



Tesis de Maestría

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

**Concepciones Acerca de la Ciencia
que Prevalecen en los Profesores
de Educación Primaria
de la Provincia de Santa Cruz**

Verónica B. Corbacho

Autor

Dr. Agustín Adúriz-Bravo

Director de Tesis

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional del Comahue

Neuquén 2013

Resumen

La inclusión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias naturales goza de consenso, pues favorece la comprensión de la ciencia y sus procesos. Distintos trabajos han estudiado las ideas sobre su naturaleza, los errores y las dificultades que conlleva su enseñanza. Los docentes de la provincia de Santa Cruz (Argentina) no permanecen ajenos a esta situación, y por ello se han caracterizado las concepciones sobre la ciencia que prevalecen en los profesores de educación primaria. El estudio se enmarca en la línea de conocimiento y práctica profesional del profesorado e incluye cuestionarios y entrevistas. Las ideas relevadas muestran un comportamiento heterogéneo y con ciertas contradicciones. Algunos docentes acuerdan con las corrientes epistemológicas actuales, al manifestar ideas tales como la influencia de procesos inter- e intra-subjetivos en la actividad científica o la tentatividad; otros sostienen posturas más tradicionales en torno a criterios como los de verdad y metodología. La información obtenida permite orientar algunas propuestas de mejora.

Abstract

The nature of science is considered an important topic in teaching. Many investigators agree with the idea that it helps students understand how science works. The problem is that teachers have naive ideas about science, which are transmitted to their students and generate an inadequate understanding of scientific enterprise. Since this problem arises in Santa Cruz (Argentina) as well, we will investigate and analyze the misconceptions about the issue in primary teachers. The methodology is included in PKC and uses questionnaires and interviews. The results show that teachers have heterogeneous and in case contradictory ideas, some near the inductivists/empiricist epistemology and others close to

actual thinking. The characterization of ideas allows us to generate different teaching proposals.

Palabras claves: Naturaleza de la ciencia, profesorado en actividad, educación primaria.

A Pedro, Pilar y Clara, porque son mi vida.

A Otilia, porque me enseñó que en
la vida todo se logra con esfuerzo.

Agradecimientos

A Dios, por darme la energía para terminar este trabajo.

Al Dr. Agustín Adúriz Bravo, por haber confiado en mí, al aceptar dirigirme en este proyecto y la paciencia ante las dificultades en este largo tiempo de trabajo que demandó su finalización.

A Pedro de Carli, por ser mi sostén incondicional, su colaboración en la resolución de los problemas estadísticos, sus lecturas críticas y soportarme en los peores momentos.

A Tatiana Chaparro y Marcia Pilomeno, por su apoyo durante la primera parte del desarrollo del trabajo, y su confianza y estímulo.

A Fernando Segovia, de la UNPA-UACO, por administrar las encuestas en Caleta Olivia, Jaramillo y Cañadón Seco, y organizar la infraestructura para las entrevistas en zona Norte.

A Mariela, Carolina, Emilio, Mariano, Patricia, Alejandra, Cecilia, Sandra, Mónica, Lidia, Florencia, Miguel y Karen, todos ellos maestros de mi provincia, que contribuyeron para que este trabajo pudiera culminarse y en ellos a los 450 docentes anónimos, que aceptaron responder la entrevista.

A Jorgelina Plaza, de la universidad del Comahue por su paciencia, la respuesta diligente a todas mis consultas, y por animarme a finalizar cuando parecía que no iba a ser posible.

A Estela Rodríguez Solari y Ariel Tabbia, del Consejo Provincial de Educación, por su colaboración con los datos y su disposición permanente.

A la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, que financió la última parte del trabajo, a través del proyecto de investigación de Tesis de posgrado (2013-2014).

A mis padres y hermanos por estar, y sobre todo a mis hijas Pilar y Clara por los tiempos de madre que les restó este proyecto en sus comienzos, y por su ayuda en esta última etapa.

INDICE GENERAL

Resumen	ii
Índice General	vi
Introducción	1
Formulación del problema y propósito de la investigación	8
Descripción de la estructura del trabajo	13
CAPÍTULO 1	16
1. MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
1.1. La Naturaleza de la ciencia y su estatus en la didáctica de las ciencias	16
1.1.1. La naturaleza de la ciencia y el conocimiento profesional docente	20
1.2. La naturaleza de la ciencia: antecedentes de trabajos sobre maestros de primaria	26
1.3. La naturaleza de la ciencia en la formación de docentes de educación primaria en Santa Cruz. Análisis de documentos curriculares de la formación docente.	29
1.3.1. La naturaleza de la ciencia en los Contenidos Básicos Comunes	31
1.3.2. La naturaleza de la ciencia en el plan de estudios de la formación universitaria (UNPA)	36
1.3.3. La naturaleza de la ciencia en el Diseño Curricular provincial	37
1.3.4. La naturaleza de la ciencia en los programas de estudio de la formación docente	40
1.4. Los cuestionarios: antecedentes de su uso como instrumentos para relevar las ideas acerca de la ciencia. Algunos aspectos controversiales	44
CAPITULO 2	51
2. MARCO METODOLÓGICO. EN BUSCA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA	
2.1. Descripción de la población de estudio	52
2.2. Descripción de la encuesta/cuestionario cerrado	54
2.2.1. Diseño de la encuesta y organización de las dimensiones temáticas	58
2.2.2. Análisis descriptivo de los datos	61
2.2.3. Análisis multivariado de los datos	63
2.3. Diseño, aplicación y obtención de datos del cuestionario semi-estructurado	64
3. CARACTERIZACIÓN DE LAS IDEAS DE LOS DOCENTES SOBRE LA CIENCIA.	73
3.1. Una primera caracterización a partir de la encuesta	73
3.1.1. Análisis por encuesta	75
3.1.2. Análisis por ítem	76

3.2. Análisis Factorial	85
3.3. Una segunda caracterización a partir de las entrevistas	94
3.3.1. Dimensión A: Naturaleza empiro-teórica del conocimiento científico	95
3.3.2. Dimensión B: Naturaleza objetiva vs. naturaleza subjetiva en la construcción de conocimiento	98
3.3.3. Dimensión C: Naturaleza del proceso de construcción y cambio del conocimiento científico	99
4. DISCUSIÓN	104
4.1. Como se organizan las ideas sobre la naturaleza de la ciencia en los profesores de educación primaria	105
4.2. Cuestiones que parecen influir en el conocimiento y en la construcción de las ideas de los docentes sobre la ciencia	116
4.2.1. Influencia de materiales curriculares y formación docente	117
4.2.2. Influencia de los medios de comunicación en la imagen de ciencia	120
4.2.3. Influencia del lenguaje en la comprensión de la NOS	122
4.3. Comparación de ambos instrumentos y sus aporte al conocimiento de las ideas de los docentes	124
4.4. Posibles modificaciones a la encuesta surgidas a partir de la aplicación de las distintas herramientas de análisis factorial.	127
5. CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS	131
5.1. perspectivas	136
5.1.1. qué ventajas ofrece la NOS en la enseñanza de la Ciencia Naturales	137
5.1.2. qué imagen de ciencia y conocimiento científico priorizamos en la enseñanza	138
5.1.3. Cómo se cambian las concepciones de los docentes sobre la ciencia	140
5.2. Algunas propuestas en la formación docente	143
5.2.1. Historias de científicos: la evolución del modelo de ser vivo	144
5.2.2. Entre Dr House y el hombre araña	145
6. ANEXOS	147
6.1. Anexo 1: cuestionario sobre la ciencia-FORMA A	147
6.2. Anexo 2: cuestionario sobre la ciencia-FORMA B	149
6.3. Anexo 3: escala de valoración de los 34 ítems	151
6.4. Anexo 4: tabla de frecuencia de respuesta por ítem	152
6.5. Anexo 5: tabla de frecuencia de respuesta por indicador	153
7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	154

INTRODUCCIÓN

La ciencia posee un impacto importante en todos los aspectos de la vida moderna, desde la tecnología hasta sus implicancias metacientíficas, pero a pesar de este efecto, pocos individuos tienen una comprensión adecuada acerca de cómo opera. Es decir, la mayoría de las personas poseen una idea errónea, o al menos incompleta, del proceso de elaboración del conocimiento científico. Esta situación puede resultar riesgosa, particularmente cuando deben tomarse decisiones acerca del rol de las actividades científicas o sus evidencias o al evaluar sus consecuencias sobre la sociedad y la cultura. La importancia de fomentar una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia está ampliamente aceptada, sobre todo para la construcción de sociedades donde los ciudadanos tengan una concepción informada de la ciencia y de cómo se produce el conocimiento (Driver y otros, 1994; Porlán Ariza, 1994; Driver y otros 1996; Hodson, 1997; Mellado, 1997; Mc Comas, 1998; Akerson y otros, 2000; Duschl, 2000; Adúriz-Bravo, 2001; Guerra Ramos, 2006; Lederman, 2006; Apostololou y Koulaidis, 2010; Mellado, 2011; Adúriz-Bravo y Ariza, 2013).

McComas (1998) expresa que la comprensión inadecuada de cómo funciona la ciencia es simple, y le adjudica la raíz del problema a que en todos los niveles educativos y en los libros de texto se enfatiza el carácter factual del conocimiento, con una exclusión casi total de los procesos de generación. Los profesores tienen pocas oportunidades de aprender cómo funciona la ciencia y, por lo tanto, tampoco incorporan esos contenidos en sus clases. Otros autores, como Lakin y Wellington (1994), expresan que los maestros nunca relacionan las ciencias que enseñan con su naturaleza y tienden a subvalorar esas ideas en sus prácticas de enseñanza. Porlán Ariza (1994) caracteriza el conocimiento como práctico,

no académico, basado en la experiencia, complejo, ligado a la práctica pero no reflexionado a partir de ella.

Una de las razones que justifican el estudio de las concepciones docentes sobre la ciencia surgen del convencimiento que dichas deformaciones y reduccionismos obstaculizan una correcta orientación de la enseñanza. El conocer o hacer explícitas algunas de estas ideas transmitidas por acción u omisión favorecerá la reflexión sobre concepciones que han sido asumidas acríticamente por “impregnación social” y las prácticas asociadas a estas ideas, que inciden negativamente en el aprendizaje de las ciencias (Fernández y otros, 2002). Sobre todo si consideramos la importancia de formar ciudadanos que posean una idea más realista acerca de qué es la ciencia y cómo se produce.

A pesar de que las menciones acerca de la naturaleza de la ciencia provienen de 1900, las primeras investigaciones sistemáticas de las ideas epistemológicas de los profesores provienen de la mitad de 1950s y de 1960s. En un comienzo se centraron en las concepciones de los alumnos, sobre el currículum, sobre las concepciones del profesorado, investigaciones para mejorar las ideas de los docentes y para medir la efectividad relativa de varias prácticas instruccionales (Lederman, 2006).

Estas primeras investigaciones fueron mayormente descriptivas y trataban de poner en evidencia qué tipo de prácticas eran más efectivas en lo que respecta a mejorar la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia. Los primeros resultados fueron bastante desalentadores y adjudicaron parte del problema a la ausencia de estos contenidos en los programas de las asignaturas científicas. Así se comenzaron otras investigaciones que pusieron el énfasis en el desarrollo del currículum. De allí se

establecieron algunas conjeturas que indicaban al profesorado como el factor crítico en este proceso de cambio, y comenzaron varias investigaciones sobre las ideas docentes, y cómo estas afectaban la comprensión de la naturaleza de la ciencia en los alumnos. La suposición que había por debajo de estos estudios era que los profesores no podían enseñar lo que no sabían (Lederman, 2006).

Fueron varias las líneas de trabajo; algunas focalizaron en docentes en ejercicio, otras en docentes en formación y otras en alumnos de primaria o secundaria (Hodson, 1993; Acevedo Díaz, 1994; Porlán Ariza, 1994; Praia y Cachapuz, 1994; Driver y otros 1996; Mellado, 1997; Pope y Scott, 1997; Porlán y otros, 1997; Zelaya Blandón y Campanario, 2001; Lederman y otros, 2002; Bennássar y otros, 2010; Abd-El-Khalick, 2012). Algunas fueron de carácter más normativo y plantearon la clasificación de los docentes de acuerdo a visiones tradicional o contemporánea. Fernández y otros (2002), en su análisis sobre las visiones deformadas de la ciencia que transmite la enseñanza, sostienen que “la atención a las concepciones docentes sobre la naturaleza de la ciencia se había iniciado décadas atrás, aunque limitada a señalar las serias discrepancias entre la visión de la ciencia proporcionada por la epistemología contemporánea y ciertas concepciones docentes, ampliamente extendidas, marcadas por un empirismo e inductivismo extremo (Giordan, 1978; Gil, 1983; Hodson, 1985; Nusbaun, 1989)” (p. 478). A partir de los 1990s encontramos estudios exploratorios y descriptivos que estudian las visiones en mayor profundidad (Lederman, 1992; Mellado, 1997; Porlan y otros, 1997; Porlán y Rivero, 1998; Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Lederman y otros, 2002; Guerra Ramos, 2006; Bennássar y otros, 2010; Apostolou y Koulaidis 2010; Abd-El-Khalick, 2012;).

Si bien existen acuerdos acerca del tratamiento de distintos aspectos de la NOS, también encontramos distintas perspectivas teóricas y metodológicas. Algunos autores caracterizan las creencias y las teorías personales como una variable determinante de los procesos de pensamiento y de actuación profesional, que implica indagar en un campo subjetivo, ambiguo y difícil (Porlan Ariza, 1994). En otros se sostiene que no se puede asegurar la influencia de estas ideas en el comportamiento como un consumidor informado en ciencias, y que ello determine la toma de decisiones, sobre todo cuando estén involucrados datos y reclamos relacionados con el conocimiento científico (Lederman, 1999).

Mellado (1997) concluye del estudio de casos en futuros maestros que no es posible establecer la relación entre sus concepciones y su comportamiento en clase cuando enseñan ciencias. Para Lederman (2006) los resultados de algunas investigaciones estarían invalidados, pues parten del supuesto que el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia influye necesariamente en sus comportamientos, en sus prácticas de enseñanza (esta presunción que guió las investigaciones desde 1970s hasta los 1980s). Existen evidencias que lo que dicen los maestros acerca de la ciencia, en respuesta a distintos instrumentos, no predice necesariamente lo que comunican acerca de la ciencia en sus prácticas (Guerra Ramos y otros, 2010).

Lederman describe otro grupo de investigaciones basadas en las acciones docentes, que asumen que, si como alumnos hubiesen sido involucrados en actividades de indagación, habrían adquirido implícitamente conocimientos acerca del proceder en ciencias y podrían enseñarlo. Estas ideas se evaluaron durante los '90 y principios del 2000 y tampoco resultaron válidas, pues el conocimiento docente es necesario pero no suficiente para transferirlo en acciones que promuevan cambios en las ideas de los alumnos, (2006).

Para terminar, un tercer grupo de investigaciones indica que los estudiantes y los docentes pueden aprender mejor la naturaleza de la ciencia si esta se presenta de manera explícita y reflexiva. Muchas de ellas han focalizado en cuestiones relacionadas con la naturaleza de la ciencia, y los científicos y su influencia en la enseñanza, pues entienden que “de manera implícita o explícita, quien enseña cualquier disciplina científica transmite, inevitablemente, mensajes sobre el mundo científico, sus actores, valores, prácticas e instituciones. Éstos se basan en las percepciones que los docentes desarrollan a partir de las imágenes culturalmente compartidas acerca de la ciencia y los científicos y de sus propias experiencias educativas y profesionales. Estas representaciones son relevantes porque los profesores tienen la importante tarea de introducir a las generaciones jóvenes a la ciencia como una de las mayores áreas de actividad intelectual y profesional” (Guerra Ramos, 2006: 1288).

En su mayoría, los trabajos muestran una prevalencia de posiciones empiro-inductivistas en referencia a los cambios en el conocimiento científico, contextualistas en cuanto al conocimiento científico, y relativistas en relación con el estatus del conocimiento científico (Apostololou y Koulaidis, 2010). Otros sugieren que las ideas son diversas e incluyen visiones estereotipadas pero que no se limitan a ellas (Guerra Ramos, 2006); o sostienen que las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia no difieren de las visiones ingenuas adquiridas por impregnación social y que estas ideas son el principal obstáculo para la renovación de la enseñanza de las ciencias. Guisasola y Pascual (2007) coinciden en que los maestros mantienen una postura positivista, con conocimientos verdaderos, y una visión acumulativa de progreso creciente; además, entre las

características del profesorado no se evidencia que contextualicen el conocimiento científico en su marco teórico y que reflexiona habitualmente sobre estas ideas.

Esta coincidencia de la imagen empirista que los docentes solemos tener no difiere de la que transmiten los medios de comunicación y la publicidad en general, y permite conjeturar que las visiones de los profesores y las de los libros de texto, se enmarca en lo que podemos denominar un imagen popular y socialmente aceptada de la ciencia (Fernández y otros, 2002). Acevedo Díaz (2008) realiza un relevamiento del estado actual de las investigaciones y los diferentes enfoques, y los cambios que se han desarrollado, pero en este apartado solo destacaremos que, después de aproximadamente cinco décadas de investigación, puede afirmarse que ni los estudiantes, ni los docentes tienen en general creencias adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia.

La buena enseñanza es la que realizan los buenos profesores y los cambios en la educación dependen de lo que ellos piensan y hacen; el éxito o fracaso de cualquier reforma dependerá de ello. Los profesores tienen conocimientos, concepciones, actitudes, emociones y valores que han construido a lo largo de su historia, su situación personal, el contexto social y socio profesional; cuando toman decisiones, lo hacen influenciados por esa multiplicidad de factores (Mellado, 2011). Resulta importante, entonces, conocer las ideas que los profesores tienen sobre la ciencia, pues sería uno de los factores que influyen en la enseñanza. Los profesores son considerados como actores que tienen ideas sobre el mundo y dan significado a lo que está sucediendo, su comportamiento depende de estas ideas y significados. Esas creencias y actitudes tienen un papel importante en el proceso educativo: “Los maestros tienen una mente propia y, en estos sentido lo que piensan y creen

que juega un papel decisivo en la forma en que las prácticas educativas están conformadas”. (García-Horta y Guerra Ramos 2009:152).

Por todo lo expuesto, consideramos que se hace necesario explorar las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia en los profesores de educación primaria de la provincia de Santa Cruz, para tener una aproximación a qué piensan sobre qué es la ciencia, cómo opera y cómo se construye. Entre otras cuestiones, relevaremos la importancia y el estatus epistemológico que se le otorga a las teorías, la objetividad o subjetividad que se le asigna, los propósitos que se le adjudican a la ciencia, las nociones de cambio en el conocimiento científico, el peso otorgado a las regulaciones sociales, las metodologías que consideran científicas y el rol asignado a la teorización en la construcción del conocimiento científico.

Las controversias expuestas en las diferentes investigaciones acerca de cómo conocer y modificar la visión de la ciencia en alumnos y docentes nos alertan sobre posibles problemas, pero entendemos que un primer paso consiste en identificar las ideas, desde un punto de vista global y luego profundizar en las dimensiones en las que los conocimientos resultan más ingenuos, o cercanos al sentido común, y en aquellos que se presentan cercanos a las corrientes epistemológicas actuales. También intentaremos hallar factores que inciden en su composición y las dificultades en su tratamiento.

Este trabajo no pretende ser una clasificación de creencias según un modelo taxonómico, ni tampoco una asignación de ranking o agrupamiento de docentes de acuerdo a sus posturas. Entendemos que las percepciones son construcciones complejas y suelen incluir rasgos de diferente índole, que son difíciles de evaluar. Nuestra intención podría calificarse como instrumental, pues pretende explorar qué ideas prevalecen en los docentes, en qué aspectos

de la naturaleza de la ciencia resultan más avanzados o tradicionales, y si es posible reconocer algunas de los factores que inciden en su construcción.

Formulación del problema y propósito de la investigación

En el año 2000, cuando comenzaba mi incursión en la formación docente en el profesorado de enseñanza primaria, Fumagalli (1997) planteaba la justificación de la enseñanza de las ciencias en la escuela indicando que en nuestro país se producía el hecho paradójico de que, si bien en términos de discurso pedagógico prácticamente nadie negaba la importancia social de acceder en el nivel básico de la educación al conocimiento científico, en la práctica cotidiana de las escuelas primarias de la República Argentina aparecía como un gran ausente. Se priorizaba la enseñanza de las materias instrumentales como matemática y lengua.

En la serie cuadernos para el aula (MECyT, 2006:15) se expresa: “Hemos intentado posicionar la enseñanza de las Ciencias Naturales en los primeros ciclos, otorgándole un lugar relevante tanto en el horario escolar como en las actividades propuestas”. Se intenta así visibilizar la importancia que adquiere en la formación personal la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria.

Durante el año 2007, el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina instruyó a una Comisión de especialistas a diagnosticar la situación existente, proponer metas y recomendaciones tendientes al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática. En el documento elaborado por dicha Comisión se sostiene que “el desempeño ciudadano no puede ser concebido hoy sin una formación científica básica”, pero también indica que “los resultados de las evaluaciones en ciencias

naturales y matemática han evidenciado la necesidad de priorizar acciones para mejorar la enseñanza de estas áreas”, y considera que la formación debe estar destinada a la “alfabetización científica”. Particularmente enfatiza en que los ciudadanos estén en condiciones de “indagar sobre distintos aspectos del mundo que nos rodea; poder tomar decisiones informadas acerca de cuestiones que afecten la calidad de vida y el futuro de la sociedad; de interesarse e incursionar en los discursos y debates sobre ciencia, entre otros”. Ahora bien, podemos preguntarnos, ¿por qué se excluyen las ciencias naturales en la escuela primaria?, ¿qué debemos enseñar en las escuelas primarias y secundarias para que podamos considerar que nuestros alumnos están científicamente alfabetizados?, ¿qué saberes deberían adquirir los alumnos para poder alcanzar esas condiciones? De estas preguntas se deriva una tercera: ¿qué deberían saber los docentes de ciencias naturales para que sus alumnos logren la alfabetización científica?

En la provincia de Santa Cruz, la enseñanza de las ciencias experimenta las mismas dificultades. El conocimiento de las escuelas, a partir de acciones de desarrollo profesional o de formación docente y participación en equipos de práctica, nos permite reconocer que en general el abordaje de estos saberes no resulta suficiente y que aún persiste en la escuela primaria la tendencia a asignar un lugar residual a la enseñanza de las ciencias, sobre todo en los primeros años. En los cursos superiores adquiere mayor importancia, pero el enfoque, los contenidos seleccionados y el tiempo concedido no son los adecuados para que los alumnos adquieran una alfabetización científica. Además, cuando se trabajan contenidos de ciencias naturales, se presenta una visión distorsionada de la ciencia y el conocimiento científico. Esta situación se evidencia en el análisis de cuadernos de clase, propuestas de enseñanza, planificaciones y carpetas docentes, en las que se ponen de relieve dos modos

de abordar el conocimiento científico. En algunos casos, prevalece la enseñanza del estado final del conocimiento, también llamado conocimiento factual, en el cual se prioriza la exhaustividad de contenidos y se desatienden las relaciones entre ese contenido y el proceso por el cual se llegó a comprenderlo. En otros, se promueven la enseñanza del método científico, con observación, emisión de hipótesis, experimentación y conclusiones, con lo que se pretende que el alumno descubra las teorías a partir de experimentos. Subyace, en las actividades científicas escolares, la noción de “ciencia positiva”, que sostiene que el conocimiento científico tiene su fundamento último en la comprobación de hipótesis que deben contrastarse con la observación de la realidad. Se trata de “aprehender la realidad” para luego representarla mediante leyes que expliquen de manera “veraz, rigurosa y absoluta los fenómenos”.

Esta forma de comprender la ciencia y su forma de producción deriva en la enseñanza de una ciencia de hechos, como forma acabada, factual y verdadera del conocimiento. En otras palabras, como afirma Duschl (2000:44), “los profesores de ciencias tienen abundantes datos e información *de*¹ las ciencias. Y esto es lo que enseñan”. Es decir, los hechos, hipótesis, principios y teorías “se aprenden respecto de su contribución a la forma establecida o final de los modelos de conocimiento”.

Sin embargo, más allá de algunas descripciones someras y superficiales de lo que ocurre en las aulas, resultado del tránsito por las escuelas, y de lo establecido en los programas de formación docente, no poseemos un conocimiento aproximado de los saberes explícitos e implícitos que presentan los maestros de educación primaria de la provincia de Santa Cruz.

¹Las bastardillas son del original.

Es decir, que no existen conocimientos suficientes, ni sistematizados de las ideas de los maestros acerca de la ciencia y su enseñanza. Por lo tanto, partiendo del supuesto de que las ideas que tienen los docentes sobre la ciencia subyacen a los modos de hacer en el aula, se desarrolló la siguiente investigación con la finalidad de describir las principales visiones de los profesores de educación primaria de la provincia de Santa Cruz acerca de la naturaleza de la ciencia.

El trabajo se enmarca en una perspectiva constructivista, según la cual los maestros, como cualquier persona, poseen una serie de ideas, conocimientos, percepciones, que le son útiles para interpretar la realidad. Esas ideas, entre las que se encuentran las ideas acerca de la ciencia, podrían influir en sus modos de hacer en el aula, y mediar todas las acciones de formación inicial y permanente en las que se los involucre. Por lo tanto entendemos que:

- el profesor como parte de su enseñanza toma decisiones que están enmarcadas en posiciones ideológicas personales que no siempre pueden explicitarse y que, de una u otra manera, tienen relevancia en sus tareas docentes.

Cuando nos referimos a las tareas docentes estamos pensando por ejemplo en qué contenidos se priorizan y cómo se enseñan y, si bien en este trabajo no abordaremos los aspectos de la enseñanza, pues su estudio excede el alcance de esta investigación, nos interesan fundamentalmente las ideas que subyacen a esas decisiones. Las decisiones curriculares y la postura adquirida están íntimamente relacionadas con qué se entiende por lo que es y hace la ciencia, y cómo opera. Se expliciten o no, esas ideas acerca de la ciencia condicionan las formas en que se desarrollan las acciones en el aula. Por ejemplo, es muy común que los docentes de los primeros años de la escolaridad sostengan que muchos

contenidos no pueden ser enseñados pues son complejos para ser aprendidos por los alumnos. En otros casos hay maestros que consideran que los contenidos pueden enseñarse mediante aproximaciones sucesivas. En estas decisiones podemos suponer dos maneras de entender la ciencia y su enseñanza; en el primer caso, el docente entiende la forma final del conocimiento científico, el que está expresado en un lenguaje que no resulta adecuado para los niños. Esta ciencia implica una serie “acumulativa de descubrimientos” (ver lo que está allí), en los cuales los “hechos” (que con anterioridad habían sido pasados por alto) fueron obtenidos por científicos individuales, “son verdaderos” en un sentido permanente, y que a continuación los comunican en un lenguaje complejo, en general simbólico, que deben ser aprendidos por los alumnos y reproducirlos del modo más correcto posible. Seguramente ésta sea la forma en que los maestros aprendieron ciencia durante su formación.

En el segundo caso podemos pensar en una ciencia como un modelo teórico dinámico, resultado de una actividad de seres humanos, donde las primeras ideas tienen carácter de prueba, son provisionales y a menudo de carácter contencioso, y no son simplemente aceptadas; se someten al escrutinio de la comunidad científica, ganan aceptación y se convierten en parte del conocimiento público (Sutton, 1997); entonces seguramente el maestro pensará que puede enseñar ciencias en la escuela primaria. El problema es que no conocemos cuáles son las ideas que predominan hoy en las aulas de educación primaria, aunque las evidencias nos indicarían que se asocian al empirismo y el positivismo lógico.

Por esto consideramos que:

- la mayoría de los docentes de educación primaria no poseen puntos de vista adecuados acerca de la *naturaleza de la ciencia* (NOS), y que estos se inscriben mayormente en concepciones de ciencia que han sido ampliamente superadas.

Como dijimos, estas ideas serían el resultado del proceso de formación de los maestros, de su escolaridad obligatoria, pero también las adquiridas por impregnación social. La visión de la ciencia no solo se construye en la escuela, sino que se nos presenta en los medios de comunicación, que resulta la forma más influyente del discurso social (Campanario y otros, 2001; Fernández y otros, 2002; Medina Cambrón y otros, 2007). El problema es que en la mayor parte de los casos no es explícita y se enmarcan en un conjunto de actitudes. Por lo tanto, el formador de profesores debe disponer de información rigurosa y actualizada que permita tomar decisiones acerca de qué aspectos de la NOS incluir sobre todo si consideramos que:

- Las ideas de los docentes sobre la ciencia están poco verbalizadas y forman conglomerados de bajo nivel de estructuración, e incluyen ambigüedades o contradicciones.

Descripción de la estructura del trabajo

Este informe se estructura en 5 capítulos, el primer capítulo expone el marco teórico que sirve de fundamento para este trabajo. En él nos referimos a la naturaleza de la ciencia y su estatus en el conocimiento actual, a cómo se inserta la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias, y a su desarrollo histórico; y luego específicamente a los trabajos en los maestros de primaria, desde el caso paradigmático de Mrs. Howe (Smith y Anderson, 1984), que muestra como los maestros conciben la ciencia y su enseñanza, hasta los últimos trabajos publicados a los que hemos tenido acceso. En este capítulo se presenta un recorrido de casi 30 años de los avances y controversias que aportan al conocimiento de la naturaleza de la ciencia en general, y en los maestros de primaria en particular. Luego

hacemos un análisis de documentos curriculares para entender qué aportes hacen a la construcción de la naturaleza de la ciencia. Se analizan documentos nacionales y provinciales de las instituciones formadoras de docentes desde 1993 hasta la fecha, y posteriormente se evalúan programas de estudio de Ciencias Naturales y su Didáctica desde el año 2002 hasta la fecha. Luego nos referimos a los aspectos relacionados con el modo de conocer las percepciones de los docentes sobre la ciencia. En este acápite se ofrecen las controversias y las distintas posturas en relación al conocimiento de las percepciones de los docentes. Entendemos que es fundamental acceder a los avances y dificultades que presenta el estudio de las actitudes. Este conocimiento permite que seamos conscientes de las ventajas y desventajas que ofrecen los distintos caminos que tomemos y capitalizar la experiencia de otros.

En el segundo capítulo presentamos los aspectos metodológicos que nos permiten caracterizar la naturaleza de la ciencia en los maestros, que es el propósito de nuestro trabajo. Allí describimos la muestra de estudio, los maestros y escuelas seleccionadas, y los dos instrumentos usados: las encuestas y las entrevistas. Describimos con mucho detalle el tratamiento de los datos, la codificación de respuestas de la encuesta y su organización posterior, y el análisis multivariado y los argumentos de su selección. Posteriormente se describe el diseño y la aplicación del cuestionario semiestructurado aplicado mediante la entrevista y todas las situaciones tenidas en cuenta para su elaboración.

En el capítulo tercero se identifican las ideas de los docentes sobre la ciencia a partir de los resultados de ambos instrumentos. Se expone el tratamiento realizado y las principales posturas expuestas por los 450 docentes encuestados y las entrevistas, que representan casi el 30 por ciento de todos los docentes en ejercicio en la provincia de Santa Cruz. Se

describen sus percepciones en las distintas dimensiones, para las variables (ítems) y se analizan los diferentes aspectos de las entrevistas. Posteriormente se realiza el análisis de los ítems y su significatividad.

En el capítulo cuatro se analizan los resultados obtenidos a fin de hallar correspondencias y relaciones con las posturas epistemológicas que subyacen. También intentamos algunas explicaciones provisorias que pretenden comprender qué cuestiones influyen en la construcción de las ideas sobre la ciencia y el conocimiento científico. Entre ellas mencionamos la formación docente, los medios de comunicación y el lenguaje como mediador en la comunicación. Luego se comparan los resultados obtenidos en los dos instrumentos: cuestionarios cerrado y semi-estructurado, y sus aportes a la caracterización de las ideas de los docentes sobre la ciencia. Se evalúan los resultados del análisis factorial y las posibles modificaciones en las encuestas en vistas a futuros trabajos.

Para terminar, en el capítulo cinco exponemos las conclusiones del trabajo, y proponemos algunas ideas de cómo la inclusión de la NOS podía mejorar los aprendizajes en la formación docente; también hacemos una síntesis de las ideas básicas sobre la ciencia que sería importante promover en los docentes y finalmente describimos brevemente algunas propuestas de enseñanza que hemos desarrollado desde hace algunos años.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.1. La naturaleza de la ciencia y su estatus en la didáctica de las ciencias

Para profundizar en los aspectos concernientes a la ciencia y su enseñanza, en los últimos años ha surgido un consenso en la didáctica de la ciencia acerca de la importancia de incluir conocimientos relacionados con la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las disciplinas científicas y en la formación del profesorado. De esta necesidad, surge, por ejemplo, la expresión “historia y epistemología de la ciencia” (en inglés HPS: *history and philosophy of science*), que es usada para “describir la interrelación entre las disciplinas que colaboran con las ciencias de la educación en la comprensión del carácter propio de las ciencias naturales” (McComas, 1998: 4). Otro modo de mencionar este conjunto de saberes es la naturaleza de la ciencia, nombrado habitualmente como NOS (en inglés, *nature of science*). La naturaleza de la ciencia (en adelante NOS) podría describirse como un campo híbrido, que reúne aspectos de varias ciencias sociales, incluyendo la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, combinadas con investigaciones de las ciencias cognitivas, que dan como resultado una rica descripción de qué es la ciencia, cómo trabaja, cómo operan los científicos en tanto grupo social y cómo la sociedad dirige y reacciona a los esfuerzos científicos. En la didáctica de las ciencias usamos la expresión naturaleza de la ciencia cuando hacemos referencia a un *conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales* (Adúriz-Bravo, 2005^a:12).

Cabe aclarar que la naturaleza de la ciencia no se ocupa del mundo natural en el mismo sentido que lo hacen las ciencias naturales, sino que podría considerarse un meta-

conocimiento que describe cómo los científicos producen conocimiento, las estrategias personales y sociales puestas en juego, y los aspectos relevantes de dicho proceso.

Otra conceptualización acerca de la naturaleza de la ciencia hace referencia al concepto de NOS como una característica del conocimiento científico y el conjunto de valores y creencias asociadas derivadas del modo en que la ciencia es desarrollada (Lederman, 1992; 2006). En más recientes publicaciones, Lederman sostiene que el constructo “naturaleza de la ciencia” ha sido propuesto como un objetivo importante para la enseñanza de la ciencia desde hace 100 años (*Central Association of Science and Mathematics Teachers*), y más recientemente se ha incluido en las reformas curriculares de varios países, como Australia, Canadá, Sudáfrica, Reino Unido, Estados Unidos de Norte América. La NOS ha venido siendo un objetivo permanente de la educación científica, pero actualmente ha recibido un importante énfasis, ya que las investigaciones muestran que los graduados de la escolaridad superior y los ciudadanos en general no poseen ni han poseído una adecuada visión de la NOS.

