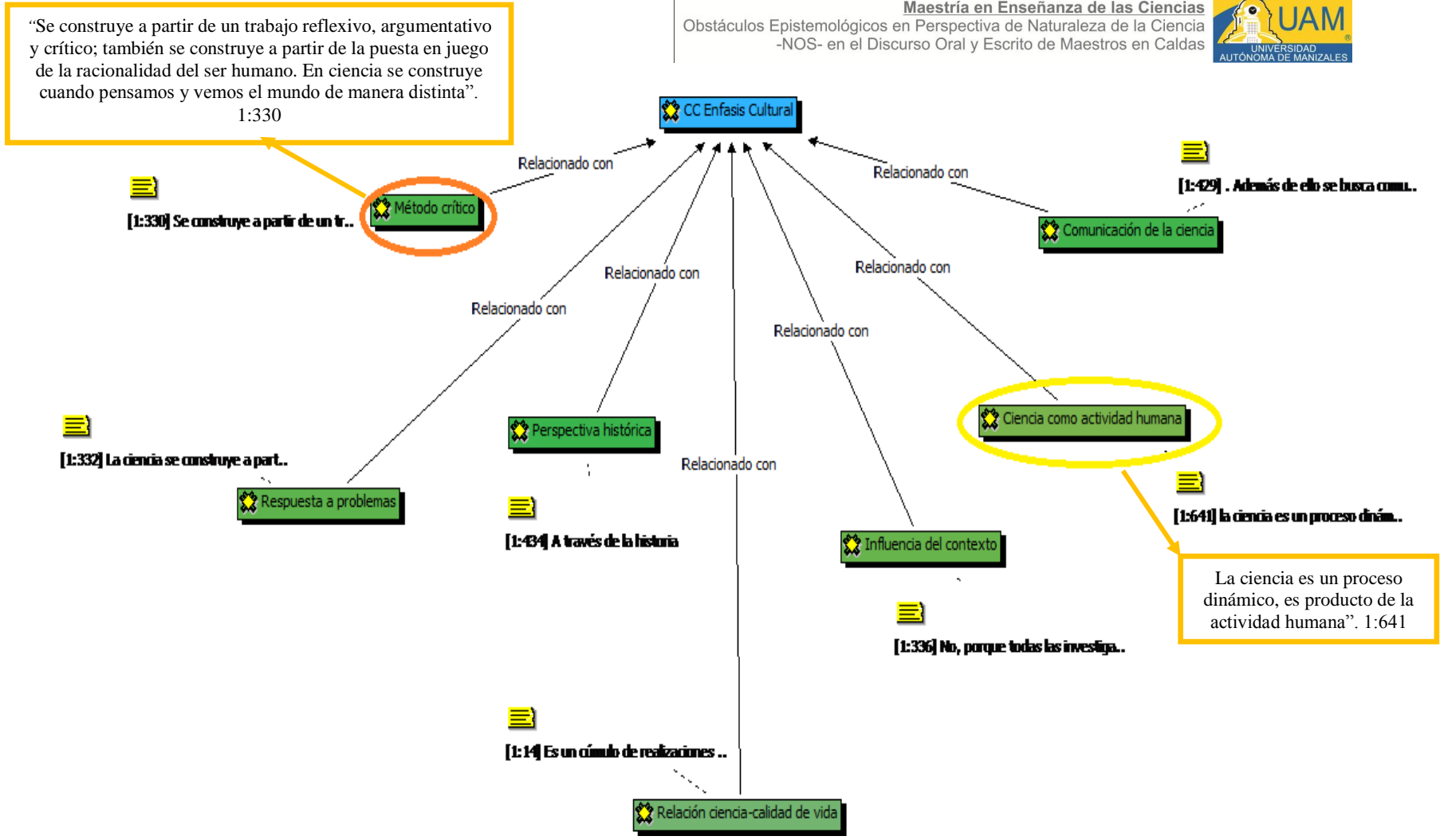
Esta perspectiva que considera a la ciencia como una forma autónoma de conocimiento, cuyo propósito central son sus desarrollos cognitivos, marca una tendencia propia de las corrientes positivistas y ortodoxas de la ciencia, sin embargo

los aspectos teóricos no son los únicos problemas que tiene que atender la ciencia; en las últimas décadas las preocupaciones se han centrado en estudiarla y asumirla como actividad social, ligada con los contextos históricos, sociales, políticos y culturales donde se desarrolla e influenciada por la subjetividad de quienes la construyen. De acuerdo con Porlan, y cols., (1998) la ciencia se concibe como "Un cuerpo de conocimientos que se adquiere mediante un determinado proceso de búsqueda" (p.276).

En el marco de esta perspectiva, es importante la revisión de un tema sobre la ciencia que ha generado grandes discusiones y polémica durante varias décadas y que sigue vigente, y es la distinción entre los denominados "Contextos de Justificación y de Descubrimiento" propuestos por Riechenbach (1938, pp.6, 7, citado en Echeverría, 1998, pp. 52, 53, 54). El planteamiento filosófico clásico, propio de la perspectiva positivista de la ciencia, acentúa su énfasis en el contexto de justificación, donde se reduce la ciencia al conocimiento científico y se consideran los resultados finales como lo esencial de la investigación científica, sin ocuparse de cómo se produce el conocimiento científico; el contexto de descubrimiento considera la ciencia como una actividad, tiene en cuenta el origen histórico de los conceptos, leyes y teorías científicas y los procesos a través de los cuáles los científicos llegan a los resultados.

Sin embargo, para Echeverría, estos contextos no son suficientes para explicar y comprender todos los procesos que hacen parte de la actividad científica y por ello propone cuatro (4) contextos diferentes que deben ser reconocidos para la ciencia: El contexto de Educación, Innovación, Evaluación y Aplicación.

Estos contextos son interdependientes y permiten estudiar la ciencia en toda su complejidad, ampliando la visión de los contextos tradicionales (Echeverría, 1998).



Red Semántica No.3. La ciencia y su construcción. Énfasis cultural

La red semántica No.3, muestra las categorías identificadas en el énfasis cultural; entre las respuestas encontradas acerca de la idea que tienen de ciencia, un 23% de las respuestas asume la ciencia como actividad humana, y por tanto con las cualidades que le son propias a su naturaleza humana, como la racionalidad, la argumentación, el análisis, la crítica, la curiosidad, el asombro, la inconformidad, etc., aspectos que hacen parte de la actividad científica, de notable importancia en la epistemología de la ciencia contemporánea, que incluye las valoraciones y características del sujeto que hace ciencia. Las siguientes evidencias lo comprueban:

“La ciencia es un proceso dinámico, es producto de la actividad humana”. 1:641

“La ciencia es una actividad humana tendiente a explicar, predecir y postdecir los fenómenos de la naturaleza y del hombre”. 1:7

“Es el arte de pensar, reflexionar, preguntarse sobre todos los fenómenos de la naturaleza, la sociedad, la cultura y demás aspectos que tienen que ver con el ser humano y sus relaciones consigo mismo, el otro, lo otro y la naturaleza para buscar una mejor calidad de vida”. 1:17

“La ciencia se construye partiendo de la curiosidad, asombro e inconformidades, las cuales generan preconceptos e hipótesis que a través de diversos procesos se van ampliando los conocimientos”. 1:652

Las respuestas en este énfasis muestran acuerdos altos y muy similares en aspectos como: La relación de la ciencia con la *calidad de vida*, con un 20%. En las siguientes respuestas se observa:

“Es un cúmulo de realizaciones adelantadas por el hombre a través del tiempo, las cuales se han ido sistematizando y articulando en cuerpos de conocimientos que han contribuido en forma sustancial al desarrollo humano y al mejoramiento de la calidad de vida”. 1:14

“Si los científicos, investigadores, pensadores no existieran o se limitaran en sus resultados de investigación, dónde estaría el mundo, cuál sería el contexto actual; se justifica en la medida que son estos avances los que propician mejor calidad de vida, alternativas a problemas locales, regional, nacional o mundial”. 1:114

“El impacto que se debe justificar es el de bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad y la naturaleza”. 1:490

La *influencia del contexto* en la ciencia, con el 18%, que se sintetiza en las afirmaciones donde se observan elementos comunes a esta perspectiva:

“No, porque todas las investigaciones surgen de manera diferente según las necesidades de sus contextos”. 1:336

“No, porque las investigaciones se pueden hacer desde distintos puntos de vista y se pueden concebir desde el medio o contexto que se quiere investigar”. 1:337

“El conocimiento es holístico, nunca aquello que se pretende que sea lineal puede estar exento de influencias que no estaban previstas y que en un momento dado pueden modificar los resultados”. 1:98

En la construcción de ciencia como *respuesta a problemas*, el 15% de respuestas evidencian que:

“Considero que la ciencia se construye a partir de la necesidad de resolver problemas que surgen en los diversos contextos, a partir de esto se empieza un proceso de indagación, observación, construcción con teoría y otros fenómenos, recolección de información que ayuda a la comprensión del fenómeno. Además de ello se busca comunicar los hallazgos para ser refutados, contrastados”. 1:654

“La ciencia se construye a partir de elementos básicos que tratan de dar respuestas a interrogantes a problemáticas que rodean la vida de todo ser humano”. 1:332

El método crítico como variable para desarrollar la capacidad persuasiva y argumentativa y lograr el consenso entre las comunidades científicas, aparece con un 10%, así:

“Se construye a partir de un trabajo reflexivo, argumentativo y crítico; también se construye a partir de la puesta en juego de la racionalidad del ser humano. En ciencia se construye cuando pensamos y vemos el mundo de manera distinta”. 1:330

“Se construye a partir de osados que se atreven a refutar ideas que han prevalecido; a innovar, a cuestionarse”. 1:418

“La ciencia se construye desde la experiencia y desde las vivencias donde se van anexando ideas que surgen con el transcurrir del tiempo. Con formulación de preguntas que generan dudas, expectativas, intereses, que hacen que lo que hasta ahora era cierto se ponga en duda para replantearlo”. 1:858

La red muestra, en menor proporción, respuestas que aluden a la *comunicación* como factor importante para dar a conocer los hallazgos de la ciencia a toda la sociedad, resaltan el trabajo colectivo en la construcción de la ciencia, a través de negociaciones entre las comunidades científicas, con un 8% de respuestas, como se observa en las evidencias siguientes:

“Además de ello se busca comunicar los hallazgos para ser refutados, contrastados”. 1:429

“La puesta en común de los hallazgos”. 1:431

“Un lenguaje adecuado; este brinda la posibilidad de que el conocimiento sea conocido por todos”. 1:438

Y, finalmente la vinculación de la ciencia con una *perspectiva histórica*, con un 5%, lo cual confirma de nuevo el acercamiento con una visión postkuhniiana en la que se encuentran las respuestas que hacen parte del énfasis cultural.

“Es un cúmulo de realizaciones adelantadas por el hombre a través del tiempo”.

1:365

“A través de la historia”. 1:434

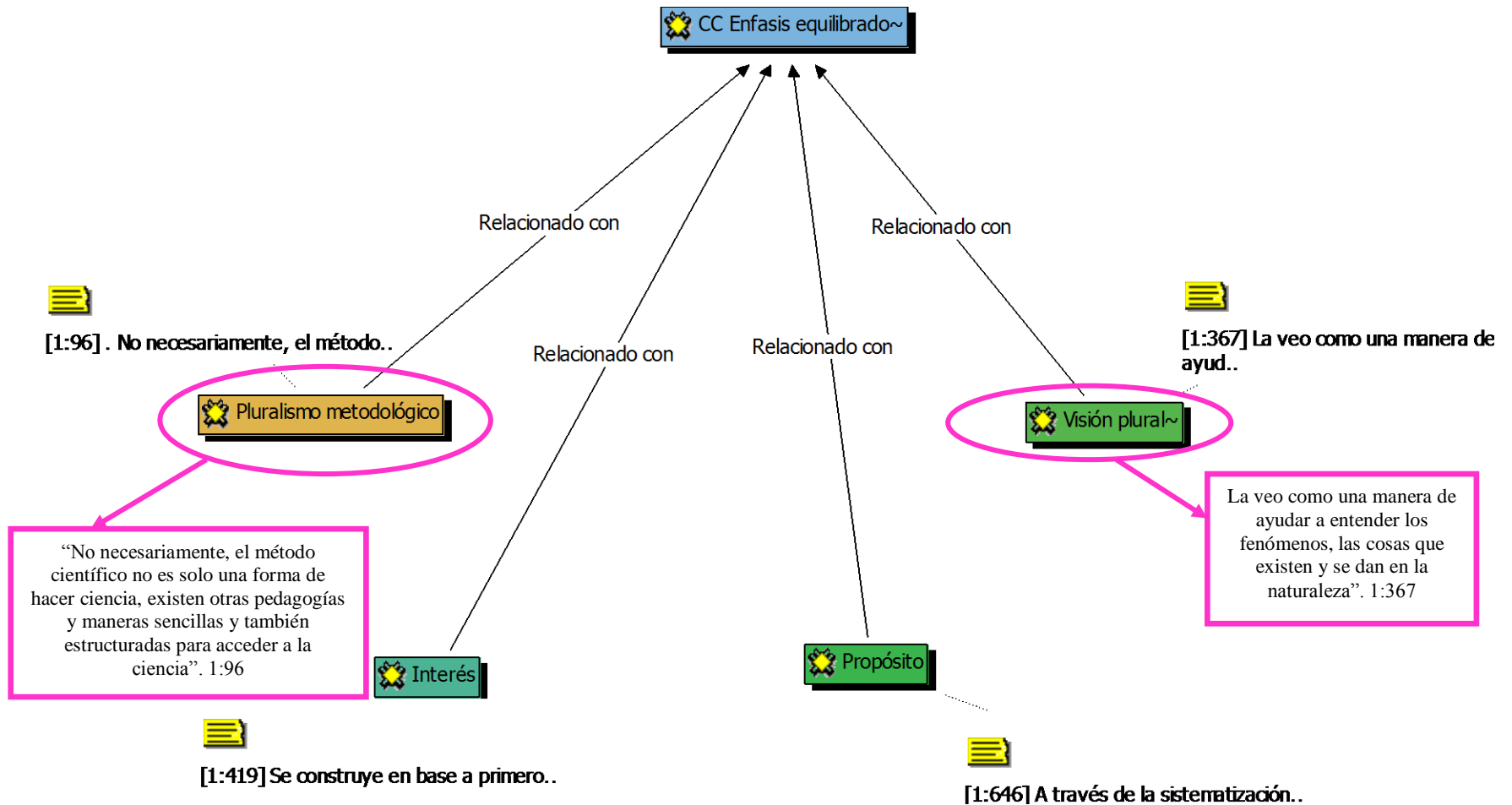
Las anteriores respuestas ubicadas en el énfasis cultural, apuntan en su totalidad a una idea de ciencia contemporánea, que podría ubicarse en la perspectiva filosófica postkuhniiana, en contraposición a la filosofía prekuhniiana, que, en términos de Lederman y Khalick (2000) estuvo determinada por los trabajos del empirismo lógico, quienes propusieron la distinción entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación y focalizaron su énfasis en el segundo.

Desde esta perspectiva prekuhniiana el interés se centraba en desarrollar una normativa lógica que diera cuenta de las justificaciones científicas más que de justificaciones descriptivas de cómo los científicos trabajan realmente. Con ellos se logró la consolidación de un enfoque internalista que dominó la historia de la ciencia en la primera mitad del siglo XX, caracterizado entre otros aspectos por el descuido indudable del contexto en el cual tales ideas se desarrollaron.

El enfoque paradigmático y revolucionario de Kuhn marcó un cambio importante en filósofos e historiadores de la ciencia quienes desplazaron el énfasis del contexto de justificación al contexto de descubrimiento. El enfoque de Kuhn generó mucha controversia entre los filósofos, se puede decir que un aspecto central de la filosofía postkuhniiana fue una preocupación por reconciliar la ciencia con la práctica científica.

En el análisis anterior, la gran mayoría de las respuestas de los maestros encuestados marcan una tendencia fuerte al reconocen la influencia de aspectos sociales en el desempeño de los científicos, por lo cual estarían ubicadas más del lado

del contexto de descubrimiento que del de justificación, donde se pasa de “Considerar la ciencia como un conjunto validado y organizado de conocimientos que explican cómo es el mundo en que vivimos, a considerar que la ciencia es un tipo de actividad humana y, por ello, compleja y difícil de describir” (Izquierdo, 2000 p.39).



Red Semántica No.4. La ciencia y su construcción. Énfasis equilibrado

Las respuestas de los maestros, enmarcadas en el énfasis equilibrado se muestran en la red semántica No.4 Entre las tendencias más fuertes se encuentra el *pluralismo metodológico*, con una frecuencia del 50%, como parte de la pregunta acerca de la validez y fiabilidad única del método científico en la construcción de la ciencia. Lo ilustran las expresiones siguientes:

“No necesariamente, el método científico no es solo una forma de hacer ciencia, existen otras pedagogías y maneras sencillas y también estructuradas para acceder a la ciencia”. 1:96

“Desacuerdo. Se puede ser bueno desde otras ópticas: no siendo tan riguroso, tan enmarcado en una metodología. Son muy variadas las formas de llegar al conocimiento, de solucionar problemas, de hallar explicaciones”. 1:77

“No porque la investigación debe permitir explorar diferentes formas de acceder a los conocimientos y la investigación no debe ser lineal”. 1:101

Un porcentaje importante de respuestas se clasificaron directamente en el *énfasis equilibrado* (22%), no tanto porque expresen los criterios establecidos en el presente estudio para dicho énfasis, sino porque en las respuestas se evidencian conceptos relacionados con la perspectiva contemporánea de la naturaleza de la ciencia NOS, que hacen parte de algunos estándares internacionales que se han identificado para la educación en ciencias, entre los cuáles se pueden señalar: el carácter tentativo, cambiante y dinámico, no hay un método universal para hacer ciencia, la influencia del entorno sociocultural en la ciencia, la contribución de todas las culturas a la ciencia, su carácter evolutivo y revolucionario, la intervención de diferentes procesos como la observación, la evidencia empírica, pero también los argumentos racionales, la confrontación crítica en la construcción de la ciencia. A continuación algunos ejemplos:

“Pienso que la ciencia es un proceso dinámico, es producto de la actividad humana y va cambiando de acuerdo con las necesidades que van surgiendo. Pienso también que no es un proceso acumulativo sino un proceso de construcción permanente”. 1:26

“Los mejores científicos no son necesariamente los que siguen el método científico universal puesto que cada ciencia, exacta, natural o social, tiene un método específico que se determina según el enfoque de investigación, el método y la metodología que determine la pregunta”. 1:92

“Todas o la gran mayoría de las investigaciones tienden a dar respuestas o soluciones a problemas contextuales pertenecientes a las ciencias, disciplinas o campos de conocimiento; la ciencia que se debe enseñar debería ser real, aplicable, contextual, cercana, debe ser la unión entre teóricos científicos y prácticos, con la comprensión y la apropiación del qué, cómo, cuándo, por qué y para qué de la misma”. 1:200

“Una ciencia transversal que articule todas las áreas alrededor de situaciones vitales o de sentido práctico-técnica, una ciencia al alcance de todos, quitarle el ropaje discriminador y particularizante”. 1:358

“Las ciencias son un proyecto en permanente evolución del hombre para el conocimiento de su mundo, para entenderlo, explotarlo, disfrutarlo y finalmente cuidarlo”. 1:378

Asimismo, resalta en las respuestas una *visión plural* de la ciencia, es decir, la consideran como un intento para explicar los fenómenos naturales, más no como la “única” forma de conocer. Algunas evidencias:

“La veo como una manera de ayudar a entender los fenómenos, las cosas que existen y se dan en la naturaleza”. 1:367

“Hace unos años viene re-configurándose y dándole espacio a otras subjetividades que antes no se consideraban dentro de los parámetros normales constituidos por la

ciencia positiva. La ciencia de la postmodernidad involucra otros (as) espacios donde los niños y los jóvenes empiezan a transformar un mundo adultocéntrico”. 1:329

“Es una forma de entender el mundo, para transformarlo día a día mediante el actuar humano y valiéndose de instrumentos, espacios, comportamientos, concepciones, conocimientos, experiencias que modifican el modo de vivir de los seres”. 1:640

De otra parte, se revela la influencia de la cultura y la tradición en la ciencia, al señalar el *interés* como elemento fundamental en la creación de la ciencia

“Se construye en base a primero maravillarse de lo que lo rodea, sensibilidad, se construye el conocimiento, se estructura sistemáticamente, agrupando conceptos afines; cada sociedad dirige sus conocimientos de acuerdo a sus intereses y necesidades”. 1:419

“La ciencia se construye desde que se empieza atendiendo a cuestionamientos o buscando unos resultados o conclusiones acerca de los mismos. Desde la motivación por descubrir algo nuevo”. 1:413

Y, finalmente se enfatiza en el *propósito* que debe constituirse en un foco para hacer ciencia, asociando así el entorno social e histórico como determinante en el trabajo científico.

“A través de la sistematización, articulación y búsqueda de estrategias que ayudan a producir y reproducir conocimientos con una finalidad personal o colectiva”. 1:646

“La ciencia se construye desde que se empieza atendiendo a cuestionamientos o buscando unos resultados o conclusiones acerca de los mismos. Desde la motivación por descubrir algo nuevo”. 1:413

En síntesis, la red semántica anterior que describe la categoría de las concepciones de ciencia y su construcción dentro del énfasis equilibrado, muestra un

acuerdo amplio que revela el reconocimiento de múltiples factores que hacen parte de la ciencia en el mundo contemporáneo, donde puede evidenciarse una tendencia hacia la concepción e interpretación amplia y compleja de la ciencia, en contraposición al reduccionismo epistemológico quien concibe la apropiación y enseñanza de la ciencia como producto y cuerpo de verdades últimas.

La concepción y construcción de la ciencia que admite su carácter dinámico postula que el conocimiento científico es tentativo y que en la ciencia nada es fijo o inmodificable; entenderla como proceso más que memorizar resultados, facilita la comprensión de los cambios y asumir la idea de provisionalidad; valorarla como “una” de las posibilidades de explicación y comprensión del mundo natural es admitir que la ciencia no genera todas las respuestas, ni es superior a otras formas de conocimiento. Reconocer la influencia del marco histórico, político y sociocultural en la ciencia, es reinterpretar la objetividad del conocimiento científico para asociar al individuo con toda su carga ético valoral, su sensibilidad, creatividad e imaginación propia de la naturaleza humana y por lo tanto de quien se dedica a la ciencia, no es posible independizar la ciencia de la existencia del individuo.

La visión plural recuerda que a la base de los diferentes tipos de ciencias (naturales, sociales, matemáticas, humanas), siempre existen saberes teóricos y prácticos a partir de los cuáles se hace el abordaje de los problemas que se quieren resolver. Ello conlleva entender que los objetos de estudio, propósitos e intereses determinan los métodos de acercamiento, es aceptar y comprender no hay una concepción unitaria de la ciencia, que cada una tiene su naturaleza propia que requiere de la pluralidad metodológica.

Hacer consciente y explícito en los maestros este marco conceptual acerca de la ciencia y su construcción en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, puede conducir a la modificación de los obstáculos epistemológicos que se encuentran a la base de concepciones reduccionistas que aportan al arraigo y persistencia de preconcepciones o concepciones alternativas en los estudiantes. Renovar la enseñanza de las ciencias debe partir de la comprensión de cómo opera la ciencia para evaluar sus fortalezas y limitaciones y los diferentes tipos de

conocimiento, haciendo que la educación científica sea interesante y fácilmente comprensible para los estudiantes (McComas & cols., 1998).

El análisis de esta primera categoría en sus tres énfasis permite identificar y señalar algunas relaciones. En el énfasis cientifista aparecen respuestas contundentes acerca del papel de la observación y la experimentación, al considerarlas como el origen y punto de partida del conocimiento, de donde surgen también las preguntas, teorías, hipótesis y supuestos, la que permite el contacto con lo real y partir de allí para analizar, explorar, conocer, revisar y descubrir el objeto de estudio, aspectos que dejan por fuera la carga teórica que tiene la observación en la investigación científica, como la guía que indica la manera de realizar tanto la observación como la experimentación. El papel relevante otorgado a estos dos procesos podría generar una apreciación deformada de la ciencia, al concederle tanta importancia a la denominada por Bachelard “Experiencia Primera o Experiencia Básica”.

Asimismo, la ciencia como fuente de la verdad y la unicidad del método refuerzan las anteriores concepciones y contribuyen al reconocimiento de una visión empiroinductivista de la ciencia, ubicada en la perspectiva de la filosofía prekuhniiana.

Sin embargo, el análisis de los énfasis cultural y equilibrado muestra acuerdos generalizados que permiten inferir que los maestros Ondas han trascendido la visión cientifista de la ciencia y sus procesos de construcción y se acercan a una visión de ciencia como un producto de las negociaciones sociales, más plural, histórica, subjetiva pero rigurosa y sistemática; reconociendo la influencia de aspectos fundamentales como la racionalidad, el interés y propósitos, la crítica, argumentación, la duda, la innovación, vale decir, la ciencia inmersa en los asuntos sociales, ideas adecuadas y fuertes que le confieren características cercanas a la perspectiva filosófica poskuhniiana, donde se tiene en cuenta cómo se lleva a cabo la práctica científica y cómo trabajan los científicos. La ciencia como una forma para ayudar al progreso y al mejoramiento de la vida, pero que también puede llegar a producir estragos en el universo.

De otra parte, un aspecto relevante y necesario de aclarar es la idea de ciencia que sustentan en las respuestas, la cual es, en algunos casos, ambigua, contradictoria y compleja:

“La ciencia es campo del conocimiento que nos permite la investigación.”

“Una expresión práctica que nos permite experimentar...”

“Conjunto de conocimientos, saberes, experiencias y teorías de un área determinada”

“Es un campo de acción relacionado con el saber”

“La ciencia es un conjunto de conceptos que parte de una gran experiencia...”

“La ciencia es un proceso dinámico, es producto de la actividad humana...”

“Es el arte de pensar, reflexionar, preguntarse...”

“Es un cúmulo de realizaciones adelantadas por el hombre a través del tiempo...”

“Las ciencias son un proyecto en permanente evolución del hombre”

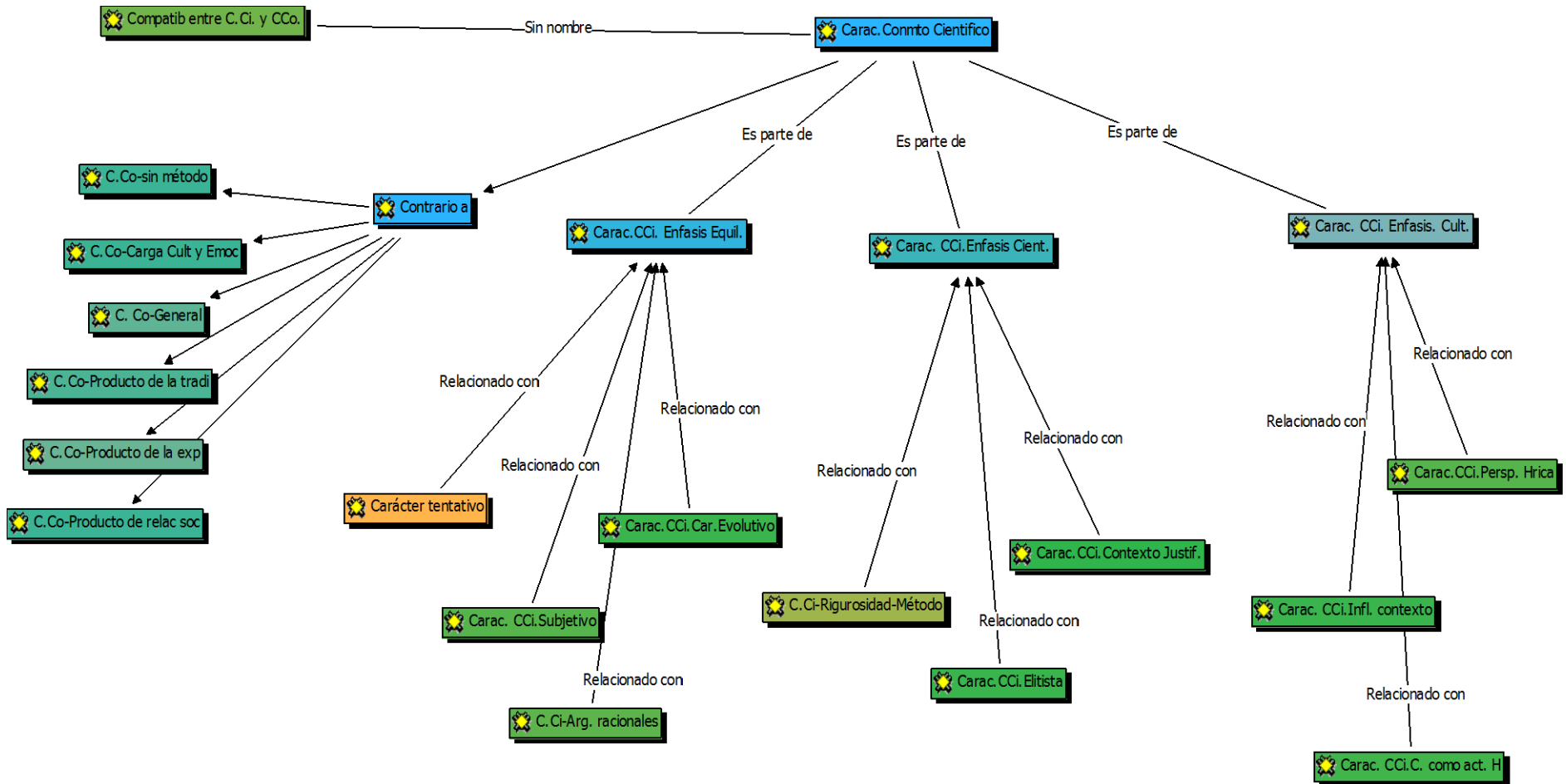
“Es una forma de entender el mundo...”

Estas concepciones sobre qué es la ciencia podrían estar señalando una dificultad para definirla conceptualmente y no necesariamente una confusión epistemológica.

Tradicionalmente, la educación científica ha transmitido una imagen de ciencia centrada en describirla a partir de leyes, teorías, métodos, etc. lo cual ha conducido a reforzar la visión de ciencia como un proceso aburrido, difícil, complejo y ajeno a la vida cotidiana, afectando la comprensión de la verdadera naturaleza de la actividad científica. Echeverry (2002, Fourez, 2000, citados en Vildósola, 2009) afirman que

cuando se está definiendo algún concepto o situación, esta acción tiene su génesis en teorías y valores que están implícitos. El mundo siempre se mira y se define a través de una teoría; las definiciones son relecturas e interpretaciones del mundo propio. Algunas concepciones u opiniones evidencian argumentos a favor de visiones tradicionales, mientras que en otras se observan ideas más cercanas con la visión de ciencia asumida aceptada como actividad humana.

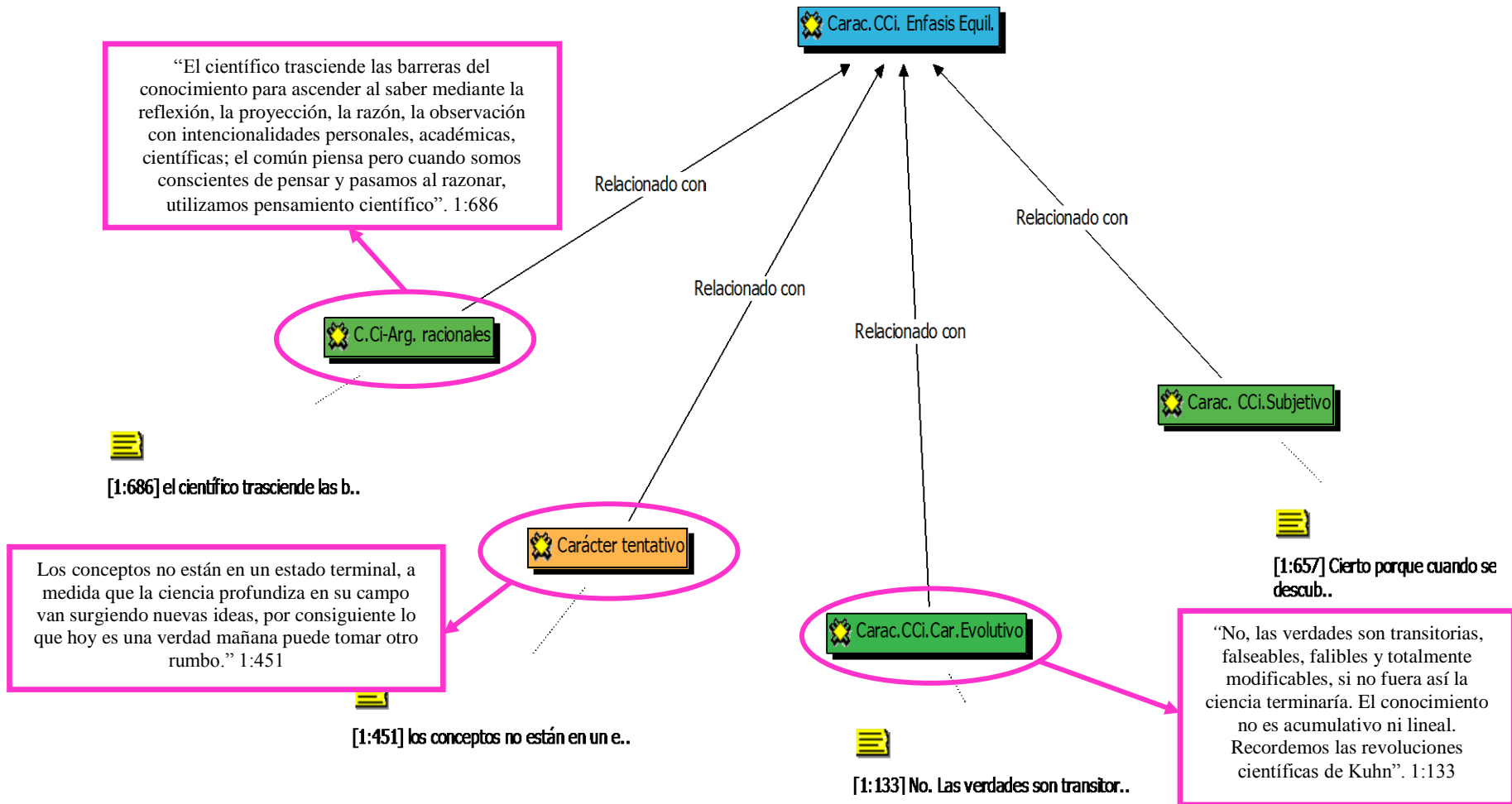
Segunda Categoría: Características del Conocimiento Científico



Red semántica No. 5. Características del conocimiento científico

Se observa en la red semántica No.5 las respuestas de los maestros a las preguntas agrupadas en la segunda categoría: de la siguiente afirmación señala si estás de acuerdo o en desacuerdo y argumenta tu respuesta: Los científicos cuando investigan incurren en errores que retrasan el avance de la ciencia. Las buenas investigaciones científicas permiten llegar a resultados inmodificables en el tiempo. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre el conocimiento común y el conocimiento científico?, sobre la base de los énfasis cientifista (21%), cultural (22%) y equilibrado (59%). De cada énfasis se identificaron las siguientes categorías, las cuáles fueron descritas estadísticamente en el primer análisis realizado.

CATEGORIAS EMERGENTES		
Énfasis Equilibrado	Énfasis Cultural	Énfasis Cientifista
<ul style="list-style-type: none"> • Carácter tentativo • Argumentos racionales • Subjetividad • Ciencia evolutiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva histórica • Ciencia como actividad humana • Influencia del contexto 	<ul style="list-style-type: none"> • Rigurosidad-Método • Ciencia Elitista • Contexto de justificación



Red semántica No. 6. Características del conocimiento científico. Énfasis equilibrado

En la red semántica No.6, se observan las categorías resultado de las preguntas del instrumento empleado con los docentes y que se enmarcan en el énfasis equilibrado. Frente a la perspectiva de la ciencia con resultados inmodificables en el tiempo, aparece como una característica notable en las respuestas (71%) el *carácter tentativo* de la ciencia. Así se evidencia:

“Los conceptos no están en un estado terminal, a medida que la ciencia profundiza en su campo van surgiendo nuevas ideas, por consiguiente lo que hoy es una verdad mañana puede tomar otro rumbo.” 1:451

“Pienso que en el procesos investigativo hay momentos donde por los modelos explicativos que tenemos nos llevan a conclusiones que pueden ser erróneas, creo que no retrasan la ciencia, lo que creo es que es parte del proceso”. 1:453

“Las buenas investigaciones deben ser evaluadas permanentemente y el hecho de valorarlas con frecuencia no implica que los resultados no puedan modificarse”. 1:136

“No, la ciencia cambia constantemente gracias a los aportes realizados día a día por los científicos y no todas las verdades son absolutas e inmodificables, pueden ser desvirtuadas debido a nuevos planteamientos, basados en descubrimientos novedosos”. 1:139

Asimismo, las respuestas a la pregunta: los científicos cuando investigan incurrir en errores que retrasan el avance de la ciencia, aportan nuevos argumentos para definir el conocimiento científico como proceso *Tentativo*, por ejemplo:

“No estoy de acuerdo, porque al ser una actividad humana es natural que esto suceda. El error es parte del proceso de construcción del conocimiento. Es connatural a la investigación y antes de retrasar, impulsa su avance”. 1:62

“Sí, incurren en errores que puedan dar origen a nuevas hipótesis y teorías, pero no siempre retrasan el avance de la ciencia, por estos tropiezos se originan nuevos saberes”. 1:57

“No, ya que estos errores pueden ser un referente para plantear nuevas hipótesis o para reevaluar las existentes. Del error se puede aprender mucho y estos pueden ser una motivación para investigar aún más”. 1:67

Por el contrario, el carácter *Evolutivo* y *Revolucionario* de la ciencia mostró una frecuencia comparativamente muy baja (4%), como se observa en las siguientes respuestas:

“No, las verdades son transitorias, falseables, falibles y totalmente modificables, si no fuera así la ciencia terminaría. El conocimiento no es acumulativo ni lineal. Recordemos las revoluciones científicas de Kuhn”. 1:133

“No, de lo contrario la ciencia no avanzaría y no sería el paradigma del conocimiento. Su gran significado radica en su posibilidad cambiante y evolutiva”. 1:882

El carácter *subjetivo* de la ciencia como característica propia del conocimiento científico, aparece como una consecuencia derivada de la concepción de ciencia como actividad humana y por lo tanto, sujeta a las condiciones propias de esta naturaleza (10%).