Se proponen a continuación argumentos a favor de la inclusión de la naturaleza de la ciencia en el currículo de ciencias (Driver y otros, 1996; Lederman, 2006²; Acevedo Díaz, 2008; Adúriz-Bravo y Ariza, 2013):

- es necesaria para darle sentido a la ciencia y manejar los objetos tecnológicos y los procesos de la vida cotidiana.

² Original en inglés: Lederman, 2006, en *Asian Pacific Forum of Learning and Teaching*.

- pensar cuestiones interesantes alrededor de los dilemas que plantea la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.
- se requiere para tomar decisiones informadas en los asuntos sociocientíficos.
- es necesaria para apreciar el valor de la ciencia como parte de la cultura contemporánea.
- destaca el valor histórico como creación intelectual humana, resaltando autores e ideas del contexto social y cultural de cada época.
- permite desarrollar una comprensión de las normas de la comunidad científica que incorpora el compromiso moral como un valor general de la sociedad.
- entenderla facilita el aprendizaje de las asignaturas científicas.

La producción material de la didáctica de las ciencias está reconfigurando los currículos de ciencias naturales, y desde hace unos quince años se ha generado una componente curricular de reflexión crítica alrededor de las ciencias naturales que se conoce como NOS. En ella se contempla la enseñanza de unos contenidos que estaban poco presentes en la formación docente tradicional. La NOS mas adecuada para la práctica profesional del profesorado debería satisfacer un componente reflexivo de tipo epistemológico, ambientado en la historia de la ciencia; construir una ciencia contextualizada, de modo de rescatar los logros intelectuales y materiales; y sintonizar con los contenidos disciplinares y didácticos de los profesores en formación (Adúriz-Bravo, 2005b).

El término naturaleza de la ciencia (NOS) se impone como un objetivo importante de la enseñanza de las ciencias. Durante la década de los '90, la naturaleza de la ciencia ha sido

destacada como un objetivo de la ciencia escolar y un componente de la alfabetización científica, y ello supone dedicarle atención a su enseñanza. La naturaleza de la ciencia aparece ligada a los procedimientos científicos y a la indagación científica. No obstante, continúa siendo un constructo problemático, ya que una comprensión adecuada de la NOS no garantiza que el profesorado la incorpore a la práctica docente (Acevedo Díaz, 2008).

En los trabajos de Acevedo Díaz (2009) se discute, entre otras cuestiones, la pertinencia de la enseñanza explícita y reflexiva de la naturaleza de la ciencia versus la enseñanza implícita y de inmersión en la ciencia; este autor sugiere que dichos estudios deberían ser ampliados. También sostiene que dentro del conocimiento didáctico del contenido debería incluirse el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia, y se pregunta qué debería conocer y saber hacer un profesor para impartir conocimientos actualizados de naturaleza de la ciencia.

La concepción acerca de la naturaleza de la ciencia ha variado a lo largo del tiempo y existen discrepancias entre epistemólogos y educadores sobre algunos aspectos. De todos modos, a pesar de esta falta de consensos, hay algunos puntos de acuerdo como la influencia de las teorías en la construcción de conocimiento, la visión inadecuada que ofrece el empirismo y el positivismo, el carácter tentativo del conocimiento, la importancia de la creatividad y la imaginación. También es importante el rol que se le asigna al papel de la revisión de pares, y la ciencia como actividad humana condicionada social y culturalmente (Romero Ariza y Vázquez Alonso, 2009: 1357).

La razón lógica se justifica por su peso para la educación, si la NOS es un conjunto de principios válidos en el ámbito de la ciencia, es lógico que su enseñanza no sea ajena o

incoherente con estos principios; ya que, de ser así, la educación científica quedaría reducida a una mera acumulación de contenidos y leyes sin sentido. Los principios de NOS son un meta-conocimiento sobre la ciencia que deben proveer la justificación de la educación científica de modo que las actividades escolares sean coherentes con esos principios de NOS y no contradecirlos. La NOS debería permear toda la educación científica, es decir, debería servir globalmente para dar sentido y coherencia a toda la enseñanza de las ciencias (Bennássar, y otros 2010).

1.1.1. La naturaleza de la ciencia y el conocimiento profesional docente

Existe una larga tradición en investigación tanto sobre el conocimiento, como sobre la práctica profesional del profesorado. Esta tradición se inició en el ámbito de la didáctica general (Stenhouse y Rudduck, 1985; Schön, 1983; Shulman, 1986). La contribución central del trabajo de Shulman fue la de otorgarle entidad de contenido a ese grupo de saberes que el profesorado despliega cuando enseña, y además destacar que ese conocimiento es clave para el establecimiento del docente como profesor. El autor sostiene que “*the blind spot*” (en referencia al punto ciego en la visión) es el contenido que caracteriza las acciones docentes. Cuando los maestros planifican, explican, manejan sus clases, ponen en juego una serie de conocimientos, las preguntas son: “¿De dónde salen esas explicaciones? ¿Cómo deciden los maestros qué van a enseñar? ¿Cómo se lo representan? ¿Cómo aumenta ese conocimiento?” (Shulman, 1986). Por último, otra cuestión relevante es que ese conocimiento pedagógico del contenido, en inglés *pedagogical knowledge of content* (PKC), difiere según la disciplina que se enseña. Ball y otros (2008) sintetizan estas categorías propuestas por Shulman como: conocimiento pedagógico general, con especial referencia a los principios y estrategias del manejo de la

clase; el conocimiento de los alumnos y sus características; conocimiento de los contextos educativos: rango de trabajo de los alumnos, características del contexto escolar; conocimiento de los fines educativos, propósitos, valores y sus fundamentos filosóficos e históricos; conocimiento de la disciplina; conocimiento del currículum, con énfasis en los materiales normativos: programas, planes, etc.; conocimiento didáctico del contenido, como una amalgama especial de contenidos y pedagogía que hace a su forma personal de entenderse como profesional de la enseñanza.

El conocimiento de la NOS se considera un contenido clave en la enseñanza de las ciencias, y este contenido se incluye en el PKC o CDC (conocimiento didáctico del contenido). El CDC se usa en didáctica de las ciencias para entender el modo en que los futuros maestros aprenden, interpretan y transforman los saberes adquiridos. Por otra parte, si bien ese contenido es idiosincrático y personal, su estudio puede ayudar a pensar de qué modo se pueden hacer algunas generalizaciones potencialmente útiles para la formación de profesores de ciencias (Acevedo Díaz, 2009b).

El conocimiento profesional del profesor es un conocimiento complejo, en parte implícito, en parte no verbalizado, y que es el resultado de años de escolaridad (antecedentes escolares), de la formación inicial (formación docente) y de la práctica profesional (práctica y acciones de desarrollo profesional). Estos saberes son epistemológicamente diferentes, e incluyen saberes prácticos, valores, actitudes, roles y concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje. Dicker y Terigi (1997) describen distintos ámbitos de formación profesional, entendidos como ambientes de modelización de las prácticas y del pensamiento, de instrumentalización de estrategias de acción técnico-profesionales y de desarrollo de formas de interacción socioprofesionales. Estos ámbitos son la trayectoria

escolar previa o la trayectoria escolar y socialización profesional, que se desarrolla simultáneamente con la experiencia laboral.

Las investigaciones sobre el pensamiento del profesor son una de las aproximaciones más fructíferas para el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En ellos se destaca que las creencias, constructos y teorías implícitas del profesorado son una de las variables más significativas. Las creencias de los profesores y especialmente aquellas relacionadas con los contenidos de la materia (epistemología disciplinar) y con la naturaleza del conocimiento (epistemología natural) juegan un rol muy importante en las decisiones que se toman en el aula (Porlán Ariza, 1994). El conocimiento y la práctica profesional incluyen cuatro componentes: el primero corresponde a los saberes académicos, dentro de los cuales encontramos los saberes didácticos, de la psicología y epistemológicos, son explícitos y están organizados; el segundo, los saberes basados en la experiencia, que se refieren al conjunto de ideas que desarrollan durante su práctica profesional, pertenecen al ámbito del conocimiento cotidiano, y no mantienen un alto grado de organización, fuerte carácter socializador y orientador de la conducta; el tercero, las rutinas y guiones de acción, que incluye esquemas tácitos de comportamiento; y el cuarto, las teorías implícitas, que se refieren a un “no saber”, en el sentido de que pueden explicar las creencias y acciones pero los profesores no son conscientes de ellas, o no las pueden verbalizar (Porlán Ariza y otros, 1997).

Este conocimiento es elaborado en forma personal por los profesores en la práctica de la enseñanza, constituye un cuerpo de conocimiento que distingue a la enseñanza como profesión y es una forma de razonamiento y acción didáctica por la cual los profesores

transforman un contenido dado en representaciones comprensibles para los estudiantes (Mellado, 2011).

Numerosas investigaciones dan cuenta de la importancia del conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza. En particular nos interesa el conocimiento de las ideas o concepciones de los docentes sobre qué es la ciencia y cómo se construye, y cómo esas ideas influyen en el modo en que se enseña ciencia (Lederman, y Zeidler, 1986; Porlán Ariza, 1994; Porlán Ariza y otros, 1997; Adúriz-Bravo y Espinet, 1999; Lederman, 1999; Akerson y otros, 2000; Duschl, 2000; Espinet y otros, 2001; Zelaya Blandón y Campanario, 2001; Fernández y otros, 2002; Hugo y Adúriz Bravo, 2003; Guerra Ramos, 2006, 2012; Valbuena Ussa, 2007; Acevedo Díaz, 2009a, 2009b; Porlán y otros 2010; Abd-El-Khalick, 2012). Estos trabajos focalizan en el estudio del conocimiento profesional y, particularmente, la incidencia de la NOS en el profesorado, los avances en los conocimientos en pos de mejorar las comprensiones docentes sobre la NOS.

Lederman, ya en 1986, sostenía que es importante estudiar si las concepciones de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia tienen influencia en su comportamiento en clase. Porlán Ariza y otros (1997) expresan que las ideas acerca de la ciencia son más o menos conscientes, subyacen a las conductas y modos de hacer en el aula, y destacan la importancia de conocer estas ideas para poder intervenir de una manera fundamentada en la práctica de formación inicial y permanente. Duschl (2000) sugiere que es necesario explorar la naturaleza de la ciencia y la indagación científica para que los profesores puedan aplicar nuevos modelos de enseñanza de las ciencias y mejorar la eficacia del aprendizaje. Este autor sostiene que la comprensión de los procesos asociados al desarrollo

del conocimiento científico colabora con la organización de la enseñanza y la toma de decisiones sobre qué y cómo enseñar ciencias.

Continuando con la revisión de la literatura, los estudios de Adúriz-Bravo y Espinet (1999), y Espinet y otros (2001) focalizan en la indagación de ideas acerca de la ciencia en profesores de educación inicial; estos autores sostienen que esas ideas interactúan con otras parcelas de su saber profesional, como su conocimiento científico, pedagógico, didáctico y curricular. Fernández y otros (2002), en el texto acerca de las visiones deformadas de la ciencia y la actividad científica transmitidas en la enseñanza, realizan una síntesis de lo que ellos denominan las “siete grandes deformaciones” que se han tratado en la literatura:

1. visión empiro-inductivista y atórica,
2. rígida (algorítmica, exacta, infalible),
3. aproblemática y ahistórica,
4. analítica,
5. acumulativa y de crecimiento lineal,
6. inductivista y elitista,
7. descontextualizada y socialmente neutra.

También podemos citar el estudio acerca de las concepciones de profesores de física de secundario desarrollados por Zelaya y Campanario (2001). En ese trabajo se desarrolló un cuestionario y, posteriormente, se llevaron a cabo entrevistas, de un modo semejante al que nos proponemos en esta investigación; los autores concluyen que las visiones sobre la ciencia y la enseñanza no son adecuadas y que ello puede comprometer los programas de desarrollo profesional.

Hasta el momento son muchas las investigaciones realizadas sobre las concepciones del profesorado que revelan que las concepciones en la mayoría de los docentes son coherentes con la cultura tradicional en la que han sido formados y están lejos de los pensamientos socioconstructivistas y críticos que fundamentan los modelos alternativos, de allí la resistencia a las nuevas propuestas. Los modelos de enseñanza basados en la transmisión directa de contenidos no promueven aprendizajes de calidad, pero cambiar este estado de cosas es un proceso complejo que requiere estrategias múltiples (Porlán y otros, 2010).

Apostolou y Koulaidis (2010) realizaron un estudio sobre las ideas de los profesores de secundaria sobre la ciencia. Su investigación se focalizó en las siguientes cuestiones: la metodología en ciencias, la demarcación de lo que es científico, el cambio en el conocimiento científico y el estatus del conocimiento científico, mediante entrevistas semi-estructuradas. Los datos obtenidos se enmarcaron de acuerdo con las posiciones empiro-inductivista; hipotético-deductivismo; contextualismo y realismo. Los resultados mostraron una primacía de las posiciones inductivistas, las hipotético-deductivas fueron las menos presentes y en general para la metodología científica primaron las posturas eclécticas. Una cuestión interesante que ellos plantean es que si consideramos que los profesores no tienen una visión epistemológica consistente, entonces no debería tratarse de un modo global. Es por esto que se plantean dimensiones para el cuestionario cerrado y aspectos, criterios e indicadores para las entrevistas a partir del semiestructurado.

1.2. La naturaleza de la ciencia: antecedentes de trabajos sobre maestros de primaria

Smith y Anderson (1984) realizaron análisis de casos para indagar las actividades de enseñanza, las materias y los contenidos específicos del currículum como el crecimiento de las plantas y la fotosíntesis. Hace casi 30 años sus estudios ponían de manifiesto la influencia de las ideas de los maestros sobre el aprendizaje, el contenido, la organización de la enseñanza, y la naturaleza de la ciencia. Los resultados mostraron cómo las creencias del profesorado sobre la ciencia y sobre cómo se crean las teorías científicas, coherentes con el positivismo lógico, llevaron a los maestros a diseñar actividades y modificar el curso de sus clases. Los autores concluyeron que sus asunciones sobre la ciencia son importantes, pues en este caso los llevaron a pensar equivocadamente que sus estudiantes podían derivar un concepto de la observación cuidadosa y a malinterpretar algunos puntos de las actividades sugeridas.

Porlán Ariza (1994) presenta los resultados sobre las concepciones epistemológicas de los maestros de formación inicial y en ejercicio. En ellos se describen las ideas de los maestros sobre la ciencia y la enseñanza a partir de entrevistas semiestructuradas e informes personales. Para el análisis se generan principios epistemológicos que dan cohesión a los subgrupos desde una perspectiva empirista ingenua.

Entre los trabajos más actuales desarrollados sobre maestros de primaria, podemos citar el de Guerra Ramos (2006), en el que se exploran las ideas de maestros de primaria sobre los científicos y la relevancia, retos y posibilidades de enseñar acerca de ellos y si estas ideas pueden constituir una barrera o una ventaja cuando los maestros intentan comunicar mensajes al respecto.

También se presentan trabajos que indagan las actitudes generales relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente en profesores de primaria. Mediante entrevistas, observaciones y cuestionarios se indaga a 100 maestros, en los que resulta que poseen actitudes poco favorables con la ciencia, y las autoras adjudican al escaso dominio de los contenidos científicos, a la falta de conocimiento de actividades experimentales, y a los problemas que existen con la formación de profesores de educación primaria, particularmente en el campo de las ciencias naturales (García Ruiz y Sánchez Hernández, 2007).

Otras investigaciones proponen distintas estrategias a fin de orientar el cambio de actitud de los docentes (García-Ruiz y Sánchez-Orosco, 2008). En ellas se evalúan las actitudes docentes mediante pruebas de Likert, antes y después de realizar actividades relacionadas con la alimentación. Lo que muestran es que se evidencia un cambio positivo en 18 profesores luego de aplicar varias propuesta didácticas, que incluyen juegos y distintas actividades.

Las ideas docentes sobre la ciencia se presentan como impredecibles y más sofisticadas de lo que fueron consideradas en otras oportunidades, por ello se caracterizan en función de cuatro áreas del discurso: la demarcación de la ciencia; los procedimientos científicos; las aproximaciones al conocimiento; y las características profesionales e institucionales de la ciencia. Las respuestas se ajustaron en algunos casos a estereotipos, pero en otros incorporaron situaciones del contexto y se caracterizaron por la diversidad de respuestas (Guerra- Ramos y otros, 2010).

La visión reflexiva y resumen de las publicaciones de las investigaciones sobre la NOS, su enseñanza, los factores y estrategias que favorecen la comprensión, y los obstáculos que interfieren en la enseñanza de los contenidos de la NOS en la última década muestran coincidencias para distintas regiones del mundo. Entre otras cosas, se destaca que su comprensión es un factor determinante en su enseñanza, pues nadie puede enseñar lo que no domina. En cuanto a los aspectos de la NOS, la mayoría acuerda en que se mantienen las posturas tradicionales, positivistas e idealistas, con rasgos utilitaristas en algunas disciplinas. Otra coincidencia en varias investigaciones es la consideración del conocimiento científico como tentativo, pero no se alcanza en general la comprensión de las diferencias entre hipótesis, leyes y teorías (García Carmona, y otros 2011).

Para terminar, destacamos la interesante profusión de trabajos que no solo indagan las concepciones de los docentes, sino que proponen estrategias para su modificación, como los de Romero Ariza y Vázquez Alonso (2013), que plantean el análisis de imágenes para apreciar el poder explicativo y descriptivo de la ciencia. En esta propuesta se incluyen actividades que promueven procesos metacognitivos en los que se abordan contenidos, se discuten concepciones teóricas y se analizan los cambios en las percepciones como consecuencia de las acciones desarrolladas. En el mismo sentido, el trabajo de Adúriz-Bravo y Ariza (2013) presenta varias alternativas para enseñar la NOS desde la noción de campo-cuestión-idea, mediante el uso de la historia de la ciencia como ambientación, del mecanismo cognitivo y discursivo de la analogía, y el uso reflexivo de procedimientos científicos de naturaleza cognitivo-lingüística.

1.3. La naturaleza de la ciencia en la formación de docentes de educación primaria en Santa Cruz. Análisis de documentos curriculares de la formación docente.

Para poder relevar las recomendaciones y las normativas en los documentos curriculares acerca de la NOS, los hemos analizado en teniendo en cuenta tres niveles: documentos nacionales, documentos provinciales y documentos institucionales.

En los escritos nacionales, Ley de Educación Nacional 26.206 (2006) o el Informe y Recomendaciones de la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática (MECyT, 2007), se ha llamado la atención sobre el papel clave que desempeñan los docentes en la construcción de sociedades de conocimiento y en la alfabetización científica de las futuras generaciones, a fin de “promover aprendizajes de saberes científicos fundamentales para comprender y participar reflexivamente en la sociedad contemporánea”, Ley Nacional de Educación (2006: 11).

Para que los alumnos se interesen en el aprendizaje de la ciencia es necesario que los docentes conozcan y valoren la relevancia del conocimiento científico y su influencia en la sociedad. Esto es, además de conocer las teorías científicas, que permiten entender y explicar los hechos, también es necesario que el profesorado conozca los modos en los que la ciencia construye conocimiento. Por lo tanto, las recomendaciones proponen la “actualización permanente de los contenidos y los métodos de enseñanza de manera que el tratamiento de temáticas socialmente relevantes y significativas y de validez científica resulte convocante y favorezca mejores aprendizajes” (MECyT, 2007:35). Ahora bien, parecería difícil lograr que las propuestas de enseñanza sean convocantes y favorezcan mejores aprendizajes, y que además promuevan una visión actualizada de la naturaleza de

la ciencia, si los maestros no han recibido una adecuada formación inicial y continua en esos aspectos.

Es por ello que resulta importante, a fin de complementar la información de las ideas del profesorado sobre la ciencia, que realicemos un relevamiento de los documentos curriculares que han regulado la formación inicial de los maestros de primaria en la provincia de Santa Cruz. Dado que los docentes que se encuentran actualmente frente a alumnos tienen entre 0 y 25 años de antigüedad, podemos suponer que se han formado bajo las normativas curriculares de la Ley Federal de Educación N° 24.195 (1993) y los Contenidos Básicos Comunes (1998); la Ley de Educación Nacional N° 26.206 (2006) y la Resolución 24/CFE/07- Anexo 1. Estos documentos se han usado de manera directa (CBC) o han servido de base para la elaboración de los diseños curriculares y planes de estudio de la formación docente de la provincia de Santa Cruz.

El análisis del currículum se desarrollará sobre lo que Posner (2001:11) llama el “currículum oficial, currículum escrito, lo que está documentado en cuadros de alcances y secuencias, guías curriculares, enumeración de contenidos, y cuyo propósito es dar a los profesores una herramienta para la planificación de sus clases y evaluaciones, y a los administradores una base para supervisar a los profesores”. En la provincia de Santa Cruz, la formación de maestros se desarrolla en dos niveles: universitario, en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA); y a nivel terciario en el Instituto Provincial de Educación Superior (IPES), en Río Gallegos.

Para el análisis trabajaremos sobre tres documentos nacionales, 2 documentos provinciales y 14 programas de estudio. Estos son: los Contenidos Básicos Comunes para la formación Docente (CBC), el plan de estudios del profesorado de educación primaria

(Resolución 171/10-CS-UNPA), y el diseño curricular provincial de la formación docente Inicial del Profesorado de Educación Primaria (IPES).

Los CBC para la formación docente (Resolución CFE 2537/98) fueron los primeros documentos curriculares que sirvieron de base para el diseño de planes de estudio y/o diseños curriculares. También fueron usados de manera directa, para organizar los programas y los contenidos de la formación del profesorado, entre 1993 y 2006, luego de la propuesta de la Ley Federal de Educación a partir del año 1993 y hasta el año 2006 que se promulga la Ley de Educación Nacional. Analizaremos los documentos solo desde el punto de vista de la naturaleza de la ciencia y los aspectos asociados a ella. Los criterios para el análisis son:

- la mención explícita a la NOS o expresiones asociadas, en los apartados: introducción, fundamentación, propósitos, etc.,
- la inclusión explícita de contenidos de la NOS como objeto de enseñanza en los contenidos,
- las menciones a saberes relacionados con la construcción de conocimiento científico y que pueden dar cuenta de distintos enfoques (implícito),
- las expresiones directas relacionadas con la construcción de conocimiento en ciencias de manera explícita,
- aspectos de la naturaleza de la ciencia en la que pone el énfasis.

1.3.1. La NOS en los CONTENIDOS BÁSICOS COMUNES

Los CBC de la formación docente para ciencias naturales están organizados en dos apartados, la introducción y la organización de contenidos. Dentro de la organización de

contenidos se incluyen cuatro bloques: uno relacionado con los saberes disciplinares, el segundo con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, el tercero con la práctica de la enseñanza de las ciencias naturales, y el cuarto las actitudes relacionadas con el quehacer de las ciencias naturales y su enseñanza.

La introducción que enmarca conceptualmente el documento propone “que los docentes elaboren una concepción de ciencia” pero no la califica, es decir no alude a qué tipo de concepción deberían adquirir. Dentro del apartado de conceptos básicos de las ciencias naturales se menciona “la iniciación a la comprensión de las teorías que conforman el núcleo de la estructura conceptual” y refiere al “conocimiento de la especificidad disciplinar”. En tanto a las referencias explícitas a la naturaleza de la ciencia en la formación, expresa que la enseñanza de los contenidos es importantes porque “da un marco explicativo sólido” o “les permita responder con fundamento científico las múltiples preguntas que los alumnos y alumnas plantean” o “comprender los desafíos planteados por el avance científico” y la “estructura básica conceptual del conocimiento”.

En los bloques correspondientes a física señala “análisis de leyes y principios en física para sistematizar el conocimiento” y “los principios presentes en funcionamiento de máquinas simples”. La palabra “leyes” se menciona 3 veces en el documento y se usa solo en el bloque fenómenos físicos y químicos, y la palabra teorías en 4 oportunidades.

En cuanto al lenguaje, hay algunos aspectos problemáticos, sobre todo si pensamos que esos documentos sirvieron de base durante al menos 15 años para organizar la enseñanza de las ciencias. Entre otras cuestiones, el uso polifónico de la palabra modelo, que puede transformarse en una dificultad. Citamos algunos ejemplos: “modelo sencillo de conductividad”, “interpretar modelos de estructura de la materia”, “la utilización de

modelos facilita y da sentido a la clasificación de materiales”, “los diferentes modelos cosmológicos”. En este caso, la palabra modelo se utiliza por lo menos con cuatro significados: modelo analógico, modelo como epítome (Adúriz Bravo, 2005a), como representación de la realidad, como teoría que permite dar sentido, modelos como material didáctico sobre un determinado objeto, por ejemplo un dibujo de un mapa o de una célula (Chamizo, 2010). Otro caso, es el uso de la palabra “noción” sin un significado claro, por ejemplo “noción de velocidad”, “noción de metabolismo, sistema inmunitario y genética”; en este último caso se alude a tres niveles conceptuales diferentes. Las de metabolismo y velocidad podría ser consideradas nociones, si se las entiende como conceptos; pero el caso de sistema inmunitario es mucho más que una noción, ya que involucra procesos y sus relaciones; en el caso de la genética se hace alusión a una disciplina científica. Estas cuestiones resultan importantes pues de algún modo refieren a las teorías, es decir dan cuenta de un compromiso teórico que no queda claramente delimitado por el uso de los términos. Como expresa Sutton (1997), enseñar y aprender ciencias, es básicamente un proceso de comunicación, y en este aspecto las dificultades provocadas por la polifonía o la asignación de términos que refieren a generalidades en sentido amplio, no potencian la identificación y diferenciación de las entidades, y su ordenación jerárquica y conceptual; por lo tanto, resulta difícil que los formadores de docentes que dispusieron de estos materiales pudieran interpretar la organización epistemológica del conocimiento de forma coherente, a partir de cómo se organiza el conocimiento en el currículum (Posner, 2001).

Se encuentran en varios apartados de los bloques de los CBC para la formación docente (MECyT, 1998) referencias explícitas a la naturaleza de los conocimientos en ciencias, como que “se analice y establezca el vínculo de los conocimientos científicos con la vida

diaria, de modo que estos no sean vistos como un simple saber de laboratorio” o “lo que implica analizar las relaciones entre ciencia tecnología y sociedad”.

En varias oportunidades menciona el impacto social de la ciencia sobre las actividades humanas, por ejemplo cuando se expresa que los docentes deben aprender ciencias pues su conocimiento les permite que “analicen las actividades humanas y su importancia para el conocimiento y para la propia posición en el universo” (apartado la Tierra y el Universo).

En los apartados de la elaboración de conocimiento en el campo de las ciencias naturales y los procedimientos relacionados con la investigación del mundo natural (dentro del Bloque I) son en los que hace mención a mayor cantidad de saberes relacionados con la NOS; se reitera la expresión “elaboración de una concepción de ciencias naturales por parte de los docentes”, pero sin especificar a cual concepción refiere. Este apartado además plantea la necesidad de “reflexionar sobre las estrategias de investigación, los procedimientos y los métodos de trabajo que emplean los científicos en particular, sobre todo el lugar que ocupan las preguntas y los problemas, las hipótesis, la observación, la experimentación, la monetización y la comunicación”. Se propone además “contextualizar los conceptos, abordando la génesis de los mismos y analizando los obstáculos a los que se enfrentaron los científicos y cómo se llega a articular los conocimientos en cuerpos teóricos coherentes”, y por último “reflexionar acerca del carácter social del desarrollo de las ciencias naturales, lo que supone contextualizar el lugar del pensamiento divergente y convergente, de la comunicación y de los cambios paradigmáticos producidos por las comunidades de científicos en el desarrollo del conocimiento científico”.

En el apartado que refiere a los contenidos procedimentales y la investigación del mundo natural (Bloque 1), se plantea “el desarrollo de estrategias de investigación y los

procedimientos en ciencias”, “la interpretación de la realidad natural [...] para orientar eficazmente procesos de indagación en sus futuros alumnos”, [...] “capacidades culturales básicas que pueden enriquecer la participación y el desempeño de las personas en la vida cotidiana”.

Los aspectos de la NOS que más específicamente se mencionan son los que refieren a la relación ciencia y sociedad, metodológicos y experimentales, la contextualización histórica de las teorías, y la integración de saberes en la producción de saberes científico.

Aunque podemos reconocer la intención de instalar en el currículum cuestiones relacionadas con la ciencia y su forma de producción, consideramos que persiste un enfoque enciclopedista, bastante dogmático, que prioriza los contenidos “básicos”. Es decir, que presenta la enseñanza de teorías como un modo de adquirir conocimientos como reflejo de la realidad, por ejemplo cuando usa expresiones del tipo “los principios presentes en funcionamiento de máquinas simples”. En este mismo sentido, la organización de los contenidos también aporta a esta intención, ya que se enuncian al comienzo todos los contenidos “básicos” y luego se agregan contenidos relacionados con las formas de hacer en ciencias y los impactos de la ciencia en la sociedad, es decir, se tiende a incrementar la cantidad de contenidos pero no se los integra. También consideramos que prioriza y menciona en reiteradas oportunidades el trabajo experimental y la observación así como la elaboración de hipótesis y actividades de exploración, lo que consideramos que resalta la importancia solo del componente observacional y experimental y desestima el rol de las teorías.

1.3.2. La NOS en el plan de estudios de la formación universitaria (UNPA)

El segundo documento curricular oficial evaluado es el Plan de Estudios del Profesorado para la Educación Primaria, de la Universidad Nacional Patagonia Austral, vigente desde el año 2010 (CS-UNPA,2010). Esta casa de estudios forma maestros en 3 localidades de la provincia: Río Turbio, San Julián y Caleta Olivia.

El plan de estudios presenta dos espacios curriculares en los que hace referencia a las ciencias naturales: Contenidos Escolares de las Ciencias Naturales y Didáctica de las Ciencias Naturales. En el ítem 15 dentro del apartado Contenidos Mínimos se enuncian contenidos con en el único sentido de “enseñar las teorías”. Dentro de los contenidos mínimos para la asignatura se presenta el siguiente propósito: “este espacio se propone desarrollar los principales fundamentos que sostienen a las ciencias naturales escolarizadas”. Para ello se abordan conceptos propios de las disciplinas naturales que le dan estructura a la ciencia. Luego se realiza un listado de contenidos, del planeta Tierra y el Universo, clasificación biológica, evolución biológica, relaciones entre poblaciones, estructura de la materia y magnitudes. No se hace ninguna referencia a la ciencia, su forma de producción, los cambios en las teorías, ni ninguna expresión que dé cuenta de la importancia de aprender sobre la ciencia y no solo sus productos finales. Este tipo de currículos refleja lo que sostienen Vázquez Alonso y otros (2005) cuando dicen que la ciencia escolar suele transmitir una imagen de ciencia académica del pasado.

En la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales, el propósito remite a los contenidos de ciencias y a la elaboración y análisis de diseños de intervención pedagógica con fines de enseñanza, y se hace alusión por primera vez a cuestiones relacionadas con la NOS

“incorporando en la medida de lo posible³” el análisis histórico-epistemológico de los mismos. En este caso, la apreciación “en la medida de lo posible” trasluce el mismo sentido que en los CBC, si el tiempo resulta suficiente primero se deben abordar los “contenidos mínimos” y, solo si queda tiempo, daremos tratamiento al análisis histórico epistemológico, que, si estuviera integrado con el desarrollo de los otros contenidos, no sumaría contenidos, sino que, por el contrario, facilitaría su comprensión. En los contenidos mínimos de este espacio, dentro del ítem a) saberes disciplinarios específicos del área, se incluyen: “la ciencia: revisión histórica del concepto, clasificación, ciencia escolar y ciencia académica ciencia fáctica y formal, modelos en la enseñanza de la ciencia y corrientes teóricas”. En este último caso no queda claro si se refiere a modelos de ciencia en biología o modelos didácticos. Luego se detallan sintéticamente contenidos de didáctica de las ciencias, y finalmente expresa “fundamentos epistemológicos de los contenidos básicos: el suelo, estados del agua, electricidad y magnetismo”. En este último caso no se argumenta el por qué del recorte sino sólo el fundamento epistemológico de dichos contenidos y no de otros contenidos del área. Luego, bajo el ítem b) saberes pedagógicos didácticos, se enuncian aspectos relacionados con la organización de la clase, la planificación, innovación, pero no se menciona la NOS.

1.3.3. La NOS en el plan de estudios de nivel terciario

Por último se analizó el Diseño Curricular Provincial de la formación docente (CPE, 2009). En dicho documento se desarrollan diferentes apartados: el marco general; el marco de referencia; y la organización general del plan de estudios, en la que se distinguen los contenidos del campo de la formación general, los de la formación específica y los de la

³Las comillas son del original.

práctica profesional. Los contenidos del área Ciencias Naturales se encuentra descriptos dentro del campo de la formación específica y comprenden 4 espacios curriculares: Ciencias Naturales I y II, y Didáctica de las Ciencias Naturales 1 y 2, y un Ateneo en el último año. Todas las asignaturas presentan una fundamentación, propósitos y contenidos. Dentro de la fundamentación de los 4 espacios curriculares se hace referencia a la necesidad de incluir aspectos históricos del contexto de producción del conocimiento, la reflexión sobre aspectos epistemológicos que den cuenta del tipo de conocimiento producido y los métodos y criterios para su producción y validación. Plantea la importancia de incluir la historia y epistemología de la ciencia para humanizar temas científicos, haciéndolos menos abstractos y más interesantes. En cuanto al objetivo, el documento sostiene que la ciencia debe enseñarse para “hallar regularidades, hacer generalizaciones e interpretar cómo funciona la naturaleza”.

También expresa que el conocimiento científico no está acabado, que se encuentra en desarrollo (CPE, 2009:84), y que es necesario incluir el tratamiento epistemológico en los contenidos, para mostrar la ciencia como actividad humana influenciada por el contexto social, político, cultural y económico y la evolución de las ideas y conceptos científicos.

En los propósitos sostienen que hay que “enriquecer las concepciones de ciencia que subyacen las matrices formativas” y reconocer el carácter provisorio e histórico del conocimiento científico. Dentro de los contenidos se diferencian explícitamente dos ejes, un eje epistemológico en el que se incluyen, entre otros, “las concepciones de ciencias”, las metaciencias y las ciencias naturales, y “la provisoriedad del conocimiento científico”; y un eje disciplinar en el que se incluyen todos los contenidos de la disciplina sin hacer ninguna referencia a su relación con la construcción de esos conocimientos o su evolución histórica.