“Sí, estoy de acuerdo, pues la ciencia es corregible, perfectible, evaluable, por tanto los científicos son seres humanos como todos, con la diferencia de que son constantes, perseverantes y pacientes”. 1:63

“Tengo la idea de que el error no retrasa, enriquece y permite avanzar. Depende entonces del sujeto y su apertura frente al conocimiento que investiga”. 1:659

Los *argumentos racionales*, el análisis, la crítica y la discusión entre comunidades científicas (12%) son considerados criterios fundamentales que diferencian el conocimiento científico del conocimiento común. Se puede observar en los siguientes ejemplos:

“El conocimiento científico es comprobado, expuesto a la crítica, avalado por las comunidades científicas”. 1:559

“Lo científico requiere de procesos metacognitivos”. 1:552

“El rigor conceptual, el uso de argumentaciones sustentadas en datos, tablas, diseños, Estructuras, hilos conductores y conectores, controles”. 1:569

“El científico trasciende las barreras del conocimiento para ascender al saber mediante la reflexión, la proyección, la razón, la observación con intencionalidades personales, académicas, científicas; el común piensa pero cuando somos conscientes de pensar y pasamos al razonar, utilizamos pensamiento científico”. 1:686

Las evidencias encontradas en el análisis del énfasis equilibrado indican una tendencia de los participantes en el estudio, a considerar la ciencia como un proceso tentativo, como un conocimiento falible, falseable, modificable, cambiante y evolutivo, sin considerar estas características como debilidad en ella, al contrario, son inherentes a su esencia, son la forma de avanzar.

Esta tendencia se refuerza con un gran consenso en las respuestas sobre la concepción del error, asumido no como la causa de un retroceso en la construcción científica, sino como un elemento que sirve para mejorar los procesos de validación del conocimiento, al permitir recapitular, analizar y descubrir una falla a tiempo; de los errores se aprende y pueden ser la vía para dar origen a nuevas estructuras teóricas que amplíen y mejoren las explicaciones o comprensiones sobre los fenómenos, abriendo nuevas posibilidades de conocimientos, el error es consustancial a la subjetividad de quienes trabajan en el campo científico.

La identificación positiva del error en la ciencia y su papel en el avance de la misma, fortalece la visión de ciencia como conocimiento relativo, no exento de errores, con lo cual se acepta la falibilidad de quienes la desarrollan.

Las características identificadas en este énfasis contribuyen a una concepción de ciencia que se aproxima a la de una imagen más adecuada de la actividad científica, de acuerdo con los estudios y elaboraciones conceptuales y metodológicas de diversos investigadores en el campo de la enseñanza de las ciencias.

Respecto a las diferencias y semejanzas entre el conocimiento científico y el común, las respuestas permiten inferir el reconocimiento de las características diferenciadoras de los dos tipos de conocimiento. Las siguientes afirmaciones ilustran el pensamiento docente acerca del conocimiento común como:

Producto de la experiencia:

“El común se hace por observación permanente, producto de la tradición” 1:547

“Es el que adquirimos de manera “silvestre”, sin cuestionamientos acerca de su falsedad o veracidad”. 1:557

“Se da en la práctica diaria, del desempeño del ser humano”. 1:577

“El conocimiento común es el que se adquiere a través de las vivencias cotidianas de la relación en el contexto”. 1:688

De carácter general:

“El conocimiento común se transmite por vía espontánea entre generaciones, es anecdótico y no es sistemático, carece de rigurosidad y a veces se superpone con la fantasía y la superstición”. 1:538

“Conocimiento común es el que todas las personas manejan”. 1:543

“El conocimiento común es el que llamamos empírico que es lo sencillo, el diario vivir, la cultura, nace de la pregunta”. 1:887

Producto de la tradición:

“El conocimiento común es el propio de la cultura y del que se infunde de generación en generación”. 1:558

“Es lo sencillo, el diario vivir, la cultura, nace de la pregunta, las tradiciones”. 1:565

“Es aprendido de generación en generación (padres, escuela, medios de comunicación)”. 1:591

“En el conocimiento común va pasando de una generación a otra sin un estudio profundo”. 1:884

Producto de la carga cultural y emocional:

“Con una carga subjetiva importante”. 1:556

“Es el resultado de impresiones o valoraciones personales”. 1:587

Ausencia de método:

“No es sistemático, carece de rigurosidad”. 1:544

“El conocimiento común es asistemático”. 1:555

Producto de relaciones sociales:

“Es opinión, cotidiano escucho y replico, hablo o digo lo que dicen los demás, repito lo común”. 1:570

Las características que hacen parte del conocimiento común y lo diferencian del científico reveladas en las respuestas de los docentes participantes, permiten concluir que tienen claridad en lo que los asemeja y lo que los diferencia, sin embargo, vale la pena señalar que en la misma pregunta, aparecen varias respuestas que muestran una cierta tendencia hacia la *compatibilidad entre el conocimiento científico y el común*. En los siguientes ejemplos se puede observar:

“El científico profundiza al común, lo teoriza y lo lleva al campo de la ciencia”. 1:585

“Ambos revisten importancia en la vida humana, deben ir ligados unos y otros para que la ciencia tenga validez; se requiere partir de aspectos empíricos para dar lugar a conocimientos más elaborados que se tecnifiquen con el estudio y avance de teorías y prácticas que hacen fluir y despertar el espíritu científico de las personas inquietas en estos aspectos”. 1:687

“Si el científico se vale del conocimiento común puede hacer más “viable”, más agradable, más vivencial su quehacer. Es como darle más sentido, acercarlo a lo cotidiano”. 1:706

El concepto de *compatibilidad* hace referencia a la clasificación señalada en un apartado anterior, como una de las hipótesis para tratar de explicar la interacción entre las concepciones alternativas (conocimiento común o cotidiano) y el conocimiento científico. Asumir que estos dos tipos de conocimientos tienen la misma naturaleza puede llevar a considerar que el trabajo que desarrollan los estudiantes y los científicos es semejante (Pozo, 1999, citado en Tamayo, 2003).

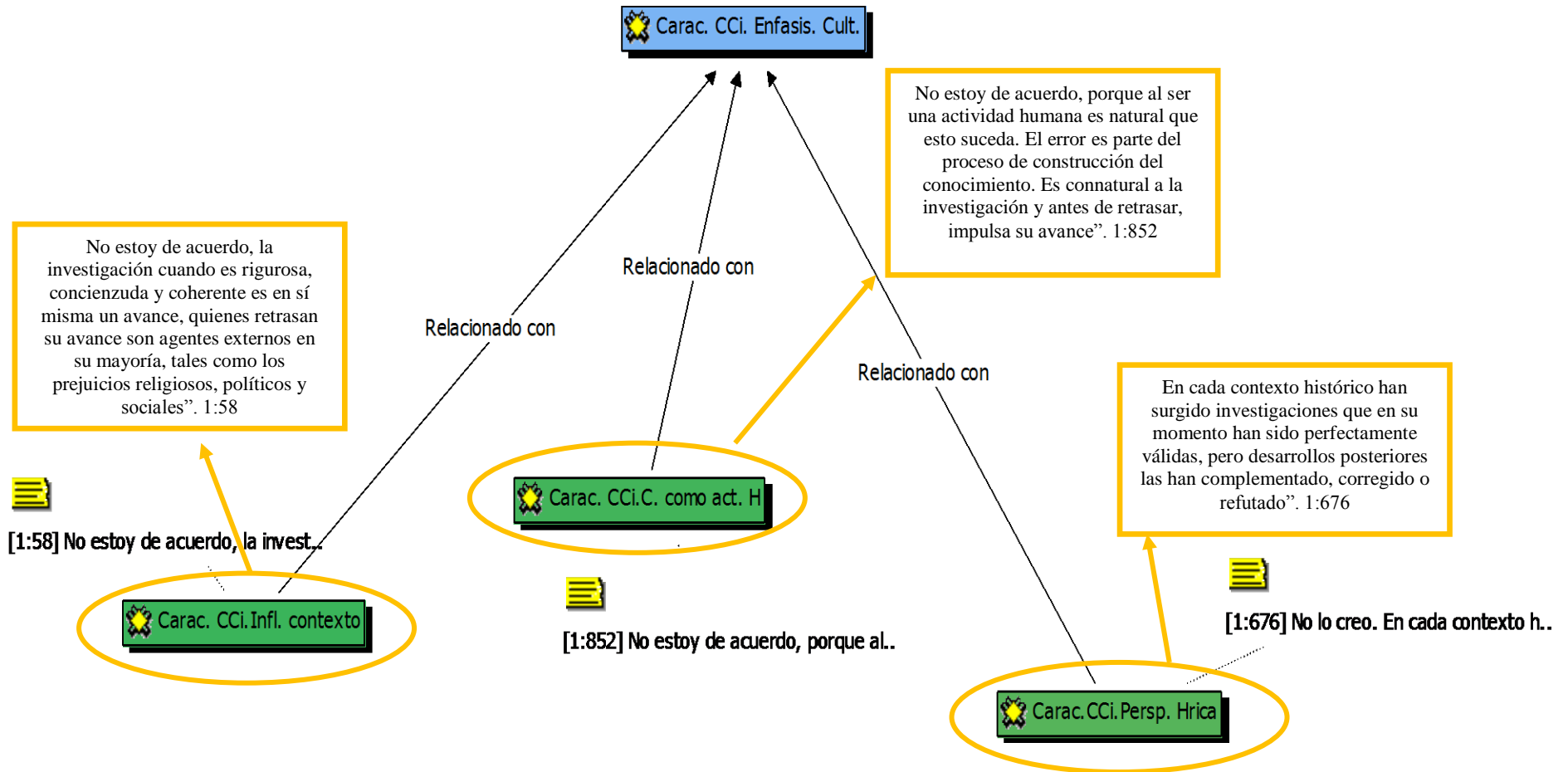
Caracterizar estos dos tipos de conocimientos como semejantes, ligados entre sí y dependientes el uno del otro, puede conducir a una imagen simplista de la actividad científica, a considerar la ciencia como algo sencillo y próximo al sentido común, visión considerada como una deformación de la ciencia; igualmente, la deformación denominada *Visión individualista y elitista de la ciencia*, con la concepción de que las personas que hacen ciencia son seres con cualidades especiales. Fernández y cols.,

(2003), ambas visiones revaluadas actualmente, de acuerdo con los estándares de la naturaleza de la ciencia-NOS, donde se señala que personas de todas las culturas pueden desarrollar actividades científicas.

Sin embargo, no tener claro lo que es y lo que no es ciencia, no diferenciar adecuadamente entre los dos tipos de conocimientos, puede ayudar a afianzar las visiones deformadas del conocimiento científico y convertirse en obstáculo que refuerza en los estudiantes las concepciones inadecuadas que traen acerca de la ciencia.

Concebir la actividad científica como algo sencillo puede hacer olvidar que el conocimiento científico parte precisamente del cuestionamiento sistemático de lo obvio (Bachelard, 1993).

A manera de síntesis, se puede considerar que las categorías que emergieron en el énfasis equilibrado y que caracterizan el conocimiento científico se interrelacionan con las que surgieron de la primera categoría referida a la concepción de ciencia y su construcción, en el mismo énfasis, vale decir, las respuestas comparten y evidencian una misma imagen de ciencia entendida como proceso falible, abierto, dinámico, cambiante, evolutivo, provisional, perfectible, racional, características que coinciden con uno de los criterios definidos por Cobern y Loving (1998) para el énfasis equilibrado, "La ciencia construye y refina sus conclusiones sobre los desarrollos anteriores, pero se debe reconocer que el trabajo científico no produce saberes infalibles" (p.82).



Red semántica No.7. Características del conocimiento científico. Énfasis cultural

La Red semántica No.7, muestra tres categorías que emergieron de las preguntas que indagaron acerca de las características del conocimiento científico: Los errores como causa del retraso para el avance de la ciencia; los resultados en la ciencia como inmodificables en el tiempo; diferencias y semejanzas entre el conocimiento científico y el común), sin embargo hubo una cuarta categoría denominada en el presente estudio directamente como *Énfasis cultural*, con una frecuencia del 47% de las respuestas. La explicación está dada en términos de que estas respuestas contienen uno o varios criterios establecidos para este énfasis al inicio del análisis, es decir son características propias de dicho énfasis, por ejemplo del criterio: “La ciencia está enmarcada en contextos históricos, políticos, culturales y sociales, por lo tanto sus preguntas, métodos y resultados varían según el tiempo, lugar y propósito”, se pueden ver evidencias a continuación:

“Desde ningún tiempo la investigación es inmodificable, por excelente que sea la investigación está sujeta a cambios dependiendo de la época, el lugar, las personas que se involucran”. 1:143

“En la ciencia nadie tiene la última palabra, para el momento es una verdad, pero para el futuro lo cierto hoy mañana no lo es”. 1:499

“Los resultados en ciencias son relativos en tiempo y espacio”. 1:505

“Más que visualizarlas como cercanas a la perfección se diría que cada etapa en el tiempo muestra un comportamiento diferente y con resultados distintos. La tecnología marca la diferencia en el mundo actual”. 1:681

“El mundo y lo que en él se opera cambia, evoluciona a pasos agigantados, igual ocurre con las investigaciones, lo que se consideraba inoperante en el pasado, hoy da excelentes resultados o viceversa”. 1:130

De otra parte, aparece más específicamente la *perspectiva histórica* (26%) como característica del conocimiento científico, como se observa a continuación:

“Las buenas investigaciones científicas se validan en determinados contextos históricos”. 1:508

“En cada contexto histórico han surgido investigaciones que en su momento han sido perfectamente válidas, pero desarrollos posteriores las han complementado, corregido o refutado”. 1:676

El reconocimiento de la *ciencia como actividad humana*, representada por el 16% se puede evidenciar en las siguientes respuestas:

“Como toda obra humana puede haber lugar al error o los resultados pueden tener un impacto negativo para el mismo hombre”. 1:64

“No estoy de acuerdo, porque al ser una actividad humana es natural que esto suceda. El error es parte del proceso de construcción del conocimiento. Es connatural a la investigación y antes de retrasar, impulsa su avance”. 1:852

Finalmente se identifica la *influencia del contexto* y sus relaciones con la subjetividad (11%) como característica importante para el trabajo científico, así:

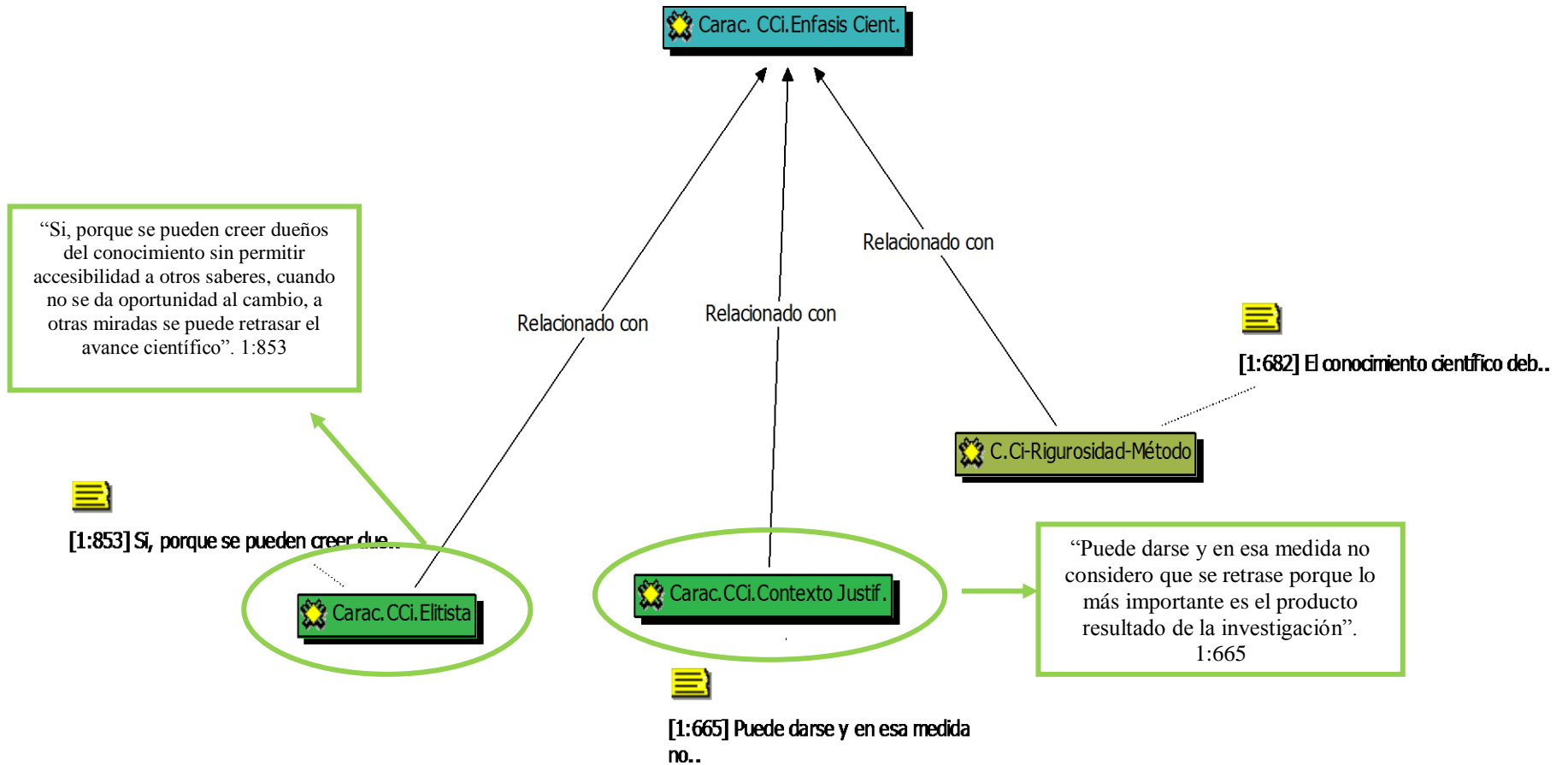
“No estoy de acuerdo, la investigación cuando es rigurosa, concienzuda y coherente es en sí misma un avance, quienes retrasan su avance son agentes externos en su mayoría, tales como los prejuicios religiosos, políticos y sociales”. 1:58

“Cierto porque cuando se descubren nuevos caminos en ciencias no estamos libres de ideología, sistemas políticos, religiosos y otros factores que hacen que se distorsione la realidad”. 1:657

Se podría concluir que las categorías que surgen en el énfasis cultural analizado para reconocer las características propias del conocimiento científico, marcan una tendencia semejante a la que se identificó en la red semántica No.3, sobre el mismo énfasis, pero que analizaba la categoría sobre la ciencia y su construcción. Los conceptos trabajados en las respuestas aluden a la ciencia como una actividad humana, de carácter tentativo, sometida a cambios permanentes que permiten la aparición de nuevas teorías, con resultados provisionales y por lo tanto modificables, que dependen de las necesidades y problemas de contextos específicos, es decir, influenciada por procesos políticos, históricos y socioculturales.

Aunque con menos fuerza, se identifica una tendencia que resalta el carácter subjetivo de la ciencia al reconocer que los prejuicios e ideología religiosa, política o social de los individuos tienen marcada importancia y no es posible desligarse de ellos para realizar el trabajo científico. La visión de ciencia influenciada por factores sociales se podría asumir como un rechazo a la idea de objetividad presente en las perspectivas científicas.