En la fundamentación de las didácticas de las ciencias naturales se incluye “la comprensión de las ciencias como constructo social” (CPE, 2009:107), “la importancia de la historia y filosofía de la ciencia para el reconocimiento de las ciencias naturales como constructo social” (CPE, 2009: 106). En la descripción de los contenidos de ambas didácticas, se explicitan saberes relacionados con la planificación, contenidos, estrategias de enseñanza y evaluación, y las concepciones de ciencia y su incidencia en las prácticas. Si bien se sugiere en reiteradas oportunidades la inclusión de la epistemología, no se explicita su aporte en la enseñanza. Por ejemplo, entre otras expresiones hallamos: “La inclusión de la epistemología de la ciencia pues evitaría la consolidación de una enseñanza dogmática de la ciencia” (CPE,2009: 106); “influencia de la epistemología de la ciencia a los largo de la historia de la educación” (CPE, 2009: 108), pero no se evidencia la asignación del carácter instrumental, si bien se le da visibilidad y se lo menciona en numerosas oportunidades, no se la presenta como un modo de conocer otros aspectos de la ciencia ni incluir los valores y creencias, inherentes al conocimiento científico y su desarrollo (Lederman, 1992).

Consideramos que se otorga un énfasis excesivo en la experimentación, las investigaciones científicas escolares y el uso de materiales de laboratorio, “procedimientos experimentales, diseño y montaje de experimentos” (CPE, 2009:108). Solo se menciona la teoría en la producción de conocimiento didáctico, y consideramos que se excluye la descripción de teorías como bien establecidas, y sistemas de explicaciones sustentadas teóricamente; se excluye el rol de la creatividad, la imaginación y se enfatiza en el rol de la evidencia empírica.

Para sintetizar, podemos decir que, del análisis de los tres documentos, surge la siguiente situación: la exclusión casi completa de la NOS en el Plan de Estudios del PEP-UNPA; en

los CBC se incluyen algunos aspectos pero se desatienden otros, al igual que en el caso del DCP para la formación docente. Cuando algunos autores justifican la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, le reconocen tres finalidades fundamentales: una finalidad intrínseca que sirve para analizar críticamente las ciencias; una finalidad cultural, pues en varias oportunidades se hace referencia a los impactos de la ciencia y el trabajo con otras disciplinas; y la función instrumental, pues permite vincular el conocimiento científico escolar con el conocimiento cotidiano (Adúriz-Bravo y Ariza, 2013). En los documentos analizados se evidencia una intención explícita que promueve la inclusión de contenidos de la NOS, se sostiene la finalidad cultural, en algunos momentos la finalidad intrínseca, pero consideramos que ninguno atiende a la función instrumental. Además entendemos que algunas expresiones y modos de referirse a la NOS no son totalmente claros, y si bien se explicita que es necesaria la integración de saberes de la NOS, no se sugieren explícitamente modos de trabajo en que estos saberes puedan integrarse con los contenidos disciplinares de modo de favorecer su comprensión y la construcción de una NOS mas actualizada.

1.3.4. La NOS en los programas de estudio de la formación docente

Se evaluaron catorce programas de estudio correspondientes a las asignaturas Ciencias Naturales y Didáctica de las Ciencias Naturales, de las dos instituciones formadoras de maestros, diez correspondientes al IPES y cuatro a la UNPA. De los del IPES, seis corresponden al periodo entre la Ley Federal de Educación y la Ley Nacional de Educación y tres son posteriores al diseño curricular provincial para la formación docente (DCPFD). Los programas son numerados del 1 al 14 de acuerdo al año/años de vigencia. En el caso de la docencia universitaria, uno es previo a la reforma del plan y tres posteriores.

Los programas entre el 2002 y el 2005, para el espacio de ciencias naturales, priorizan los contenidos disciplinares del área, ya que consideran que “un obstáculo a la hora de enseñar es la falta de dominio adecuado de los contenidos disciplinares”. En la fundamentación y propósitos se incluyen debates teóricos y plantear una “visión de ciencia como una forma de interrogarse acerca de la realidad” y “reflexionar sobre los avances en ciencias”, pero luego, en la enunciación de contenidos, se enumeran los contenidos disciplinares. Se menciona la NOS en el discurso (fundamentación, propósitos), pero luego no se la incluye como parte de los contenidos. Un único programa disciplinar hace alusión a los “problemas y principio en física”, y “evolución de las teorías de evolución” como explicaciones que permiten comprender los cambios en los “conocimiento de la realidad natural”. En este caso, el problema es que, si bien menciona el cambio, exhibe una posición más cercana al realismo científico. Hay un caso particular de un programa del 2010-2011 que está mucho más próximo en ideas, contenidos y enunciación de propósitos a las posturas de los CBC que a los diseños actuales. Transcribe tres de los propósitos del diseño curricular provincial para la formación docente (DCP-FD), pero enuncia los contenidos de modo muy similar al de los CBC.

En los programas de la asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica, se observan cuestiones diversas; En algunos se explicita la inclusión de la naturaleza de la ciencia, en varios se incluye en el ítem contenidos, aspectos de la ciencia y su forma de producción, pero luego no aparece en los criterios o indicadores de evaluación. En otros no se explicita en los propósitos ni en la fundamentación, las visiones de ciencia y su influencia en la enseñanza, pero se incluyen, en los contenidos y la bibliografía. Un tercer grupo de programas solo atiende a las problemáticas de la enseñanza, y se excluyen menciones a la

evolución del conocimiento científico y sus cambios. Particularmente, en el programa N°7, se incorpora la discusión de los conocimientos científicos y sus formas de producción; en los contenidos, se hace alusión a la “ciencia de ideas y no de hechos” y se incluye en la bibliografía, pero se excluye de los criterios de evaluación de estrategias de enseñanza. En el caso particular de los ateneos y talleres, el enfoque es empirista; se propone el trabajo con situaciones modélicas y trabajo de laboratorio, para que la “vivencia produzca conocimientos y que puedan reconocer que un abordaje didáctico sin este enfoque impide la concepción dinámica del conocimiento científico”, con una contradicción clara entre los propósitos (extraídos del diseño curricular) y las propuestas de enseñanza, que sugieren que si los alumnos están involucrados en las actividades científicas van a comprender la naturaleza de la ciencia implícitamente (Lederman, 2006). En el programa N°10 se incluye, del mismo modo que se expresa en el DCPEP (CPE, 2009), el eje epistemológico, y luego enuncia los contenidos disciplinares, sin hacer ninguna mención a la evolución del conocimiento científico, sus modelos, y la creación e imaginación en la construcción de teorías.

Para terminar la evaluación de los programas de la UNPA, se presenta en el caso de las disciplinas una mirada conceptual de las ciencias naturales, “saberes disciplinares específicos del área” con extensos listados de contenidos de biología, física y química y se lo integra desde el discurso, con la psicología y la enseñanza, “a partir del abordaje histórico-epistemológico de los procesos de enseñanza de las ciencias naturales”. No se incluye ninguna referencia a la NOS. También muestra una mirada secundarizada con unidades de 1 a 9, una de las cuales se denomina taller de ciencias, pero en la que se incluyen más contenidos conceptuales. Hay un solo caso, en el apartado “propuesta de

trabajo”, en la que menciona la realización de un “trabajo de investigación y su posterior exposición oral correspondiente acerca de historia y concepción actual de la teoría celular”. En el programa del año 2012, se mencionan contenidos de la NOS, pero no se los incluye en la enunciación de contenidos mínimos. Para el caso particular del apartado planeta Tierra y el Universo, se propone el estudio de las teorías que explican el origen del universo. En los programas de didáctica de las ciencias naturales se incluyen conocimientos de la NOS, se sugiere la incorporación de las concepciones de ciencia, se registran expresiones como “modelos y marcos teóricos desde los que los científicos interpretan la realidad”, y se menciona las concepciones acerca de la ciencia. En uno de los programas se enfatiza particularmente en “el método científico, observación de fenómenos cotidianos”, diseños experimentales, recogida de datos, etc., aunque también propone análisis de experimentos históricos. En los saberes disciplinares se establecen relaciones con la enseñanza y las características del sujeto que aprende, pero no con la NOS.

Como se pone de manifiesto, se presenta una gran diversidad de propuestas, pero ninguna se ajustaría a los requerimientos necesarios para que los futuros maestros reciban orientaciones de manera explícita de la NOS, y formas posibles de abordarlos en el aula. En dos casos los programas de estudio superan la propuesta de los marcos curriculares, aunque resultan incompletos. En la mayoría se observa un conglomerado de ideas y propuestas, inconexas y contradictorias, que ponen de manifiesto la inadecuada comprensión de la NOS en la formación inicial. De este modo, los programas de estudio de la formación docente muestran posibles deformaciones que la enseñanza de la ciencia podría estar transmitiendo por acción u omisión (Fernández y otros, 2002).

1.4. Los cuestionarios: Antecedentes de su uso como instrumentos para relevar las ideas acerca de la ciencia. Algunos aspectos controversiales

La revisión de la literatura ofrece diferentes modos de evaluar las percepciones docentes. Algunos autores proponen el uso de cuestionarios cerrados, entrevistas abiertas, entrevistas semiestructuradas o la combinación de diferentes instrumentos (Aikenhead y Ryan, 1992; Praia y Cachapuz, 1994; Adúriz-Bravo y Espinet, 1999; Manassero y otros, 2004; Vázquez Alonso y otros, 2005; García Horta y Guerra Ramos, 2009; Bennássar y otros, 2010; Guerra Ramos, 2012), y en otros casos solo el uso de cuestionarios abiertos y entrevistas (Ariza y otros, 2009; Lederman y otros, 2002). De este modo en la bibliografía se plantean alternativas diferentes para el tratamiento de los datos y distintos modos de valorar los resultados.

Sintéticamente podemos expresar que durante los últimos 40 años se han desarrollado más de 20 cuestionarios estandarizados para evaluar la visión de la NOS; algunos son el *Test of Understanding Science* (Cooley y Klopfer, 1961), *Nature of Science Test* (Billeh y Hasan, 1975); *Conception of Scientific Theories Test* (Cothamand Smith, 1981); WISP (Welch, 1969); estos y otros están descriptos en Hodson (1993: 43).

Porlán Ariza (1994) describe que, ya en 1970, se elaboraron instrumentos como listas de declaraciones para medir la posición epistemológica de los profesores respecto a determinadas posturas filosóficas; sin embargo se les criticó la falta de consistencia de las afirmaciones, pues resultaban poco relevantes para encuadrar categorías propias de los profesores, también se critica la exclusividad mutua de dichas categorías. Otros autores proponen una perspectiva más interpretativa, mediante seguimiento de estudiantes de

magisterio a través de entrevistas semiestructuradas y de observaciones. Por ejemplo, para analizar las creencias de una muestra reducida de alumnos en la formación, se siguió una metodología cualitativa, utilizando como instrumento la entrevista y el informe personal.

Los instrumentos utilizados en estas indagaciones proponen variedad de alternativas: una pregunta y varias opciones de respuestas; una pregunta y solo una opción entre varias; una afirmación y el establecimiento de acuerdo o desacuerdo; una opción de pregunta, varias opciones de respuesta y asignación de puntaje en relación con el acuerdo (Bennássar y otros, 2010). En otros casos solicitan expresar el acuerdo o desacuerdo con opciones de tipo Likert.

En los últimos tiempos los cuestionarios cerrados han recibido críticas (Hodson, 1993; Lederman, 2002; Ariza y otros, 2009; Manassero, 2004) cuestionando su validez, la que podemos definir como la capacidad que tiene para evaluar lo que se propone medir. Según Lederman, (2002) dichos instrumentos están elaborados como preguntas con respuesta que llevan a opciones forzadas, reflejan las ideas del investigador o del que diseña el cuestionario, y no las de los encuestados. En el caso de ítems o preguntas, cuestionan que éstos no serán entendidos necesariamente de manera similar que quienes elaboraron el cuestionario. Sostienen que las ambigüedades amenazan la validez del instrumento y son el resultado de asumir que quienes responden comprenden las afirmaciones del mismo modo que los investigadores, y que acuerdan o desacuerdan con las proposiciones por las mismas razones que sus autores. En segundo lugar, señalan que los instrumentos estandarizados usualmente reflejan los sesgos en la NOS de los diseñadores. En el caso de ser de la categoría de elección forzada, el instrumento terminaría por imponer la visión del investigador en los encuestados, sobre todo si las respuestas a los ítems fueron elaboradas

teniendo en mente ciertas posturas filosóficas. De ese modo, para Lederman y otros (2002) los puntos de vista que terminan adscribiendo los encuestados son más un artefacto del instrumento que una representación de las ideas de la ciencia de los encuestados. Por otro lado Hodson (1993) cuestiona particularmente la asignación de las calificaciones a los entrevistados mediante rótulos del tipo: inductivista, verificacionista o hipotético-deductivista, además de coincidir con Lederman en las objeciones de interpretación de los ítems, ya que “el lenguaje es usado a menudo de manera diferente por los estudiantes que por los investigadores” (Hodson 1993: 43).

Como un modo de superar esta dificultad, algunos autores diseñaron un cuestionario abierto y, a partir de las contestaciones recibidas, elaboraron un cuestionario con opciones múltiples que reproducía las respuestas de los encuestados. Este instrumento fue considerado con mayor validez, pero de todos modos recibió críticas porque fue usado fuera de Canadá (donde fue diseñado), y en ese caso la situación podría considerarse cognitivamente diferente; además sigue teniendo la dificultad que la elección de respuestas limita el espacio para la visión de ciencia. Algunos docentes que participaron en diferentes investigaciones expresaron que la selección no expresa la idea que poseen sobre la ciencia de manera completa (Abd-El-Kalick y Boujaoude, 1997).

La tercera crítica refiere a que dicho instrumento se limita generalmente a etiquetar la visión de los participantes, como adecuada o inadecuada, principalmente mediante la asignación de valores numéricos acumulados en lugar de elucidar y clarificar dicha visión. Los desarrolladores de instrumentos no aclaran cuáles de los valores numéricos asignados por el instrumento constituyen una visión adecuada de la NOS (Lederman, y Zeidler, 1986). Por último, Manassero y otros (2004:301) sostienen que “los instrumentos normalizados

limitan mucho la posibilidad de extraer conclusiones significativas y evaluar los cambios actitudinales”

De este modo, se sostiene que el uso de instrumentos estandarizados limita la posibilidad de establecer conclusiones significativas con respecto a la NOS y el punto de vista real de los entrevistados, y reduce la posibilidades de que muchos aumenten su comprensión de la NOS a partir de intervenciones instruccionales diferentes (Abd-El- Khalick y Lederman, 2000). Estos y otros resultados corroboran el argumento anterior de algunas deficiencias relacionadas con el uso de cuestionarios estandarizados e instrumentos de lápiz y papel como el único medio para evaluar la visión acerca de la NOS.

Entre los beneficios que se le atribuyen al cuestionario estandarizado con opciones de respuestas o escalas tipo Likert, es que estos instrumentos son adecuados para la evaluación a gran escala y la generación de medidas agregadas de la adecuación de puntos de vista de la NOS de los estudiantes y docentes.

En pos de solucionar los problemas anteriormente citados, y poder clarificar y describir en profundidad, las ideas sobre la ciencia han surgido otras alternativas, como los cuestionarios de respuestas abiertas y las entrevistas (Driver, 1996; Lederman, y otros 2002; Abd-El-Khalick, 2005), desarrollados como alternativa a los ítems de respuesta cerrada.

El denominado VNOS (*View of Nature of Science Questionnaire*) fue diseñado y utilizado en numerosos estudios para evaluar en particular las siguientes características: la visión de la ciencia tentativa, empírica, inferencial, creativa y cargada de teoría y la relación entre teoría y ley (Abd-El Khalick y Lederman, 2000; Akerson y otros, 2000; Lederman y otros,

2002; Ariza y otros, 2009). Consiste en un cuestionario de siete ítems de respuesta abierta, el que se complementa con entrevistas individuales para elucidar y clarificar algunas respuestas con respecto a la NOS y evitar interpretaciones incorrectas. Fue utilizado para evaluar las ideas sobre la ciencia en futuros profesores de educación secundaria y maestros.

Inicialmente, fue diseñado para generar un contexto de discusión acerca de la naturaleza de la ciencia; se administraba el cuestionario y luego se discutían las respuestas. La administración era seguida con más profundidad en entrevistas individuales con todos los profesores participantes, en la que se solicita la expansión de sus respuestas. Éste instrumento sufrió algunas modificaciones, para ajustarlo y estas modificaciones mejoraron su validez y se halló mayor congruencia con las respuestas expresadas por los participantes en las entrevistas. De todos modos el cuestionario es muy sensible a patrones recurrentes e idiosincrasias.

Con todo, estos instrumentos tampoco aseguran su validez. Los mismos autores refieren a que una dificultad hallada en los cuestionarios semi-estructurados es que la interpretación de las respuestas dadas por los científicos no coincidían , en muchos casos, con el sentido otorgado por los estudiantes, lo que llevaba a conclusiones erróneas. Estas interpretaciones de las entrevistas realizadas por el investigador solo podían ser aclaradas en una segunda serie de entrevistas, donde se confrontaban las interpretaciones del investigador de las con sus autores. Este resultado provee un fuerte soporte de la importancia de ampliar la información con entrevistas cuando se usan cuestionarios de lápiz y papel de respuesta abierta, para poder comprender las respuestas utilizando entrevistas de seguimiento cuando se usan evaluaciones cerradas.

La tercera opción es la entrevista o la aplicación de cuestionarios totalmente abiertos. Estas metodologías se enfrentan igualmente a tres dificultades: la interpretación por parte del entrevistado, el análisis que realiza el investigador de las respuestas, y la implicación. En el primer caso, al igual que en los cuestionarios cerrados o en los semi-estructurados, los entrevistados podrían interpretar las preguntas de un modo totalmente diferente al que les dio el investigador. Esto ocurre por la polifonía que poseen diferentes términos y el uso que se le otorga en las diferentes disciplinas y el lenguaje cotidiano y podría solucionarse con aclaración durante la entrevista o en la confrontación de respuestas con el autor luego de finalizada. La segunda dificultad está relacionada con la anterior, pero es aún más compleja de elucidar, y tiene que ver con el análisis de las respuestas. Los encuestados utilizan en sus respuestas vocabulario académico y vocabulario cotidiano y en muchos casos usan como sinónimos términos que desde el punto de vista de la NOS no lo son. Por ejemplo teorías, leyes, hipótesis, o comprobación, corroboración, validación son usadas indistintamente, sobre todo en las entrevistas orales. En esos casos, el entrevistador se ve obligado a interrumpir la entrevista para pedir aclaración, lo que perturbaría su desarrollo, pero de otro modo, llevaría a la interpretación inadecuada de las preguntas propuestas por los investigadores a los entrevistados, o que las respuestas sean explicadas desde el punto de vista o enfoque de ciencia del investigador y no del encuestado. Por otro lado, durante el análisis “el entrevistador se enfrenta a una sobrecarga de datos ricos e intrincados, donde se ve seriamente puesta a prueba su habilidad para procesar la información de manera significativa. Esto es, en parte, porque el mundo real es multifacético y de múltiples capas pero, sobre todo, debido al número de teorías, perspectivas y enfoques de la investigación y la variedad de estilos, técnicas y tradiciones” (García-Horta y Guerra Ramos, 2009: 151).

El tercer problema que atraviesa la investigación cuando se trabaja con fenómenos sociales, y más aún con percepciones, es la implicación. En ella, el sujeto que es observador e investigador no puede separarse totalmente del sujeto él que observa e investiga. Para describir esta situación se define la implicación que da cuenta de “estar envuelto y comprometido en una situación” (Barbier, 1977). De este modo, no existiría la posibilidad de no estar implicado, ya que la mirada de los fenómenos está condicionada por la propia perspectiva. Entre otras cuestiones, la actividad profesional actúa como filtro que permite registrar unas cosas y no otras. Sin embargo esto, lejos de ser un problema, puede tomarse como herramienta, que reside en la posibilidad de conocer los límites, y de estar alerta a los filtros que impone la historia individual. Existen diferentes clasificaciones de la implicación, Barbier (1977) distingue la implicación psicológica y la institucional. Ambas se ponen en juego y no puede haber en este dominio neutralidad, ni objetividad, sino siempre una relación intersubjetiva con el objeto de conocimiento. El problema es encontrar los medios de restablecer un distanciamiento. Hoy sabemos que no podemos eliminar la subjetividad y que hay un triángulo: observatorio, objeto a observar y observador. Analizar estas situaciones permite encontrar los medios para construir una distancia, impedir la sobre-implicación y entender la implicación como una forma de conocimiento (Ardoino, 2005).

CAPÍTULO 2

2. MARCO METODOLÓGICO. EN BUSCA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Como hemos expresado los conocimientos acerca de la naturaleza de la ciencia no se manifiestan de manera explícita por lo general, y en muchos casos los maestros no verbalizan sus concepciones. No obstante es posible suponer que a partir de sus acciones los docentes ponen en evidencia sus ideas sobre la ciencia y la investigación científica. Por ejemplo, cuando desarrollan sus prácticas profesionales, en la toma de decisiones acerca de qué y cómo enseñar, en el diseño de experiencias de enseñanza, cuando se enfatizan los pasos del método científico durante el trabajo de laboratorio, cuando se promueven discusiones en clase, el uso del lenguaje, el trabajo con biografías, y en general cuando diseñan las experiencias de enseñanza, podemos reconocer un mensaje implícito de la NOS (Hodson, 1993). Es por ello que a partir de distintas acciones nos proponemos “hacer visibles” algunas ideas para luego instrumentar modelos de formación que confronten esas percepciones y promuevan cambios en sus prácticas con el fin de orientar la construcción de una concepción más adecuada sobre la naturaleza de la ciencia y mejorar la comprensión de la ciencia en los maestros en formación y en los estudiantes del profesorado.

En términos generales, este estudio combina el enfoque cualitativo con el cuantitativo y, de acuerdo con el alcance, podríamos caracterizarlo como un estudio descriptivo, pues busca especificar los perfiles y las características del pensamiento de los profesores sobre la ciencia. Los estudios descriptivos se proponen especificar las características y los perfiles de personas o comunidades (Sampieri y otros, 2008). En este caso, focalizaremos el estudio en los profesores de educación primaria de la provincia de Santa Cruz, que se

encuentran en ejercicio efectivo de sus cargos. En esta investigación, nos proponemos la caracterización de los rasgos que enmarcan las ideas de los docentes acerca de la ciencia a partir de encuestas cerradas, que caracterizan dos visiones: tradicional y avanzada. También se aplican entrevistas semi-estructuradas a una muestra reducida de 14 maestros.

2.1. Descripción de la población de estudio

La provincia de Santa Cruz posee una población aproximada de 261.485 habitantes (INDEC, 2012), distribuidos en 25 localidades, parajes o comisiones de fomento.



Figura 1: Mapa de la provincia de Santa Cruz con la ubicación de las localidades.
Fuente: Mapa Educativo Consejo Provincial de educación

La cantidad de establecimientos educativos de educación primaria pública es de 93; algunos de los cuales son de modalidad rural y presentan la enseñanza en plurigrados con uno o dos maestros a cargo de la institución escolar. En este caso sólo se seleccionaron las escuelas de educación primaria y pública que presentaran al menos una división de cada año.

La población de estudio la constituyen docentes de educación primaria que se encuentran frente a alumnos durante el desarrollo de la investigación. De las 93 escuelas de la provincia se seleccionaron para administrar la encuesta 36 establecimientos en 15 de las 25 localidades (Tabla 1). Algunas se escogieron en función de la aceptación o el requerimiento de los supervisores y directivos.

Departamento	Localidad	Habitantes ¹	Número de establecimiento educativos estatales de educación primaria ²	Número de docentes por localidad ²	Escuelas seleccionadas por localidad
Corpen Aike 11.093	Comandante Luis Piedra Buena	5834	2	36	EEP N° 6 y 86
	Puerto Santa Cruz	4746	1	22	EEP N° 2
Puerto Deseado 107.630	Caleta Olivia	53.314	15	323	EEP N° 13-14-29-36-65
	Cañadón Seco	1083	1	7	EEP N° 23
	Koluel Kaike	215	1	4	0
	Pico Truncado	22.103	6	129	EEP N° 8
	Puerto Deseado	15.100	4	72	EEP N° 5-56- 87
	Jaramillo- Fitz Roy	575	2	4/4	EEP N° 7
	Las Heras	13.722	5	128	EEP N° 84
Tellier	83	1*	2	0	
Güer Aike 92.872	Río Gallegos	96.556	23	532	EEP N° 1-10-11- 19-38-41-46- 55-58-61-62-70- 71-78
	Río Turbio	8.113	3	41	EEP N° 68
	28 de Noviembre	4717	2	36	EEP N° 67
	Rospentec- Julia Dufour	933	1+ 1*	7	0
Lago Argentino 18.864	El Calafate	16.121	4	87	EEP N° 80
	El Chaltén- Tres Lagos	1401	1+1*	8/4	EEP N° 69
Lago Buenos Aires 8.750	Perito Moreno	545	2	38	0
	Los Antiguos	2878	1	29	0
Magallanes 9.202	San Julián	8649	2	49	EEP N° 4 y 75
Río Chico 5.158	Gob. Gregores	4441	1	35	EEP N° 18
	Bajo Caracoles- Hipólito Yrigoyen	356	1*1*	2+2	0
TOTAL	25	261.485	77 ³	1601	33

Tabla 1: distribución de población, escuelas, y docentes en la provincia de Santa Cruz.

¹Los datos de habitantes por localidad han sido proyectados para el año 2010 a partir de los datos del año 2001 y la tasa de incremento por departamento informada por el INDEC para el censo 2010.

²Fuente Centro de Estadística- Educativa Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Santa Cruz. Año 2012.

³Se excluyen las escuelas de modalidad rural plurigrado(*)

2.2. Descripción de la encuesta/cuestionario cerrado

Las ideas acerca de la ciencia constituyen percepciones que se desarrollan a partir de imágenes culturalmente compartidas acerca de la ciencia y sus experiencias educativas (Guerra Ramos, 2006). Estas ideas resultan complejas de describir, en muchos casos están poco verbalizadas y, en general, no coinciden con los puntos de vista actuales acerca de qué es la ciencia y cómo se construye.

En experiencias de trabajo de acciones de desarrollo profesional dirigidas a docentes y directivos de educación primaria, comenzamos con preguntas abiertas destinadas a conocer qué piensan acerca de la ciencia y cómo se construye y hemos obtenido respuestas breves, o simplemente no han respondido a muchos de los interrogantes. A pesar de las desventajas expresadas en el apartado anterior, la encuesta nos resulta un instrumento útil para introducir el tema, relevar algunas ideas y usar como base para la elaboración de la entrevista. En este sentido, Karavas-Doukas (1996) sostiene que los instrumentos cerrados de *test* que involucran la medición de escalas de actitud tienen una relación costo-beneficio alta, resultan fáciles de administrar, permiten la administración por más de un investigador, ya que no se ponen en juego las potenciales contradicciones con las creencias del investigador. Otro beneficio es que pueden usarse en grupos grandes.

El cuestionario cerrado administrado en este trabajo consiste en treinta y cuatro afirmaciones sobre la ciencia, agrupadas en siete dimensiones temáticas. Quince afirmaciones expresan la visión avanzada y diecinueve la tradicional (Tabla 2). Las afirmaciones responden al modelo de cuestionario “Mi imagen sobre la ciencia” de Adúriz-

Bravo y Espinet (1999), que se elaboró dando mayor peso a los modelos tradicionales de ciencia, especialmente a los del positivismo lógico.

Como ya hemos señalado, las actitudes son constructos cognitivos, afectivos y activos que median nuestras acciones, y que tienen una naturaleza multidimensional (García Ruiz y Orozco Sánchez, 2008). Es por ello que no las analizamos como una totalidad, sino que utilizamos afirmaciones agrupadas en dimensiones, que nos permitirán evaluar percepciones e identificar en qué aspectos particulares existen mayores diferencias con los conocimientos propuestos por la epistemología actual.

En esta encuesta, las proposiciones están organizadas de una manera aleatoria con el fin de evitar, en lo posible, que la valoración de una expresión se vea influenciada por otra. En la encuesta, las afirmaciones se presentan en la primera columna y luego, en las cuatro columnas restantes, las opciones a seleccionar. Cada sujeto expresa su grado de acuerdo o de desacuerdo, a partir de la selección de una de entre cuatro opciones: (MD) muy en desacuerdo, (D) en desacuerdo, (A) de acuerdo, (MA) muy de acuerdo.

Cuando los docentes establecen el grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación permiten distinguir en sus respuestas si sus ideas responden al modelo tradicional o avanzado y diferenciar en qué dimensiones están más cerca de un tipo más avanzada y cuales más tradicional. Aquí también es necesario hacer una aclaración, ya que el objeto no es comparar a los maestros contra categorías normativas previamente establecidas, ya que son los ítems (variables) las que se agrupan en dimensiones y no las respuestas de los docentes. Por otra parte, el agrupamiento de los ítems bajo dos modelos, avanzado y tradicional, tiene el objeto de simplificar la asignación de valores ordinales a las respuestas,

y no de clasificar dicotómicamente a los encuestados, ya que un profesor podría expresar ideas tradicionales en una dimensión y avanzadas en las restantes.

Para medir la percepción de los docentes frente a la caracterización de la ciencia se usó un método del tipo escalamiento de ítem. Este método fue desarrollado por Likert a principio de los años '30; sin embargo, se trata de un enfoque vigente y utilizado. En él, las afirmaciones codifican el objeto de actitud, y se le pide al sujeto que seleccione uno de los puntos de la escala teniendo en cuenta su grado de acuerdo o desacuerdo. Así se obtiene la puntuación de cada afirmación (Sampieri y otros 2008). En este caso consiste en adjudicar un rango de actitud a los 34 ítems que caracterizan la ciencia.

En nuestro estudio, en lugar de usar escala impar con cinco o siete opciones se utilizó una escala par, de 4 alternativas, ya que la opción neutra, ni en acuerdo ni en desacuerdo, no brinda la información útil sobre la postura docente y motivaría que, se vea favorecida la opción “ni” si los encuestados dudan sobre su elección. Por otra parte, la opción neutra adquiriría valor 0 en tres oportunidades: cuando los maestros omiten la respuesta; cuando seleccionan la opción neutra; o cuando las respuestas que indican visiones avanzadas y visiones tradicionales adquieren igual valor pero de signo contrario, con lo que la suma total resultaría cero. Esta situación complicaría el análisis de las respuestas y perderíamos información. En este sentido, Karavas-Doukas (1996) sostiene que una de las limitaciones de la escala de tipo Likert es la dificultad de establecer el punto neutro de la escala, ya que muchas veces este valor no resulta necesariamente el punto medio entre los dos extremos. Este es un caso particularmente importante, ya que los docentes con valores 0 serían aquellos con posiciones tradicionales y avanzadas con el mismo valor pero distinto sentido. Este 0 en el medio de los valores tradicionales y avanzados cobra más sentido que si la

opción neutra se dejara hacia alguno de los extremos de la escala.

Ante la posibilidad que la decisión de eliminar la opción neutra pudiese afectar las respuestas, y llevara a los encuestados a omitir los ítems, se realizó una prueba preliminar. Para ello se seleccionó una muestra de 36 estudiantes del profesorado de educación primaria y se les administró la encuesta en dos momentos. La [Forma B](#) (Anexo 2) tenía la opción neutra “ni en acuerdo/ni en desacuerdo” y la [Forma A](#) (Anexo 1), la omitía entre las posibilidades de respuestas. La encuesta era anónima, pero se les solicitaba a los encuestados que la identificaran con alguna señal, de modo de poder comparar las respuestas de ambos instrumentos. Las encuestas se tomaron con diferencia de un día.

De los resultados de la aplicación de la forma B (con n=36) se obtienen 1224 respuestas, de las cuales 218, es decir el 18%, seleccionan la opción “Ni en acuerdo ni en desacuerdo”. En el caso de la misma muestra n=36, pero aplicando la forma A (sin la opción “ni”), se registran de las 1224 respuestas 10 opciones omitidas. Por lo tanto, se decide aplicar la forma B (sin la opción neutra), ya que al incluir la opción neutra se perdería el 18% de los datos que se distribuyen entre las 4 opciones de respuesta en la forma A.

El análisis del comportamiento de los encuestados también podría dar información acerca de algunos ítems, y las dificultades en la interpretación de las opciones. Estas respuestas serían consideradas en las entrevistas individuales.

En la encuesta se solicita, además, información sobre el nivel de estudios máximo alcanzado, el tipo de formación, la antigüedad y el año de educación primaria en el que se desempeña como docente (1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°).

2.2.1. Diseño de la encuesta y organización de las dimensiones temáticas

El cuestionario consiste en 34 afirmaciones sobre la ciencia que responden a 7 dimensiones temáticas: empiria-teoría; criterios lógicos; realismo ingenuo; teleología; objetividad; método; y acumulacionismo. Las 7 dimensiones temáticas se organizan en función del marco conceptual, y las afirmaciones expresan ideas que corresponden a una visión tradicional, 15 afirmaciones, y a una visión avanzada, 19 afirmaciones (Tabla 2). Cabe aclarar que 3 afirmaciones están incluidas en más de una dimensión.

DIMENSIÓN TEMÁTICA	MODELO	N° de Ítem
Empiria-teoría	Concepción avanzada	1-4-34*
	Concepción tradicional	3-16-29-32
Criterios lógicos	Concepción avanzada	17-19-21-25
	Concepción tradicional	7-10-11-26-28
Realismo ingenuo	Concepción avanzada	14-21*
	Concepción tradicional	12-33
Teleológica	Concepción avanzada	-
	Concepción tradicional	2-22-31
Objetividad	Concepción avanzada	13-30-34*
	Concepción tradicional	8-18
Método	Concepción avanzada	20-27
	Concepción tradicional	15-23-24
Acumulacionismo	Concepción avanzada	6-9
	Concepción tradicional	5-3*

Tabla 2: Discriminación de ítems de acuerdo con la dimensión y la visión de ciencia.

(*) Includido en más de una dimensión

Nos referimos a **visión tradicional** como la que caracteriza a la ciencia, en su faceta de proceso y de producto, desde el punto de vista de la concepción heredada. En oposición a esta visión tradicional, se agrupan los desarrollos posteriores de la epistemología, en dos grandes épocas, que denominamos **visión avanzada** y visión contemporánea (Espinet, y otros, 2001).

Para todas las dimensiones oponemos el modelo tradicional y el avanzado (tabla 2), de acuerdo a la siguiente caracterización. La primera dimensión, **empiria-teoría**, está descripta por 7 ítems. Para la visión tradicional la teorizaciones se conciben como un

proceso de ascenso inductivo a partir de evidencia empírica y, consecuentemente, la componente observacional y experimental de las ciencias es la más importante y la que da apoyo y sustento a todos los constructos teóricos. La visión avanzada sostiene que las teorías y hechos incluyen la posibilidad de la falsación con contra-evidencias (falsacionismo) y el reconocimiento de la carga teórica que tienen los propios hechos empíricos.

La segunda dimensión, **criterios lógicos**, incluye nueve afirmaciones. Dentro de la visión tradicional, los ítems hacen referencia a que, dentro del llamado contexto de justificación del conocimiento científico, los criterios para la aceptación o rechazo de una teoría científica son solo de carácter lógico y sintáctico, esto es, atienden a la estructura formal de la argumentación (concepción heredada). Para la visión avanzada, por el contrario, se consideran factores externalistas, como son la decisión de los pares o la propia evolución histórica de la ciencia.

La tercera dimensión, **realismo ingenuo**, incluye cuatro afirmaciones. En ellas, las que hacen referencia a la visión tradicional describen que las teorías válidas son un reflejo de la estructura del mundo. Además es posible establecer una correspondencia estrecha entre los llamados términos teóricos y la evidencia empírica que los sustenta. La visión avanzada, por el contrario, se pone de manifiesto en aquellas afirmaciones que introducen la mediación teórica y cuestionan la relación biunívoca.

La cuarta dimensión, **teleología**, caracteriza tradicionalmente a la ciencia como una empresa cuyo fin último es el descubrimiento de verdades ontológicas acerca del mundo; incluye 3 ítems. La visión más avanzada añade a esta imagen teleológica finalidades relacionadas con los propios científicos (búsqueda de prestigio, lucro), con la dinámica

social y con las utilizaciones tecnológicas de la ciencia. La quinta dimensión considerada es la de **objetividad**, con cinco ítems. En ella, la visión tradicional pone un énfasis excesivo en la objetividad del conocimiento, que lo aísla de la racionalidad propia de quienes lo crean. La visión avanzada postula una racionalidad moderada para la ciencia, en la cual la objetividad es un valor deseable que puede ser alcanzado parcialmente mediante un acuerdo intersubjetivo.

La sexta dimensión, que incluye cinco afirmaciones, es **método**. La visión tradicional caracteriza un único método admisible en las ciencias, el inductivo-deductivo. Además se caracteriza el método científico como una serie rígida de pasos que permiten construir conocimiento fiable a partir de la evidencia, y validarlo por sus consecuencias deductivas. Una visión más avanzada considera la pluralidad de métodos y desestima el papel central de los argumentos lógicos en la creación de conocimiento científico. La séptima y última dimensión se denomina **acumulacionismo**. Contiene cuatro afirmaciones que presentan una imagen de progreso científico basada en la acumulación de los descubrimientos. En tanto que las teorías son verdaderas, nunca son reemplazadas, y en todo caso, son modificadas y expandidas para dar lugar a las nuevas evidencias empíricas que se recogen. La visión avanzada incorpora el concepto de revolución científica para dar cuenta de discontinuidades en el avance de la ciencia, que incluye verdaderos cambios teóricos.

Algunas de estas dimensiones teóricas ya han sido tratadas en otros estudios sobre las ideas de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia (Aduriz Bravo y Espinet 1999; Espinet y otros, 2001).

2.2.2. Análisis descriptivo de los datos

Los resultados de las encuestas son tabulados mediante matrices, en las que se organizarán las respuestas que expresan el grado de acuerdo o desacuerdo, según una escala tipo Likert que, como se justifica en el apartado 2.2 en este caso, consta de cuatro categorías. La codificación de respuestas inicialmente está planteada del siguiente modo: a las respuestas Muy De Acuerdo y De Acuerdo que correspondan a la visión tradicional o ingenua se les asignarán valores negativos (-2 y -1 respectivamente), y a aquellas que correspondan a una visión avanzada, valores positivos (+1 y +2, respectivamente). El valor se asigna teniendo en cuenta las 4 opciones de valoración de respuesta, de acuerdo a dos parámetros, el sentido y la intensidad. En función de la intensidad otorgamos valor [2] a MD y MA y valor [1] a las opciones Ay D. El sentido de la respuesta, se le asigna si el encuestado se muestra de acuerdo con una afirmación tradicional (valor -) o avanzada (+) o en desacuerdo con una afirmación tradicional (+) o avanzada (-). De este modo, las respuestas reciben una doble codificación numérica que indica intensidad y como se considera que las actitudes tienen una dirección favorable o positiva y desfavorable o negativa, según sean tradicionales o avanzadas, respectivamente, se les asigna valor positivo o negativo. En la Tabla 3 se presentan ejemplos de esta codificación; y la asignación completa de valores para todos los ítems se muestra en el [Anexo3](#).

Cabe aclarar que, aunque se le otorgue un valor numérico, no implica que la variable pierda su carácter nominal. Esta situación es importante, pues restringe el tipo de correlaciones y otros análisis estadísticos aplicables a este tipo de datos.

				Escala de valoración			
Dimensiones teórica	Visión de ciencia	#	Afirmación	MD	A	D	MD
Empiria-teoría	Avanzada	1	Antes de aceptar una teoría, los científicos la comparan con los datos experimentales y la discuten con otros científicos.	2	1	-1	-2
Criterios Lógicos	Tradicional	7	Los científicos abandonan una teoría si encuentran un hecho que la contradiga.	-2	-1	1	2
Realismo ingenuo	Tradicional	14	Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza.	-2	-1	1	2
Teleología	Tradicional	22	El progreso científico consiste en descubrir teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo.	-2	-1	1	2
Método	Avanzada	24	El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar.	2	1	-1	-2
Teleología Acumulativismo	Tradicional	31	A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo	-2	-1	1	2

Tabla 3: Ejemplos de algunas de las 34 afirmaciones de acuerdo con la dimensión, la visión de ciencia, y el valor que adquiere en la constitución de las variables.

En primer lugar, para evaluar el comportamiento de los datos se usan tablas de frecuencias, las que se analizan por encuesta (unidad muestral) y por ítem (variable). Para la encuesta, se suman los valores obtenidos en las distintas opciones de cada de las 34 variables, teniendo en cuenta su intensidad y dirección. Este valor suma (VS) permite obtener la frecuencia de valores para toda la población, que daría la tendencia general que se presenta en las 450 encuestas. Para cada ítem se construye una tabla de frecuencias de los valores obtenidos (-2, -1,+1 y +2). Luego se representan en gráficos de barras mediante el paquete HH versión 2.3 (Heiberger, 2013), bajo lenguaje R versión 3.0 (R Core Team, 2013).

Posteriormente se calculan estadísticos descriptivos como media, varianza y desvío estándar para cada uno de los ítems que componen la encuesta, con el fin de evaluar el nivel de homogeneidad en las respuestas en cada dimensión y dentro del ítem y reconocer el grado de dispersión de los datos.

2.2.3. Análisis multivariado de los datos obtenidos

En el área de las ciencias sociales, no es posible medir de manera directa variables que representen rasgos de actitud, como en este caso las ideas de los docentes sobre la ciencia. Por lo tanto es necesario recoger medidas indirectas que estén relacionadas con los constructos que nos interesan. Debido a que su evaluación implica el registro de múltiples variables interrelacionadas, su análisis requiere de la aplicación del análisis multivariado. El análisis factorial es un método multivariado que tiene como objeto reducir la dimensionalidad de los datos. Así podemos hallar la estructura latente de un conjunto de variables ordinales observadas (34 ítems) mediante un número menor de variables no observadas. Estas variables se denominan factores y se obtienen a partir de correlaciones de las variables observables (Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010).

El análisis factorial se aplicó sobre una matriz de correlaciones policóricas. Las correlaciones policóricas son adecuadas para variables ordinales. Las respuestas ordinales de los participantes (MD-D-MA-A) son reflejos de elecciones que hacen a partir de una concepción continua del constructo medido. Para este tipo de escalas es recomendable la utilización de correlaciones policóricas (Díaz Vilela y otros, 2012; O'Connor, 2012).

Sobre el análisis factorial se realiza la rotación de los factores. El objetivo de la rotación es simplificar y clarificar la estructura de los datos, ya que la rotación puede ayudar a seleccionar el número de factores e interpretar la solución.

Para el análisis multivariado se utilizó la herramienta “ULLRToolbox versión 1.0” (Hernández-Cabrera, 2012), implementada sobre R versión 3.0. (R Core Team, 2013),

mediante el uso de matrices de correlaciones policóricas entre los ítems de la encuesta, y análisis factorial con rotación no ortogonal Simplimax.

2.3. Diseño, aplicación y obtención de datos del cuestionario semi-estructurado

Para continuar con la caracterización de las concepciones de los docentes sobre la ciencia elaboramos un cuestionario semi-estructurado que permite aclarar algunas cuestiones surgidas de la aplicación y evaluación de los resultados en el cuestionario cerrado. Entre otras cosas, intentamos analizar los errores que aparecen más sistemáticamente, profundizar en las raíces de dichas incomprensiones, y tratar de identificar si existen contradicciones en los discursos articulados y en qué aspectos.

Las preguntas profundizan en las nociones acerca de: la naturaleza empiro-teórica del conocimiento; la objetividad o subjetividad que le otorga el profesorado a la ciencia y al científico en la construcción de conocimiento; y algunas características del proceso de construcción y cambio. Para su elaboración se tiene en cuenta la evaluación de las respuestas al cuestionario cerrado, algunas dificultades expresadas por la bibliografía y otras que surgen del análisis de los ítems.

Es preciso señalar que las preguntas de la entrevista se construyeron teniendo en cuenta las dificultades en la aplicación y los resultados obtenidos del formulario 1 y 2 (Anexo 1 y 2). En primer lugar se tuvieron en cuenta los ítems del cuestionario (Formulario 1) que recibieron mayores porcentajes de opción niA/niD en la muestra preliminar de 36 encuestas: ítems 9, 13, 14, 17, 18, 21, 33, 3. En segundo lugar, las respuestas más omitidas en ambos *sets* de muestras, tanto en las 36 (Formulario 1 y 2) como en las 450 encuestas (formulario 2), con mayores porcentajes de omisión: los ítems 9, 12, 14, 18, 21, 27, 29, 8. En

tercer lugar se tuvo en cuenta en el análisis de los resultados de los ítems que obtuvieron respuestas con frecuencias semejantes, es decir entre 1 y -1. Los ítems dentro de este grupo son: 3, 7, 10, 19, 21, 33, 8,18. En cuarto lugar, se consideraron los resultados de los ítems cuyas respuestas obtuvieron mayor varianza: 3, 5, 7, 8, 9, 10, y por último los ítems eliminados de los análisis multivariados por presentar valores no significativos en la matriz de correlación: 2, 3, 7, 8, 19, 21, 27, y 34.

A partir de esa primera selección se consideraron aquellas que coincidían en más de un criterio y se elaboraron preguntas que hacían referencia a las ideas relevadas en esos ítems: la imparcialidad del científico (ítem 8); la tentatividad en el conocimiento científico (ítem 9); la comprensión de las leyes y teorías en ciencia; las cuestiones relacionadas con el realismo científico; las leyes y teorías como expresión de las regularidades en la naturaleza (ítem 14) o como invención en ciencias (ítem 21); la objetividad o subjetividad en la ciencia (ítem 18); la metodología en ciencia (ítem 21); y la importancia otorgada a la experimentación (ítem 27) y a la observación (ítem 3).

Una vez delimitadas y definidas las ideas que requerían mayor profundización en el análisis, se diseñó el instrumento semi-estructurado usando como modelo el cuestionario de Lederman y otros (2002; VNOS-*form* B) y Ariza y otros, (2009). En el diseño se puso especial énfasis en no reiterar de modo literal los ítems de la encuesta, incluir conocimientos sencillos para los docentes de EGB, e introducir alguna pregunta que hiciera referencia a casos concretos. Para ello se construyó un guión temático que recogiera información sin apelar a preguntas directas de contenido para la mayoría de los ítems de la entrevista.

Las cuestiones planteadas en el cuestionario semi-estructurado son:

1. a. *Lee el siguiente texto que habla del origen de los seres vivos. En él se expresa la idea de la generación espontánea, muy común en los científicos del siglo XVI.*

Ambroise Paré (1517—1590)

“Hallándome en una viña de mi propiedad próxima al pueblo de Meudon, hice romper una enorme cantidad de piedras sólidas. Dentro de una de ellas se encontró un grueso sapo vivo, sin que hubiera en la piedra la menor apariencia de abertura. Me maravilló el hecho de que ese animal hubiese podido nacer, crecer y vivir allí. Pero el jardinero me dijo que no había porque asombrarse, pues varias veces había hallado animales de esa u otras clases en lo más recóndito de las piedras. Se podría explicar así el nacimiento y la vida de estos animales: son engendrados a partir de alguna sustancia húmeda de las piedras, cuya humedad, al entrar en putrefacción produce tales seres.”

- b. *¿Coincidís con las conclusiones a las que llega? ¿Cuáles pueden ser las fallas en su investigación? ¿La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la naturaleza? ¿Cómo podrías contrastar sus conclusiones? ¿Qué otras formas además de la experimentación se pueden usar en las investigaciones?*
2. *Te parece que los científicos son imparciales al dar a conocer los datos y los resultados de sus investigaciones. Dar ejemplos que ilustren tu respuesta.*
3. *Algunos autores caracterizan el conocimiento científico como tentativo. Es decir que aunque es seguro y durable nunca es absoluto o cierto, ya que está sujeto a cambios. ¿Cuál es tu opinión al respecto? Por favor explica tu respuesta y da ejemplos si es necesario.*
4. *¿Existen diferencias entre teoría y leyes científicas? ¿Cómo se relacionan entre sí? Podrías ejemplificar. ¿Coincidís con la afirmación que sostiene que las leyes científicas explican/expresan regularidades que están en la naturaleza? ¿Podemos pensar que las teorías son inventadas por los científicos? Justificá.*
5. *Algunos biólogos creen que los virus podrían ser considerados seres vivos, otros creen que no. ¿Cómo es posible que esto ocurra si todos los científicos están trabajando con los mismos datos?.*

El cuestionario semi-estructurado se administra a catorce profesores de enseñanza primaria, 8 de Río Gallegos y 6 de Caleta Olivia, tres hombres y once mujeres. Ambas localidades se seleccionaron porque concentran la mayor densidad de población docente de la provincia de Santa Cruz. Los maestros entrevistados pertenecen a las escuelas relevadas, habían completado previamente el cuestionario cerrado y fueron invitados a participar de acuerdo

con su disposición y voluntad. En la selección se priorizó la disposición personal a colaborar para que la muestra resultara rica en información.

La técnica de obtención de datos fue la entrevista. El cuestionario fue entregado impreso y se les dio el tiempo necesario para responderlo por escrito, y luego se lo discutió oralmente. Durante la entrevista se plantearon preguntas para ampliar las respuestas como: ¿Te parece que existe un único método? ¿Qué distingue la observación de la inferencia? ¿En el relato cual sería cual? ¿Cuáles son las razones por las que crees que cambia el conocimiento? ¿Qué relación hay entre teorías y leyes? ¿Las teorías se convierten en leyes? ¿Cuáles son las razones por las que avanza el conocimiento científico? ¿Cómo es posible que se obtengan conclusiones distintas si se parte de un mismo set de datos?

Si bien los datos cualitativos resultan muy ricos en significado y observación, ofrecen algunas dificultades tanto para su obtención como para el análisis posterior. Entendemos que la palabra hablada o escrita se halla cargada de ambigüedad, independientemente del cuidado que tenga el investigador. En este caso, para realizar su análisis, se usaron algunas herramientas de la “teoría fundamentada” (Glaser, 1992) y sugerencias metodológicas de Trinidad Requena y otros (2006). En la teoría fundamentada se vincula a los datos cualitativos y se considera su interacción simbólica (Glaser, 1999); en este caso se buscan patrones verbales con los que se constituyen eventos que luego se analizan de forma comparativa. Es decir, las categorías de análisis iniciales se construyen a partir de las transcripciones.

Las entrevistas fueron grabadas con tecnología digital a fin de obtener registros más fidedignos. En algunos casos, la grabación produjo cierta incomodidad inicial, pero fue superada. Las 14 entrevistas, de aproximadamente 20 minutos de duración, en promedio,

permitieron obtener un total de 6 hs de grabación. Las respuestas de los docentes variaron en extensión y claridad, algunas duraron 15 minutos y otras 25. Las de mayor duración fueron más ricas en ejemplos y discusiones. Con posterioridad a cada entrevista se realizó la transcripción textual, incluyendo giros, expresiones, preguntas y aclaraciones del entrevistador. Es pertinente aclarar que el entrevistador fue siempre el mismo. De los docentes se recabó información auxiliar acerca de años de antigüedad, curso y área en la que se desempeñan.

Una vez administradas las primeras dos entrevistas, se realiza un análisis preliminar. En él se evalúan los discursos y se hace una primera codificación de las respuestas, utilizando los aportes de Trinidad Requena y otros (2006), que sugieren que se pueden generar conceptos y sus características basadas en patrones que se repiten, bajo el modelo concepto-indicador. En primer lugar se marcaron en el texto de la entrevista expresiones que podían referir a las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia en el profesorado. Esos eventos se transforman en unidades de muestreo en los que se buscan patrones verbales y sus reiteraciones en los discursos (Trinidad Requena y otros, 2006). En segundo lugar, se redactaron proposiciones que dan cuenta de las ideas expresadas, y se definieron categorías iniciales en las que se pueden identificar la reiteración de respuestas. Luego se procede a continuar con la administración y análisis de las entrevistas. En la medida que se administra el cuestionario a nuevos docentes, se realiza el análisis interpretativo, que permite continuar con la definición de rasgos característicos, y sus respectivos indicadores.

Una vez halladas ciertas regularidades e identificar aspectos a evaluar y los indicadores que las describen, se continua con el análisis de las entrevistas, se comparan los patrones verbales (es lo que la teoría fundamentada (Glaser, 1992) denomina “incidentes”) y se

reajustan los criterios e indicadores, hasta asignar los eventos a las categorías ya definidas. El proceso de análisis y comparación contante se hace de manera simultánea con la administración de las entrevistas hasta terminar de refinar los criterios e indicadores para su análisis. En el ajuste final de los indicadores se seleccionan aquellos que ofrecen mayor variabilidad y que dan cuenta de una visión más tradicional o más avanzada, para continuar con el tipo de análisis desarrollado para el cuestionario cerrado. Se intentó otorgar sentido a las expresiones desde los propios puntos de vista más que asignarle correspondencia a indicadores previamente establecidos.

Es preciso aclarar que, una vez seleccionados los indicadores, se los organiza de a pares y se los codifica. Esto permite continuar con el análisis comparativo de las entrevistas e intenta maximizar las diferencias y hallar contradicciones en los discursos. Los indicadores que responden a un criterio se asocian en pares: los que corresponden a los ítems a. dan cuenta de una concepción más tradicional y los que corresponden al ítem b., de una más avanzada. De este modo, al asignar los indicadores según la postura avanzada y tradicional en su lectura posterior se pone en evidencia cuando un mismo maestro expresa ideas contradictorias. Es decir, en la respuesta a alguna pregunta se sostiene una idea y en otra respuesta se expresa lo contrario.

Por ejemplo, un profesor caracteriza la ciencia como tentativa, es decir, describe el conocimiento como cambiante, “yo creo que el conocimiento científico va cambiando, se reformula se cambia drásticamente”, y por otro lado expresa que “la ley para mí está comprobada y es casi irrefutable...”, “la ley es algo establecido, comprobado, la ley de gravedad no va a cambiar, [...] esto sigue siendo algo absoluto”. En este caso, en su discurso podemos asociar a la primera expresión al indicador 11.b., que entiende “*el*

conocimiento científico como durable pero perfectible”, pero a la segunda expresión podemos asociarle el 11.a., que expresa que “*el conocimiento científico es absoluto y cierto*”. De este modo podemos identificar con más facilidad las contradicciones en los discursos.

Para la elaboración de los indicadores se procedió del siguiente modo: primero se buscaron regularidades en las respuestas y expresiones que pudieran remitir a alguna postura epistemológica en particular. Luego se identificaron los aspectos a evaluar y se definieron los indicadores que las representan. Posteriormente se agruparon en siete criterios a fin de organizarlos según la característica del conocimiento científico que describen. Bajo los ítems **a**, los que expresan una visión avanzada, y bajo los ítems **b**, los que refieren a visiones más tradicionales y luego se definieron tres aspectos bajo los cuales se organizaron

Definidas las categorías, criterios e indicadores se sometió al escrutinio de otros analistas, uno especialista en el tema y otro no involucrado directamente con la investigación, para evaluar si los significados y los indicadores asignados coincidían. A partir de la revisión y la discusión de la pertinencia y búsqueda de ciertas regularidades en las respuestas, y simultáneamente a la administración de entrevistas a los docentes, se modifican algunos indicadores. Una vez finalizadas las 14 entrevistas y ajustados los parámetros, se repite nuevamente el estudio de los eventos seleccionados. Es decir que las entrevistas fueron analizadas en dos oportunidades, la primera para elaborar y asignar los indicadores y criterios y agruparlos en los distintos aspectos, y en segundo lugar para el análisis propiamente dicho de las posturas docentes, mediante la asignación de los indicadores correspondientes. (Tabla 4)

Aspecto	Criterio	Indicador	Código
A Naturaleza empírica o teórica del conocimiento científico	A.1 Metodología	1.a Reconoce el método científico experimental como único método válido en la producción de conocimiento 1.b Da cuenta de la pluralidad de métodos y no adhiere una única secuencia de pasos.	A.1-1 a A.1-1 b
	A.2 Papel de la experimentación la observación y la cosmovisión	2.a Reconoce como irremplazable el papel de la experimentación 2. b Entiende que la experimentación es solo una posible forma de investigar y da valor a la mediación teórica 3.a Resalta la importancia solo del componente observacional y experimental y desestima la mediación teórica en la observación. 3. b Reconoce que la observación está mediada por el aparato perceptivo propio del sujeto, la interpretación del marco teórico y la cosmovisión dominante.	A.2-2 a A.2-2 b A.2-3 a A.2-3 b
	A.3 Estatus asignado a teoría y leyes científicas	4.a Sostiene una visión jerárquica en la que las teorías se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia empírica 4. b sostiene que las teorías están bien establecidas y sustentadas, que son internamente consistentes y no testeables por evidencia empírica directa. 5.a Entienden la teorías o leyes como expresión de las regularidades que están en la naturaleza. 5.b Entiende las teorías como invenciones de los científicos que explican fenómenos del mundo natural y guardan relación compleja e interactiva con la realidad.	A3-4 a A.3-4 b A.3-5 a A.3-5 b
B Naturaleza objetiva o subjetiva de la construcción del conocimiento científico	B.1 Procesos subjetivos y objetividad	6.a Sostiene que el conocimiento científico es objetivo 6. b Sostiene que en la producción de conocimiento científicos se ponen en juego procesos subjetivos como la imaginación y la creatividad humanas. 7.a sostiene que los científicos son imparciales al dar a conocer sus datos/resultados de sus investigaciones 7. b sostiene que los científicos ponen en juego intereses personales como: valores, prestigio y cuestiones económicas.	B1-6 a B1-6 b B1-7 a B1-7 b
	B.2 Impacto de procesos intersubjetivos	8.a Reconoce el conocimiento científico como producto individual neutro, y descontextualizado. 8.b Reconoce el impacto de los procesos intersubjetivos como los que se dan en la comunidad científica, la sociedad, la política, la economía y la tecnología, en la investigación científica.	B.2-8 a B.2-8 b
C Naturaleza del proceso de construcción y cambio en el conocimiento científico.	C.1 Elaboración de teorías	9.a Entiende que las teorías válidas son reflejo/copia de la estructura del mundo 9.b Reconoce la ciencia como invención de explicaciones para los fenómenos naturales. Reconoce el carácter inferencial; hipotético y abductivo de las teorías. 10. a Reconoce que la ciencia comienza con observaciones de entidades reales (realismo científico) y que hay un mundo real independiente de la mente. 10. b Reconoce la inferencia como interpretación de las observaciones mediadas por los puntos de vista actuales de la ciencia.	C.1-9 a C.1-9 b C.1-10 a C1-10 b
	C.2 Cambio en las ciencias	11.a Entiende que el conocimiento científico es absoluto y cierto 11.b Entiende el conocimiento científico como durable pero perfectible. 12.a Entiende el avance en el conocimiento científico como acumulación de teorías 12. b Entiende la discontinuidad en los cambio en el conocimiento científico. Explicita algunas razones del cambio: sociales, políticas, tecnológicas.	C.2-11 a C.2-11 b C.2-12 a C.2-12 b

Tabla 4: Tabla de codificación de aspectos, criterios e indicadores

Una consideración importante es que el análisis se basó en las respuestas de los maestros (M), que fueron numerados del 1 al 14, pero no se caracterizó a cada maestro. El foco del análisis no estuvo puesto en los casos particulares, sino en los contenidos que permitían identificar los criterios para los 3 aspectos analizados. Algunos maestros aportaron en mayor medida a unos criterios que a otros ([Anexo 5](#): tabulación de entrevistas).

Para concluir con la descripción de la metodología para el tratamiento de los datos cualitativos es preciso aclarar que decidimos utilizar la herramienta informática solo como software genérico (Word) para la identificación y búsqueda de vocablos específicos, para la inserción de comentarios que permiten identificar los criterios y para cuantificar los códigos asignados a cada indicador y la cantidad de apariciones en los discursos de los entrevistados. Esta decisión obedece a la controversia en cuanto a las ventajas y desventajas del uso de un software específico (Trinidad Requena y otros, 2006) y debido a que se trabajó con un número de entrevistas que permite el tratamiento en lápiz y papel, y que el análisis cualitativo complementa el cuantitativo.

CAPITULO 3

3. CARACTERIZACIÓN DE LAS IDEAS DE LOS DOCENTES SOBRE LA CIENCIA.

Ambos instrumentos, el cuestionario cerrado y la entrevista, permitieron caracterizar el conocimiento de las ideas de los docentes sobre la ciencia. Como se ha hecho referencia en numerosas oportunidades, las percepciones no son fáciles de medir, ya que implican profundizar en aspectos subjetivos, difícilmente verbalizables, que incluyen necesariamente las interpretaciones del investigador. No obstante, esta investigación permitió caracterizar percepciones y particularmente en qué dimensiones e ítems los docentes muestran una visión tradicional o una avanzada. También permitió profundizar en algunas ideas que no tienen un comportamiento claro o resultaban contradictorias. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la primera parte (encuestas), y luego los resultados obtenidos en las entrevistas.

3.1. Una primera caracterización a partir de la encuesta

Se encuestaron 450 docentes de educación primaria del total aproximado de 1601 docentes en ejercicio⁴. Los profesores pertenecían a 15 de las 25 localidades de la provincia de Santa Cruz (Argentina), cubriéndose aproximadamente el 28% del profesorado de educación primaria, por lo que se considera una muestra representativa (Tabla 5).

En las encuestas se solicitó información acerca del tipo de formación y la antigüedad en la enseñanza. Del total de los 450 docentes, el nivel máximo alcanzado fue formación secundaria para el 2% del profesorado en ejercicio, el 82% tenía título de formación docente terciario y el 16%, formación universitaria. Con relación a la antigüedad, el 8%

⁴Datos para el año 2012 proporcionados por la Dirección de Estadística del CPE.

tenía menos de un año; el 17%, entre 2 y 5 años; el 23%, de 6 a 10 años; el 19%, de 11 a 15 años; el 17%, de 16 a 20 años; y el 6% tenía más de 20 años de experiencia laboral.

	Localidad	Total de docentes por escuela	Docentes encuestados	Total escuelas por localidad	Escuelas encuestadas	% de encuestas de la localidad del total pcial.
1	CHALTÉN	8	8	1	1	2%
2	CAÑADÓN SECO	7	7	1	1	2%
3	SAN JULIAN	49	14	2	3	3%
4	PICO TRUNCADO	129	14	6	1	3%
5	CALAFATE	87	21	4	1	4%
6	GOB. GREGORES	35	10	1	1	2%
7	FITZ ROY	8	6	2	1	1%
8	CALETA OLIVIA	323	71	15	5	16%
9	28 DE NOVIEMBRE	36	7	2	1	2%
10	RIO TURBIO	41	14	3	1	2%
11	PUERTO DESEADO	72	19	4	3	4%
12	RIO GALLEGOS	532	215	23	10	48%
13	LAS HERAS	128	10	5	1	2%
14	PIEDRA BUENA	36	12	2	1	3%
15	PUERTO SANTA CRUZ	22	22	1	1	5%
	Total	1513	450	72	33	100%

Tabla 5: Total de encuestas por localidad y porcentaje referido a la muestra de localidades encuestadas.

De las encuestas se obtuvieron 15.300 respuestas en total, de las cuales el 2,18% presentaron selección nula, es decir, 333 respuestas fueron omitidas por los encuestados. De la totalidad de los ítems el n° 9, que afirma que “el conocimiento científico es tentativo”, fue el que recibió mayor número de omisiones, 35, que corresponden al 8% del total respuestas de ese ítem. Además del 9, las afirmaciones 12, 14, 18, 21, 27 y 29 recibieron el 4% de omisiones. Los ítems 24 y 31 fueron omitidos en menor proporción (% menores al 4%) y el 15, 30, 32, y 34 recibieron solo. un 1% de respuestas omitidas.

En la totalidad de encuestas e ítems los valores extremos Muy de acuerdo y Muy en desacuerdo recibieron siempre menor cantidad de opciones, oscilando entre el 1 y el 20%. Solo se registra 26% en los ítems 28 y 24. Los profesores optaron en general por los valores intermedios, en acuerdo o en desacuerdo.

3.1.1. Análisis por encuesta

La suma de los valores obtenidos en los 34 ítems para cada docente permitió calcular un valor total por docente (VS) y evaluarlo en los 450 encuestados, de modo de obtener una primera mirada global. Los resultados muestran que la tendencia en las respuestas se inclina hacia valores negativos, lo que indica mayor opción de ítems que expresan posturas tradicionales (Figura 2).

En el eje de las abscisas se representa la suma de respuestas en intensidad y dirección (VS) para cada docente y en el eje de las ordenadas, la cantidad de encuestas que obtuvieron ese valor. Así, un docente con puntaje 0 representa un equilibrio entre posturas tradicionales y avanzadas, uno que tiene puntaje positivo tiene una mayor cantidad de respuestas avanzadas, y uno que tiene puntaje negativo es el que optó por mayor cantidad de ítems de manera tradicional. Como dijimos, en este gráfico se observa que la frecuencia de respuestas es mayor en los valores negativos. Este desplazamiento estaría indicando que las opciones de los profesores encuestados se inclinan hacia las posturas más tradicionales.

Las frecuencias mayores se registran en valores de -6, -4, -2 y -10; la moda estadística tiene un valor de -6; la mediana es -5, y el promedio de los VS para las 450 encuestas está en -4.6 (Tabla 6).

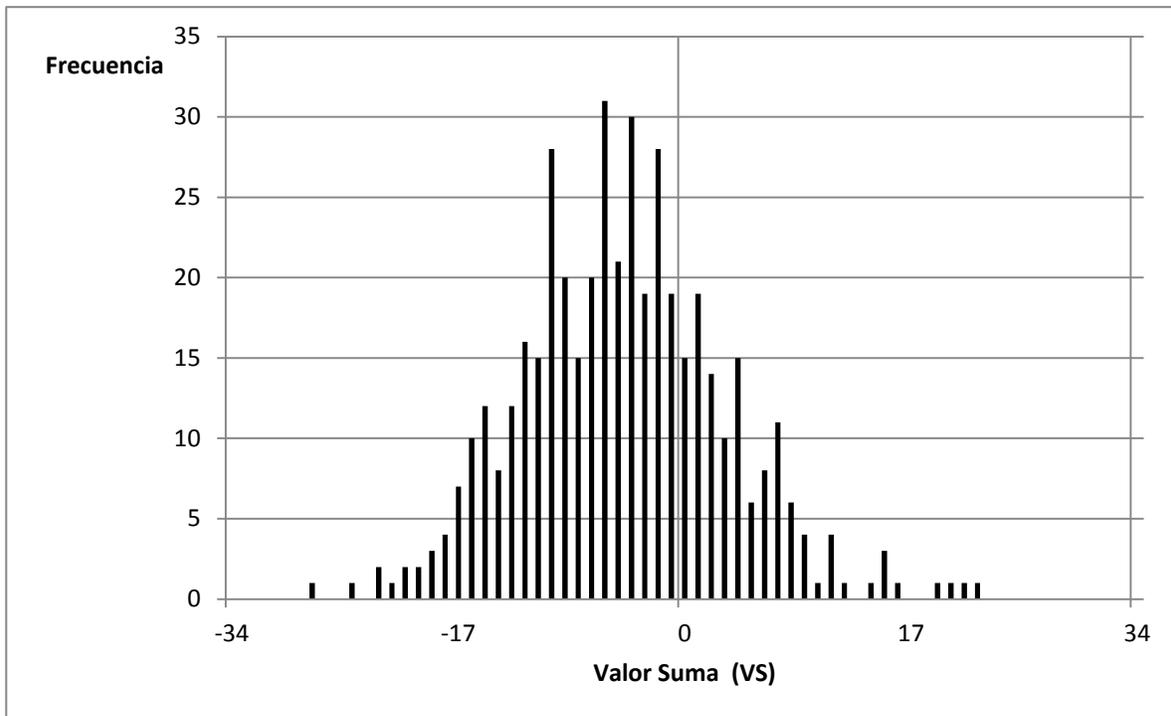


Figura 2: Frecuencias de VS (valor suma) obtenidos en las 450 encuestas.

3.1.2. Análisis por ítems

Los resultados obtenidos se han organizado atendiendo a las 7 dimensiones temáticas explicadas anteriormente, para poder visualizar las tendencias. De este modo se obtiene la frecuencia de respuestas para cada ítem en las 450 encuestas (Anexo 4).

La dimensión **empíria-teoría** (Figura 3) involucra 7 afirmaciones, y las respuestas exhiben un comportamiento mixto. En tres ítems 1, 4 y 34, se muestra una tendencia hacia proposiciones que reflejan la concepción avanzada, por el contrario la visión tradicional se pone de manifiesto en los ítems 16, 29 y 32. La posición de los encuestados no queda claramente definida para el ítem 3.