Las concepciones resaltadas en este énfasis cultural, en las dos primeras categorías analizadas, permiten comprobar una visión de ciencia más centrada en los criterios contemporáneos definidos para la naturaleza de la ciencia NOS y es ampliamente asumida por los docentes que participan en este estudio.



Red semántica No. 8. Características del conocimiento científico. Énfasis cientifista

Continuando con la segunda categoría, en el énfasis cientifista emergen las categorías que se muestran en la red semántica No.8. Entre las que tienen mayor frecuencia se encuentra *la rigurosidad a partir de métodos* (72%). A continuación algunas evidencias:

“El conocimiento científico es sistemático, organizado, verificable”. 1:545

“El conocimiento científico se construye con método, de manera sistemática”. 1:553

“El conocimiento científico parte de una pregunta o hipótesis, acumula información sistemática y ordenadamente”. 1:568

“El conocimiento científico ya tiene un nivel más estructurado, es organizado, planeado, verificado, comprobado”. 1:888

El concepto de ciencia construida por *elites* (11%) se considera de baja frecuencia, sin embargo es necesario conocerlo por las implicaciones que puede tener en la imagen de ciencia que construyan o se les transmita a los estudiantes. Algunos ejemplos:

“El conocimiento científico es un conocimiento más específico que solo determinadas personas lo saben”. 1:537

“Si, porque se pueden crear dueños del conocimiento sin permitir accesibilidad a otros saberes, cuando no se da oportunidad al cambio, a otras miradas se puede retrasar el avance científico”. 1:853

También con una baja frecuencia igual a la anterior categoría (11%), se muestra el *énfasis cientifista*, denominado directamente así porque la respuesta encontrada es típica de este énfasis. La siguiente afirmación da una idea de ciencia como algo estático e inmodificable en el tiempo, de ciencia acumulativa y lineal, contrario a la

idea de ciencia contemporánea como proceso evolutivo. Se puede observar de manera más concreta en el ejemplo:

“Lo que vivimos en la actualidad está fundamentado en los hallazgos científicos de nuestros antepasados, estos hallazgos o encuentros salvo unas ligeras modificaciones, son inmutables, son la base de nuestra civilización”. 1:148

El *contexto de justificación*, (6%), a pesar de su baja frecuencia, se resalta en este aparte porque como respuesta a la pregunta acerca del error como causa del retraso en la ciencia, alude al mismo concepto identificado en la categoría actual, mostrada estadísticamente en el análisis descriptivo (Gráfica No.8) y ampliada en el análisis comprensivo en la red semántica No.3, correspondiente al énfasis cientifista, que vincula este concepto con la perspectiva Prekuhniana de la ciencia. La siguiente respuesta lo aclara:

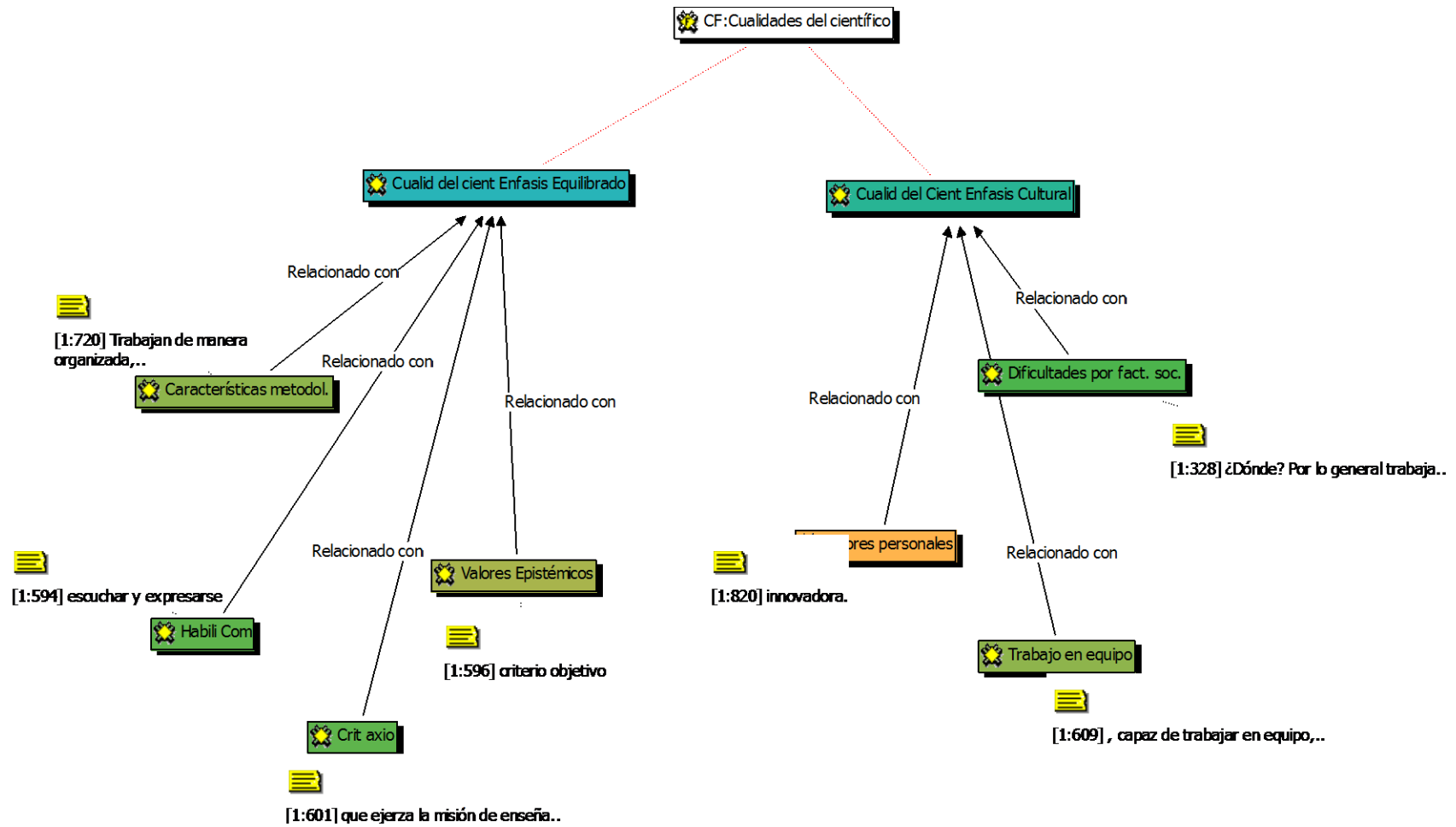
“Puede darse y en esa medida no considero que se retrase porque lo más importante es el producto resultado de la investigación”. 1:665

El análisis anterior muestra una tendencia favorable al descartar el método científico como universal y el único a través de cual es posible comprobar y demostrar la veracidad de algo y en cambio, enfatizar sobre la idea de que la ciencia es posible trabajarla con multiplicidad de metodologías.

Esta actitud favorable se debilita con la aparición de tres criterios clave del énfasis cientifista en la segunda categoría: La ciencia como actividad excluyente, de unos pocos que poseen cualidades de genio y dueños del conocimiento; la ciencia como proceso acumulativo, estático e inmodificable y la importancia de los productos de la ciencia (contexto de justificación). Particularmente esta última perspectiva aparece también en el análisis de la categoría acerca de la ciencia y su construcción y allí se hace una descripción más detallada de su significado.

Las tres categorías anteriores tienen una baja frecuencia comparativamente con las que emergieron en los otros dos énfasis: Cultural y equilibrado, sin embargo el presente estudio las considera en tanto pueden ser susceptibles de convertirse en obstáculos epistemológicos para la enseñanza de las ciencias en el aula, y por lo tanto deben ser tenidas en cuenta en las propuestas de formación de los docentes ya que, a la base de estas concepciones pueden existir visiones deformadas de la actividad científica que son transmitidas a los estudiantes.

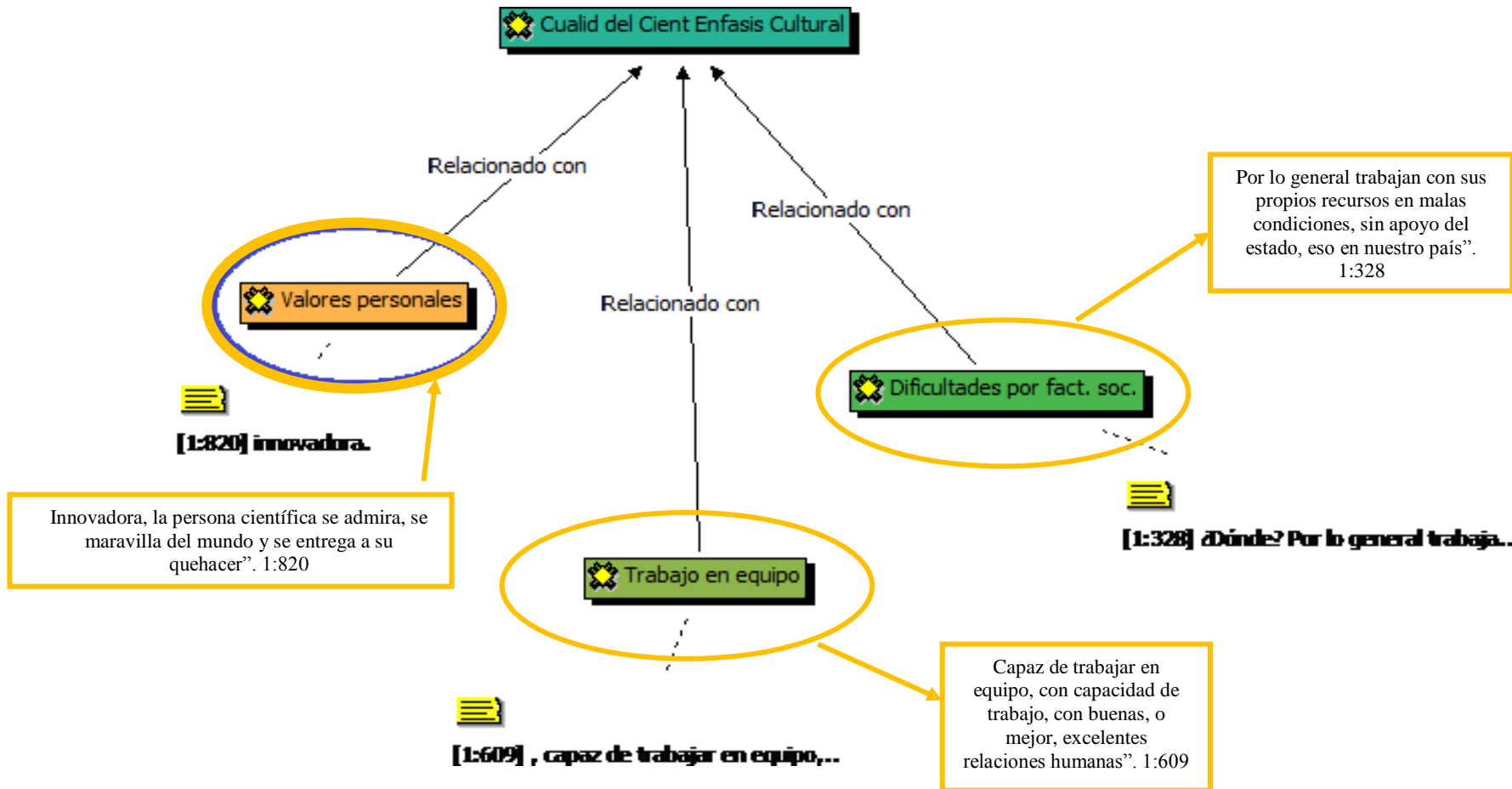
Tercera categoría. Cualidades del científico



Red semántica No. 9. Cualidades del científico

Se observa en la red semántica No.9, las respuestas de los maestros a las preguntas agrupadas en la tercera categoría (¿Qué características debería tener un científico? ¿De qué forma trabajan las personas que hacen ciencia?), sobre la base de los énfasis Cultural (65%) y Equilibrado (35%). En cada énfasis se identificaron las siguientes categorías:

CATEGORIAS EMERGENTES	
Énfasis Cultural	Énfasis Equilibrado
<ul style="list-style-type: none">• Valores personales• Trabajo en equipo• Dificultades por factores sociales	<ul style="list-style-type: none">• Valores epistémicos• Características metodológicas• Criterios axiológicos• Habilidades comunicativas



Red semántica No. 10. Cualidades del científico. Énfasis cultural

La red anterior revela que no se presenta ninguna dificultad para reconocerlos *Valores personales* (79%), como una de las características sobresalientes que debe tener un científico; aspecto que admite y asume que en la actividad científica intervienen, además de los valores epistémicos, valores subyacentes propios de la naturaleza humana. Las siguientes respuestas lo evidencian:

“Innovadora, la persona científica se admira, se maravilla del mundo y se entrega a su quehacer”. 1:820

“Un ser humano íntegro, mucha disciplina, un soñador que tiene mucho de creativo”. 1:617

“Mucha creatividad e imaginación, interés por aprender y dedicación, paciencia para esperar los resultados”. 1:828

“Personas que se cuestionen a diario de su entorno, buscan soluciones permanentes a su quehacer, son organizadas, persistentes”. 1:745

“Tener voluntad, ganas de indagar, espíritu científico, capacidad de asombro y un inmenso deseo y decisión de ingresar en el mundo de lo desconocido”. 1:822

“Trabajan con ahínco, con entrega total, con disciplina, manejando versiones de mundo muy amplios. Están abiertos a lo novedoso, a la innovación. No se conforman con lo que ven a simple vista, tienen un pensamiento contemplativo y crítico”. 1:889

Este consenso generalizado se ve reforzado por otro factor considerado importante en éste énfasis, el *trabajo en equipo* (15%), admitiendo con ello que el trabajo científico no es de individuos solos y aislados, como se puede observar en los siguientes ejemplos:

“Las personas que hacen ciencia trabajan en equipo para buscar una mejor comunicación y competitividad en el mundo productivo y laboral”. 1:318

“En equipo, produciendo nuevo conocimiento, socializando sus elaboraciones intelectuales”. 1:322

“Capaz de trabajar en equipo, con capacidad de trabajo, con buenas, o mejor, excelentes relaciones humanas”. 1:609

“Dispuesto a aceptar sugerencias de otras personas y que trabaje en equipo donde demuestre su capacidad de liderazgo”. 1:623

“Hoy día el trabajo se hace en equipo, recibiendo aportes desde otros campos que complementen los saberes, contextualizando los procesos”. 1:740

En las respuestas a la pregunta acerca de la forma en que trabajan los científicos, aparecen las *dificultades por factores sociales* (9%), como un aspecto que en ocasiones obstaculiza el trabajo de los científicos. Las siguientes respuestas lo ponen de manifiesto:

“Por lo general trabajan con sus propios recursos en malas condiciones, sin apoyo del estado, eso en nuestro país”. 1:328

“Trabajan con las uñas y con muchos problemas de recursos por eso tantos cerebros fugados, aunque últimamente ha cambiado un poco la situación”. 1:360

“En nuestro país lo hacen con grandes dificultades por falta de apoyo”. 1:716

“No disponen de un ambiente favorable para alcanzar sus metas”. 1:717

En síntesis, podría afirmarse que en las anteriores respuestas se reconocen la subjetividad como característica inherente a la actividad científica. Los valores personales expresados forman parte integral del individuo y pueden influir en la práctica científica positiva o negativamente (Echeverría, 1998).

Las cualidades que se asignan a los científicos guardan relación con la capacidad innovadora que tiene la ciencia y facilitan las tareas o procesos que son parte del trabajo científico como la observación, la experimentación, la formulación de teorías, hipótesis y supuestos, la predicción, validación y comunicación del conocimiento producido.

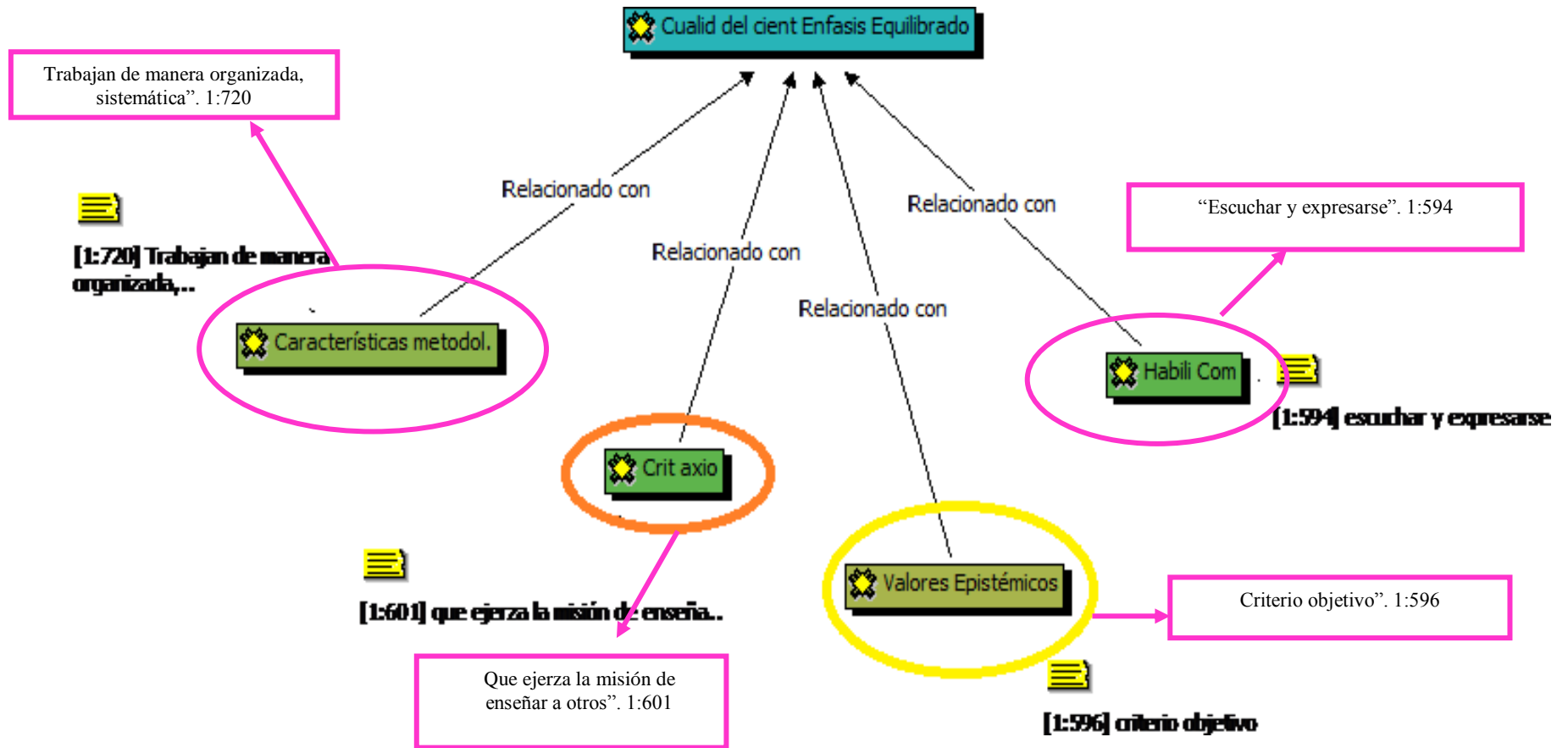
Entre los valores personales más destacados se identifican: constancia, responsabilidad, perseverancia, humildad, pasión por el trabajo, confianza en sí mismo, capacidad de liderar, compromiso con sus actividades, asumir riesgos, inquieto, explorador, observador, lector, dialéctico, innovador, estrategia, sociable, ético, inquisidor, anti dogmático, mente flexible, capacidad de asombro, consagrado a su labor, tolerante, persistente, interés por la investigación, creatividad, sensibilidad, crítica, soñadora, amor por su trabajo, incluyente, propositiva, estudiosa, con una intencionalidad social, cultural, tecnológica, organización, planeación, ejecución, control y seguimiento a lo que hacen, dedicación, argumentación, con capacidad de trabajo, con buenas relaciones humanas, inquieta, extrovertida, analítica, etc.