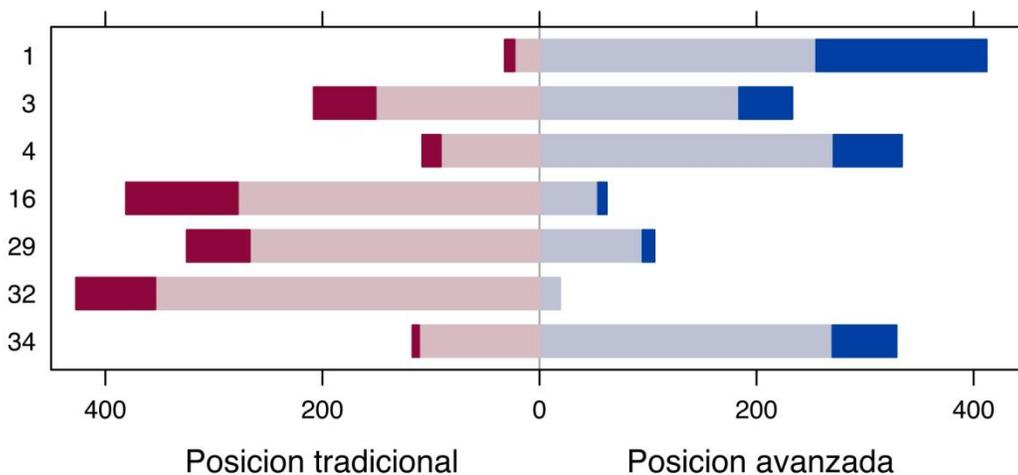


Figura 3: Frecuencia de la valoración de actitudes, ponderada por sentido e intensidad, para los ítems de la dimensión empiria-teoría en las 450 encuestas.

La visión tradicional se manifiesta cuando se acuerda con las afirmaciones de los ítems 16, 29 y 32, que otorgan importancia a la observación como inicio de las investigaciones; el ítem 16 obtiene un 85% de aceptación. La caracterización del conocimiento científico como un conjunto de descubrimientos sobre el mundo (ítem 29) recibe un 72 % de acuerdos, y el peso primordial que se le otorga a la evidencia empírica (ítem 32), un 95% de acuerdo. En referencia al ítem 3, las opciones no están claramente definidas, ya que recibe un 47% de opciones favorables, un 51% de desfavorables y un 2% resultaron omitidas. Es decir que la mitad de los encuestados aceptan que “las teorías están basadas directamente en la observación” y la otra mitad lo rechaza.

Para terminar con esta dimensión, los datos muestran posturas avanzada para los ítems 1, 4 y 34. En ellos, las afirmaciones dan importancia, en la construcción de conocimiento científico, a los procesos intersubjetivos, ítem 1, con un 92% de aceptación; la influencia de la comunidad y los antecedentes, ítem 4, con un 74% de aceptación; y a la carga teórica en la observación, ítem 34, con un 73% de acuerdo.

Los resultados para la dimensión **criterios lógicos** (Figura 4), que incluye los ítems 7, 10, 11, 17, 19, 21, 25, 26, 28, reflejan en general una postura intermedia. Los ítems que aportan a la visión avanzada son el 7, 10, 17 y 25, a la visión tradicional los ítems 28, 26, 11 y 19. El ítem 21 presenta un comportamiento neutro, con 55 % de opciones tradicionales, 40% de opciones avanzadas y 5% de omitidos.

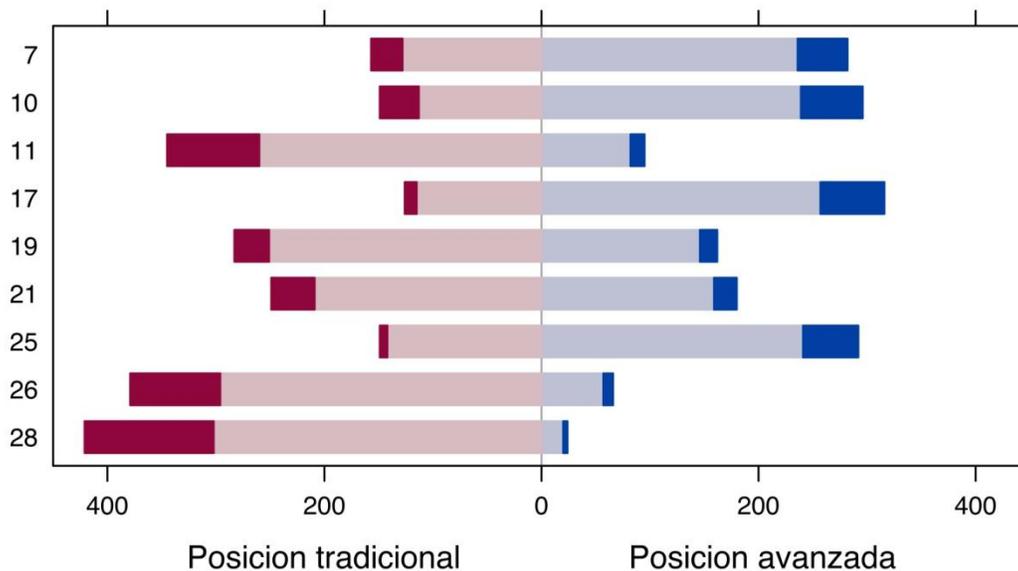


Figura 4: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por sentido e intensidad) para los ítems de la dimensión criterios lógicos en las 450 encuestas.

Para las posiciones más avanzadas, el ítem 7 presenta un 62% de opciones en desacuerdo o muy en desacuerdo con la afirmación de que “los científicos abandonan una teoría ante un hecho anómalo”. En este caso cabe aclarar que la afirmación expresa una concepción tradicional, y su rechazo en un 62% (D+MD) muestra una concepción avanzada, de acuerdo con las asignación de valor de ítems ([Anexo 3](#)). El ítem 10 tiene un comportamiento semejante al anterior ya que el 69 % rechaza la afirmación que “la ciencia es conocimiento demostrado y está por encima de cualquier crítica”. Los ítems 17, en un

70% de acuerdo, y 25, con el 65% de acuerdo, reflejan la idea que las leyes se aceptan por consenso científico y que el conocimiento científico es creado y aceptado en comunidad.

La concepción tradicional se muestra en la prevalencia de la idea de las teorías como hipótesis confirmadas, ítem 11, con un 77% de aceptación; las teorías que se convierten en leyes, ítem 26, con un 84 % de aceptación; y el reconocimiento del experimento como forma de probar que las hipótesis son verdaderas o falsas, ítem 28, con un 93% de aceptación de la afirmación, que además es uno de los ítems que registra los mayores porcentajes de Muy de Acuerdo (26%). El ítem 19 también se encuentra desplazado hacia la postura tradicional, pero con porcentajes menores, 63% de rechazo, y un 38% de aceptación. Como en casos anteriores, la afirmación expresa una concepción avanzada, con lo cual el mayor porcentaje de rechazo da cuenta de una postura tradicional.

En tercer lugar, mostramos el comportamiento de los resultados obtenidos para la dimensión **realismo ingenuo** (Figura 5).

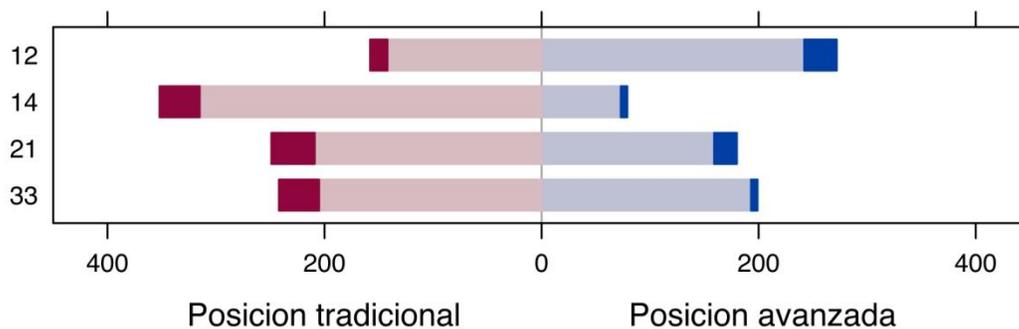


Figura 5: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por sentido e intensidad) para los ítems de la dimensión realismo ingenuo en las 450 encuestas.

En este caso tenemos 4 ítems: el 12 da cuenta de una postura avanzada, el 14 tradicional y los ítems 21 y 33 presentan porcentajes cercanos al 50% para ambas posturas. El ítem 12,

que sostiene que “el conocimiento científico es un reflejo de la realidad”, recibe el 61% de desacuerdo, lo que indica que el profesorado contradice la afirmación. El ítem 14, que sostiene que las leyes expresan regularidades que están en la naturaleza, recibe un 78% de aceptación con una postura tradicional que refleja que se acepta que “las leyes expresan regularidades que están en la naturaleza” (ítem 14) y avanzada cuando no se acuerda con la concepción del “conocimiento científico como reflejo fiel de la realidad” (ítem 12).

La quinta dimensión es la que refiere a la **teleología** (Figura 6); y caracteriza las ideas presentan los docentes sobre las finalidades del conocimiento científico. En este caso, son solo 3 las afirmaciones que dan cuenta de estas ideas, y todas las respuestas se encuentran desplazadas hacia la visión tradicional (Figura 6).

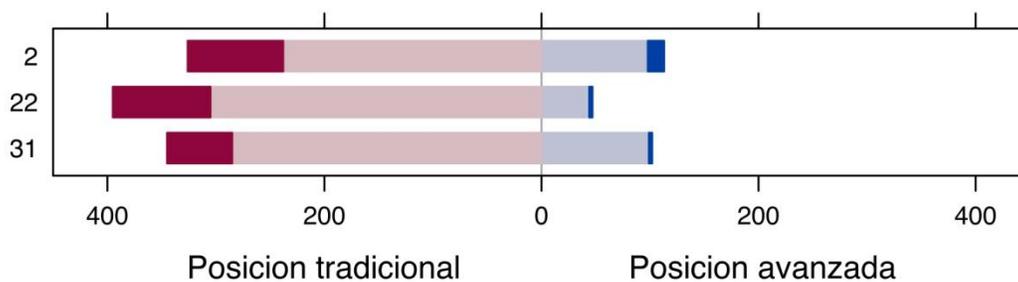


Figura 6: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por sentido e intensidad) para los ítems de la dimensión **teleología** en las 450 encuestas.

Un 73% indican que el rol de la ciencia es el del descubrimiento de verdades sobre la naturaleza (ítem 2); que el progreso científico consiste en el descubrimiento de teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo, con un 88% de acuerdos (ítem 22); y con un 76% sostienen el acuerdo con la idea que “el avance en ciencia es mayor cuando los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo” (ítem 31).

La evaluación de la dimensión **objetividad** (Figura 7) contiene 5 ítems, que incluyen 3 afirmaciones con posiciones avanzadas y 2 con posiciones intermedias.

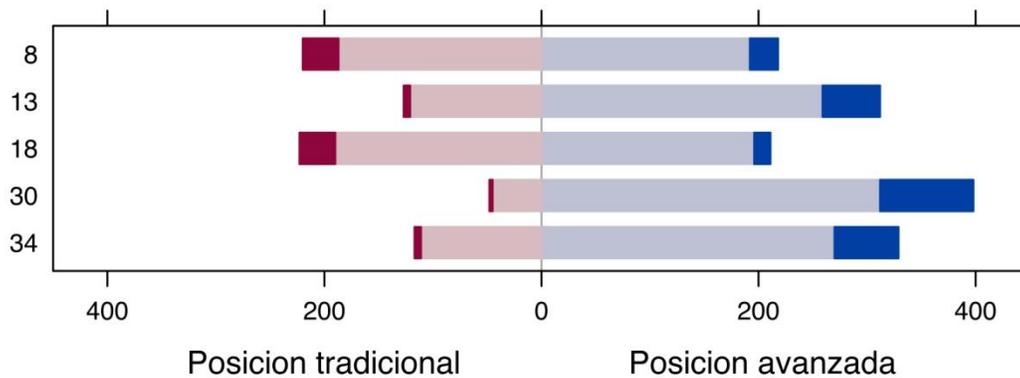


Figura 7: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por sentido e intensidad) para los ítems de la dimensión objetividad en las 450 encuestas.

Se acuerda con el ítem 13 en un 70%, con el 30 en un 88% y con el 34 en un 73%. En éstos se describe la ciencia como interpretativa y basada en los conocimientos previos (ítem 13), descriptiva y explicativa (ítem 30). Para los ítems 8 y 18, los porcentajes en ambos sentidos son semejantes. Para el ítem 8, que sostiene la imparcialidad del científico, los porcentajes son del 49 % para avanzada y tradicional, y 2% de omitidas. Para el ítem 18, que sostiene que la metodología científica garantiza la objetividad, los porcentajes son de 49% (en desacuerdo), es decir que rechazan la afirmación y muestran una posición avanzada, y del 47% tradicional, es decir están de acuerdo con la afirmación propuesta; en este caso el 4% de los docentes omitieron la respuesta.

En cuanto al **método** (Figura 8), los resultados de la sexta dimensión temática presentan una visión más tradicional. Dos afirmaciones claramente en la posición tradicional y tres hacia la avanzada. Los ítems 20 y 27, que expresan que existen distintas metodologías que

los científicos adoptan según las circunstancias, presenta un 81 % de acuerdos y el ítem 27, que sostiene que la experimentación es solo una posible forma de investigar, recibe un 71% de aceptación.

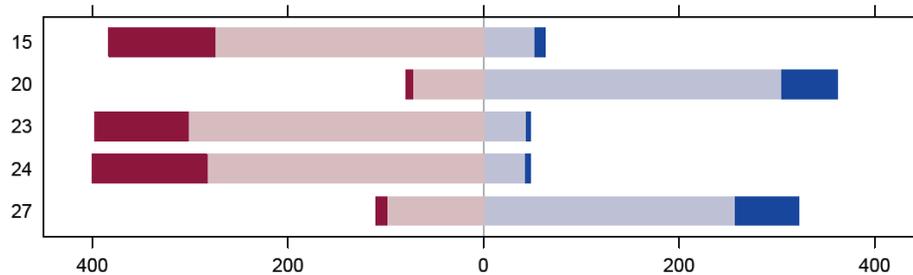


Figura 8: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por dirección e intensidad) para los ítems de la dimensión método en las 450 encuestas.

Por el contrario, los ítems 15, 23 y 24 inclinan las opciones hacia concepciones más tradicionales. El ítem 15, que sostiene que los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías, recibe un 85% de aceptación; el 23, que sostiene que la metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir, recibe un acuerdo del 88%, y la afirmación 24, que expresa que el diseño de una investigación debe ser planificado antes de comenzar, un 89 % de acuerdo. En este caso se da la circunstancia particular de que las dos afirmaciones que expresan visión avanzada están redactadas en sentido positivo, y las 3 que expresan la visión tradicional también. En ambos casos, las opciones en la escala de valoración expresan acuerdos en altos porcentajes.

La séptima y última dimensión denominada **acumulacionismo** (Figura 9) presenta 4 afirmaciones, de las cuales la 5 y la 31 que representan la visión tradicional reciben el 68% y 76% de aceptación y el ítems 6 que representan la visión avanzada reciben el 73 % de aceptación.

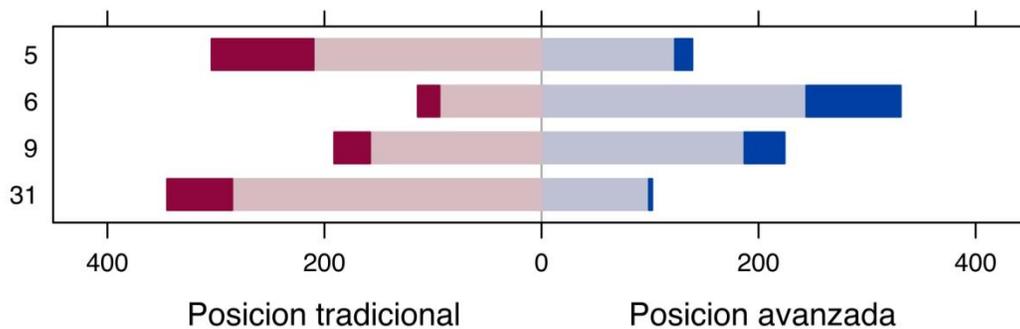


Figura 9: Frecuencia de la valoración de actitud (ponderados por sentido e intensidad) para los ítems de la dimensión acumulacionismo en las 450 encuestas.

Estos resultados muestran posturas marcadas por la aceptación de afirmaciones relacionadas con la caracterización del conocimiento científico como acumulación de investigaciones (ítem 5). Prevalece la idea que a medida que la ciencia avanza los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo (ítem 31), pero también que la opinión acerca de lo que es o no científico cambia con el tiempo (ítem 6). con un 74% de aceptación. El ítem 9, que sostiene que el conocimiento científico es tentativo, recibe una adhesión del 42% (A-MA) y un rechazo del 50% (D-MD), Es el único ítem que presenta un 8% de opciones omitidas, es decir que 35 docentes omitieron dar valor a dicha afirmación.

Para los resultados de las 450 encuestas se calculó media, varianza y desvío estándar para las opciones de los 34 ítems (Tabla 6). Los resultados del análisis muestran valores más altos de varianza en las respuestas para los ítems 3, 5, 7, 8, 9 y 10. Los menores valores de

desvío se dan para los ítems 1, 22, 23, 24, 28, 30 y 32, que presentan porcentajes de aceptación mayores al 88% y corresponden a su mayoría a posturas tradicionales.

Ítem	Media	Varianza	Desvío estándar	Ítem	Media	Varianza	Desvío Estándar
1	1.17	0.72	0.85	18	-0.07	1.28	1.13
2	-0.64	1.26	1.12	19	-0.30	1.22	1.10
3	0.04	1.69	1.30	20	0.74	0.85	0.92
4	0.60	1.15	1.07	21	-0.20	1.32	1.15
5	-0.54	1.43	1.20	22	-0.97	0.67	0.82
6	0.63	1.31	1.14	23	-0.98	0.69	0.83
7	0.32	1.38	1.17	24	1.03	0.75	0.86
8	-0.02	1.37	1.17	25	0.42	1.20	1.09
9	0.08	1.39	1.18	26	-0.86	0.86	0.93
10	0.37	1.47	1.21	27	0.59	1.12	1.06
11	-0.72	1.12	1.06	28	-1.14	0.52	0.72
12	0.28	1.18	1.09	29	0.59	1.07	1.03
13	0.52	1.11	1.05	30	0.96	0.66	0.81
14	-0.68	0.79	0.89	31	-0.67	0.97	0.99
15	-0.93	0.92	0.96	32	1.07	0.34	0.58
16	-0.92	0.88	0.94	33	-0.16	1.24	1.11
17	0.53	1.17	1.08	34	0.59	1.08	1.04

Tabla 6: resultados de los valores obtenidos de media, varianza y desvío estándar para los 34 ítem

Los resultados de la media (en las respuestas de la escala de valoración ponderada), +/- el desvío, son mayores que cero para los ítems 1 y 30 (posición avanzada) y menores que cero en los ítems 22, 23, 24, 28 y 32. Coincidentemente con los cálculos del desvío, estos ítems representan posturas ingenuas (Figura 10).

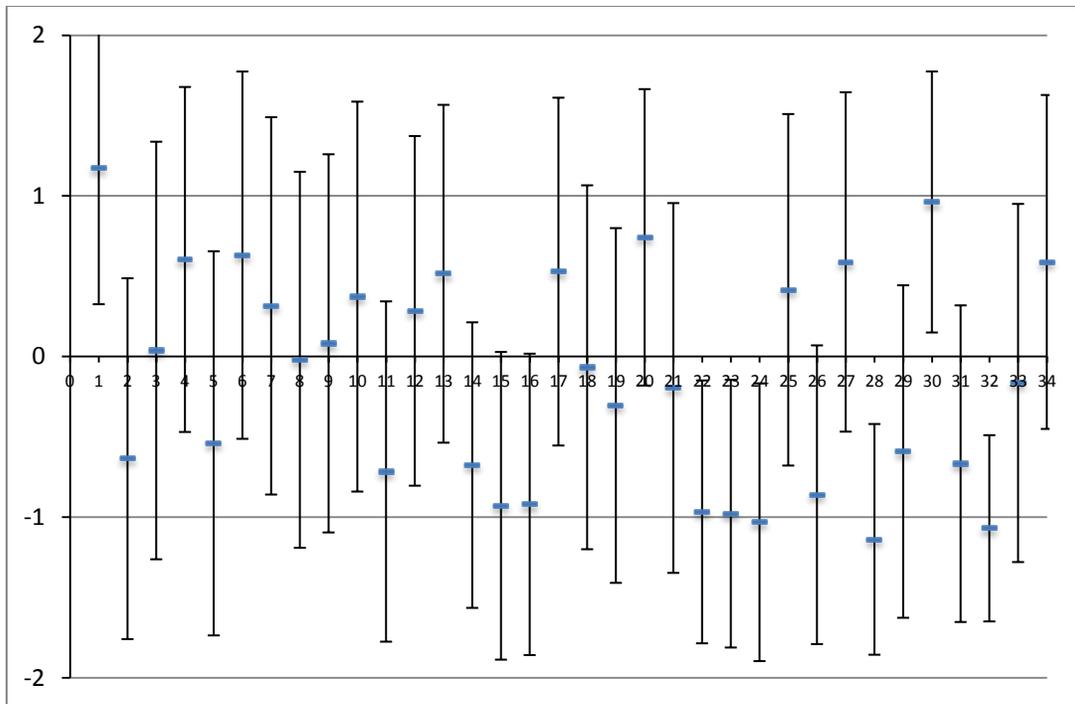


Figura 10: Representación, de la media y desvío estándar de los resultados de las opciones de la escala de valoración para los 34 ítems en la 450 encuestas.

3.2. Análisis factorial

Como explicamos anteriormente, se aplicó un análisis factorial para obtener factores (variables latentes) que expliquen el mayor porcentaje de las variaciones en los ítems (variables observadas). La matriz de correlaciones policóricas no presenta correlaciones significativas con coeficientes mayores a 0,30 para los ítems 2, 3, 7, 8, 19, 21, 27 y 34, por lo que se decide eliminarlas del análisis multivariado.

Se utilizó la función análisis factorial de la herramienta “ULLRtoolbox versión 1.0” (Hernandez- Cabrera, 2012) para la matriz de correlaciones policóricas entre las 26 variables (de las 34 originales) y 450 unidades muestrales. El determinante de la matriz de correlación policórica resultó diferente de cero, con un índice de adecuación muestral de

Kaiser-Meyer-Olkin que supera el nivel de 0,6 (KMO=0,796; Tabachnick y Fidell, 2001), y la matriz no presenta esfericidad según la prueba de Barlet ($X^2(325)=3,901$; $p<0,001$). Si $KMO \geq 0,75$, es adecuado realizar un análisis factorial y por el contrario si es $\leq 0,5$, no debe utilizarse el análisis factorial (Kaiser, 1974; Dziuban, 1974). La prueba de esfericidad contrasta la hipótesis nula de que no existen correlaciones significativas entre las variables y que por lo tanto no es adecuado el empleo del modelo factorial. Dados los valores obtenidos para estos dos estadísticos resulta pertinente aplicarlo.

En la Tabla 7 se presentan los autovalores de la matriz de correlación mayores a 1 y el porcentaje de varianza explicada por cada factor. Se observa que los primeros 7 factores solo explican el 41% de la varianza.

Factor	Autovalor	% varianza explicada	% acumulado de la varianza
1	6,01	20	20
2	1,87	5	25
3	1,59	4	29
4	1,49	4	33
5	1,28	3	37
6	1,19	2	39
7	1,06	2	41

Tabla 7: Autovalores significativos.

Si se utiliza el criterio de determinación del número de factores en base al “trazo de la ladera”, o *screeplot* (Figura 11), podrían tomarse solamente dos factores, acumulando un 25% de la varianza.

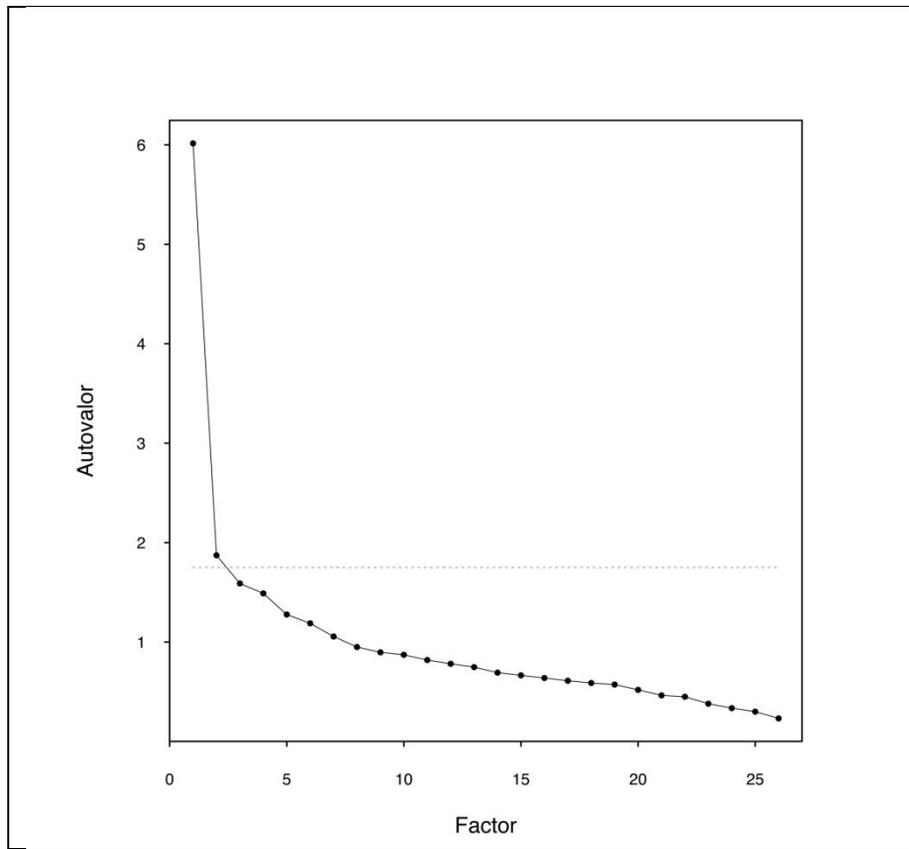


Figura 11: Determinación de número de factores mediante el trazo de ladera.

Para estos dos factores, la matriz de cargas factoriales sin rotación (Tabla 8) muestra 3 variables (ítems 6, 9 y 20) con cargas no significativas para ninguno de los dos factores, en tanto que solo 4 variables presentan cargas⁵ significativas para el segundo factor. Se considera significativa para el tamaño de muestra utilizado ($n=450$) una carga factorial mayor a 0.30 (Hair y otros, 2000). Al aplicar una rotación simplimax se observa una mejor representación en ambos factores; las variables con cargas no significativas para ambos se reducen a dos, pero el ítem 9 no queda representado en ninguno de los factores y el 6 tiene

⁵La carga representa la correlación variable-factor.

cargas muy bajas en ambos. El segundo factor presenta cinco variables con cargas significativas (Tabla 8).

Ítem	Sin rotación		Con rotación <i>simplimax</i>	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Ítem 1	-0.405	0.191	-0.464	0.108
Ítem 4	-0.393	0.187	-0.451	0.106
Ítem 5	0.379	0.050	0.326	0.131
Ítem 6	-0.133	0.283	-0.257	0.259
Ítem 9	-0.112	0.037	-0.120	0.014
Ítem 10	0.249	0.472	0.006	0.533
Ítem 11	0.411	-0.134	0.443	-0.049
Ítem 12	0.318	0.361	0.122	0.434
Ítem 13	-0.410	-0.042	-0.358	-0.130
Ítem 14	0.413	-0.010	0.385	0.078
Ítem 15	0.633	0.113	0.530	0.249
Ítem 16	0.675	0.143	0.555	0.289
Ítem 17	-0.470	0.083	-0.473	-0.016
Ítem 18	0.296	0.379	0.093	0.447
Ítem 20	-0.278	0.274	-0.386	0.219
Ítem 22	0.461	0.028	0.412	0.127
Ítem 23	0.559	0.047	0.494	0.166
Ítem 24	0.504	-0.077	0.502	0.029
Ítem 25	-0.510	0.107	-0.521	0.000
Ítem 26	0.478	-0.305	0.585	-0.207
Ítem 28	0.650	-0.075	0.635	0.062
Ítem 29	0.491	-0.124	0.511	-0.021
Ítem 30	-0.570	0.239	-0.639	0.121
Ítem 31	0.507	0.212	0.367	0.323
Ítem 32	0.516	0.044	0.455	0.155
Ítem 33	0.352	0.290	0.188	0.369

Tabla 8: Carga factorial de ítems para los primeros dos factores, con y sin rotación (destacando las cargas factoriales consideradas significativas).

Se representa la proyección de las variables en los dos factores (Figura 12). En el factor 1 pueden reconocerse dos grupos de variables: uno con correlaciones positivas y el otro con correlaciones negativas (Tabla 9). Entre estos grupos, las correlaciones son inversas y dentro de cada grupo las correlaciones son positivas.

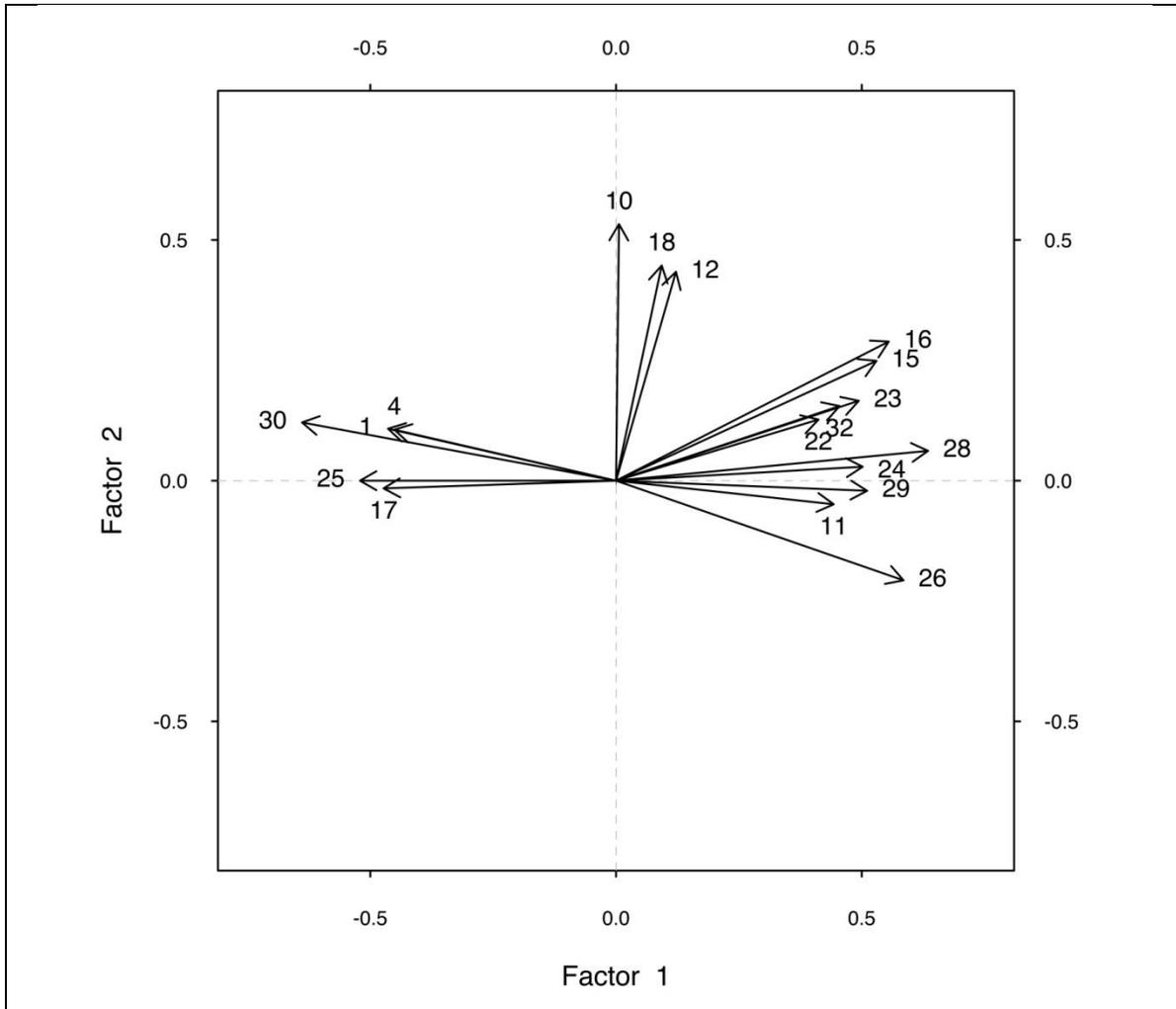


Fig. 12: Proyección de los ítems (variables) en los dos primeros factores.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis factorial con rotación simplimax, podemos reconocer que el primer eje se encuentra asociado principalmente con las dimensiones criterios lógicos (ítems 11,17, 25, 26 y 28) y empiria-teoría (ítems 1, 4, 16, 29 y 32), y en menor medida con la dimensión método (ítems 15, 20, 23, 24), con realismo ingenuo (ítems 14 y 33), con objetividad (ítems 13 y 30) y con teleología (ítems 22 y 31). En todos los casos, el extremo negativo (izquierda) del eje está asociado a una visión avanzada y el positivo con una visión tradicional.

Carga	Ítem	Descripción	Dimensión
-0,639	30	Gracias a las teorías, los científicos pueden describir y explicar los fenómenos del mundo	Objetividad (A)
0,635	28	A través de experimentos el investigador comprueba si su hipótesis es verdadera o falsa	Criterios lógicos (T)
0,585	26	Las teorías después de ser confirmadas en muchos casos, se convierten en leyes	Criterios lógicos (T)
0,555	16	Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia	Empiria teoría (T)
0,530	15	Los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías	Método (T)
-0,521	25	El conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad	Criterios lógicos (A)
0,511	29	La ciencia es un conjunto de descubrimientos sobre el mundo	Empiria teoría (T)
0,502	24	El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar	Método (A)
0,494	23	La metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir	Método (T)
-0,473	17	Las leyes científicas se aceptan por consenso de los científicos	Criterios lógicos (A)
-0,464	1	Antes de aceptar una teoría los científicos la comparan con los datos experimentales y la discuten con otros científicos.	Empiria teoría (A)
0,455	32	Para aceptar una afirmación científica los científicos se basan en los resultados de las investigaciones	Empiria teoría (A)
-0,451	4	Las afirmaciones de un científico están influenciadas por la comunidad científica y por investigaciones anteriores	Empiria teoría (A)
0,443	11	Una teoría es una hipótesis que se confirma	Criterios lógicos (T)
0,412	22	El progreso científico consiste en descubrir las teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo	Teleología (T)
-0,386	20	Existen diferentes metodologías científicas que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias	Método (A)
0,385	14	Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza	Realismo ingenuo (T)
0,367	31	A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo	Teleología (T)
-0,358	13	Un científico interpreta los resultados de la investigación basándose en su conocimiento previo	Objetividad (A)
0,352	33	Para que una teoría sea verdadera debe dar una descripción exacta de la realidad	Realismo ingenuo (T)
0,379	5	El conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones	Acumulacionismo (T)

Tabla 9: Descripción de las variables correlacionadas con el factor 1

Para el segundo factor, hay cinco variables relacionadas de manera significativa, todas con correlación positiva (tabla 10). En este caso, las dimensiones teóricas asociados con el eje son realismo ingenuo (ítems 12 y 33), criterios lógicos (ítem 10), objetividad (ítem 18) y teleología (ítem 31). El extremo positivo del eje representa una visión tradicional.

Carga	Ítem	Descripción	Dimensión
0,533	10	La ciencia es conocimiento demostrado y, por lo tanto, está por encima de cualquier crítica	Criterio lógicos (T)
0,447	18	La metodología científica garantiza totalmente la objetividad del estudio de la naturaleza	Objetividad (T)
0,434	12	El conocimiento científico es un reflejo fiel de la realidad	Realismo ingenuo (T)
0,369	33	Para que una teoría sea verdadera debe dar una descripción exacta de la realidad	Realismo ingenuo (T)
0,323	31	A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo	Realismo ingenuo (T)

Tabla 10: Descripción de las variables correlacionadas con el factor 2

Si realizamos la proyección de las unidades muestrales (450 encuestas) en los primeros dos factores y los analizamos teniendo en cuenta la información adicional obtenida de las encuestas, como la antigüedad, el tipo de formación y las localidades en las que se desempeñan, no hay diferencias.

En primer lugar, la proyección de las unidades muestrales por localidades en las que se encuestaron docentes no hace que se diferencien grupos (Figura 13). Como se observa en la figura, todos los puntos se encuentran dispersos en la zona central de la proyección. Esto evidencia que ninguno de los dos factores presenta pesos significativos.

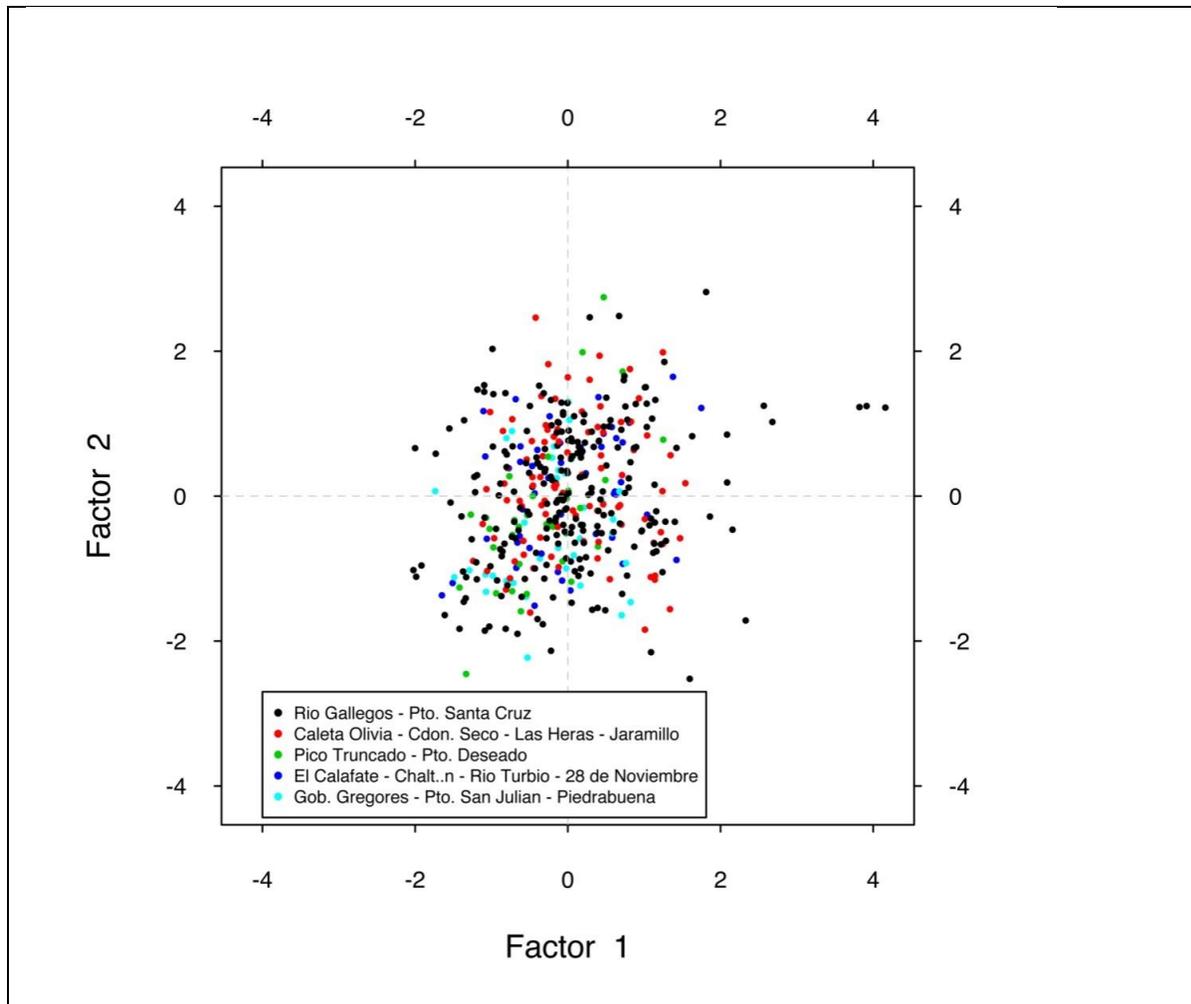


Figura 13: Proyección de las unidades muestrales en los dos primeros factores, detallando la localidad de desempeño del docente.

En segundo lugar, la proyección de las unidades muestrales (encuestas) en los primeros dos factores, pero ahora teniendo en cuenta el nivel de estudios, tampoco permite diferenciar grupos (Figura 14). Lo que se muestra en la imagen es que la mayor parte de los docentes tienen formación terciaria (82%), menor porcentaje obtuvo su título en la universidad (16%), y solo en unos pocos casos se encuentran en la función docente alumnos cuyo título de mayor nivel obtenido es el secundario.

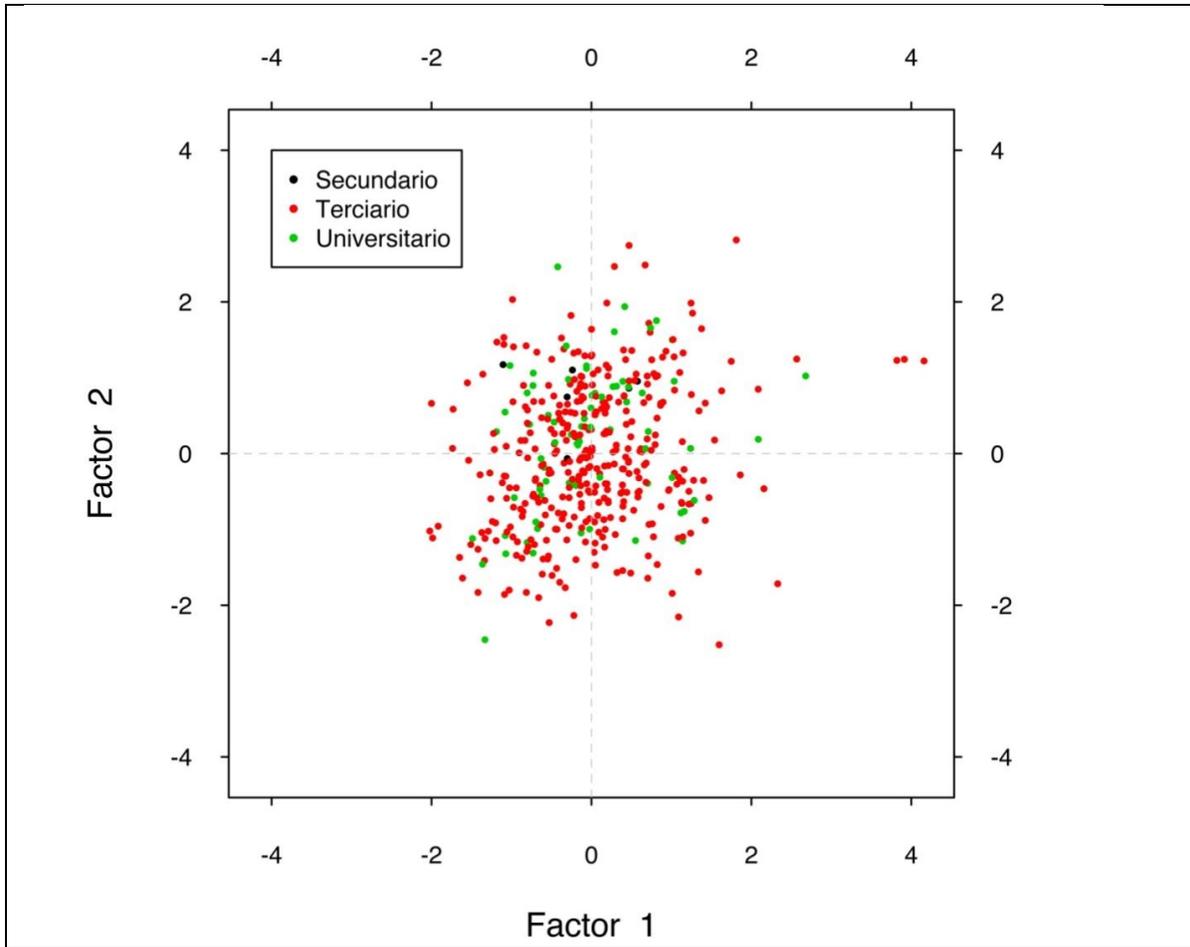


Figura 14: Proyección de las unidades muestrales en los dos primeros factores, detallando la nivel de estudio.

Por último, si observamos las proyecciones de las unidades muestrales en referencia con la antigüedad en la docencia (Figura 15), tampoco se diferencian grupos. Del mismo modo que ocurre con el tipo de formación (secundaria, universitaria o terciaria) y las 15 localidades en las que se realizaron encuestas, ninguno de los dos factores presenta pesos significativos, es decir que no hay variaciones en las respuestas de los docentes encuestados asociadas con antigüedad.

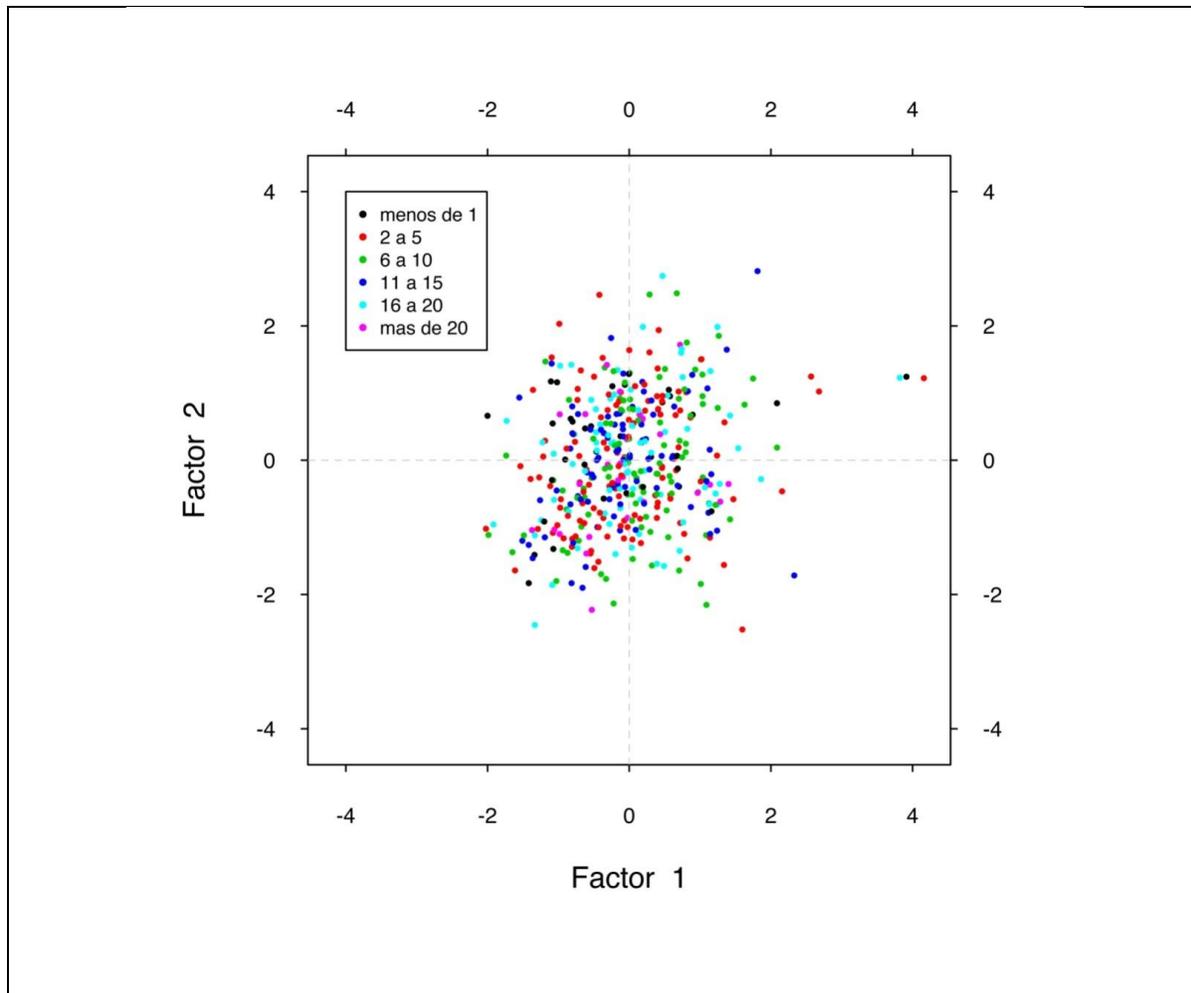


Figura 15: Proyección de las unidades muestrales en los dos primeros factores, detallando la antigüedad en la docencia.

3.3. Una segunda caracterización a partir de las entrevistas

En función de los tres aspectos seleccionados, naturaleza empiro-teórica, objetividad vs. subjetividad, y proceso de construcción y cambio en ciencias, y los 12 indicadores construidos por el método comparativo, (Tabla 4) se analizaron las 14 entrevistas en cuanto a su contenido, resaltando las expresiones que refieren a las ideas sobre la ciencia que presentan los docentes ([Anexo 5](#)). En ellas se buscaron los patrones verbales y se les asignaron los indicadores que mejor se ajustaban a dichas expresiones. Luego se analizó la prevalencia de los indicadores, para caracterizar las ideas del profesorado.

El análisis de las entrevistas muestra, para el aspecto naturaleza empírica o teórica del conocimiento, que dos indicadores refieren a posturas avanzadas, dos a tradicionales y uno a una postura intermedia, pues reconocen la importancia de la experimentación pero también dan peso a la mediación teórica. En el caso de la naturaleza subjetiva u objetiva, las respuestas acuerdan con posturas avanzadas en el caso de los tres indicadores. Para el aspecto que describe las posiciones en cuanto a la construcción y cambio en el conocimiento científico, los indicadores 9 y 10, que expresan las ideas acerca de la construcción de teorías, dan mayores valores para la postura tradicional. En cambio, los indicadores 11 y 12, relacionados con los cambios en el conocimiento, dan respuestas que indican posiciones más avanzadas.

3.3.1. Dimensión A: Naturaleza empírica o teórica del conocimiento científico

En relación con el primer criterio, que evalúa la percepción acerca de la metodología, la mayor parte de las veces los discursos dan cuenta de la idea de pluralidad de métodos. Se hallaron 17 expresiones que refieren al método o metodología en ciencias (Figura 16). De las 17, en 4 oportunidades los profesores hablan específicamente del “método científico” o hacen referencia a una secuencia de pasos previamente establecida, las 13 restantes dan cuenta de la pluralidad de métodos. Estas respuestas de las entrevistas coinciden con las opciones aceptadas en las encuestas, donde el 81% de los encuestados sostiene que “existen distintas metodologías que los científicos adoptan según las circunstancias” (ítem 21), y se contradice con la opción que establece que los científicos usan *un* método (ítem 15), que recibe el 85% de aceptación. Entendemos que en este caso el problema puede deberse a la redacción, pues el énfasis no está puesto en “un” sino en métodos como metodologías “para descubrir y confirmar teorías”.

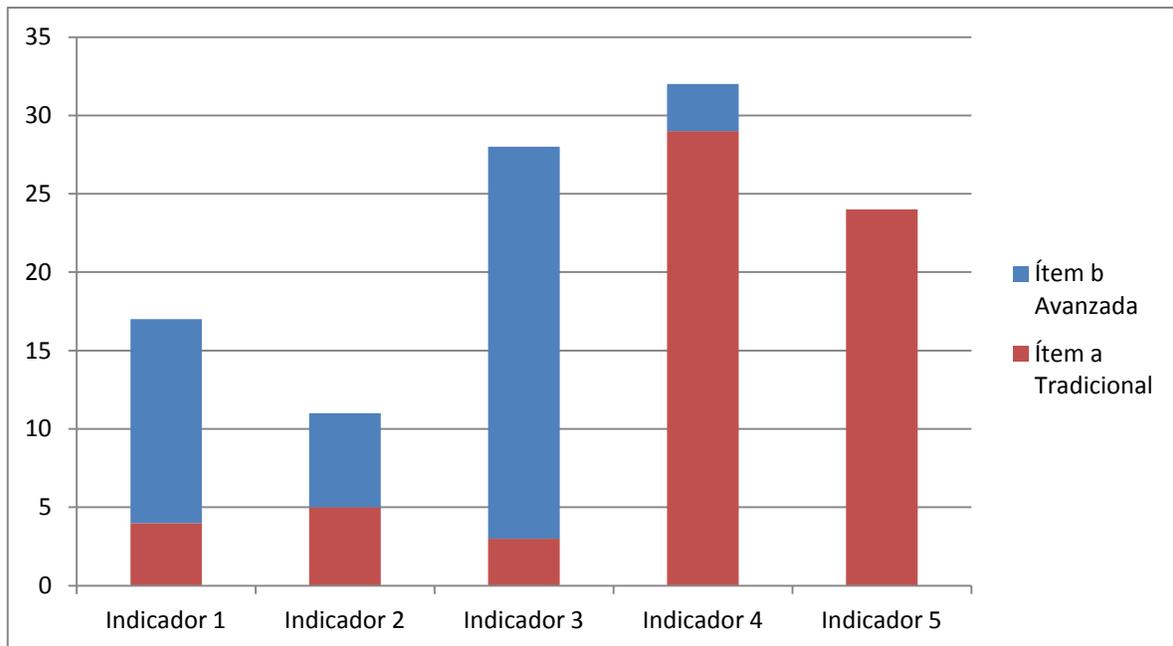


Figura 16: Cantidad de menciones en los discursos de los indicadores del aspecto A: Naturaleza empírica o teórica del conocimiento científico, en las 14 entrevistas.

El segundo criterio (A3) refiere a la experimentación y a la importancia otorgada a la observación (indicadores 2 y 3, Figura 16). Para el primer indicador, que evalúa el papel otorgado a la experimentación, solo en once oportunidades se menciona la experimentación o se hace referencia indirecta. De estas once menciones, seis sostienen la importancia de la mediación teórica y reconocen que la experimentación es solo una posible forma de investigar; en las cinco restantes, sí le dan mayor a este procedimiento en el trabajo científico. De todos modos, cabe destacar que 5 de los 14 docentes no mencionan estas cuestiones. En cuanto al segundo criterio (A2, Tabla 4), que refiere a la mediación del aparato perceptivo, la interpretación del marco teórico y la cosmovisión en el indicador (3.b), la mayoría de las expresiones, 25 de 28, dan cuenta de éstas ideas. Solo en 3 oportunidades se sobredimensiona el papel de la observación y se desestima el papel de la interpretación a partir del marco teórico (3.a) para llevar a cabo la investigación en ciencias.

En la encuestas se encuentran coincidencias, ya que se sostiene que la investigación comienza por la observación, el ítem 16 recibe un 85% de acuerdo, pero en 13 sostienen que el científico reinterpreta a partir de sus conocimientos previos, con 70% de acuerdo en torno a que “el científico cuando observa está fuertemente influenciado por las teorías” (ítem 34).

En lo que atañe al último criterio (A.3), relacionado con el estatus epistemológico asignado a teorías y leyes, en el indicador 4 (figura 16), 29 de 32 alusiones dan cuenta de la jerarquización de teorías y leyes, y su validación en referencia a soportar evidencia empírica (4.a). Solo en 3 oportunidades hacen mención en el discurso a las teorías como bien establecidas y sustentadas por evidencias indirectas (4.b), en coincidencia con la aceptación del ítem 26 de la encuesta. Para el caso del indicador 5, las menciones en los discursos dan cuenta de las leyes y teorías como expresión de regularidades que están en la naturaleza, y que obedecen a hechos observables (5.a). Para el caso de este indicador, la totalidad de las 24 veces que aparece mencionado en los discursos refiere a este modo de conceptualizar la ciencia. Si bien en algunos casos se describen las teorías como invenciones de los científicos, siempre se hace referencia a una relación directa y lineal con la observación y con la realidad, cuestiones que coinciden con los resultados de las entrevistas (en el ítem 14, de las “leyes como regularidades”, se registró 78% de acuerdo).

3.3.2. Dimensión B: Naturaleza objetiva vs. naturaleza subjetiva en la construcción de conocimiento

En cuanto a la naturaleza subjetiva del conocimiento y los factores que lo afectan (Figura 17), los tres indicadores más identificados en los discursos del profesorado son los que refieren a la subjetividad (6.b), los conocimientos anteriores, la experiencia, las expectativas y las demandas sociales, políticas y económicas sobre la ciencia y los científicos (7.b). Para el criterio que evalúa la objetividad y los procesos intersubjetivos (B.1.Tabla 4), el indicador 6.b, que sostiene que en la producción de conocimiento científico se ponen en juego procesos subjetivos como la imaginación y la creatividad, presenta una prevalencia de 21 de 24; solo en 3 oportunidades los profesores sosteniendo la objetividad (indicador 6.a).

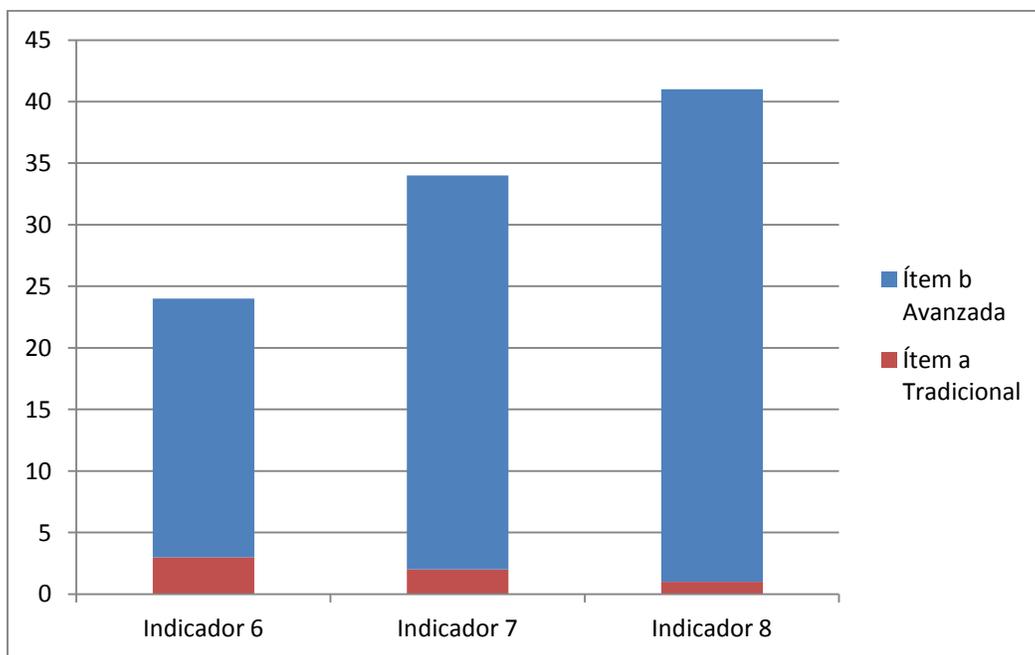


Figura 17: Cantidad de menciones en los discursos de los indicadores del aspecto B: Naturaleza objetiva o subjetiva de la construcción de conocimiento científico, en las 14 entrevistas.

Estas respuestas coinciden con los resultados de las encuestas, en los que se acepta la discusión con pares para la conformidad con las teorías con un 92% de acuerdo, la influencia de la comunidad (ítem 4), y sus propias teorías (ítem 34). Para el caso de la imparcialidad o no de los científicos (7.a y 7.b), los patrones de respuesta indican que la mayoría del profesorado acuerda con que se ponen en juego intereses personales como valores, prestigio y cuestiones económicas (B1.7.a), con 32 referencias a estas ideas sobre 34 para el indicador B1.7.b. Por último, se hallan expresiones que dan cuenta del impacto de procesos intersubjetivos, como la comunidad científica, la sociedad, la política y la economía (indicador 8.b), con una presencia de 40 menciones sobre 41. Solo un docente sostiene que la ciencia es neutra, objetiva y no influida por factores sociales.

3.3.3. Dimensión C: Naturaleza del proceso de construcción y cambio del conocimiento científico

En este caso, los 8 indicadores, que refieren al aspecto relacionado con la construcción de conocimiento y el cambio en ciencias, se agrupan en 2 criterios: los relacionados con la elaboración de teorías y los que hacen alusión directa al cambio en la ciencia y sus causas (Figura 18). Para el primer grupo, la mayoría de los discursos establecen que las teorías válidas son las que reflejan o que reproducen de manera más fiel posible la estructura del mundo, con una prevalencia de 26 sobre 31 menciones (indicador 9). La mayoría de los profesores expresa explícita o implícitamente que la observación y la inferencia son procesos diferenciados, pero señala que la ciencia comienza con observaciones de entidades reales (realismo científico) y que hay un mundo real independiente de la mente (indicador 10.b), con 34 referencias sobre 51.

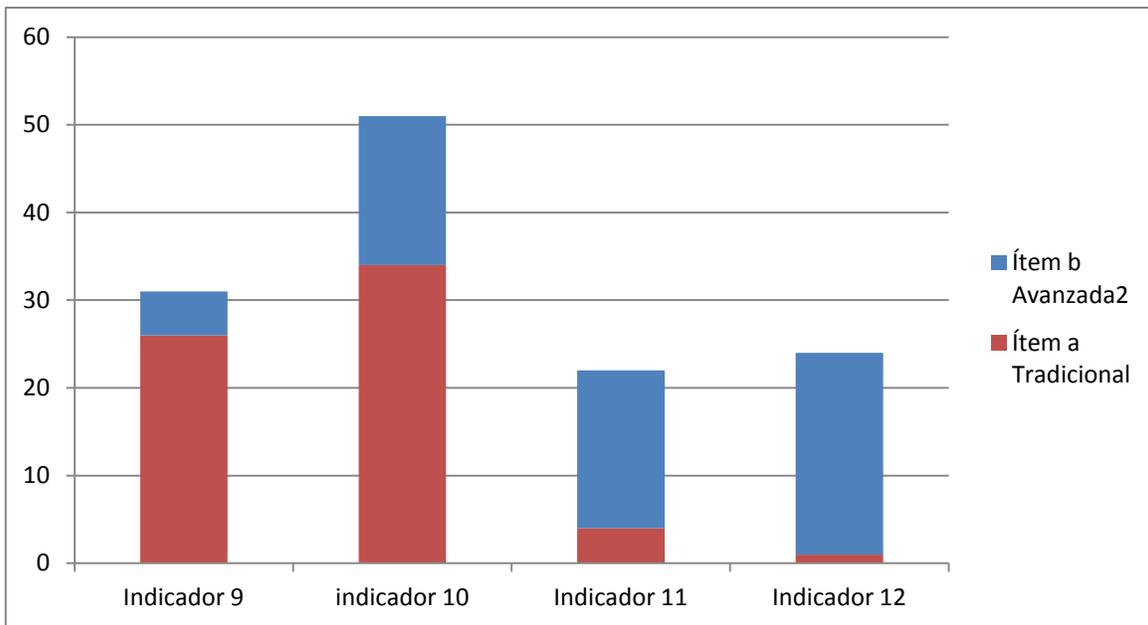


Figura 18: Cantidad de menciones en los discursos de los indicadores del aspecto C: Naturaleza del proceso de construcción y cambio en el conocimiento científico, en las 14 entrevistas.

En este caso particular, 17 menciones podrían indicar que los maestros reconocen la inferencia como interpretación de observaciones mediadas por los puntos de vista actuales de la ciencia (C1.10.b). Estas respuestas se corresponden con las obtenidas en las encuestas, en los ítems 31, 30 y 22, todas expresiones del realismo científico.

En cuanto al criterio C.2, que evalúa las ideas de cambio en la ciencia y el conocimiento científico, muchos sostienen que el conocimiento científico es durable pero perfectible (C2.11.b), ya que, de las 22 veces que aparece mención al cambio, 18 dan cuenta de la tentatividad en ciencias. Los restantes 4 docentes (C2.11.a) expresan que el conocimiento científico es absoluto y cierto, y un profesor sostiene explícitamente que “la ciencia no cambia, que los conocimientos se acumulan y que entonces se conocen más cosas”. No obstante, en la mayor parte de los discursos y en las encuestas se evidencia una posición acumulacionista, donde los descubrimientos van aportando a incrementar el conocimiento

sobre la realidad, en la medida que explican más y mejor las observaciones.

Para finalizar con la noción de cambio en ciencias, 23 expresiones de 24 (C2.12.b) dan cuenta de la idea de la discontinuidad en los cambios en el conocimiento científico, y explicitan como razones algunas de las siguientes: sociales, políticas o tecnológicas. Solo un docente expresa que la ciencia no cambia y que las teorías se acumulan y en función de ello la ciencia avanza (Figura 18, indicador 12).

Es preciso señalar que en el análisis de las entrevistas y durante el proceso de asignación de los indicadores se ponen en evidencia contradicciones en las expresiones docentes. En varias de las entrevistas los maestros reconocen que el conocimiento científico cambia o que es seguro y durable, cuando son interrogados acerca de las teorías y leyes sostienen que las leyes no cambian. Por ejemplo, en la entrevista de M3, responde que “está sujeto a cambios, el conocimiento científico no es verdadero en absoluto”, y 15 líneas más abajo, cuando se le consulta acerca de la diferencia entre leyes y teorías, expresa que “las teorías pueden fallar, las leyes no”. En el caso otro maestro (M13), que sostiene que “la ley de gravedad... eso sigue siendo, creo yo, algo absoluto”, “las teorías quedan sentando algún precedente de descubrimiento, pero hasta que no se logra modificar... las teorías son aportes que favorecen las leyes”, o “no hay verdad absoluta, al ser conocimiento científico es más seguro que otro”; de acuerdo con estas expresiones, la provisoriedad está determinada por el tipo de formulación, las teorías pueden cambiar, pero las leyes no.

Otro criterio en el que los indicadores expresan ideas contradictorias es el C (elaboración de teorías); por un lado, muchos acuerdan o reconocen las diferencias entre inferencias y observaciones (Figura 18). Le otorgan a la observación carácter más cercano a las

impresiones captadas por los sentidos y a las inferencias características de construcción o interpretación teóricamente mediada. También sostienen que la ciencia es una invención de explicaciones, pero cuando se trata de caracterizar el conocimiento, expresan que éste es copia del mundo o reflejo de la realidad, o que la ciencia comienza con observación de entidades reales y que hay un mundo real independiente de la mente. Por ejemplo, otro docente, M4, en la respuesta a la pregunta 2, expresa que “él infirió porque mas allá de lo que vio al romper la piedra el sapo podría estar al costado”, pero, en la respuesta a la pregunta 5, sostiene que “lo que está en la naturaleza es previo a la ley, la teoría muestra cómo suceden los fenómenos”, y en 4 opina que “hay distintas teorías y se basan en distintas hipótesis... ellos plantean lo que creen que es correcto”. Esto último da cuenta de la consideración de las hipótesis como construcción, pero siempre se intenta establecer el correlato en el mundo “real”. En el caso del docente M6, sostiene: “tiene que ver con la subjetividad del que observa y cómo lo observa, ese mundo o ese hecho que está viendo y eso tiene que ver con las lecturas que ha hecho”, pero en otra parte de la entrevista afirma: “si creo que algo que ocurre en la naturaleza o siempre pasa es como una ley que explica lo que está pasando... es decir, está afuera y lo que hace la ley es ponerlo en palabras”.

Para terminar, podemos afirmar que no se evidencian diferencias entre las respuestas de los docentes con mayor antigüedad y los docentes noveles. Se presenta el caso particular del maestro M10, que a pesar de tener 6 años de antigüedad sostiene que el conocimiento científico es acumulativo, que la ciencia es objetiva, que existe un solo método, que los científicos son imparciales y objetivos. Como contrapartida, en el maestro M2, con 17 años de antigüedad, las expresiones están mas de acuerdo siempre con los indicadores del tipo b, que indica en sus patrones de respuestas características más “avanzadas” de la ciencia,

como que existe pluralidad de métodos; le otorga mucha importancia a la mediación teórica, a la creatividad y la imaginación, entiende que en la producción de conocimiento científico se ponen en juego procesos subjetivos, y destaca la importancia de los intereses personales y sociales en el trabajo científico. No obstante, los maestros M1 y M14, de 27 y 11 años de antigüedad, presentan en sus entrevistas varias alusiones a la observación y experimentación como fundamentales en el proceso de construcción de conocimiento, y entienden las teorías como reflejo o copia del mundo, además de evidenciar o expresar explícitamente que el conocimiento científico debería ser objetivo.

CAPITULO 4: DISCUSIÓN

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS IDEAS DE LOS DOCENTES SOBRE LA CIENCIA

Una mirada global a las encuestas ofrece resultados que acuerdan con varios trabajos mencionados previamente. Los docentes presentarían una visión tradicional acerca de qué es la ciencia y cómo se construye, más próxima a las concepciones del empirismo que lo que propone la epistemología reciente y contemporánea. Estas prevalencias concuerdan con nuestras previsiones iniciales y con los resultados de otras investigaciones (Porlán Ariza, 1994; Porlán y otros, 1997; McComas, 1998; Lederman, 1999; Espinet y otros, 2001; Zelaya Blandón y Campanario, 200; Fernández y otros, 2002; Guisasola y Pascual, 2007; Guerra Ramos y otros, 2010; Apostolou y Koulaidis, 2010; Abd-El-Khalick, 2012).