Asimismo, las respuestas ponen de manifiesto las condiciones propias del trabajo científico asumido como una actividad, la cual debe ser realizada con el aporte de diferentes ciencias o disciplinas que permitan una mirada integral de los problemas y sus soluciones, lo cual se logra mediante el trabajo en equipo.

De otra parte, la referencia a problemas y condiciones deficientes y poco favorables para el desarrollo del trabajo de los científicos, expresan las interrelaciones que existen entre la sociedad y la cultura con la ciencia y aluden a intereses de diverso orden que implican negociaciones, toma de decisiones, compromisos entre los científicos y los entes que apoyan y financian estas actividades, lo cual puede influir en las decisiones sobre los hechos a investigar, como lo postulan Cobern y Loving (1998) en uno de los criterios asumidos para el énfasis cultural.

En algunas respuestas sobre la forma de trabajo de los científicos también destacan características como habilidades, destrezas, apropiaciones, experiencias y proyecciones como cualidades que intervienen en la construcción de teorías y su aplicación.

En las tres categorías identificadas en el énfasis cultural del análisis de la tercera categoría, se adopta la misma tendencia que se ha observado en los mismos énfasis pero en las categorías 1 y 2, es decir, una imagen de ciencia contraria a la ciencia clásica, relacionada con lo neutral, objetivo, monismo metodológico (el científico), desligada e independiente de contextos históricos y sociales o culturales. Las características y formas de trabajar de los científicos manifestadas en las respuestas, reconocen en la ciencia valores, intereses, sus interrelaciones con diversos campos científicos, la influencia de los contextos donde se desarrolla y el trabajo conjunto para la discusión, la crítica y el análisis que favorecen el pluralismo y el consenso racional.



Red semántica No.11. Cualidades del científico. Énfasis equilibrado

En esta red se identifican las categorías que emergieron en el énfasis equilibrado, respecto a las cualidades inherentes al trabajo científico y en ella se muestran los *valores epistémicos* (38%) como otros valores, además de los personales, que sustentan la actividad científica. Entre los valores epistémicos clásicos, considerados por Adúriz (2005) se encuentran: rigurosidad, honestidad, objetividad, desinterés, verdad, etc. Algunos ejemplos:

“Criterio objetivo”. 1:596

“Honesta con su quehacer experimental”. 1:635

“Debe ser objetivo, no subjetivo, racional, parte de leyes y principios científicos, es sistemático, se basa en conocimientos jerarquizados y ordenados”. 1:825

“Rigurosa en su método pero flexible en la operatividad”. 1:839

“Sus metas y propósitos deben apuntar al bienestar del género humano no a su destrucción”. 1:621

“Querer trabajar por el bien de la humanidad”. 1:595

Se resaltan además algunas *Características Metodológicas* (30%), necesarias para el desarrollo de los procesos científicos, como se observa en las siguientes respuestas:

“A través de la observación, análisis de teorías”. 1:279

“Trabajan de manera organizada, sistemática”. 1:720

“Las personas que hacen ciencia trabajan en equipo, cada una de ellas aportan roles importantes y funciones específicas que permiten una buena organización, planeación, ejecución, control y seguimiento a lo que hacen”. 1:724

En algunas respuestas se muestran las *Habilidades comunicativas* (16%), como característica importante que contribuye al cumplimiento de una de las finalidades de la ciencia: La comunicación y divulgación de las actividades científicas. Se evidencia en las siguientes respuestas:

“Saber explicar”. 1:627

*“Con habilidades comunicativas que le faciliten gestionar información para otros”.
1:629*

“Escuchar y expresarse”. 1:594

“Ser muy buen lector”. 1:619

Vinculados con los valores expresados en las anteriores categorías, se resaltan los *criterios axiológicos* (16%), como parte de los valores que deben estar presentes en la praxis científica. Se consideran como valores sociales en la ciencia, entre ellos: Los resultados deben ser públicos, comunicables, enseñables, accesible a cualquier persona, que prime la objetividad y que mejoren, en lo posible, los resultados anteriores (Echeverría, 1998). Por ejemplo:

“Que ejerza la misión de enseñar a otros”. 1:601

“Inicialmente debe ser innovador, que promueva y asimile cambios, con un gran “don de gente”, que demuestre liderazgo y que nunca pierda su capacidad de asombro, ser proactivo. Sus metas y propósitos deben apuntar al bienestar del género humano no a Su destrucción”. 1:831

“Buen escritor”. 1:608

Las características propias de la actividad científica y las cualidades o atributos que deben tener los científicos, evidenciados en la red anterior, permiten aclarar una perspectiva de ciencia alejada definitivamente de la concepción tradicional, empiroinductivista de la ciencia, lo cual se ha reflejado en las categorías examinadas que hacen referencia tanto al concepto de ciencia y su construcción, como a las características del conocimiento científico.

Podría afirmarse que los criterios valorados en una amplia gama de respuestas recogen elementos importantes, propios de una perspectiva de la ciencia, la cual considera no solo aspectos clave para desarrollar la actividad científica, como procesos y metodologías que le confieren validez y confiabilidad a la producción de conocimiento científico, sino además, reconocen la relación inseparable de la ciencia y la axiología, característica propia de una visión de ciencia contemporánea, ligada a los criterios considerados esenciales para potenciar y cualificar la enseñanza de las ciencias en el aula.

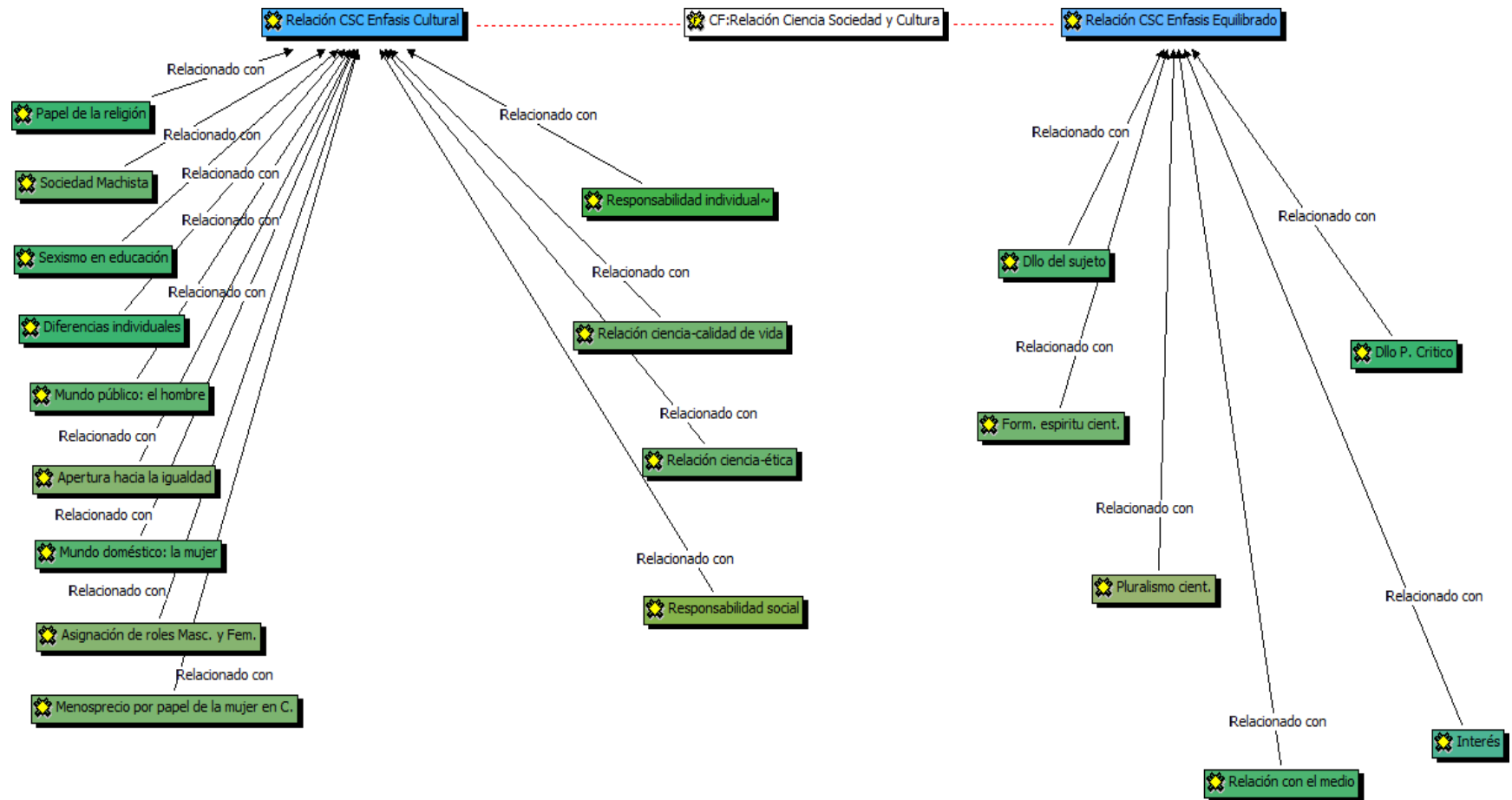
La aceptación de la presencia de estos valores ratifica esta tendencia y hace evidente una perspectiva de construcción de la ciencia que involucra además del conocimiento, valores tanto de índole personal, como epistémico y social que reafirman la existencia de un sistema de valores que influyen en la praxis científica, vale decir, es el reconocimiento de la ciencia como actividad humana que trasciende el trabajo de los laboratorios y la vincula a contextos socio culturales e históricos regidos por normas, valores e ideologías (Echeverría, 1998).

Este pluralismo axiológico admite la idea de actividad científica como producción de conocimiento, en términos cognitivos, pero también acepta que hacer ciencia tiene implicaciones en la vida de los seres, debe buscar el bienestar común y estar al servicio del progreso de la humanidad.

Cabe anotar que en la categoría analizada anteriormente no aparecen respuestas que pudieran catalogarse dentro del énfasis cientifista, en cambio, privilegian aspectos que enfatizan la concepción de ciencia como actividad humana, la cual permite visualizar aproximaciones al concepto de NOS, perspectiva donde confluyen varias ciencias que incluyen la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia y

ciencias cognitivas como la psicología, desde donde se trata de dar una visión amplia de la ciencia que involucre respuestas no solo acerca de qué es la ciencia y cómo funciona, sino además, cómo operan los científicos como grupo social y cómo la sociedad influencia y reacciona frente a los esfuerzos científicos y viceversa. (McComas & cols., 1998) lo cual puede mejorar la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula.

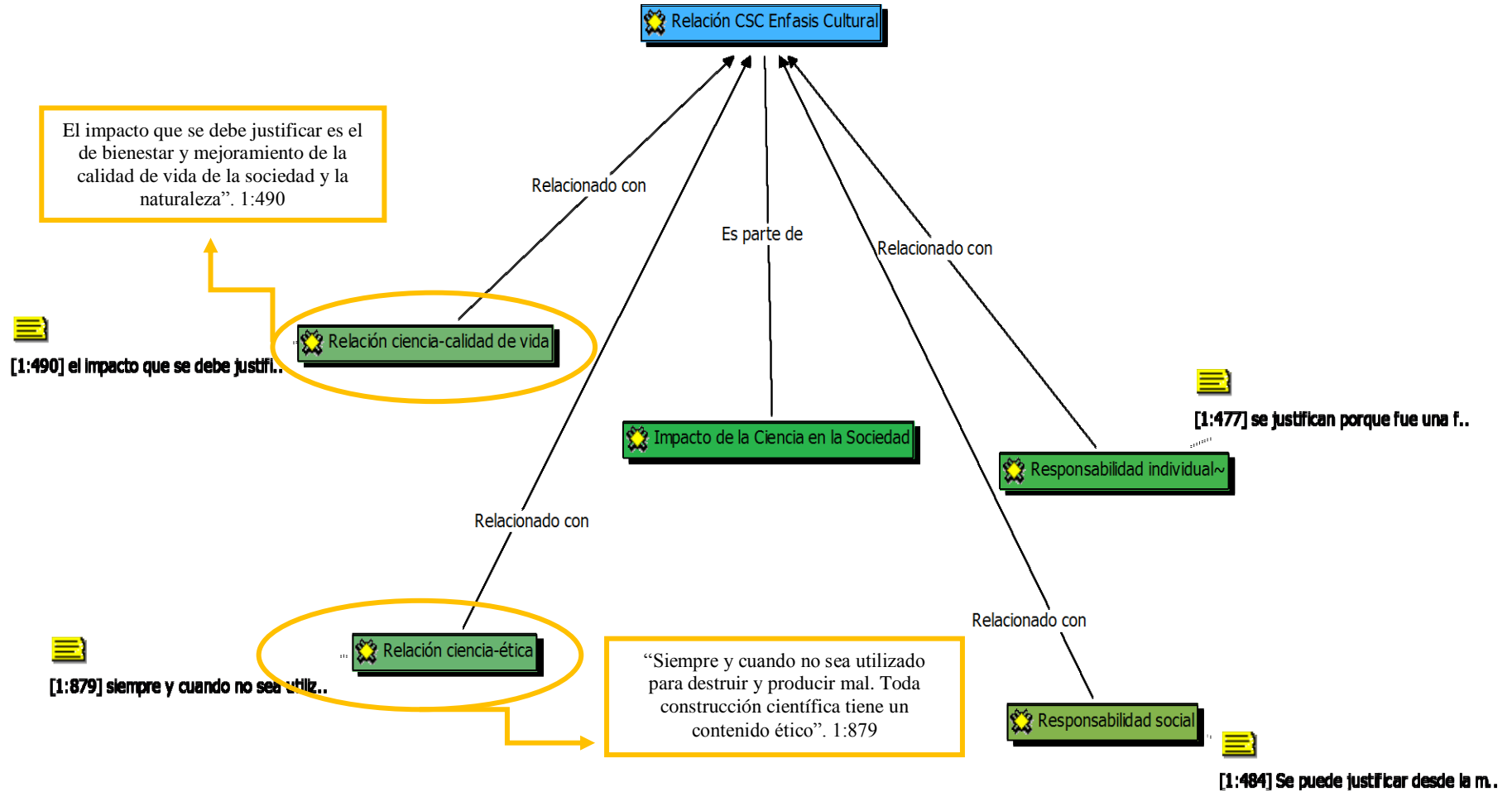
Cuarta categoría. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura



Red semántica No.12.Relación Ciencia-Sociedad-Cultura

En la red semántica No.12, se muestra la cuarta categoría analizada: *Relación Ciencia-Sociedad-Cultura*, la cual fue explorada a partir de las preguntas sobre: Impacto de los avances científicos en la sociedad; tipo de ciencia que se debe enseñar en la escuela y por qué en el mundo la mayoría de los científicos son hombres; se identificaron criterios del Énfasis cultural (68%) y del Énfasis equilibrado (32%). De cada énfasis emergieron las siguientes categorías:

CATEGORIAS EMERGENTES	
Énfasis Cultural	Énfasis Equilibrado
<ul style="list-style-type: none"> • Asignación de roles masculinos y femeninos • Apertura hacia la igualdad • Responsabilidad social • Menosprecio por el trabajo de la mujer • Relación ciencia-calidad de vida • Sociedad machista • Relación ciencia-ética • Mundo público: el hombre • Mundo doméstico: la mujer • Sexismo educativo • Responsabilidad individual • Diferencias individuales • Religión 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluralismo científico • Formación del espíritu científico • Desarrollo del sujeto • Interés • Relación con el medio • Desarrollo del pensamiento crítico



Red semántica No.13. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis cultural. Categoría: impacto de la ciencia en la sociedad

La red semántica No.13, presenta la relación Ciencia-Sociedad-Cultura dentro de un énfasis cultural; se observa una gama de respuestas acerca de la pregunta sobre los avances científicos y su justificación por su impacto en la sociedad; *la responsabilidad social* (12%), se configura como un aspecto esencial frente a la actividad científica al interrelacionar los aspectos éticos, políticos, culturales, ambientales e históricos y con las tradiciones y los derechos humanos.

“Los impactos se causan según las mismas necesidades de los grupos sociales. Partiendo de una necesidad se plantean propuestas y avances, se crean estrategias y de allí se evalúan dichos impactos, por ello, sin diferenciar el tipo de avance, todo lo que da respuesta a necesidades se justifica”. 1:111

“No porque debemos pensar en los demás y hacer buen uso de las herramientas que se poseen” 1:125.

“No es por el impacto que cause en la sociedad, es por el beneficio que preste a la sociedad, al medio ambiente, a la ciencia”. 1:672

Algunas respuestas enfatizan más en la *responsabilidad de tipo individual* (4%):

“Pienso que el impacto lo genera el investigador con su trabajo, sin embargo la realidad en un mundo globalizado es que la investigación aplicada es aquella que produce ganancias económicas”. 1:113

“Si estoy de acuerdo, la energía como tal no es mala, es el uso que le da el hombre lo que la hace benéfica o mortal”. 1:122

“Se justifican porque fue una forma de demostrar qué tan grande es la inteligencia del hombre”. 1:477

Valoran, así mismo, *el mejoramiento de la calidad de vida* (10%) y las *consideraciones éticas* (9%) como el verdadero propósito que debe orientar la actividad científica para generar impacto positivo en la sociedad. Algunas de estas respuestas lo corroboran:

“Si los científicos, investigadores, pensadores no existieran o se limitaran en sus resultados de investigación, dónde estaría el mundo, cuál sería el contexto actual; se justifica en la medida que son estos avances los que propician mejor calidad de vida, alternativas a problemas locales, regional, nacional o mundial”. 1:114

“El impacto que se debe justificar es el de bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad y la naturaleza”. 1:490

“Lo que se pretende con la ciencia es hacer más cómoda y sencilla la vida del hombre”. 1:536

“Es loable desde que no vaya en contra de la dignidad humana”. 1:482

“En la construcción de la ciencia muchos de los avances científicos se hacen para mejorar circunstancias, el problema de esto es la utilidad que le da el ser humano, es decir, el componente axiológico que llevan de fondo los resultados científicos”. 1:878

“Siempre y cuando no sea utilizado para destruir y producir mal. Toda construcción científica tiene un contenido ético”. 1:879

Aparecen aspectos relevantes como la utilidad de la ciencia, los contenidos éticos y el mejoramiento de las condiciones de vida de los seres humanos que revisten especial interés y cuidado a la hora de tomar decisiones, porque los desarrollos científicos no pueden regirse exclusivamente por criterios científicos.

El *énfasis equilibrado* aparece con un 15% de frecuencia y agrupa respuestas sobre el impacto de la ciencia en la sociedad, aporta a la caracterización de dicho énfasis las siguientes afirmaciones:

“Todos los avances científicos tienen impacto, algunos son positivos y otros son negativos, pero estos últimos no se pueden justificar solo porque generan impacto” (1-485).

“Si, siempre y cuando no sea utilizado para destruir y producir mal. Toda construcción científica tiene un contenido ético”. 1:108

“Los impactos se causan según las mismas necesidades de los grupos sociales. Partiendo de una necesidad se plantean propuestas y avances, se crean estrategias y de allí se evalúan dichos impactos, por ello, sin diferenciar el tipo de avance, todo lo que da respuesta a necesidades se justifica”. 1:111

“Tiene un impacto negativo porque causa daño integral al ser humano, pero por otro lado también puede ser positivo porque permite que el hombre evolucione en el estudio de la biología, química y física”. 1:112

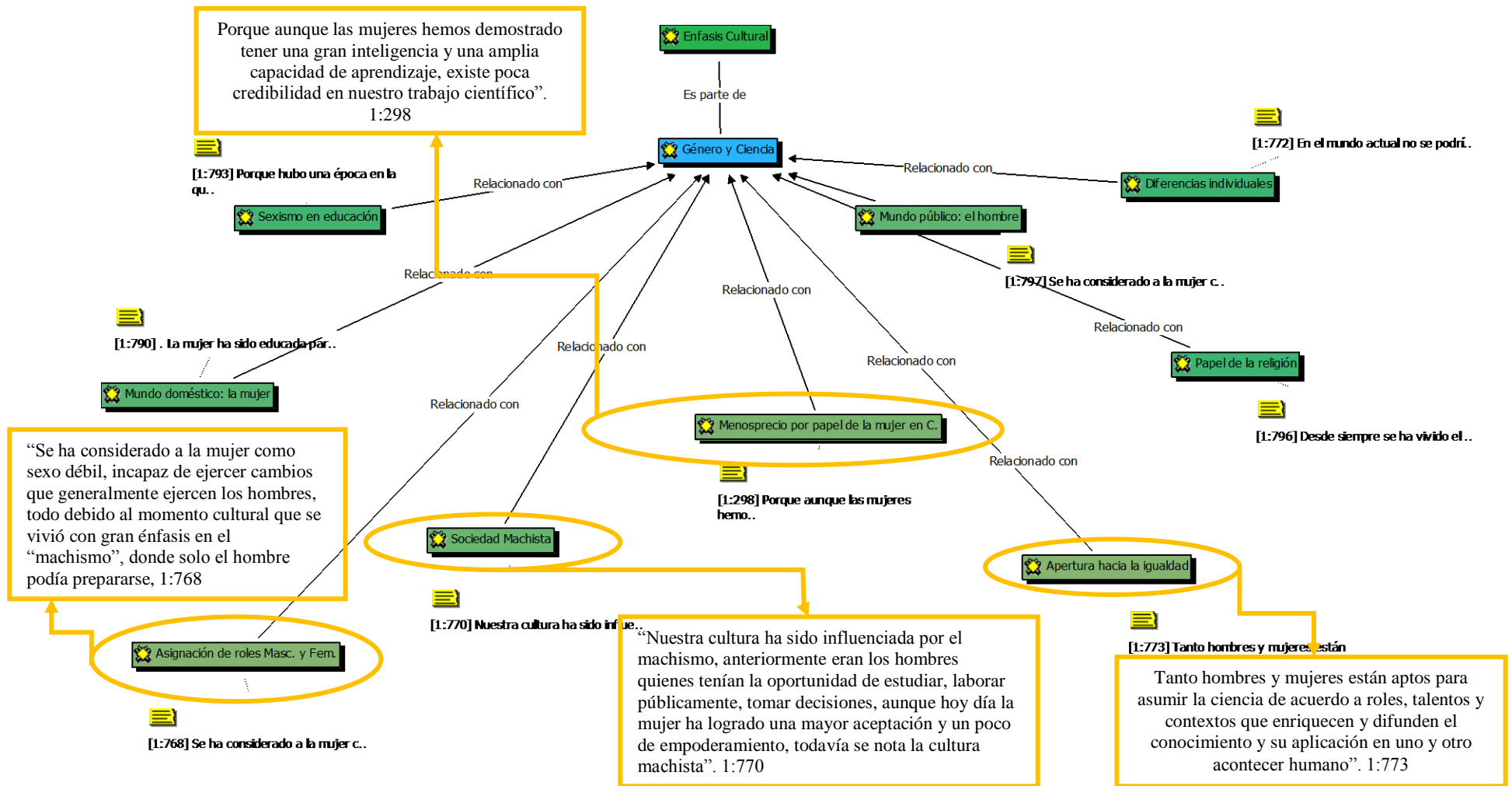
“Se podría visualizar desde dos tópicos, ha permitido la evolución en las prácticas y avances de la química y la física pero se incurre en el peligro de poner en peligro la integridad humana”. 1:118

“El fin no justifica los medios, es cuestión ética de los científicos que se tenga una mentalidad de bienestar para la sociedad”. 1:126

“Todos los avances científicos tienen impacto, algunos son positivos y otros son negativos, pero estos últimos no se pueden justificar solo porque generan impacto”. 1:485

Las respuestas que muestra la anterior red, evidencian una tendencia positiva de la cual puede concluirse que existe interacción entre la ciencia, la sociedad y la cultura, que la construcción de la ciencia tiene implicaciones tanto de orden social como individual y a la vez, la sociedad y la cultura influyen y determinan muchas veces las direcciones que deben tomar las investigaciones.

Estas tendencias manifiestan una buena comprensión acerca de los procesos a partir de los cuáles se desarrolla la ciencia, que son consistentes con las evidencias encontradas en los mismos énfasis y en las otras categorías analizadas anteriormente, aspectos que contrastan a su vez, con las visiones más tradicionales e ingenuas de la ciencia.



Red semántica No.14. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis cultural. Categoría: Género y Ciencia

La red anterior muestra en la relación Ciencia-Sociedad-Cultura y haciendo parte del énfasis cultural, la categoría Género y Ciencia. Entre las tendencias más fuertes encontradas en la pregunta acerca del ¿por qué en el mundo la mayoría de los científicos son hombres?, se identificó que la *apertura hacia la igualdad* (12%) es considerada como el rescate del papel de la mujer en la ciencia, que ha estado marginada a lo largo de la historia, constituyéndose en una barrera para la apertura hacia la igualdad de géneros en las actividades científicas.

“Hoy, poco a poco, ha ido incursionando el género femenino en colectivos, tareas de investigación, semilleros, al ser conscientes su capacidad de razonar, proyectar, analizar, comparar, hacer ciencia, puesto que el mundo actual, la globalización, la inclusión, la otredad propicia estos espacios en igualdad de condiciones académicas, científicas, políticas, ideológicas, culturales, religiosas”. I:795

“Creo que la mujer ha ido ocupando un lugar en la sociedad y en un futuro serán quienes encabecen no solamente la ciencia sino todos los campos”. I:774

“Tanto hombres y mujeres están aptos para asumir la ciencia de acuerdo a roles, talentos y contextos que enriquecen y difunden el conocimiento y su aplicación en uno y otro acontecer humano”. I:773

La anterior tendencia se fortalece con una frecuencia importante de respuestas que muestra *la asignación de roles masculinos y femeninos*, (12%), como factor cultural decisivo para la exclusión de la mujer del campo científico. Entre las características asignadas culturalmente por género, describen para el masculino la capacidad de asumir riesgos, la creatividad, el poder, la libertad, las posibilidades educativas, y para el femenino, la debilidad, el apego, la fecundación y el cuidado de los hijos, los compromisos y las labores domésticas. Tendencias observadas en las siguientes respuestas:

“La mayoría de los científicos son hombres porque han sido más arriesgados y creativos, además son más desprendidos y libres de sus actuaciones, mientras que las mujeres tenemos más compromisos, mayor organización y nos cuesta ser más despegadas a todo lo que nos rodea”. 1:757

“Porque culturalmente se han definido los roles masculinos y femenino. La mujer ha sido educada para las labores domésticas y para cuidar a los hijos”. 1:759

“Desde siempre se ha vivido el machismo, desde la iglesia, donde la mujer era solo un objeto de fecundación, aún se conservan rezagos de machismo donde el hombre era el que podía estudiar, salir a la guerra y opinar”. 1:767

“Se ha considerado a la mujer como sexo débil, incapaz de ejercer cambios que generalmente ejercen los hombres, todo debido al momento cultural que se vivió con gran énfasis en el “machismo”, donde solo el hombre podía prepararse, 1:768

La poca valoración por las aportaciones y contribuciones de las mujeres al mundo de la ciencia, el arte y la cultura ha conducido al *Menosprecio por el trabajo de la mujer* (11%). Por ejemplo:

“Porque aunque las mujeres hemos demostrado tener una gran inteligencia y una amplia capacidad de aprendizaje, existe poca credibilidad en nuestro trabajo científico”. 1:298

“Por el poco reconocimiento que se la ha dado a la mujer históricamente”. 1:300

“Quizás falta más entrega y deseo de descubrir en el feminismo humano. A esto se le puede sumar el rechazo a la mujer en estos campos en el inicio de la civilización”. 1:758

La valoración de la *sociedad machista* (9%), como causa de la ausencia de las mujeres en el mundo de la ciencia, guarda relación directa con el tradicional

androcentrismo presente a lo largo de la historia de las culturas, lo que ha supuesto la diferenciación de roles por género, dejando a la mujer por fuera del mundo de la ciencia. Para Solsona (2002) “La ciencia es una actividad humana, cuyo objetivo es la transformación del mundo, que tiene mucho en común con otras actividades humanas. Pero la ciencia, entendida como el saber por antonomasia, se basa en un ideal particular de masculinidad” (p.12).

“El machismo ha confinado por siglos a las mujeres en el campo del hogar y sólo en épocas recientes se abren nuevas posibilidades para que la mujer desarrolle todas sus potencialidades. La sociedad ha sido muy excluyente en este sentido, pero ahora las cosas van en una dirección diferente”. 1:755

“Nuestra cultura ha sido influenciada por el machismo, anteriormente eran los hombres quienes tenían la oportunidad de estudiar, laborar públicamente, tomar decisiones, aunque hoy día la mujer ha logrado una mayor aceptación y un poco de empoderamiento, todavía se nota la cultura machista”. 1:770

“Porque prevalece el machismo y pocas mujeres antiguamente se atrevían hacer ciencia; hoy el número ha ampliado porque la mujer descubrió que su potencial mental es igual o superior al del hombre; es de anotar que el país es machista”. 1:293

La tendencia se mantiene cuando se resalta que en el mismo sentido de las afirmaciones anteriores y, como consecuencia de la cultura machista, aparecen respuestas donde se muestran evidencias de las características o valores asignados por género, que han tenido incidencia en las actividades científicas. Lo masculino ha estado asociado a la objetividad, lo universal, la cultura y al *mundo de lo público* (7%). De otro lado, lo femenino lo asocian a lo subjetivo, lo particular, lo irracional y al *mundo privado o doméstico* (6%). Echeverría (1998). Algunas evidencias:

“Porque culturalmente se han definido los roles masculinos y femenino. La mujer ha sido educada para las labores domésticas y para cuidar a los hijos”. 1:759

“La cultura ha llevado al hombre a ser el trabajador en el medio externo de su hogar y el manejo de herramientas cada vez más complejas”. 1:296

“Anteriormente eran los hombres quienes tenían la oportunidad de estudiar, laborar públicamente, tomar decisiones”. 1:771

“El hombre por tradición es el que maneja recursos y puede invertir”. 1:779

“Porque es una labor que implica dedicarle mucho tiempo, día, noche, aislarse del hogar, de la familia y el hombre como no es tan apegado a la casa, hijos como la mujer”. 1:782

“Se ha considerado a la mujer como sexo débil, incapaz de ejercer cambios que generalmente ejercen los hombres, todo debido al momento cultural que se vivió con gran énfasis en el “machismo”, donde solo el hombre podía prepararse, estudiar, ejercer cargos”. 1:797

La tradicional postura androcéntrica ha llevado también al *sexismo en la educación* (4%), lo cual ha generado mejores oportunidades educativas para el género masculino y la escasa influencia del papel femenino en las estructuras y procesos de las instituciones educativas. Tomé, 2005 (citado en González & Lomas.Coords.2006)

“Por las diferencias sociales y educativas que han tenido las mujeres a través de la historia”. 1:783

“Porque hubo una época en la que los procesos de educación estaban propuestos para los hombres”. 1:793

Se da un aporte importante, aun cuando de baja frecuencia, en cuanto a que son las *diferencias individuales* (2%) los factores que inciden realmente en la ausencia de las mujeres en la ciencia y no las diferencias por el género.

Entre los consensos sobre la naturaleza de la ciencia a los cuáles llegaron Vásquez, y cols., (2005) se encuentra que "No hay diferencias entre científicos y científicas en la manera de hacer ciencia, porque las posibles diferencias no tienen nada que ver con ser hombre o mujer sino que son debidas a diferencias individuales"(p.4).

"En el mundo actual no se podría aseverar sobre lo planteado en esta pregunta ya que las aptitudes y capacidades no están dadas al género, sino al requerimiento natural del individuo". 1:772

"Yo no lo creo. En lo que conozco no hay diferencia en género cuando de investigación se trata". 1:288

Asimismo, aparece *la religión* (2%), como otro factor que ha incidido en la poca representación de la mujer en el mundo de la ciencia.

"Las mujeres musulmanas con el atropello de la aplicación de las leyes de Moisés". 1:763

"Desde siempre se ha vivido el machismo, desde la iglesia, donde la mujer era solo un objeto de fecundación". 1:796

Las tendencias surgidas en el análisis de la categoría *género y ciencia* corroboran una vez más el carácter social y cultural de la ciencia, lo que contribuye a una visión contextualizada, donde el conocimiento científico se construye en interacción con la sociedad y la cultura, no ajeno a intereses y conflictos sociales. Perspectiva que coincide con uno de los criterios definidos y específicos para la naturaleza de la

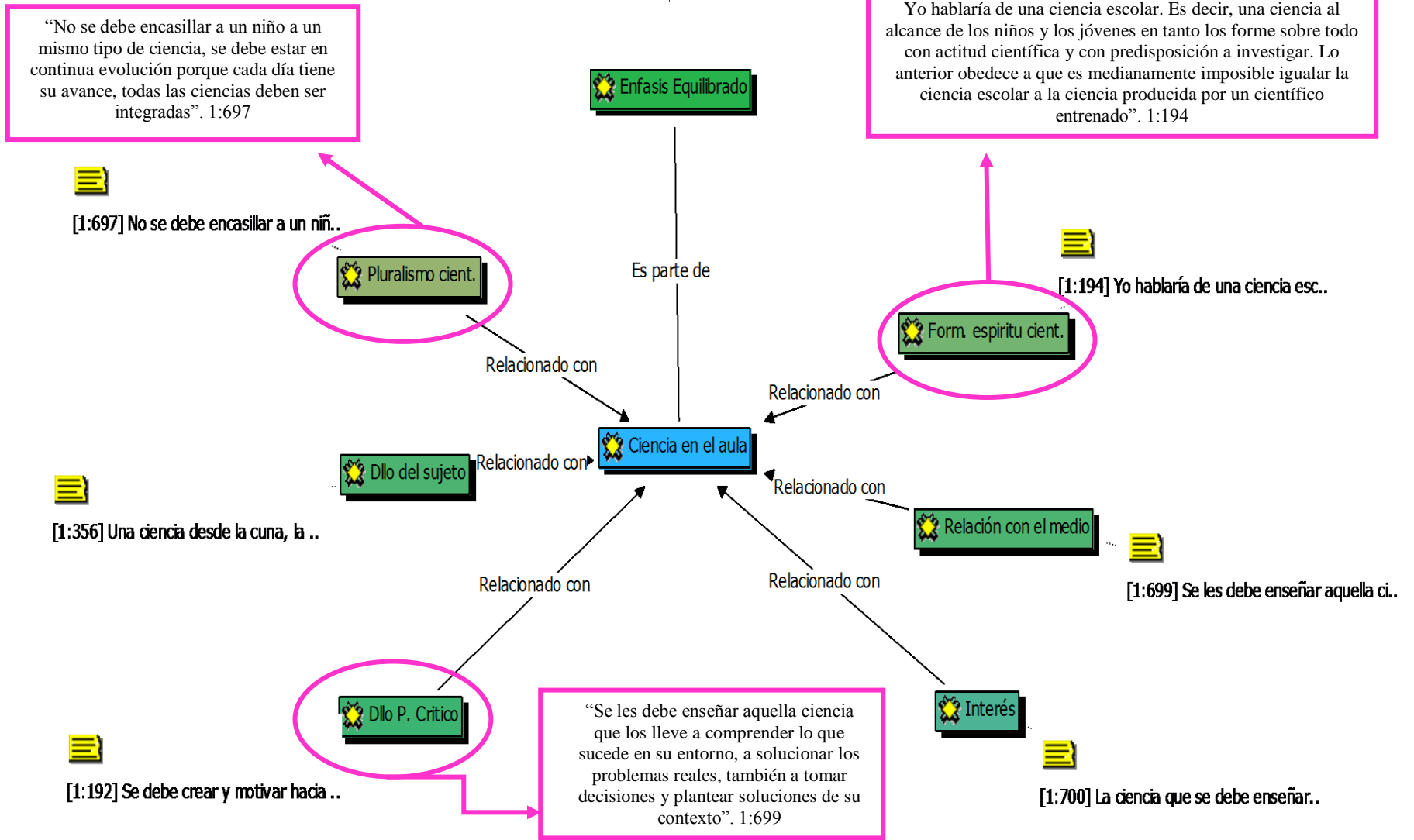
ciencia NOS, cuando se explicita que el conocimiento es parcialmente producto de la inferencia humana, de la creatividad y la imaginación y social y culturalmente influenciado (Khalick, 2005).

En esta misma categoría se encontraron criterios del énfasis cultural, definidos en el estudio, de acuerdo con Covern y Loving (1998) entre ellos, "El predominio de los hombres en las ciencias ha marcado las tendencias y las delimitaciones de los problemas científicos. Este prejuicio masculino es además un factor en la baja representación de las mujeres en la ciencia", y "Hasta hace poco a algunas minorías raciales, debido a las restricciones en su educación y oportunidades de empleo, se les marginó esencialmente del trabajo científico. Era evidente que si alguna lograba superar estos obstáculos, no era probablemente tenido en cuenta debido a su raza" (p.81). Expresiones como las que se anotan a continuación, contienen este criterio:

“Porque culturalmente se han definido los roles masculinos y femenino. La mujer ha sido educada para las labores domésticas y para cuidar a los hijos. Se diría que el ser humano actúa, piensa y siente por la cultura. En ese sentido, la ciencia ha sido pensada para los hombres. En síntesis por la cultura”. 1:292

“Porque hubo una época en la que los procesos de educación estaban propuestos para los hombres. Porque la mayoría de las mujeres se han dedicado a las labores del hogar. Porque muchos de los procesos investigativos de las mujeres no se habían asumido como científicos, porque las mujeres estuvieron sometidas mucho tiempo (permitiéndolo) a la voluntad de los otros”. 1:295

En términos generales, la categoría género y ciencia en este énfasis cultural expone ideas adecuadas que, combinadas con las manifestadas frente a las otras categorías analizadas, muestran coherencia en términos de la concepción de ciencia ligada a los postulados contemporáneos de la naturaleza de la ciencia-NOS-



Red semántica No.15. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura. Énfasis equilibrado. Categoría: Ciencia en el aula

En la red anterior se observa la relación Ciencia-Sociedad-Cultura y dentro del énfasis equilibrado, la categoría *ciencia en el aula*. De las respuestas a la pregunta acerca del tipo de ciencia que debe ser enseñada en la escuela, se puede identificar una tendencia positiva, el *pluralismo científico* (30%), es decir, el reconocimiento y la importancia de los diversos tipos de ciencias: naturales, sociales, y humanas, lo cual contribuye al estudio integrado y comprensivo de la actividad científica en el aula desde perspectivas teóricas que involucran tanto la ciencia o la disciplina en sí misma, como sus cambios a través de la historia, los valores de las comunidades científicas y su influencia en el desarrollo científico, quiénes han sido los científicos a lo largo de la historia y las relaciones de la ciencia con la tecnología, las artes y otras formas de explicar el mundo, como el mito o las religiones (Adúriz, 2003).