Si analizamos las respuestas en función del valor obtenido por cada profesor y sus frecuencias, los resultados muestran el promedio en valores negativos, lo que indicaría una postura con mayor tendencia hacia una visión tradicional. No obstante, debemos considerar que el valor resulta de la suma de todas sus respuestas, tanto tradicionales como avanzadas. El peso excesivo que implica la aceptación de algunos ítems que reflejan posturas tradicionales, como el 15, 16, 22, 23, 24, 28, y 32, con valores superiores en todos los casos al 80% y en algunos del 95%, provoca que 8 ítems inclinen las frecuencias totales hacia posturas tradicionales. Además, los que seleccionan posiciones avanzadas aparentemente tienen menor convencimiento, ya que la mayoría no opta por valores extremos (MD-MA). Esto provoca que los resultados de las opciones (+;-) se igualen en los valores negativos más cercanos a 0.

4.1. Cómo se organizan las ideas sobre la naturaleza de la ciencia en los profesores de educación primaria

Si analizamos de forma particular los resultados en cada dimensión, para cada ítem (encuesta) y para cada criterio e indicador (entrevista)⁶, vemos que las respuestas no se muestran como un conglomerado, sino que, por el contrario, algunas ideas están más diferenciadas. Por ejemplo, los profesores muestran una visión ingenua cuando sostienen que el conocimiento científico puede considerarse como una serie de descubrimientos sobre el mundo, o el valor que se le otorga a la evidencia empírica en las investigaciones.

La expresión de heterogeneidad en las respuestas coincide con los resultados obtenidos en otras investigaciones, que concluyen que el repertorio de ideas, aunque parcial, está lejos de ser simple (Guerra Ramos, 2006). Por otra parte, ni la visión tradicional ni la visión contemporánea se muestran como un conocimiento homogéneo, sino que existen contradicciones que se revelan en distintos aspectos. Estas situaciones coinciden con otras investigaciones (Mellado, 1997; Perafán, 2003; Apostolou y Koulaidis, 2010;), donde se expresa que las concepciones no son coherentes en todos sus aspectos. Por ejemplo, Apostolou y Koulaidis (2010) expresan que algunos docentes muestran una posición empiro-inductiva para el método y en la noción de cambio expresan una interpretación contextualista. Mellado (1997: 342), sostiene que “en los casos estudiados, halla que algunos futuros maestros expresan contradicciones entre la versión empírica, en la que el método comienza con la observación y se da un rol central a la experimentación, y una visión más constructivista, en las ideas previas y teorías que condicionan el accionar

⁶ Las preguntas de la entrevista se encuentran en la pp. 66 de este documento

científico”. Perafán (2003) reconoce una cierta “polifonía epistemológica” constituyente del pensamiento y el conocimiento del profesor, que debe ser potenciada y no solo reconocida para promover el cambio a epistemologías más actualizadas; el autor sostiene que en la práctica encontramos diferentes tipologías en un mismo docente.

En cuanto a la **naturaleza empírica o teórica del conocimiento**, si analizamos las respuestas en cada dimensión de la encuesta y los criterios e indicadores evaluados en las entrevistas, podemos sostener que ambos instrumentos muestran una visión avanzada para los aspectos relacionados con la pluralidad de **métodos**, la importancia que se le otorga a la mediación del aparato perceptivo, y el peso del fundamento teórico en la observación. El profesorado sostiene una postura más actualizada en cuanto a la importancia de la discusión entre pares, la influencia de la comunidad científica, la interpretación personal y la cosmovisión en el componente observacional.

En relación con la **naturaleza objetiva o subjetiva en la construcción de conocimiento**, aparece la importancia que le asigna el profesorado de educación primaria en la construcción de conocimiento a la influencia de la comunidad científica, la sociedad y la cultura, y los factores sociales y de opinión (factores intersubjetivos). Los maestros reflejan una postura avanzada con respecto a la producción del conocimiento científico y las influencias sociales, políticas y tecnológicas sobre los intereses y objetos de la investigación en ciencias. En general, no se manifiesta un objetivismo epistemológico como ocurre en otras investigaciones (Lederman y otros, 2002; Guisasola y Pascual, 2007; Bennásar y otros, 2010), si bien en algunas entrevistas los docentes expresan que el conocimiento no es objetivo pero debería serlo (M14). También acuerda con la importancia del consenso y el peso de la comunidad (ítem 17: 70% e ítem 25: 65%) para la construcción

del conocimiento, tanto en las respuestas al cuestionario cerrado como en la consideración de factores externalistas, que se expresa durante las entrevistas. En reiteradas oportunidades se pone de manifiesto que se acepta el peso de la sociedad científica o la evaluación por pares para aceptar una teoría (B1.7.b: 32/34 y B2.8.b: 40/41).

La postura más tradicional se muestra en las ideas acerca de las teorías y las leyes, y sus características; la visión jerárquica, que establece que las teorías se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia (A3.4.a: 29/32). Si bien los maestros sostienen que la imaginación y creatividad son importantes en ciencias, presentan una marcada inclinación, en ambos tipos de instrumentos, a dar importancia a la experimentación y la observación sistemáticas (ítem 16: 85%), y a que la *ciencia comienza con observación de entidades reales* y que *existe un mundo real independiente del sujeto* (ítem 22: 88% e indicadores C.9.a: 26/31 y C1.10.a: 34/51). En estos aspectos es claro el dominio de la posición tradicional en el profesorado de educación primaria.

El principio de veracidad del conocimiento científico es el que se refleja más fuertemente entre las ideas tradicionales. En este sentido, Porlán Ariza sostiene que existen dos grandes corrientes epistemológicas: una consiste en criterios de racionalidad universal que sirven para juzgar de manera absoluta la validez, veracidad y certeza de cualquier conocimiento (absolutismo); y la otra considera que no existen criterios universales, sino que estos dependen del contexto cultural, histórico y social, y que por lo tanto la verdad del conocimiento siempre es relativa y está condicionada contextualmente por un espacio y tiempo determinados (relativismo) (1994:71). En este caso, la idea de absolutismo prevalece tanto en las encuestas como en las entrevistas. En todo momento se sostiene la validez del conocimiento, y la existencia de criterios de verdad como reflejo de lo que

ocurre en la naturaleza. En reiteradas oportunidades se acuerda con que la ciencia pretende el estudio de la realidad; se considera que el conocimiento está en ella (realismo) y que la observación rigurosa (inductivismo) permite descubrir dicho conocimiento y formularlo como teoría científica.

Otra idea ingenua, que se expresa tanto en las entrevistas como en las encuestas, es la relacionada con la aceptación o rechazo de la teoría y el rol de la creatividad. Para los maestros, las razones que tiene la ciencia para aceptar o rechazar una teoría se basan en criterios lógicos y sintácticos, que atienden a la estructura formal de la argumentación y a la experimentación (visión tradicional), y aunque también le dan valor a la opinión de otros científicos (visión avanzada), rechazan que las teorías son invenciones y le asignan importancia a la creatividad solo en la fase de diseño, pero no en las etapas posteriores del proceso. Ellos no consideran las teorías como invenciones de los científicos, ni las entienden como un “conjunto estructurado de ideas abstractas que permiten explicar los fenómenos del mundo natural por referencia a entidades y procesos en gran medida inventados, pero que guardan una relación compleja e interactiva con la realidad” (Adúriz-Bravo, 2005a: 17).

En pocas cuestiones se han evidenciado acuerdos tan contundentes como en el caso de las teorías. Para todos los maestros entrevistados, éstas son expresiones de las regularidades que están en la naturaleza (indicador A3.5.a: 24/24); la mayoría expresa que son sometidas a un proceso de falsación y comprobación: “hay que repetir, hay que probar muchas veces” (M1), de modo que a medida que aumenta el número de comprobaciones, aumenta su certeza, hasta llegar a ser absolutamente ciertas (absolutismo epistemológico). Sus dichos manifiestan que el conocimiento puede llegar a ser verdadero si ha sido comprobado

empíricamente. M2 expresa: “la ley está sobre la teoría, es una verdad, validada por todo un cuerpo de científicos, es irrefutable”. En este caso, con referencia al cambio en las teorías en ciencia, en tres de las entrevistas se sostiene que las hipótesis o teorías son sometidas a un proceso de falsación. Estas respuestas expresan posturas falsacionistas, ya que las teorías no serían testeadas por sucesivas verificaciones, sino por intentos de refutación, lo que esboza un avance sobre las posturas verificacionistas. Una teoría es verdadera hasta que deja de serlo.

Ambos instrumentos coinciden además en que, en el pensamiento de los profesores, las leyes son consideradas superiores a las teorías. Las leyes han sido más probadas, tienen carácter absoluto y universal, sus conocimientos son verdaderos, y por ello los maestros las asocian más con la física y la química. Las teorías, más provisionales y cambiantes, se asocian con la biología, que se considera más nueva y con menos tiempo de consolidación. En general, los docentes expresan que las investigaciones científicas empiezan con la recogida de datos, esos datos pueden ser observables, los podemos medir, o también pueden ser no observables, es decir, se derivan de relaciones más complejas, como las inferencias. Cuando responden a la primera pregunta de la entrevista, varios de los maestros coinciden con estas apreciaciones, y diferencian la observación de la inferencia, pero luego, cuando se trata de reconocer las teorías y leyes, sostienen erróneamente que las leyes se obtienen a partir de la confirmación de teorías. Hay aquí una contradicción en el discurso: primero distinguen la inferencia (cargada de teoría) de la observación (más relacionada directamente con los datos), pero luego no aplican esta distinción para entender las teorías como aquellas que explican relaciones entre hechos y dan significado a los datos (y no a la inversa). Para explicar estas ideas, Duschl sostiene que “las explicaciones científicas en

forma de teorías científicas no aparecen milagrosamente. Por el contrario, las teorías científicas se esbozan arduamente y con rigor. La presión del tiempo en las aulas es lo que elimina la presentación del camino de crecimiento del conocimiento científico” (2000: 59).

La síntesis de ideas docentes se muestra en la Figura 19. En ella intentamos representar como un gradiente las percepciones halladas en el profesorado de educación primaria. Hacia la izquierda, incluimos los núcleos más duros de las concepciones tradicionales, que tienen que ver con posturas que plantean la observación como fuente del conocimiento verdadero, relacionada con la imagen clásica de la ciencia: la visión positivista del conocimiento. Luego se presenta la visión jerárquica otorgada a las teorías y leyes, donde unas se convierten en otras, dependiendo de su capacidad de soportar evidencia. Un poco más al centro del esquema, encontramos la asignación de importancia a la experimentación, pero en varios aspectos comienza a considerarse que no es la única fuente de conocimientos, y encontramos posturas que se muestran más permeables a los posicionamientos actuales, que consideran la carga teórica en la observación y la influencia de la cosmovisión. También encontramos en esta zona central la noción de cambio en el conocimiento, pero se evidencia como una zona de conflicto, ya que los mismos docentes dan cuenta de una postura en un sentido más acumulativo (los nuevos conceptos y teorías integran a los antiguos y los superan), pero también refieren a cambios radicales en las posturas e incluso de la inconmensurabilidad de las teorías.

En la parte derecha de la figura encontramos la inclusión de la mediación teórica en la observación. Si bien es considerada y mencionada en reiteradas oportunidades, aún se conserva la idea de la observación de la realidad, más allá de que su lectura derive de los conocimientos previos del investigador. A medida que avanzamos hacia la derecha, nos

aproximamos a posturas más contextualistas, que consideran que el conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios, pero aún se evidencian contradicciones, pues ese conocimiento sigue siendo considerado como reflejo de la estructura del mundo. A la derecha de la figura encontramos las posturas más actualizadas, referidas a la valoración de los procesos intersubjetivos y personales, ya que consideran la relación entre pares, el conocimiento socialmente aceptado por la comunidad científica y las cuestiones particulares de los científicos como intervinientes en la producción de conocimiento.

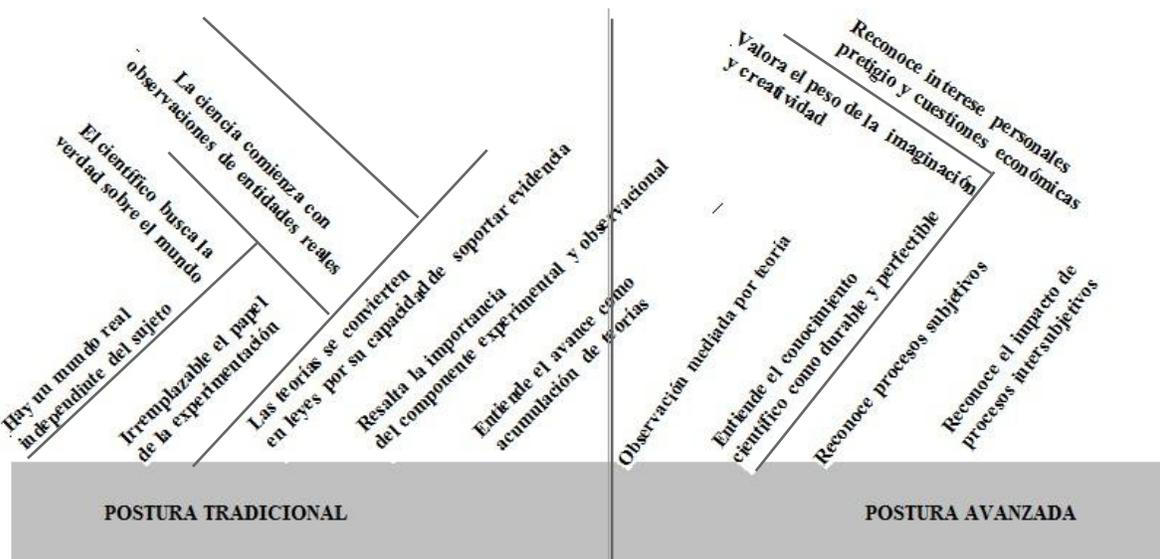


Figura 19: representación de las principales aspectos y sus relaciones en las respuestas de los maestros

Como dijimos anteriormente, en algunas características de la ciencia expresadas por los maestros, sus visiones no están definidas claramente hacia ninguna de las dos posiciones y en otras se presentan contradicciones. Una de las contradicciones es el rol asignado a la observación, ya que se le otorga mucho valor dentro de los aspectos metodológicos. La mayoría de los docentes considera erróneamente que es un *paso fundamental para iniciar*

cualquier investigación, pero, a su vez, se le asigna un peso importante a la mediación teórica en la observación, que aparece marcado tanto en las entrevistas como en las encuestas, con 85% de aceptación del ítem.

Otra aparente contradicción es la que se produce entre las ideas de veracidad del conocimiento y el desacuerdo con el absolutismo epistemológico. La mayoría del profesorado coincide con la idea que el conocimiento está en la realidad, en acuerdo con las posturas del realismo ingenuo (Porlán Ariza, 1994). Coincidentemente con otras investigaciones, los profesores se manifiestan de acuerdo con las posiciones positivo-empírico-inductivistas, y tienden a considerar que la ciencia es el estudio directo de la realidad (Zelaya Blandón y Campanario, 2001). También consideran erróneamente que la realidad es fuente de todo conocimiento científico y que ese conocimiento resulta en verdades absolutas (positivismo). La contradicción se expresa en que se acuerda con las dos primeras ideas, pero están en desacuerdo con el ítem 10, que sostiene que *la ciencia es conocimiento demostrado y por lo tanto está por encima de cualquier crítica* (absolutismo epistemológico). Esta idea también se expresa en las encuestas.

La tercera contradicción es la que ocurre con los ítems 1, 4, 17, 25 y 34 y las respuestas a las entrevistas, en donde asignan gran valor a factores externalistas, lo que expresa posiciones avanzadas en cuanto a las influencias de la comunidad, el consenso y las teorías personales en la producción de conocimientos. No sería lógico pensar que el conocimiento es verdadero y refleja la realidad (absolutismo epistemológico) y al mismo tiempo está fuertemente influido por las cuestiones personales, de la comunidad científica y de la sociedad; sin embargo, cuando se trata de evaluar estas influencias, en ambos instrumentos se les otorga gran importancia. En este aspecto también se encuentran coincidencias con los

trabajo de Zelaya y Campanario (2001), pues los sujetos manifiestan posiciones próximas al relativismo epistemológico, al considerar que el conocimiento científico es el resultado de la interacción entre el pensamiento y la realidad, y que su validez depende del contexto cultural. Es decir, los maestros expresan posiciones avanzadas en cuanto a las influencias de la comunidad, el consenso y las teorías personales en la producción de conocimientos, contradiciendo la aceptación (con un 95% de acuerdo) de la idea que *para aceptar una afirmación se basan en sus investigaciones* y con el indicador que expresa que las teorías se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia (A3.4.a: 29/32). Las primeras ideas resultan muy próximas al relativismo epistemológico; las últimas se muestran fuertemente empiristas, con un gran peso puesto en la experimentación.

En las encuestas, además llaman la atención nuevas contradicciones, por ejemplo, el acuerdo establecido con los ítems 17 y 25, que expresan que las leyes se aceptan por consenso y se le otorga valor a la comunidad científica (visión avanzada), que se contradice con el rechazo al peso de los factores sociales como la opinión de otros científicos en el ítem 19. La explicación que podemos dar es que pudo producirse algún problema en la interpretación del ítem, pues cuando en la entrevista se consulta específicamente acerca de la influencia de la comunidad, todos acuerdan con su importancia.

En el caso de los ítems de la encuesta enmarcados en la dimensión teleología, se observa una posición tradicional muy fuerte, asignando a la ciencia los fines de la búsqueda de la verdad y del descubrimiento de teorías, y se indentifica el avance con el acercamiento a la verdad. En estos ítems, además de la función asignada a la ciencia, también se pone de manifiesto la posición positivista, ya que las tres opciones expresan la idea que el auténtico conocimiento está en la realidad, con lo cual no se discrimina adecuadamente qué idea es la

que motiva la elección. La búsqueda de beneficios personales como prestigio y lucro no está considerada dentro de los ítems, si bien se incluye luego en las entrevistas, para aclarar las ideas de los maestros sobre esas cuestiones particulares.

Además de hallarse contradicciones entre las ideas expresadas en las entrevistas y encuestas en general, también se evidencian contradicciones en las ideas de los mismos maestros durante la entrevista o entre la entrevista y la encuesta. En M1, por ejemplo, se ve una interesante contradicción, pues expresa que las teorías se contrastan contra la realidad a la hora de evaluar la validez del conocimiento (falsacionismo), pero cree que la observación de la realidad es la fuente de conocimiento, es decir, es inductivista a la hora de concebir el conocimiento.

En otros maestros, como M10 por ejemplo, se conciben las teorías desde un punto de vista acumulativo. En sus dichos se evidencia que el conocimiento científico avanza con el nuevo conocimiento, de modo que las nuevas teorías son verdaderas para ámbitos de la realidad que no explicaban las teorías anteriores. Estas ideas coinciden con los resultados obtenidos en el ítem 5 de la encuesta, que sostiene que el conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones. Pero luego este maestro, cuando responde a la pregunta 5 de la entrevista, menciona la idea de paradigma para justificar las diferencias en las consideraciones de los virus.

La pregunta 5 del cuestionario les resultó difícil de responder a los maestros; entendemos que esto ocurre porque los enfrenta con la situación del cambio y el relativismo epistemológico, y muchos entran en contradicciones como una “evolución

acumulacionista⁷”, que implicaría el reconocimiento de que existen teorías verdaderas que explican algunos fenómenos de manera diferente. Erróneamente, consideran que teorías disidentes pueden ser verdaderas porque aíslan parcelas diferentes de la realidad, pero no comprenden que las teorías reflejan formas disímiles de ver el mundo. Su empirismo los obliga a ver que la realidad es una y cada teoría abarca una parcela determinada de la misma; por lo tanto, ambas teorías pueden ser simultáneamente verdaderas sin contradicción. Es decir, “depende de los datos que tome, el científico va a llegar a conclusiones diferente” (M12), con respuestas semejantes en M11, M1 y otros.

En las entrevistas surgen además algunas ideas que, si bien no eran parte de ninguno de los dos instrumentos, se mencionan en varias oportunidades; una de ellas es la idea que muchos hallazgos se producen por casualidad. Estas concepciones están en coincidencia con otras investigaciones (Guerra Ramos, 2006).

En las encuestas también se da cuenta en varias oportunidades de la falta de reflexión, por parte de los docentes, sobre los contenidos referidos a la NOS y su incidencia en la enseñanza. Al finalizar algunas de las entrevistas, los maestros hacían referencia explícita a no haberse planteado nunca cuestiones como la diferencia entre observación e inferencia o la diferencia entre leyes y teorías, y mucho menos haberlo trabajado con sus alumnos. Esta falta de reflexión en referencia a los contenidos de la NOS aparece reportada en otros trabajos, en los que se expresa que se detecta la falta de pensamiento previo sobre la naturaleza del conocimiento científico; los maestros reconocen no haber pensado antes en los aspectos de la filosofía de la ciencia (Mellado, 1997; Guisasola y Pascual, 2007).

⁷Los términos “absolutismo epistemológico”, “inductivismo”, “objetivismo epistemológico” y “evolución acumulacionista” son tomados de Porlán Ariza (1994), que los utiliza para describir posturas en estudiantes de magisterio.

Para finalizar, otro aspecto que surge, sobre todo en las entrevistas, es el papel de la tecnología en la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico. En coincidencia con Fernández y otros (2003), abunda una visión simplificada del rol de la tecnología o su omisión entre los aspectos que influyen en cómo se construyen o cambian los conocimientos. Cuando se les consulta a los maestros acerca de las posibles causas de los cambios en la ciencia, refieren a “las ideas, los conocimientos, la sociedad”, pero pocas veces mencionan la tecnología. En algunas ocasiones la referencia causal es superficial, como una mera aplicación de conocimientos científicos; solo dos docentes refieren específicamente al microscopio, por dar un ejemplo, o las tecnologías de la información y la comunicación como un modo de promover cambios en las ciencias.

4.2. Cuestiones que parecen influir en el conocimiento y en la construcción de las ideas de los docentes sobre la ciencia

En los análisis realizados de las ideas de los docentes sobre la ciencia surgieron tres cuestiones que podemos suponer que estarían incidiendo en esas ideas. Durante las entrevistas, en numerosas oportunidades se hizo referencia a las actitudes resultantes de la formación, a la complejidad de los contenidos y a las experiencias personales como alumnos de ciencias naturales, tanto en el profesorado como en la escolaridad obligatoria.

Otro aspecto que también cobró relevancia en los discursos fue la influencia de los medios de comunicación en las ideas sobre la ciencia. La mención a publicidades, acontecimientos científicos a nivel mundial y expresiones propias de la divulgación científica impuso la relevancia que éstos tienen en el desarrollo de las percepciones sobre la ciencia.

En tercer lugar, en varias oportunidades los docentes manifestaron algunas dificultades en

la comprensión de las afirmaciones en la encuesta, con diferencias en el significado asignado a cada término, lo que provocó que algunos maestros asociaran las leyes con el derecho y las cuestiones legales, y no con la ciencia.

Por consiguiente, desarrollaremos brevemente algunas de las posibles influencias de estos tres factores en la comprensión social de la ciencia y el conocimiento científico.

4.2.1. Influencia de materiales curriculares y formación docente

El análisis de los programas de estudio nos permitió reconocer que éstos no mantienen un nivel de concordancia con los marcos curriculares ni con las propuestas actuales de la didáctica de las ciencias. Especialmente, con la visión de ciencia que propone la epistemología contemporánea. Muchos de los programas solo dan cuenta de la importancia asignada al conocimiento de la NOS para la formación docente, al menos desde el punto de vista declarativo, pero ninguno de los programas analizados da cuenta de un tratamiento de estos contenidos. Es decir, el material curricular no presenta alternativas (en el ítem explicitación de estrategias de trabajo) para lograr que los futuros docentes participen en actividades relacionadas con algunos aspectos de la NOS, abordan contenidos específicos, y en su tratamiento se estudian cuestiones relacionadas con la construcción de teorías, las diferencias entre observación e inferencia, los cambios en las teorías.

Esta situación puede deberse a que los profesores de los profesorados tienen conocimientos rudimentarios sobre la naturaleza de la ciencia, porque, como lo expresa Mellado (1997), la filosofía de la ciencia ha estado ausente de las aulas y los currículos durante varios años. Estos docentes que están en la formación de formadores deben tener al menos 10 o más años de experiencia para desempeñarse en esa función, lo que supondría que en sus

estudios iniciales no han recibido conocimientos de la NOS y mucho menos de cómo enseñarla.

García Ruiz y Sánchez Hernández (2006) sostienen que es necesaria una revisión urgente de los planes y programas de formación docente, para que en ellos se promueva la relación del conocimiento científico con la vida cotidiana, la valoración del conocimiento científico y la creación de una actitud crítica frente al desarrollo del conocimiento. Las autoras surgieron que la actitud negativa hacia la ciencia por parte del profesorado de primaria, provoca la selección de otras asignaturas en detrimento de la enseñanza de las ciencias.

Los distintos autores que justifican la efectividad y practicidad de incluir estos contenidos en los programas sostienen que, si bien deben ser parte de su formación, su adquisición debe ser funcional y no nominal. No alcanza que los profesores reproduzcan características de la ciencia si luego no pueden incluirlas en las propuestas de enseñanza. Tampoco consiste en un adoctrinamiento para promover un punto de vista, pues esto sería antieducativo. La idea es que se promuevan puntos de vista particulares, que ellos cambien, que puedan razonar y justificar sus creencias y luego promuevan ese cambio en sus alumnos.

El reto que se plantea en la formación de los maestros es la necesidad de diseñar y utilizar estrategias de enseñanza que reflejen una comprensión exhaustiva de la estructura de la ciencia. Es por ello que el profesorado necesita nuevas pautas que les ayuden a tomar decisiones relativas a la selección y puesta en marcha de las tareas didácticas (Duschl, 2000), más acordes con los fundamentos actuales propuestos por la NOS. Los docentes no solo deberíamos ser capaces de definir o explicar los conceptos y las verdades aceptables del dominio, también deberíamos explicar cómo una proposición particular es considerada

y garantiza que ese conocimiento es valioso y cómo se llegó a él. Explicitar con qué otras cuestiones se relaciona, dentro y fuera de la disciplina. De ese modo, cuando se aborda un contenido, no solo se comprende en sí mismo, sino también se entiende el proceso de generación, transformándose en una experiencia significativa.

Sería muy importante que los docentes propongan a sus alumnos el diseño de actividades para trabajar la comprensión de la NOS. Estas actividades tienen tres ventajas: se abordan contenidos específicos de las disciplinas, de la práctica de la enseñanza, y de la naturaleza de la ciencia, situación que luego favorece la transposición didáctica de los contenidos. Por ejemplo, si se admite que la ciencia es un conocimiento provisional, la controversia debería ser incluida, y mucho más si se trata de la formación docente.

Por el contrario, lo que se pone en evidencia en los programas analizados es que se adopta una visión científicista y experimentalista, donde se prioriza la aplicación de metodologías, prevalece la observación y la emisión de hipótesis y su contrastación desde el punto de vista metodológico, donde hay que comprobar experimentalmente las predicciones y donde posiblemente se proponga un solo modo de hacer ciencia, basado fundamentalmente en el método experimental, que busca sobre todo la justificación del conocimiento, basado en pruebas observables para predicciones exactas (positivismo lógico).

En tanto en los programas se prioriza la forma final del conocimiento, entendemos que la NOS es inherente a la ciencia multicultural, la evolución, las controversias y la crítica, y que está relacionada con una mirada democrática que la gente debe comprender para darle sentido a los asuntos sociocientíficos y apreciar la ciencia como un elemento fundamental de la cultura contemporánea (McComas, 1998). Es por ello que consideramos que las preguntas acerca de la NOS son concernientes a los maestros de ciencias y el desarrollo del

currículum.

En el desarrollo de la tesis hemos llegado a conocer qué ideas tienen los docentes, y en qué aspectos sería más inminente trabajar. El problema es cómo incluimos estos asuntos de modo que los maestros adquieran una comprensión más compleja de la ciencia como base para la toma de decisiones didácticas. McComas (1998) expresa que es irreal esperar que los estudiantes o algunos de los profesores se transformen en historiadores, sociólogos, o filósofos de la ciencia. Las aspiraciones son más limitadas, y solo se pretende una comprensión de la NOS como una empresa cognitiva, soportada por estándares intelectuales, con valorada objetividad, que intenta explicar y entender la naturaleza y la realidad. Esto es, se trata, como dice el mismo McComas, de intentar entender la complejidad de la empresa científica.

4.2.2. Influencia de los medios de comunicación en la imagen de ciencia

Otra de las razones que permitiría explicar las ideas que muestran los maestros sobre las ciencias es el efecto de los medios masivos de comunicación en general y la publicidad en particular. La publicidad es un fenómeno de este tiempo, es una de las formas masivas de comunicación y sirve para modelar la opinión de los ciudadanos pues su mensaje influye en la constitución del discurso social actual. De este efecto no queda ajena la ciencia (Fernández y otros, 2002)

En el discurso publicitario circulan modelos y se construyen estereotipos. Con mucha frecuencia, la ciencia aparece relacionada con la publicidad, pero en la mayoría de los casos la visión que se presenta no es la que proporcionan las epistemologías contemporáneas. Por el contrario, la ciencia es presentada como fuente de autoridad que garantiza la calidad.

Esta idea contribuye a afianzar el estereotipo que caracteriza la ciencia como constructora de certezas y productora de un conocimiento superior a otros tipos de conocimiento. La publicidad en muchos casos transmite una visión estereotipada y una idea de conocimiento del pasado pues recurre para dar validez a su discurso a una concepción de ciencia que ha sido superada. La ciencia aparece en muchas oportunidades como respaldo de conocimientos resultado de un avance continuo, lineal, pendiente de corroboración o testado empíricamente y garantía de calidad y eficacia (Campanario y otros, 2001).

Algunas manifestaciones de la publicidad o los medios de comunicación social aparecen en las entrevistas, cuando se les solicita a los maestros ejemplos y ellos hacen referencia a la minería, las cremas de belleza, medicamentos y distintos productos y se mencionan las publicidades o los medios de comunicación social.

La ciencia y la publicidad se relacionan cuando se asocia el discurso científico al discurso mediático, para dotarlo de autoridad y fiabilidad. Pero el problema radica en que esa ciencia “garantía de calidad” se presenta desfasada del papel de la ciencia y del discurso actual, pues se centra en la ciencia constructora de verdades y absoluta. Incapaz de asumir un discurso en término de probabilidad, pues no existe ciencia que pueda desprenderse de la idea de provisionalidad. La ciencia debería ofrecer cierta estabilidad, fiabilidad y rigurosidad pero no mostrarse absoluta (Medina Cambrón y otros, 2007).

De este modo, el uso de la autoridad de la ciencia, y de la concepción asociada de conocimiento científico como conocimiento verdadero, en el discurso mediático es posible que no se limite a recuperar esquemas mentales preexistentes, sino que además contribuya a reforzar en el público en general, y en los docentes en particular, esta imagen errónea de la

ciencia. La publicidad, por un lado, enseña lecciones inconsistentes con las pertenecientes a la ciencia escolar y, por otro, desacredita el conocimiento científico cuando califica de certeza cuestiones “comprobadas científicamente” que no lo son. En este sentido, el M5 expresa que la empresa que promociona una crema en una publicidad no va a publicar resultados no esperados, “las cremas dice que no producen alergia, pero seguro que a alguien le hacen mal, no tienen igual efecto en todos. Pero si pasa no te lo van a decir”. En este sentido, el M6, cuando se le piden ejemplos de controversias, expresa: “un ejemplo es la explotación, minera unos dicen que de la manera que se hace causa daño al medio ambiente y otros dicen que no”. M10 plantea: “viste lo que pasa con los alimentos, te explican qué es lo que tienen, pero en realidad eso no es científico, pero te lo muestran, hay cierto grado de veracidad... pero también pasa con la medicación. No sé si todos los medicamentos son necesarios, la sociedad, los medios te lo imponen”. En los dos primeros casos, los ejemplos surgen en la pregunta 2 de la entrevista, cuando se consulta a los docentes sobre la imparcialidad de la ciencia. En el tercer ejemplo, la maestra se refiere a la verdad en la ciencia, y justamente apela a cuestiones planteadas en los medios de comunicación y su influencia. Como vemos, los tres ejemplos a los que recurren los maestros entrevistados son de temas relevantes en los medios de comunicación o publicidades.

4.2.3. Influencia del lenguaje en la comprensión de la NOS

Una tercera razón a la que se hizo alusión durante las entrevistas fue la interpretación diferente que se hacía de términos o el desconocimiento del significado. Como sabemos, el aprendizaje de las ciencias debería suponer el aprendizaje del uso del lenguaje, porque se constituye en un vehículo de comunicación. En este caso particular el lenguaje no resultó

transparente y en la entrevista debieron aclararse varios términos.

Una de las confusiones se produjo con la palabra “leyes”, ya que en 5 casos las leyes se asociaron con expresiones del sentido común relacionadas con el derecho, esto lo manifiestan en forma explícita los maestros M14 y M5. Otro de los maestros especificó que omitió en la encuesta preguntas que se referían a leyes, pues no comprendía cómo asociarla con las ciencias.

En el caso anterior, la confusión fue explicitada, pero entendemos que varias de las respuestas pudieron estar direccionadas por aspectos lingüísticos y por el significado que se les otorga a determinados vocablos, y que responden a estereotipos sociales apoyados en el lenguaje cotidiano y evidencias del sentido común. Esta situación debería considerarse cuando trabajemos con los alumnos los contenidos de la NOS, pues se puso de manifiesto otra de las dificultades a la que nos enfrentamos en la enseñanza de estos contenidos. La polifonía debería tenerse en cuenta en la enseñanza.

Otra cuestión es la diferencia de significado que podemos darle a las palabras, pero ya dentro de la ciencia. Por ejemplo, la presencia de expresiones que han tenido gran peso en la enseñanza del denominado “método científico”, en la escuela obligatoria y en el profesorado, entendemos que ha propiciado la selección de algunas opciones tradicionales. Por el contrario, los aspectos sociales pudieron relacionarse con la visión de la comunidad científica que transmiten los medios de comunicación, donde se hace referencia a hallazgos y a controversias, intereses económicos, entre otras cuestiones que caracterizan al conocimiento científico.

Los catorce maestros entrevistados coincidieron en pocos aspectos, y uno fue justamente el

de referirse a las teorías como meras ideas o conjunto de especulaciones. Duschl ofrece una explicación, y es que el concepto de teoría como idea es una utilización común del término en el lenguaje natural (2000).

Otro vocablo que ofreció dificultades fue la referencia a la idea de las teorías como invenciones. Varios maestros durante la entrevista aclararon que habían asociado la palabra a inventos, desde un punto de vista peyorativo, como idea u ocurrencia descabellada, más cercana a caricaturas o dibujos animados.