“No se debe encasillar a un niño a un mismo tipo de ciencia, se debe estar en continua evolución porque cada día tiene su avance, todas las ciencias deben ser integradas”.

1:697

“Deben aprender de todos los campos de la ciencia, ciencias naturales (física, química, astronomía, geología, biología), ciencias humanas y sociales (Psicología, sociología, antropología), ciencias puras (ciencias formales, ciencias religiosas)”.

1:357

“Se les debe enseñar a realizar investigación en todas las áreas del conocimiento”.

1:701

La *formación del espíritu científico* (20%), refuerza esta tendencia, asumida en las respuestas como un propósito fundamental de la enseñanza de las ciencias en el aula; el contexto escolar es el espacio por excelencia para fomentar la cultura científica y desarrollar actitudes positivas que contribuyan a la comprensión racional de las relaciones del ser humano con el medio ambiente y los fenómenos que lo constituyen (Candela, 1999).

“Las ciencias humanas son la base en la formación de los estudiantes, pues se debe primero formar personas para luego explorar en el científico que hay dentro de cada uno. Después las ciencias naturales son base para impulsar los nuevos conocimientos que permitan el desarrollo del espíritu científico”. 1:202

“Inicialmente se debe enseñar las ciencias humanas, pues ante todo se debe fortalecer la formación de la personalidad, su carácter, el desarrollo de sus competencias ciudadanas. Para complementar su formación se le enseña las ciencias naturales y lo que sea necesario de acuerdo con las exigencias del buen científico”. 1:203

“Yo hablaría de una ciencia escolar. Es decir, una ciencia al alcance de los niños y los jóvenes en tanto los forme sobre todo con actitud científica y con predisposición a investigar. Lo anterior obedece a que es medianamente imposible igualar la ciencia escolar a la ciencia producida por un científico entrenado”. 1:194

Asimismo, *la relación con el medio* (10%), se revela como factor indispensable para que se reconozca e interprete el conocimiento desde las diversas interacciones que lo construyen, tanto individuales, como de grupos y ambientes físicos y simbólicos.

“Se les debe enseñar aquella ciencia que los lleve a comprender lo que sucede en su entorno, a solucionar los problemas reales, también a tomar decisiones y plantear soluciones de su contexto”. 1:699

“Las que le permitan profundizar, buscar soluciones partiendo de necesidades, indagar, cuestionarse, crear, diseñar, que inquieten, que no den las respuestas y que exija buscarlas”. 1:195

“Sobre la afirmación: todas o la gran mayoría de las investigaciones tienden a dar respuestas o soluciones a problemas contextuales pertenecientes a las ciencias, disciplinas o campos de conocimiento; la ciencia que se debe enseñar debería ser real, aplicable, contextual, cercana, debe ser la unión entre teóricos -científicos y prácticos,

con la comprensión y la apropiación del qué, cómo, cuándo, por qué y para qué de la misma”. 1:200

“Aquel tipo de ciencia que se requiere para que esa sociedad avance en forma positiva y los frutos que se alcancen sean los mejores”. 1:810

La incorporación del contexto al aula tiene además otras connotaciones importantes, en tanto está admitiendo el carácter socio cultural de la ciencia y la influencia de valores, intereses, necesidades y problemas de las comunidades en su construcción y desarrollo: *Interés (10%)*

“Se les deben enseñar cosas prácticas, partir de sus intereses, inquietudes y motivaciones para que ellos aprendan lo que les gusta”. 1:359

“La ciencia se construye desde que se empieza atendiendo a cuestionamientos o buscando unos resultados o conclusiones acerca de los mismos. Desde la motivación por descubrir algo nuevo”. 1:413

“Se construye en base a primero maravillarse de lo que lo rodea, sensibilidad, se construye el conocimiento, se estructura sistemáticamente, agrupando conceptos afines. Cada sociedad dirige sus conocimientos de acuerdo a sus intereses y necesidades”. 1:419

“La ciencia que se debe enseñar en la escuela debe estar ligada a lo que el estudiante le guste y así convertirlo en un investigador”. 1:700

Y, en términos generales, *el desarrollo del sujeto (10%)*, como finalidad inherente a las responsabilidades de la escuela como escenario de formación, tanto desde el punto de vista cognitivo, como ético-valoral, motivacional, emocional, comunicativo, etc.

“Una ciencia desde la cuna, la indagación, la búsqueda permanente de respuestas, aquella ciencia que aprovecha la riqueza material del entorno, la riqueza afectiva del ser humano, el saber acumulado en personas, documentos, etc.”: 1:356

“Ante todo debe desarrollarse en ellos hábitos fundamentales como la lectura permanente, crítica y reflexiva, la capacidad de observación, la sistematización de información y otros elementos que potencien a la persona y la hagan competente con la tarea que pretenden emprender”.

1:191

“Para tener un buen científico es necesario empezar por enseñar la práctica de los valores que permitan a futuro un buen profesional. De nada sirve un excelente científico creador de virus destructivos en cualquier rama”. 1:201

El desarrollo del *pensamiento crítico*, aun cuando aparece con baja frecuencia de respuestas (5%), es necesario resaltarlo por el valor que representa para los propósitos de formación en la escuela, componentes que ayudan a tener una imagen de ciencia dinámica y accesible para todos.

“Se debe crear y motivar hacia un pensamiento crítico, porque quien lo posea sabrá explorar todo cuanto esté a su alcance sin descartar el tecnológico porque debe estar a la vanguardia del tiempo”. 1:192

“A mis alumnos les enseñé a pensar correctamente, a tener pensamiento crítico y constructivo para que ellos mismos definan qué quieren saber y elijan la ciencia por la cual ellos se inclinan y quieren investigar”. 1:206

Las tendencias registradas en el apartado anterior aportan al reconocimiento de que la educación científica en el aula de clase debe tener el propósito no solamente de mejorar los componentes cognitivos de los estudiantes, sino proporcionar ambientes de aprendizaje que les oriente a través de la participación activa, hacia una imagen de

ciencia cercana a su cotidianidad, vinculada con sus contextos y desmitificada con relación a los estereotipos comúnmente aceptados en la sociedad.

En las respuestas de los maestros es posible observar acercamientos con una perspectiva de ciencia integral y holística que puede ser positiva para la enseñanza de la ciencia.

En términos de Lemke (1997), una manera de ayudarles a los estudiantes a mejorar la comprensión de los conocimientos científicos y tener una adecuada imagen de la ciencia, implica: *Enseñar a los estudiantes a hablar ciencia* para mejorar la habilidad en el uso del lenguaje de la ciencia a través del diálogo y la interacción social en el aula, donde cobra importancia la pregunta que los oriente hacia la indagación y la investigación; el lenguaje científico debe ser diferenciado expresamente del lenguaje cotidiano o del sentido común. *Tender puentes entre el lenguaje coloquial y el científico*, lo cual puede estimularse con el uso de la escritura y la práctica oral sobre temas diversos donde puedan hacer uso y transferencia de los dos tipos de lenguaje de acuerdo con los contextos, realzando las normas propias del lenguaje científico (argumentación, crítica, debate, cuestionamiento, lectura y escritura formal). *Enseñar sobre ciencia y método científico*, entendiendo éste no desde una visión convencional, como la comprobación de las teorías a partir de la observación y libre de influencias humanas, sino en concordancia con lo que afirma Lemke, “Los profesores deben enseñar a sus alumnos a entender la interdependencia entre observación y teoría, a ser críticos con quienes demandan hechos absolutos o pruebas terminantes en ciencias, y a reconocer que pueden coexistir teorías alternativas, bien porque se utilizan con diferentes propósitos o porque son utilizadas por gente distinta” (Lemke, 1997,p.187).

Asimismo, la enseñanza de la ciencia debe estimular el interés por la ciencia, entendida como actividad humana y por ende, cambiante, falible y realizada por hombres y mujeres con toda la carga subjetiva propia de su naturaleza. *Ayudar a los alumnos a emplear la ciencia en sus propios campos de interés*, el maestro debe conocer las concepciones, ideas o conocimientos previos que traen los alumnos a clase y partir de allí para acercarlos a las perspectivas científicas que se requieren,

teniendo también en cuenta los desarrollos cognitivos, las propias necesidades de los estudiantes y su cultura para conocer valores y actitudes.

En las respuestas de los maestros se encuentran elementos que ofrecen diversas alternativas para la enseñanza de la ciencia en el aula, consideran tanto espacios donde los estudiantes puedan desarrollar experiencias que estimulen su espíritu exploratorio, laboratorios y salidas que incentiven la curiosidad, estrategias para crear hábitos de lectura, como los propósitos que deben orientar estas actividades, entre ellos la formación del espíritu científico priorizando la formación de la personalidad, el carácter, el desarrollo de las competencias ciudadanas, como una de las responsabilidades y compromisos sociales que les corresponde en su rol de maestros, quienes requieren conocimientos disciplinares, pedagógicos, del contexto, didácticos y curriculares, sino además, conocimiento de los estudiantes, sus formas de aprender, intereses, motivaciones, que les permitan mejorar y resolver problemas propios de su vida diaria. En una respuesta se hace un cuestionamiento sobre si “... ¿los niños y los estudiantes son preparados en competencias científico-tecnológicas? y ¿los docentes tenemos y desarrollamos competencias científico-tecnológicas?”, para este participante “Es importante fomentar más bien el espíritu científico y algo más...”

5. CONCLUSIONES

Evidencias de la NOS en el análisis cualitativo

Enfasis cientifista

En las respuestas a la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, los maestros se refieren de manera indiferenciada a la ciencia. Se identifica además, una tendencia hacia el monismo metodológico y el monismo axiológico y la utilización de varios métodos como la observación y la experimentación, desconociendo el papel de la teoría como punto de partida en la investigación.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, se resalta la consideración de la ciencia como trabajo de élites; de otra parte, respuestas que se identifican con el contexto de justificación, lo cual podría indicar que persiste una concepción del conocimiento científico más como producto que como proceso.

De acuerdo con las conclusiones anteriores, los maestros tienen una orientación sobre la naturaleza de la ciencia alejada de los postulados enunciados por McComas y cols., (1998). Estas características son propias del énfasis cientifista y se identifican con la concepción de ciencia enmarcada en una perspectiva prekuhiana de la ciencia.

Enfasis Cultural

En la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, se asume la ciencia como una actividad humana, con influencia en la calidad de vida, relacionada con los contextos socio culturales donde se desarrollan las ideas científicas y por lo tanto ligada a las necesidades y problemas que deben ser objeto de investigación, además, una ciencia sujeta a procesos críticos y comunicativos que permiten su validación y acceso, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, se reafirma el contexto socio histórico de las ciencias y con ello el papel que cumple en las condiciones de vida de la sociedad.

En la tercera categoría, *cualidades del científico*, se vinculan aspectos axiológicos, resaltando los valores personales y el trabajo en equipo, como esenciales para orientar el trabajo del científico.

En la cuarta categoría analizada, *las relaciones CTS*, se vincula el trabajo científico con aspectos éticos y políticos, con las tradiciones y los derechos humanos, vale decir, la ciencia como una responsabilidad social e individual. Asimismo, aluden a los factores culturales como las causas que han incidido en los modelos de comportamiento estereotipados propios de hombres y mujeres, tales como el machismo, los papeles asignados culturalmente a hombres y mujeres, el trabajo doméstico y público, el menosprecio y el poco reconocimiento por el trabajo de la mujer, lo cual señalan como las causas de la poca participación de las mujeres en el mundo de la ciencia.

Las conclusiones anteriores revelan aspectos ligados a una visión de ciencia contemporánea, en perspectiva poskuhniiana, con influencia del marco histórico, político y sociocultural y cercana a los postulados sobre la naturaleza de la ciencia, enunciados por McComas y cols., (1998).

Enfasis equilibrado

En la primera categoría, *la ciencia y su construcción*, es notable la tendencia hacia la visión plural que tienen de la ciencia. De igual forma, se resalta el pluralismo metodológico, como el reconocimiento de la diversidad metodológica. Es relevante la rigurosidad metodológica y la presencia de factores como el interés y los propósitos que deben estar presentes en el trabajo científico.

En la segunda categoría, *características del conocimiento científico*, es relevante el carácter tentativo que le asignan al conocimiento científico, asumiendo el error como parte consustancial a la ciencia, lo cual equivale a reconocer al individuo con toda su carga ético valoral, su sensibilidad, creatividad e imaginación, propia de la naturaleza humana y por lo tanto de quien se dedica a la ciencia. Algunos consideran la perspectiva evolutiva y revolucionaria de la ciencia.

En la segunda categoría las *características del conocimiento científico*, están claramente diferenciadas de las características del conocimiento común, los resultados sobre las semejanzas y diferencias entre ambos permiten concluir que reconocen la diferente naturaleza de unos y otros.

En los resultados obtenidos en la tercera categoría, *cualidades del científico*, las concepciones que tuvieron mayor fuerza tienen relación con los valores epistémicos y los criterios axiológicos inherentes a la ciencia. Asimismo, se resaltan los valores personales, los propósitos e intereses, con lo cual se reconoce la influencia de la subjetividad al entender la ciencia como una construcción humana.

La cuarta categoría, *las relaciones CTS*, da cuenta del reconocimiento del pluralismo científico y la diversificación de estrategias pedagógicas. Como finalidad de la enseñanza científica se expresa la formación del espíritu científico, con prioridad de la formación de la personalidad, el carácter y el desarrollo de las competencias ciudadanas. Estos resultados dan la idea de una perspectiva de ciencia integral y holística que puede ser positiva para la enseñanza de las ciencias.

Asimismo, se observa un consenso generalizado sobre las limitaciones culturales, como las causas que han impedido el acceso de las mujeres a las actividades científicas, pero se pone de relieve el cambio al que se asiste en los últimos tiempos respecto a las oportunidades y el reconocimiento de la igualdad de ambos sexos para el trabajo científico.

Las conclusiones del énfasis equilibrado ponen de relieve de nuevo, las relaciones de la ciencia con la sociedad y la cultura identificadas en el énfasis cultural, lo cual puede dar la idea de una concepción de ciencia como actividad humana, influenciada por el marco histórico, político y sociocultural y vinculada con los contextos individuales y colectivos, coherentes con los postulados sobre la NOS de McComas y cols, (1998).

La presencia del énfasis cientifista en el análisis de las dos categorías: *la ciencia y su construcción y características del conocimiento científico* y su ausencia en el análisis de las categorías: *cualidades del científico y relación Ciencia-Sociedad-Cultura*, cual puede sugerir, de un lado, que en las dos primeras categorías las preguntas están más

orientadas a conocer conceptos más específicos acerca de la ciencia, que demanda de los participantes conocimientos más especializados o formación epistemológica, y de otro, que las categorías sobre las *cualidades del científico y las relaciones CTS*, tienen conceptos más relacionados con el conocimiento cotidiano, cercano a su práctica pedagógica y humana, lo cual puede facilitar las relaciones y asociaciones que hacen entre estas dos últimas categorías.

Evidencias de obstáculos epistemológicos

En la primera categoría, concepciones de *la ciencia y sus procesos de construcción*, la importancia que le conceden a la *experiencia básica*, al privilegiar la observación y la experimentación sin una teoría de base, puede convertirse en un obstáculo epistemológico para la enseñanza de las ciencias en el aula.

Asimismo, las respuestas aparentemente contradictorias sobre las concepciones de ciencia y vinculadas con conocimientos denominadas por Bachelard, comunes o “precientíficos”, pueden adquirir categoría de obstáculo epistemológico denominado por Bachelard, *conocimiento general*.

Del mismo modo, utilizar expresiones del lenguaje común para comunicar conceptos científicos se puede constituir en *obstáculo epistemológico verbal*.

Algunas respuestas sobre las semejanzas y diferencias entre los dos tipos de conocimiento, en términos de Pozo (1999) sugieren una tendencia a la compatibilidad entre el conocimiento común y el científico, aspecto que puede ayudar a afianzar las visiones deformadas del conocimiento científico y convertirse en obstáculo que refuerza en los estudiantes las concepciones inadecuadas que traen acerca de la ciencia. Esta hipótesis de compatibilidad, sin embargo, ha sido refutada por autores como Chi y Vosniadou, (1992,1994, citado en Tamayo, 2003).

Otras consideraciones

- Los resultados obtenidos de los maestros Ondas de Caldas que constituyeron la muestra de este estudio, admiten concluir, que en una proporción significativa y relevante de respuestas, los acercan y ubican con los postulados contemporáneos que han sido consensuados alrededor de los elementos de la NOS, más que con ideas tradicionales de la ciencia, propias de la corriente del pensamiento positivista.
- Los hallazgos de la investigación con maestros Ondas, permitieron conocer sus concepciones acerca de la actividad científica y los obstáculos epistemológicos que están a la base, lo cual aclara, ayuda a mejorar y respalda la estrategia de la investigación como estrategia pedagógica (IEP), a través de la cual se desarrolla el Programa Ondas.

6. IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

- La presente investigación permitió conocer el pensamiento de los maestros participantes en el programa Ondas de Colciencias en el departamento de Caldas, respecto a la actividad científica; los hallazgos obtenidos son el punto de partida para analizar y diseñar intervenciones pedagógicas y didácticas que favorezcan y cualifiquen su práctica en el aula.
- Teniendo en cuenta las características de las concepciones, en el ámbito de la educación científica y tanto en el rol de maestros como de estudiantes, es necesario su reconocimiento e intervención, puesto que en escenarios escolares estos conocimientos son el punto de partida para explorar los obstáculos que les subyacen.
- Diseñar propuestas de formación para los maestros que incluyan conocimientos epistemológicos, históricos y sociales sobre su disciplina, puede generar procesos reflexivos y críticos permanentes sobre la práctica pedagógica, lo cual favorece una apropiación más significativa de la ciencia y su papel en la vida de todos los ciudadanos.
- En términos generales, y dada la relevancia de los obstáculos epistemológicos y su incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, el concepto de Naturaleza de la Ciencia-NOS debería incorporarse explícitamente a las estructuras curriculares de los programas formativos, en todos los niveles y grados escolares, lo cual los acercaría a una visión más comprensiva de la ciencia y sus desarrollos.
- El diseño de los instrumentos para recolectar información, debe incluir preguntas que permitan conocer otros aspectos para lograr caracterizar la totalidad de los 6 énfasis o perspectivas epistemológicas utilizadas para este estudio.

- Las preguntas podrían tener contenidos más específicos para obtener información más concreta, precisa que permita mayor profundidad en los temas.
-
- En términos más específicos, relacionados con los maestros que participan en el Programa Ondas, se deben afinar los instrumentos que se emplean para conocer el pensamiento de maestros y estudiantes Ondas, al iniciar y concluir el proceso de formación en la investigación como estrategia pedagógica (IEP).
- Como recomendación especial, realizar otras investigaciones que permitan descifrar si los hallazgos encontrados corresponden al impacto de los procesos de formación de los maestros en el marco del programa Ondas, comparándolos con otros grupos poblacionales de docentes en ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D. J. A. y Acevedo, R.P. (2002). Creencias sobre la Naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. *OEI. Revista Iberoamericana de educación. Documento PDF. Recuperado 20, octubre 2008.*
<http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>
- Acevedo, D. J. A., Vásquez, A. Martín, M. Oliva, J.M., Acevedo, P. Paixao, M.F. y Manassero, M.A. (2005). Naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana, una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, (2), 121-140.
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado 20, Octubre, 2008.<http://www.tdx.cat/TDX-1209102-142933>. PDF
- Aduriz-Bravo, A. (2005). *¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?. Una cuestión actual de la investigación didáctica*. Segundo Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogotá, Colombia: UNESCO.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. (Primera ed.) Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Alzate, Q. G. C., Mejía, B. L. y Benítez, L. C. (2004). Informe de investigación programa Ondas Caldas. Universidad Autónoma de Manizales.
- Araya, P. F. R. (1997). Identificación y análisis de obstáculos epistemológicos y pedagógicos para la enseñanza de la geografía. *Geoenseñanza*, 2(1), 38-56. Universidad de La Serena. Chile.
- Astolfi, J. P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206-216.
- Astolfi, J. P. (1997). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*. España: Díada Editorial.
- Astolfi, J. P. (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. Universidad de Ruán (Francia). Ponencia presentada en el V Congreso Internacional sobre Investigación en la

- Didáctica de las Ciencias (Murcia, 10 a 13 de septiembre de 1997). *Enseñanza de Las Ciencias*, 16(3), 375-385.
- Astolfi, J. P. (1998). El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. Conferencia dictada en el marco del primer congreso de enseñanza de la física en la Universidad de Antioquia, 1998. Traducción del profesor asistente Tomás Cortés Sánchez. Recuperado 02, diciembre 2008. [http://scholar.google.com.co/scholar?q=Astolfi,+J.+P.+\(1998\)](http://scholar.google.com.co/scholar?q=Astolfi,+J.+P.+(1998))
- Astolfi, J. P. (1999). *El "Error", un medio para enseñar*. Sevilla (España): Díada Editorial S.L.
- Astudillo, C. Rivarosa, A. & Ortíz, F. (2008). El discurso en la formación de docentes de ciencias. Un modelo de intervención. *Revista Iberoamericana de Educación*. 45, 4.
- Avances sobre la creación de Ondas Maestros en Caldas (Documento de trabajo), 3-4. Universidad Autónoma de Manizales.
- Bachelard, G. (1993). *La formación del espíritu científico*. Décimo novena edición. México. D.F: Siglo XX.
- Barona, C. V., Moreno, J. & Lessard, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia de un grupo de docentes inmerso en un programa de formación profesional en ciencias. *Revista electrónica de Investigación Educativa*. 1 (6), 2.
- Cajiao, R. F. & Parodi, Z. M. L. (1996). *Proyecto Nautilus. El Espíritu Científico en la Escuela*. Colciencias, Fundación FES. 138-169.
- Cajiao, R. F. (1998) *Selene. Segunda expedición de Pléyade*. Fundación FES. División de Educación. Colciencias.
- Cajiao, R. F. (1999) *Apis. Tercera expedición de Pléyade. Educación por el Trabajo*. El desarrollo de proyectos y la gestión educativa. Fundación FES, División de Educación. Colciencias.
- Candela, A. (2001). Corrientes teóricas sobre discurso en el aula. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Mayo-Agosto. 6(12), 317-333.

- Carvajal, C. E. y Gómez, V. M. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Sep. Dic., 7(16), 577-602.
- Castorina, J. A. (2004). Las creencias y el sentido común de alumnos y profesores. Sus implicaciones para la enseñanza de la filosofía. Universidad de los Andes. Venezuela. *Revista de teoría y didáctica de las ciencias sociales*. 009, 169-188.
- Chalmers, Alan F. (1997) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estudio de la ciencia y sus métodos*. Madrid: Siglo XXI. Editores S.A.
- Cid, E. (2000). Obstáculos epistemológicos en la enseñanza de los números negativos y su influencia en la enseñanza actual. Departamento de Matemáticas. Universidad de Zaragoza. España. Recuperado 10, febrero, 2009. <http://www.ugr.es/~jgodino/siidm/cangas/Negativos.pdf>
- Cobern, W. W, & Loving, C.C. (1998). *The Card exchance introducing the philosophy of science. The Nature of Science in Science Education*. (Primera Ed.).Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 73-82.
- Colciencias. (2001-2003). Programa Ondas. Ondas en expansión. Informe.
- Curiosidad, Imaginación y Ciencia. (2003). El encuentro de los niños y Los jóvenes con el conocimiento en Caldas. Programa Ondas de Colciencias Caldas Primera fase 2002.
- Colciencias. (2003-2006). Ondas una experiencia significativa, informe de gestión y resultados. P. 9.
- Colciencias, Ondas. (2006). La ciencia, la tecnología y la innovación en las culturas infantiles y juveniles de Colombia. Evaluación de impacto del Programa Ondas. Bogotá. Colciencias-Ondas-FES-ICBF-Universidad Externado de Colombia. P. 31.
- Colciencias. Ondas. (2006). Lineamientos de Formación del maestro Ondas.
- Colciencias. Ondas. (2006). *Niños, niñas y jóvenes investigan. Lineamientos pedagógicos del Programa Ondas*.
- Colciencias. (2006). Ondas Maestro: un escenario para el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología desde la escuela. Bogotá. Documento de trabajo.
- Colciencias. (2006). Documento que recoge discusiones del Comité Pedagógico Ondas de Caldas.

- Colciencias. (2007) Caja de Herramientas, Ondas de Ciencia y Tecnología. Investigar desde la Escuela. Herramienta 1, p. 1.
- De Camilloni, A.R.W.(1997) (comp.),*Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa. S.A.
- De Posada, J. M. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En F.J. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales, Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 363-388).España: Editorial Marfil. Alcoy.
- Deslauriers, J. P. (2005). *Investigación cualitativa*. Guía práctica. Colombia: Editorial Papiro.
- Echeverría, J.(1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: AKAL.
- Fernández, I. Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J.(2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*. . *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 477-488.
- Fernández, I. Gil, D., Vilches, A. Valdés, P., Carrascosa, J., Cachapuz, A., Praia, J. & Salinas, J. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia.*Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias*. 2(3),
- García Cruz, C. M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: Una aproximación a la enseñanza- aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 323-330.
- Gerbaudo, Analía. (2003). Obstáculos epistemológicos en la enseñanza de la lectura y la escritura en el nivel superior: trabajos en curso en la Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
- Gil, P. Daniel. & Vilches, P. Amparo. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. Universitat de València. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gil, P. Daniel. (1994). 10 años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 154-164.
- González, A. & Lomas, C. (coor). (2006) Aguirre, A.; Alario, T.; Brullet, C.; Carranza, M.E.; Gago, F.; Solsona, N. Subirats, M.; Tomé, A.; Torres, L.; Tusón, A. & Vega, C. *Mujer y Educación. Educar para la igualdad, educar desde la diferencia*. Barcelona: Graó.

- Guarín, J. G. (2006). Informe de la línea: Arte, Comunicación y Cultura. Programa Ondas Caldas. Universidad Autónoma de Manizales.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educación primaria? *Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 246-262.
- Hernández, C. A. Plata, J. Vasco, E. Camargo, M. Maldonado & L. F. González, J. I. (2005). *Navegaciones. El Magisterio y la investigación*. Colciencias. UNESCO.
- Hipkins, R., Barker, M. Bolstad, R. (2003). Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions?. New Zealand Council for Educational Research, Wellington, New Zealand. *International Journal of Science Education*, (27), Issue 2 February 2005, 243 – 254. PDF (English). Recuperado 01, abril, 2009. <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a714033279>
- Huan-Shyang Lin and Houn-Li Chiu, & Ching-yang Chou, Taiwan. (2004). Student Understanding of the Nature of Science and Their Problem-Solving Strategies. *Research Report*. 26(1), 101–112. Universidad Nacional Kaoshiung Normal, Taiwán. Recuperado 21, abril, 2009. <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?nf>
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos Epistemológicos. En: F.J. Perales y P. Cañal (Ed.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. España: Editorial Marfil. Alcoy, 35-64.
- Informe conjunto. *Colombia: Al filo de la oportunidad*. (1995). Misión de ciencia, educación y tecnología.
- Khalick, F. Abd-El. & Lederman, N. (2000). Success of the attempts to improve science Teacher's Conceptions of Nature of Science: A review of the literature, *International Journal of science Education*, 22(7), 665-701.
- Khalick, F. Abd-El. (2005). Developing deeper understanding of Nature of Science, NOS: The impact of a Philosophy of science course on preservice science Teacher's view and instructional planning. *International Journal Science Education*, 27(1), 15-42.
- Krippendorff, K. (1.990). Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica. Barcelona: Paidós.

- Lazo, E. (2005). Compendio de algunos conceptos referidos a enseñar ciencias en el aula. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile.
- Lederman, N. Bell, R. & Khalick, F. Abd-El (2000). Developing and Acting Upon One,s Conception of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563-581.
- Lederman, S. J & Lederman, N. G. (2004). Principios elementales de estudiantes y profesores de entendimientos Naturaleza de la Ciencia y la Investigación científica: lecciones aprendidas. Proyecto ICAN Illinois. Institute of Tecnology. Documento presentado en la reunión anual de la Asociación Nacional para Investigación en Enseñanza de ciencias, en Vancouver, Columbia Británica.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Macedo, B., Katzkowics, Quintanilla (2005). La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana. VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias. Granada. España. Versión en CD-Room. Recuperado 05, abril, 2009. <http://www.fundacionypf.org.ar/publicaciones/docs/CIUDADANIA.pdf>
- Malisani, E. (1999). Los Obstáculos Epistemológicos en el desarrollo del pensamiento algebraico. Visión Histórica. Artículo publicato en ella “*Revista IRICE*” del “Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación” di Rosario. Argentina, 13, in lingua spagnola. Palermo. Italia.
- Matthews, M. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standars Documents. In McComas, W. F. (Ed). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. 41-52.
- McComas, W. F., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). The role and character of The Nature of Science. In W.F. McComas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education*. (Primera Ed.). Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 3-39.
- Mejía, B. L. (2007) Documento de trabajo. Discusiones del comité pedagógico del programa Ondas de Caldas, 2006.
- Mejía, J. M. R. & Manjarrés, M. E. (2010). Las Pedagogías Fundadas En La Investigación. Búsquedas en la reconfiguración de la educación. Programa Ondas Colciencias. *Eduteka*: Febrero 01 de 2010.

- MEN. Oficina sectorial de planeación educativa de estadísticas y sistemas (1997). Bucaramanga. Sic Editorial.
- Monereo, Font, C.(1994). Enseñar a conciencia: ¿Hacia una didáctica metacognitiva? Recuperado 20, febrero, 2009.
https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:6B8z_799qXkJ:www.quadernsdigitals.net/index
- Mora, Z. A. (1999). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. Recuperado 01, febrero, 2009. http://66.102.1.104/scholar?q=cache:D_gTIFe0DZwJ:scholar.google.com/+mora+zamora+arabella+obstaculos+epistemologicos+pdf&hl=es.www.intersedes.ucr.ac.cr
- Parodi, Z. M. L. (2002). *La escuela investiga. La experiencia del Programa Cuclí-Pléyade*. Fundación FES. Bogotá. Colciencias.
- Parodi, Z. M. L. (2003). *Ondas de Bienestar. Un estudio sobre la salud y la enfermedad en la escuela. Niños, Niñas y Jóvenes con valor presente*. Fundación FES. Colciencias.
- Porlán A. R., Rivero, G. A. & Del Pozo, R. M. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 55-171.
- Porlán A. R., Rivero, G. A. y Del Pozo, R. M. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 271-288.
- Pozo (1999). *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Riviere.
- Rodríguez, G. G., Gil, F. J. & García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga (España): Aljibe.
- Solís, R. E., Porlán, A. R. & Rivero, G. A. (2005). ¿Qué concepciones curriculares del profesorado de ciencias en formación inicial pueden suponer un obstáculo? Instituto Provincial de Formación de Adultos de Sevilla, Universidad de Sevilla España.

- Solsona, N. (2002). La actividad científica en la cocina. *Pairó Catálogo general de publicaciones oficiales*. Recuperado 16, junio, 2011. <http://www.060.es>© Instituto de la Mujer (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales) Edita: Instituto de la Mujer (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales). Madrid www.mtas.es/mujer
- Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudio de casos*. Cuarta edición. Madrid: Morata.
- Tamayo, A. O. E. (2003). Aportes de la naturaleza de las ciencias y del conocimiento del contenido pedagógico para el campo conceptual de la educación en ciencias.
- Tamayo, A. O. E. (2006). Encuentro de maestros Ondas. Programa Ondas Caldas. Universidad Autónoma de Manizales.
- Vasco, M. E. (2005). *La investigación en el aula o el maestro investigador. Navegaciones. El Magisterio y la Investigación*. Colciencias. Bogotá. UNESCO.
- Vásquez, A., Acevedo, J. & Manassero, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia. Evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*. Edición Electrónica de los Lectores.
- Vásquez, A. Acevedo, J. A., Manassero, M. A. & Acevedo, P. (2005). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, Número extra*. VII congreso.
- Vásquez, A. Acevedo, J. A.; Manassero, M. A. & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: La ciencia y la tecnología en la sociedad. Monografía Enseñanza de las ciencias: perspectivas iberoamericanas. *Educación química*, 18(1), 38-55.
- Velázquez, S. J. A., Flórez, E. G. M. & Ruiz, F. J. (2010). Modelización de procesos de enseñanza en profesores de ciencias de la ciudad de Manizales, desde el concepto conocimiento pedagógico del contenido (Tesis de maestría).
- Vildósola. T. X. (2009). Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria (Tesis doctoral) para optar al título de doctora por la Universidad de Barcelona. Recuperado 30, mayo, 2011. http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/1325/XVT_TESIS.pdf?sequence=1

Zermeño, F. A. I., Arellano C. A. C. y Ramírez V. V. A(2005).Redes semánticas naturales: técnica para representar los significados que los jóvenes tienen sobre televisión, Internet y expectativas de vida.(Metodología, métodos, técnicas)Estudios sobre las Culturas Contemporáneas. Recuperado 05, junio, 2011.<http://www.accessmylibrary.com/article-1G1-146790680/redes-semanticas-naturales-tecnica.html>

ANEXO 1

Maestría en enseñanza de las ciencias Universidad Autónoma de Manizales

Grupo de investigación: Cognición y Educación Línea de investigación: Procesos Cognitivos

Proyecto de investigación

Obstáculos epistemológicos en perspectiva de NOS (Naturaleza de la Ciencia) en el discurso oral y escrito de maestros en Caldas.

Instrumento No. 1

Cuestionario

Estimado Docente: Las siguientes preguntas tienen como objetivo recoger información sobre los saberes que hacen parte de su quehacer docente, por tal razón solicitamos su valiosa colaboración.

Nombre _____
Institución educativa _____
Municipio _____
Campo de _____
especialidad _____
Años de experiencia docente _____
Años de experiencia en el Programa _____
Ondas _____

Lee cuidadosamente las siguientes preguntas y argumenta tu respuesta

Se debe recordar que no hay respuestas correctas o incorrectas a cualquier tema y que la intención es conocer tus opiniones sobre algunas cuestiones relacionadas con la idea de ciencia. Con base en lo anterior **¡Nos gustaría conocer!**

1. ¿Qué idea tienes acerca de la ciencia?

2. ¿Cómo consideras que se construye la ciencia?

-
3. Lee las siguientes afirmaciones y señala si estás de acuerdo o en desacuerdo.
Argumenta tu respuesta.
- 3.1 Los científicos cuando investigan incurren en errores que retrasan el avance de la ciencia.
-
- 3.2 Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico universal.
-
- 3.3 Algunos de los avances científicos, por ejemplo la energía atómica, se justifican por su impacto en la sociedad.
-
- 3.4 Las buenas investigaciones científicas permiten llegar a resultados inmodificables en el tiempo.
-
4. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre el conocimiento común y el conocimiento científico?
-
5. ¿Qué características crees que debería tener una persona científica?
-
6. El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, se debe fomentar que los alumnos estudien más ciencias en la escuela. ¿Qué tipo de ciencia crees que se les debe enseñar?
-
7. En la construcción del conocimiento científico intervienen: teorías, hipótesis, observación, experimentación, supuestos, métodos ¿cuál es para ti la más importante? Argumenta tu respuesta.
-
8. ¿Si tuvieras la oportunidad de invertir dinero del estado en el desarrollo del país, cuál de los siguientes campos privilegiarías y por qué?
- Ciencia _____
 - Tecnología _____

- Programas sociales _____
 - Educación _____
 - Cultura _____
- Argumenta _____
-

9. ¿De qué forma trabajan las personas que hacen ciencia?

10. ¿Por qué crees que en el mundo la mayoría de los científicos son hombres?

¡Gracias!

ANEXO 2

Maestría en enseñanza de las ciencias Universidad Autónoma de Manizales

Grupo de investigación: Cognición y Educación Línea de investigación: Procesos Cognitivos

Proyecto de investigación

Obstáculos epistemológicos en perspectiva de NOS (Naturaleza de la Ciencia) en el discurso oral y escrito de maestros en Caldas.

INSTRUMENTO No 2

Entrevista en profundidad

Preguntas orientadoras para la entrevista

1. La ciencia y su construcción

- ¿Cómo surge el conocimiento científico?
- ¿Por qué el conocimiento científico necesita de los experimentos para desarrollarse?
- ¿Cuál es el papel de la investigación en la ciencia?
- ¿Cuál es el papel de la teoría en el trabajo de los científicos?
- ¿Qué se entiende por ley?
- ¿Por qué piensa que la observación es un proceso tan importante en la ciencia?
- ¿Considera que el conocimiento común es el punto de partida del conocimiento científico?

2. Relación Ciencia-Sociedad-Cultura

- ¿Por qué la ciencia es importante en la sociedad?
- ¿Qué papel cumple la tecnología en el desarrollo de la ciencia?
- ¿Qué factores impulsan los avances en la ciencia?
- ¿Los valores, la ética, las ideas religiosas deben ser tenidas en cuenta en el desarrollo de la ciencia?
- ¿Cómo se les enseña la ciencia a los estudiantes en la escuela?
- ¿La enseñanza de las ciencias en el aula debe tener en cuenta la historia y los problemas que enfrentaron los científicos en su desarrollo?
- ¿Qué científicos de sexo masculino conoce?
- ¿Qué científicos de sexo femenino conoce?
- ¿Qué piensa sobre la alfabetización científica?

3. Trabajo de los científicos

- ¿Qué papel cumplen las comunidades científicas en la ciencia?
- ¿Qué relación guardan las comunidades científicas con la sociedad y la política?
- ¿Por qué la crítica es importante en el trabajo de los científicos?
- ¿Por qué existen diferencias entre el lenguaje utilizado comúnmente y el lenguaje científico?
- ¿Qué factores influyen en el trabajo de los científicos?
- ¿Cómo se divulga y se comunica la ciencia?
- ¿Qué formas utiliza la ciencia para comunicar los desarrollos y resultados?

¡Gracias!