4.3. Comparación de ambos instrumentos y su aporte al conocimiento de las ideas de los docentes.

Como hemos desarrollado con anterioridad, existen cuestionamientos sobre el empleo de cuestionarios cerrados, pues se considera que éstos dan un resultado sobresimplificado que no se corresponde con la riqueza de las respuestas de las entrevistas. Al respecto consideramos que ambos instrumentos resultaron complementarios. Los cuestionarios cerrados nos permiten relevar una gran cantidad de docentes (34 opiniones de 450 docentes, implican 15.300 datos) y así tener una identificación de sus ideas. Estas metodologías facilitan las operatorias de muestras grandes, pues permiten relevar un gran número de profesores, los datos son fácilmente transformables en variables a las que se le asignan valores numéricos y no ofrecen tantos problemas de subjetividad del investigador en su tratamiento. Si bien entendemos que las ideas previas de los docentes, el contexto, el lenguaje en el que se redactan las afirmaciones pueden afectar la validez del instrumento, como ya lo consideramos en el apartado anterior.

Por el contrario, las entrevistas nos permiten profundizar sobre las ideas en particular, nos

ponen en contacto directo con las incomprensiones, nos permiten la repregunta y las aclaraciones, pero nos ofrecen muchas dificultades al momento de transformar las expresiones volcadas en la entrevista en registros valorizables. El modelo de concepto-indicador, la definición de eventos, la búsqueda de patrones y la asignación de indicadores son tareas que dependen mucho de la subjetividad, la experiencia y los conocimientos del investigador. Además ofrecen la dificultad de no poder operar con muestras grandes, ya que la desgrabación, transcripción y posterior análisis de las entrevistas toma muchísimo tiempo. Pero eso se potencia con la profundización de determinadas ideas.

Es importante destacar en este aspecto los momentos de administración de ambos instrumentos. En algunos trabajos de investigación se administra un cuestionario cerrado o semi-estructurado y luego se discute con los entrevistados. En este caso, la administración diferida de ambos instrumentos fue intencional. Primero se administró el cuestionario cerrado, se analizaron los resultados, se seleccionaron las dimensiones y criterios que ofrecían mayores contradicciones o dificultades, y a partir de esos primeros resultados se elaboraron las entrevistas, con el fin de complementar, ampliar o aclarar.

En cuanto a los resultados, podemos decir que no se encontraron diferencias en los resultados obtenidos por medio de las encuestas y entrevistas. Las posturas que se mostraron con porcentajes mayores en las encuestas también fueron las que recibieron las mayores asignaciones de indicadores en las entrevistas. Por supuesto que aquellas respuestas que obtuvieron porcentajes semejantes en cuanto a visiones tradicionales o más avanzadas se completaron con las encuestas. Tampoco se registraron diferencias en ninguno de los dos instrumentos (entrevistas-encuestas) con la antigüedad, o el nivel de estudios en la formación docente, (universitario- terciario). Docentes con mayor antigüedad

se destacaron por encontrarse en posturas más avanzadas y docentes con menos de 6 años presentaron las posiciones más tradicionales.

De ese modo, la ampliación a partir de las entrevistas permitió profundizar en la comprensión de la NOS desde una mirada más interpretativa, que permitió ampliar la descripción y el análisis de las creencias epistemológicas de los profesores. Estas entrevistas facilitaron la discriminación de algunas ideas, como las del cambio en ciencias, la subjetividad y objetividad, definiendo el peso de las percepciones hacia interpretaciones más avanzadas, que en algunos ítems de la encuesta mostraban posiciones intermedias (cercana a 50% en ambas posturas).

En síntesis las entrevistas:

- nos brindan información acerca de las ideas del profesorado que resultó semejante a la de los cuestionarios cerrados, sobre todo en lo que respecta a la dimensión empiria- teoría y realismo ingenuo;
- muestran posiciones más heterogéneas en los ítems que describen las posturas ante la subjetividad-objetividad de la ciencia y la dimensión acumulacionismo, y ponen en evidencia contradicciones en cuanto al método.
- aclaran algunas posturas docentes y permiten comprender las razones por las cuales el profesorado pudo haber acordado con una afirmación del cuestionario cerrado cuando sus ideas, expresadas en otras afirmaciones, parecen ser contradictorias.
- muestran cómo se pueden provocar cambios en las ideas de los docentes y su reflexión.

En algunas entrevistas se dieron situaciones interesantes, ya que comienzan expresando una postura más tradicional y a medida que avanzan hay un aparente cambio en los puntos de vista. Para M1, por ejemplo, los científicos deben ser objetivos (objetivismo) y las teorías obtenidas deben ser verdaderas (absolutismo), pero a medida que avanzamos en la entrevista, sostiene que las teorías pueden cambiar (cierto relativismo), y que en realidad los científicos no son tan objetivos, pues hay distintos factores que afectan sus investigaciones.

Otra cuestión que se produjo en varias oportunidades durante la aplicación de las entrevistas es que, a medida que avanzaban en sus respuestas, los propios docentes hallaban contradicciones con sus dichos anteriores. Por ejemplo, al responder a la última pregunta, muchos hallaban contradicciones con la noción de verdad asignada a las leyes, y cuando se encontraban ante la controversia planteada en la pregunta 5, que señala dos posibles explicaciones a un hecho, se preguntaban: ¿pero son ciertas?, ¿las dos?, ¿con los mismos datos?, y una vez finalizada la entrevista consultaban al entrevistador.

- Las encuestas también ofrecieron a los docentes la oportunidad de reflexionar acerca de la “no reflexión” sobre la naturaleza de la ciencia, lo que da una oportunidad de pensar en organizar actividades con discusiones a partir de las preguntas planteadas en la encuesta.

4.4. Posibles modificaciones a la encuesta surgidas a partir de la aplicación de las distintas herramientas de análisis factorial

Cuando se aplican a los resultados obtenidos las pruebas de correlación y de análisis factorial, los ítems 2, 3, 8, 27, 34, 7,19 y 21 no muestran correlaciones, y una vez realizado el análisis multivariado, los ítems 6 y 9 no aportan cargas significativas a ninguno de los

dos factores construidos; de ese modo. Si se eliminan esas afirmaciones quedarían 24 que son los que mejor explican las variaciones en las ideas del profesorado acerca de la ciencia. Los ítems serían el 1, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 23, 24, 29, 17, 22, 18, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33. El ítem 31 y el 33 aportan a ambos ejes. Por lo tanto, la distribución de ítems por dimensión sería:

DIMENSIÓN TEMÁTICA	MODELO	N° de Ítem	Excluido
Empíria- teoría	Concepción avanzada	1-4	-
	Concepción tradicional	29-32-34-16	3
Criterios lógicos	Concepción avanzada	17-25	19-21
	Concepción tradicional	10-11-26-28	7
Realismo ingenuo	Concepción avanzada	14	21
	Concepción tradicional	12-33	-
Teleológica	Concepción avanzada	-	-
	Concepción Tradicional	22-31	2
Objetividad	Concepción avanzada	13-30	34
	Concepción tradicional	18	8
Método	Concepción avanzada	20	27
	Concepción tradicional	15-23-24	
Acumulacionismo	Concepción avanzada		9-6
	Concepción tradicional	5-31	
Total ítems		24	11

Tabla 10: Ítems resultantes luego de la evaluación de correlación y factorial.

A partir de los resultados, los ítems que podrían excluirse de la encuesta son el 3 y el 34 de la dimensión Empíria-Teoría. El caso del ítem 3 da porcentajes semejantes para ambas opciones, y su contenido está relevado en otros ítems. Para en el 34, que refiere al sustento teórico en la observación, las diferencias entre avanzado y tradicional son importantes (26%- 73%) y no consideramos oportuno eliminarlo de la encuesta. En tanto, los ítems 7 y 19 de la dimensión criterios lógicos dan porcentajes semejantes. En el ítem 7, el enunciado de afirmación parece no ser claro, además de no representar diferencias importantes en las respuestas.

En cuanto al ítem 19, el contenido podría ser evaluado por el ítem 25 y el 17 de la misma

dimensión. La afirmación 17 expresa que las leyes científicas se aceptan por consenso de los científicos, y la afirmación 25 sostiene que el conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad. Ambas afirmaciones presentan una postura avanzada, ya que consideran factores externalistas: en 17 se hace referencia a las leyes, y en 25, al conocimiento científico en general. Por último, en 17 se utiliza la expresión “aceptan”, y en 25 se dice “crean y aceptan”. Podríamos decir que las dos ideas de 19 están incluidas en 25 y 17.

En cuanto al ítem 21, que responde a dos dimensiones, criterios lógicos y realismo ingenuo, no muestra diferencias importantes en los porcentajes, presenta un 5% de respuestas omitidas y, cuando en la entrevista a los docentes se les consulta usando el vocablo “invención”, dan una interpretación despectiva o peyorativa, diferente al sentido de “creación en ciencias” que entendemos tiene la afirmación. Por lo tanto, la afirmación podría ser eliminada, o redactada de modo de cambiar la palabra “invención” por “creación”. En la dimensión realismo ingenuo, este ítem tampoco aportaría de manera significativa a la indagación de las percepciones.

En cuanto a la dimensión teleología, el ítem 2 presenta porcentajes bien diferenciados: un 73 % adhiere a la postura tradicional. No obstante, su contenido podría considerarse incluido en el ítem 31 de la misma dimensión. Por lo tanto se podría eliminar.

El ítem 8, de la dimensión objetividad, no revela diferencias en los porcentajes de respuestas, y su contenido resulta demasiado irrefutable; podría remplazarse por el contenido de otras afirmaciones. El ítem 34 ya se expresó que no se considera oportuno eliminarlo y el 27 tampoco consideramos necesario eliminarlo, pues revela la importancia

que los docentes le dan a la experimentación en investigación científica.

En cuanto a los ítems 6 y 9 de la dimensión acumulacionismo, el 6 expresa la idea de cambio, que es importante relevar en los docentes; por otra parte, da porcentajes bien diferenciados, en este caso hacia posturas avanzadas, por lo que no consideramos eliminarlo. El ítem 9 es el que recibe mayor cantidad de omisiones (8%), pues los docentes dicen no conocer el significado de tentativo. Debería eliminarse o cambiarse la formulación por una expresión que caracterice el conocimiento científico como seguro y durable. Por lo tanto, eliminaríamos siete ítems, el 2, 3, 7, 9, 8, 19 y 21, de las dimensiones teleología, objetividad, acumulacionismo, empiria-teoría, criterios lógicos y realismo ingenuo (Tabla 10).

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS

El análisis de las percepciones de los docentes de educación primaria obtenidas de las encuestas y las entrevistas nos permite señalar que sus ideas sobre la ciencia muestran una visión bastante compleja y multidimensional. No se manifiestan como un conglomerado y expresan fuertes contradicciones que se revelan en distintos aspectos. Creemos que los maestros en general no son conscientes de dichas contradicciones.

La visión contemporánea se visualiza en la influencia asignada a la cosmovisión en la producción de conocimiento, o en la forma en que interactúan la comunidad científica y la sociedad. El núcleo más duro de las concepciones tradicionales se pone en evidencia en los aspectos metodológicos: observación, elaboración de hipótesis y experimentación, (inductivismo), y en los propósitos de las investigaciones como búsqueda de la verdad (realismo científico).

Las contradicciones más evidentes en las ideas relevadas se muestran cuando se sostiene una visión tradicional en los aspectos metodológicos, asignando un gran peso a la experimentación y a la observación, pero por otro lado se otorga gran importancia a la carga teórica en dicha observación. Los maestros caracterizan el conocimiento científico como reflejo de la realidad y justifican su avance en la medida que se acerca a la verdad sobre el mundo, pero son conscientes del cambio, y en muchos casos indican que esos cambios provocan modificaciones sustantivas que pueden transformar los modos de ver la realidad. No obstante, muchos profesores de educación primaria conservan una visión acumulativa que caracteriza los avances en función de explicar nuevas observaciones o

hechos de la realidad.

También entienden que el conocimiento científico no es imparcial, ni que está por encima de otros conocimientos, que responde a intereses personales, como la cosmovisión, los valores personales, prestigio, cuestiones económicas y procesos intersubjetivos como los que se dan en la comunidad científica y la sociedad, pero siguen manteniendo una visión jerárquica, donde las teorías se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia, y coinciden mayoritariamente con que las teorías y leyes son expresión de las regularidades que están en la naturaleza. Es decir, las teorías se construyen a partir de la evidencia empírica (que va de la observación concreta a la generalización y construcción de leyes y teorías), pero también están presentes antes de la observación y son el resultado de las investigaciones anteriores.

Cuando intentamos comprender posibles razones que justifican las ideas de los maestros sobre la NOS, mediante el análisis de los documentos curriculares y los programas de estudio de la formación, se devela que en los procesos de transposición didáctica desde los documentos curriculares a los programas de estudio se producen transformaciones en el conocimiento de la NOS. Estas modificaciones podrían estar ligadas a las concepciones y conocimientos rudimentarios que poseen los docentes de la formación. Este desconocimiento conduce a omisiones, transformaciones y deformaciones de los contenidos de la NOS relacionados con las interpretaciones que hacen los formadores de lo que norman los documentos curriculares. Por lo tanto, la sola mención o inclusión de la NOS en el currículum oficial no asegura la importancia que deberían asignarle los profesores en la formación. Pero sobre todo su inclusión en los programa no implica necesariamente que los docentes lo enseñen, ni que, si lo hacen, la visión que presentan será acorde a la

proporcionada por la epistemología reciente o contemporánea.

Driver y otros (1994) expresan que el aprendizaje de las ciencias desde una perspectiva constructivista involucra desarrollos conceptuales y epistemológicos. No podemos enseñar ciencia sin tener en cuenta de manera implícita o explícita las ideas que tenemos sobre ella.

Aquí es donde cobra fundamental relevancia el conocimiento de las percepciones docentes sobre las ciencias, ya que pueden tener tres efectos indeseables: transmitir ideas erróneas sobre la ciencia, interactuar con las innovaciones, y omitir los contenidos de la NOS. Como hemos explicado en los apartados precedentes, los maestros, por ejemplo, aún conservan una comprensión de la ciencia que da mucha importancia a la observación, la experimentación y la búsqueda de la verdad. Aunque esos conocimientos no sean enseñados de manera directa, sus propuestas de enseñanza pueden transmitir erróneamente la preponderancia de estas formas de hacer ciencia.

En segundo lugar, los conocimientos que poseen los docentes interactúan con las innovaciones, pues los maestros hacen su propia interpretación de los aspectos explorados y los transforman. Es pertinente dedicar atención a las representaciones y los conocimientos, pues ellos nos dan una pauta de cómo articular los mensajes que se comunican en el aula, para que sean adecuadamente interpretados. En tercer lugar, la inclusión de la NOS en la enseñanza de los contenidos (función instrumental) actúa como una herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje de los saberes disciplinares específicos.

En cuanto a la comparación de los dos instrumentos usados, entendemos que ambos facilitaron un conocimiento diferente pero complementario sobre las ideas de los docentes. En el caso del cuestionario cerrado, se nos permitió el relevamiento provincial, teniendo

conocimiento de las ideas de los docentes de toda la provincia. Las entrevistas nos permitieron la validación de los resultados y la profundización en algunas cuestiones que no quedaban suficientemente claras en la encuesta. La ampliación a partir de las entrevistas permitió profundizar en las respuestas desde una mirada más interpretativa, que hizo posible la ampliación del análisis de las creencias epistemológicas de los profesores. Las entrevistas facilitaron la discriminación de algunas ideas como las del cambio en ciencias, la subjetividad y objetividad, situación que permitió diferenciar el peso de las percepciones hacia interpretaciones más avanzadas.

Con referencia a la controversia sobre si una visión epistemológicamente actualizada sobre la ciencia implicará una apropiada enseñanza, o si existe una relación directa entre la enseñanza de la NOS y su comprensión por parte de los maestros, entendemos que es necesario profundizar de manera sistemática en la influencia que ejercen las ideas en la enseñanza. No obstante, entendemos que no existe una relación lineal entre la información que posee el docente y lo que enseña. Por el contrario, hemos presenciado clases de docentes en la formación de maestros que, desde el discurso, se califican como constructivistas y que no reflejan ninguna de las posturas que promueve dicho paradigma. Si un docente tiene una postura contextualista en relación al conocimiento científico, y es consciente de ello, podrá enseñar que los conocimientos en ciencias son construcciones, y lo podrá experimentar con sus alumnos, a partir de acciones que les permitan entender cómo se produjo a lo largo de la historia la construcción de un conocimiento particular.

Por el contrario, si su idea es que el conocimiento científico es auténtico, superior, verdadero y absoluto, seguramente cuando trate de seleccionar contenidos lo hará con un criterio de verdad basado en la lógica disciplinar y, sobre todo, tratará de incluir la mayor

cantidad de contenidos, pues le permitirán “acercarse a la verdad sobre el mundo”. El papel central asignado a los contenidos disciplinares en su transmisión y evaluación llevará a los alumnos a pensar la ciencia como proceso de justificación “lógica” de lo que sabemos. Esta orientación es la que domina hoy la formación de maestros y la que llevará seguramente a la omisión de muchos de esos contenidos de las aulas de primaria.

En cuanto a los modos en que esas ideas se construyen, creemos que existen diferentes fuentes y éstas pueden tener diferente peso en la construcción. Por ejemplo, de las entrevistas se desprende que aquellas ideas más adecuadas, que guardan relación con la transmisión cultural de la ciencia y la influencia de procesos intersubjetivos, están relacionadas con las que transmiten los medios de comunicación social. Por otra parte, en la formación se promueve el trabajo, la construcción y evaluación mayormente individual, con la figura del docente como poseedor del conocimiento, y entonces resultaría difícil que los futuros profesores concedan al trabajo colectivo el papel que se merece en la construcción del conocimiento científico.

Las ideas más tradicionales, basadas en el realismo ingenuo, el acumulacionismo y las teorías como reflejo de la realidad, el peso que se le otorga a la observación y experimentación, y la visión jerárquica donde las teorías se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia son todos conocimientos que de manera implícita o explícita se enseñan en nuestras aulas, y en algunos casos son reforzados por los medios de comunicación social, y sobre todo la publicidad.

Resulta difícil pensar que los alumnos del profesorado de educación primaria profundicen en cambios en conocimientos relacionados con la NOS si los formadores de formadores

presentan una visión ingenua y no son conscientes de ello. Las evaluaciones de planes, programas y propuestas dieron cuenta de la ausencia de los contenidos de la NOS, y pusieron en evidencia que en la formación de maestros prevalece el carácter empirista y factual del conocimiento, que promueve la enseñanza de los productos de la ciencia y que desconoce o se resta importancia a la enseñanza de los procesos de la ciencia.

Para terminar, podemos expresar que con este trabajo hemos obtenido una primeras ideas acerca de los aspectos de la NOS en los que los docentes de educación primaria tienen una visión más ingenua y en cuáles es necesario profundizar el conocimiento. Sería necesario implementar acciones diferenciadas, por un lado en la formación docente y por otro lado en los docentes en ejercicio. Esta situación nos lleva a diseñar de modo más sistemático diversidad de estrategias para profundizar en el conocimiento de estas ideas en los formadores, y trabajar por un lado con los docentes de la formación, por otro con los maestros en ejercicio y además con los alumnos del profesorado.

5.1. Perspectivas

Algunas experiencias que hemos desarrollado en la formación docente nos permiten creer que la comprensión de la NOS y su inclusión en la enseñanza específica de los contenidos de la asignatura contribuye a comprenderlos mejor. En coincidencia con Adúriz-Bravo y Ariza (2013), entendemos que la comprensión de la NOS puede promover en los estudiantes el aprendizaje de contenidos específicos (función instrumental). Algunas experiencias de enseñanza sobre la evolución biológica y el origen y la diversidad de los seres vivos en las que se incluyeron aspectos de la NOS han mostrado avances significativos en la comprensión de dichos contenidos. Habitualmente estos temas

experimentan un aprendizaje lábil, que se mantiene durante un lapso posterior a la enseñanza, pero que luego los retrotrae a posturas lamarckianas o relacionadas con las ideas de la generación espontánea tiempo después de abordados los contenidos.

Como hemos expresado, la tendencia en los profesorado es a incrementar la cantidad de contenidos o de espacios curriculares en la formación docente, en lo que se supone permitirá “alcanzar las bases conceptuales de las disciplinas”. Situación que incrementa la cantidad de contenidos, espacios curriculares y años de estudio, pero a nuestro criterio no necesariamente promueve aprendizajes valiosos ni favorece las actitudes de los docentes con la ciencia y su enseñanza.

5.1.1. Qué ventajas ofrece la inclusión de la NOS en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Nosotros entendemos que la inclusión de la NOS en la enseñanza de contenidos específicos de la disciplina y en la elaboración de propuestas de enseñanza:

- contribuye al aprendizaje y facilita la incorporación de una mirada más actualizada sobre la ciencia;
- posibilita la valoración de su inclusión no como “un contenido más”, sino como un saber que puede promover una mejora en la calidad de la enseñanza de las ciencias y de la comprensión de la ciencia como parte de la cultura;
- permite pensar y tomar decisiones fundamentadas sobre los dilemas que plantean la ciencia y la tecnología en la sociedad;
- posibilita una “humanización” de la ciencia más coherente con los objetivos actuales de la alfabetización científica.

5.1.2. Qué imagen de ciencia o del conocimiento científico priorizamos en la enseñanza

Para terminar, nos parece importante sintetizar, a modo de ideas básicas⁸, cuáles serían las características de la naturaleza de la ciencia, más centrales para su enseñanza. Para ello se toman los aportes de Lederman y otros (2002); Adúriz-Bravo (2005a), Acevedo Díaz (2008), y la propuesta de Bennássar y otros (2010) sintetizada en el documento “Ciencia tecnología y sociedad en Iberoamérica”:

- El conocimiento científico no es totalmente cierto, está sujeto a cambios. Los cambios no se producen de manera acumulativa, porque se conoce un “aspecto nuevo de la realidad” o hay “acumulación de experiencias”, sino por cambio o reinterpretación de explicaciones.
- El conocimiento científico es tentativo, es decir que, aunque es durable, es perfectible. Está cargado de teoría, está bien establecido y fuertemente sustentado en teorías. Es producto de la imaginación y la creatividad, que forman parte de todo el proceso de construcción y no solo en el comienzo de las investigaciones.
- La observación es una afirmación descriptiva de los fenómenos que pueden ser accesibles directamente por los sentidos y permite alcanzar unos primeros consensos con relativa facilidad. Está mediada por el aparato perceptivo y/o por instrumentos, y se interpreta desde el marco teórico y las presunciones que subyacen al funcionamiento de

⁸Las ideas básicas son definidas en algunos documentos del MECyT como enunciados que representen el conocimiento esencial a adquirir. Es decir, el conocimiento que deben dominar los estudiantes de un ciclo determinado. Para no perder de vista el sujeto que aprende, es necesario presentar estas ideas con un léxico que pueda representar el pensamiento esperado al final del proceso de aprendizaje (Bocalandro, N. Calderón, S., Labate, H. y Rubinstein J. (2000). FORdeCAP-Mimeo).

los instrumentos.

- Las inferencias son afirmaciones sobre los fenómenos que no son directamente observables y resultan del conocimiento del investigador. Las teorías dan sentido a la construcción de inferencias.
- Las hipótesis son conjeturas que surgen como respuesta provisoria a una pregunta y dan lugar a cursos de acción fructíferos. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación de la comunidad científica.
- La ciencia no está basada en la observación directa del mundo natural. No existe un mundo real accesible fuera de la cosmovisión. La validación del conocimiento no se resuelve en relación a la observación ni a la verdad “positiva”. A menudo los científicos no tienen acceso directo a los fenómenos. Distintas perspectivas contribuyen a distintas interpretaciones válidas de las observaciones.
- Las teorías son un conjunto estructurado de ideas abstractas que permiten explicar los fenómenos del mundo natural por referencia a entidades y procesos inventados, que guardan relación compleja e interactiva de la realidad. Las teorías postulan la existencia de entidades no observables y no pueden ser testeadas directamente. Las entidades como especies, genes, átomos, son funcionales al modelo teórico.
- Las leyes son afirmaciones descriptivas de las relaciones entre fenómenos y expresan regularidades percibidas en los fenómenos del mundo natural.
- Entre leyes y teorías no hay una relación jerárquica. Las teorías no se convierten en leyes por su capacidad de soportar evidencia. Ambas refieren a distinto tipo de conocimiento.

- Un modelo científico es una representación abstracta de un fenómeno que se asemeja a otros, para entender a los cuales sirve de ejemplo.
- El conocimiento científico es parcialmente subjetivo y no puede ser nunca totalmente objetivo. El trabajo del científico está influenciado por un compromiso teórico y disciplinar, creencias, entrenamiento, experiencia. Todos estos elementos afectan los problemas que los científicos investigan y lo que interpretan de sus observaciones.
- La ciencia es una empresa humana practicada en el contexto mayor de la cultura, y sus participantes, los científicos, son un producto cultural. La ciencia, su seguimiento, y sus problemas se ven afectados y afectan recíprocamente las esferas intelectuales de la cultura en la cual están inmersos.
- El conocimiento científico tiene una base empírica, pero nunca comienza con observaciones neutrales; la observación y la investigación están siempre motivadas y guiadas por el significado en referencia a los problemas o preguntas derivadas de ciertas perspectivas teóricas.

5.1.3. Cómo se cambian las concepciones de los docentes sobre la ciencia

Luego de este recorrido podemos preguntarnos: ¿Cómo podemos cambiar algunas ideas de los docentes acerca de la ciencia? ¿Sobre qué cuestiones específicas deberíamos trabajar para promover modificaciones en las concepciones de los docentes sobre la ciencia?

A partir de los resultados obtenidos y de la multidimensionalidad de las ideas de los maestros sobre la ciencia, resulta incuestionable que necesitamos mayor conocimiento acerca de cómo se generan las concepciones de ciencia en los maestros, cómo se produce el

cambio, y qué tipo de acciones promueven dichos cambios en el sentido deseado. Este trabajo ha permitido un relevamiento preliminar del repertorio de ideas que poseen los maestros y nos ha posibilitado comprender un poco el conglomerado de esas percepciones construidas a partir de diferentes fuentes.

Además consideramos importante identificar la efectividad relativa de las intervenciones para mejorar las concepciones de alumnos y docentes. Hasta la fecha, la investigación disponible sólo identifica si las opiniones de una persona han cambiado de una imagen “ingenua” a una “adecuada”, y aunque los cambios en algunos puntos de vista de la NOS son probablemente más graduales y más fáciles de lograr que otros, su modificación debería ser igual a la que ocurre en otros conceptos científicos. También es probable que algunos factores tengan una influencia diferencial sobre diversos aspectos de la NOS.

No obstante, aún quedan cuestiones a resolver, como la de evaluar el impacto de la enseñanza implícita o explícita. Cuando hablamos de enseñanza explícita, nos referimos a hacer hincapié en conceptos de la NOS o a tratarlos dentro de actividades con casos de la historia de la ciencia o actividades de indagación, y luego proponer reflexiones o actividades metacognitivas para profundizar sobre las características de la ciencia y el conocimiento científico abordadas. Pero, ¿no sería necesario al menos en la formación docente dedicar algunos espacios al tratamiento de las cuestiones teóricas? ¿Pueden transferir los docentes los conocimientos de la NOS aprendidos en algunas actividades a otros conocimientos de la ciencia? Esto nos lleva a otra cuestión: ¿resulta más sencillo el acercamiento a ideas epistemológicas más actuales si se trabaja dentro del contexto de contenidos específicos de la disciplina?, ¿o habría que destinar un espacio exclusivo para la enseñanza de la NOS?

¿Qué efecto tienen las enseñanzas implícitas, relacionadas con la forma en que transmitimos los conocimientos? ¿Compiten ambos modelos? La experiencia muestra que resulta difícil que los alumnos comprendan características de la ciencia en una asignatura si estas se contraponen con las enseñadas implícitamente en otras. Por ejemplo, es difícil entender que el conocimiento científico es tentativo si al mismo tiempo están reproduciendo de manera dogmática las características de los seres vivos en la asignatura Ciencias Naturales.

En cuanto a la práctica docente, y su relación con el conocimiento didáctico del contenido, también sería interesante indagar cómo influye el contenido didáctico disciplinar sobre los cambios que pudieran operarse en la NOS. Es decir, sería necesario entender qué relación existe entre sus experiencias con los contenidos de Ciencias Naturales, los contenidos de didáctica y, en ellos, los de la NOS. Cuando realizábamos las entrevistas, permanentemente los docentes apelaban a la falta de formación en la disciplina o los frustrados aprendizajes de las ciencias naturales en el profesorado. Lederman (2006) en este aspecto expresa que la relación entre la visión de la NOS, la asignatura y la didáctica aún permanece incierta.

También sería importante una evaluación de los programas de formación del profesorado, orientada a revisar la enseñanza básica de la NOS; son necesarios contenidos escalonados, enseñables y comprensibles planeados de manera explícita y comprensiva (Bennássar y otros, 2010).

Acordamos que transformar la naturaleza de la ciencia en un objeto de enseñanza requiere prestar atención a dos cuestiones: que la naturaleza de la ciencia se transmite a través de formas de pensamiento, discurso, acción en las clases de ciencias naturales, y que puede aprenderse en todos los niveles dependiendo de los contenidos científicos que se meta-

analizan (Adúriz-Bravo, 2005a). Entonces, las propuestas deberían partir de objetivos sencillos y accesibles que aborden algunos de los aspectos de la NOS en particular, que estén claramente especificados, y que se pueda evaluar su comprensión posterior mediante procesos metacognitivos.

Entendemos que deberíamos organizar unidades didácticas que combinen la evaluación de las concepciones NOS, el trabajo de análisis de secuencias de enseñanza, libros de texto o cualquier tipo de estrategia didáctica en la que se pueda identificar de manera explícita o implícita la imagen de ciencia que se transmite. También resulta importante brindar aspectos teóricos de la naturaleza de la ciencia, a partir de diferentes instrumentos que permitan analizar los procesos de construcción en ciencia, por ejemplo a largo de la historia.

Consideramos que no resulta útil la sola identificación por parte del investigador de las conceptualizaciones erróneas de la NOS que poseen de los docentes, ni la visualización de las dificultades que experimentan los maestros, si no se construyen herramientas que den al profesorado la posibilidad de analizarlas en conjunto e incluir estas cuestiones, en la enseñanza.

5.2. Algunas propuestas en la formación docente

Presentamos a continuación dos de las propuestas que trabajamos con los alumnos del profesorado y en algunas acciones de desarrollo profesional. Las mismas se encuentran en proceso de construcción, y en las sucesivas aplicaciones les incorporamos modificaciones. Algunas preguntas incluidas en la encuesta semi-estructurada pertenecen a la primera secuencia, referida al modelo ser vivo.

5.2.1. “Historias de científicos: la evolución del modelo de ser vivo⁹”

En esta secuencia se incorpora la perspectiva de la historia y la epistemología de la ciencia a la enseñanza. Está destinada a abordar simultáneamente contenidos específicos de las ciencias naturales y conocimientos sobre la producción del conocimiento científico mediante el uso de la historia de la ciencia, como ambientación. Se intenta que el estudiante, a través del análisis del desarrollo y evolución de las teorías, tome conciencia de los cambios en los modelos propios y científicos.

Consideramos oportuna la elección del tema “origen de los seres vivos” para relacionarlo con la evolución de las teorías científicas porque es una idea central para la enseñanza de las ciencias naturales, y especialmente de la biología, y además posibilita el trabajo con los alumnos en las formas de producción de la ciencia en contexto. Este tratamiento permite comprender el origen y los procesos que generaron diferentes explicaciones, según ciertos modelos íntimamente ligados al contexto social temporal en el que se generaron. Como afirma Duschl (2000), “con ayuda de la historia de la ciencia es posible construir una lógica para el descubrimiento de las ideas científicas”. Las actividades intentan que los alumnos lleguen a comprender que, necesariamente, en las condiciones actuales en el planeta Tierra, un ser vivo solo se origina a partir de otro ser vivo, y que las ideas acerca de la evolución y el origen de los seres vivos se han ido modificando a lo largo del tiempo. A partir de la presentación de situaciones de la vida cotidiana, explicaciones del sentido común y las teorías científicas de distintos investigadores, pretendemos que los alumnos justifiquen las ideas que sustentan esos modelos, sus propias ideas y las modificaciones que se han ido

⁹Esta propuesta fue presentada en su primera versión en las *6ª Jornadas Nacionales y 1º Congreso Internacional de la Enseñanza de la Biología*, Noviembre de 2004 (Corbacho y otros, 2006).

desarrollando en las explicaciones sobre la biogénesis. Con ello pretendemos: aproximar al alumno a la comprensión de los procesos asociados con la generación de teorías científicas; diferenciar observación de inferencias; considerar cómo el desarrollo de una idea o teoría científica se relaciona con su contexto histórico y cultural, incluyendo el espiritual y moral. Es decir, relacionar el contexto del descubrimiento con el origen, evolución y cambio en las teorías, y establecer una correspondencia con sus propios procesos cognitivos.

5.2.2. Entre Dr. House y el Hombre Araña

En este caso se trabaja con dos recursos fílmicos: el capítulo 11 de la cuarta temporada de la serie “Dr. House” (Universal) y fragmentos de la película *The amazing Spiderman*, de Marc Webb.

En el capítulo seleccionado (“Congelado”), el Dr. House debe realizar el diagnóstico a distancia de las causas de la grave enfermedad de otro médico que se encuentra aislado en el polo norte. En este capítulo se lo utiliza para trabajar especialmente la argumentación en ciencias, las inferencias y el valor de las pruebas (ya que en este caso no es posible la experimentación, ni las pruebas ensayo-error que utiliza habitualmente). También permite discutir otros aspectos del trabajo científico como la competencia entre pares, el prestigio, y las diferencias en las lecturas de la realidad.

Del film *The amazing Spiderman* se abordan específicamente las ideas relacionadas con la mirada que presentan los medios masivos sobre la ciencia y los aspectos intersubjetivos, de poder, económicos, de prestigio, etc. También en este caso se relaciona con los aspectos biológicos de la diferenciación celular, clonación y cultivo de tejidos y la producción de nuevos órganos (a partir de las pruebas experimentales del Dr. Curtis Connors, biólogo que

“inventa un suero experimental” que permite la regeneración de órganos). Una vez analizados los fragmentos, se comparan en función de algunos campos teóricos estructurantes de la epistemología (Adúriz-Bravo, 2001): ¿Cómo cambia la ciencia con el tiempo? (campo de evolución y juicio); ¿Qué distingue la ciencia de otros tipos de conocimiento? (campo de estructura y demarcación); ¿cómo se valida el conocimiento científico? (campo de intervención y metodologías)¹⁰.

De ésta manera comenzamos a introducir algunos aspectos de la NOS simultáneamente con temas específicos de las ciencias naturales en la formación del profesorado. Con ello pretendemos dejar de lado el abordaje de contenidos biológicos de manera estereotipada con la preponderancia de las formas finales del conocimientos y a su vez se incluyen contenidos de la NOS que permiten comprender cómo se producen conocimientos en la historia y en la actualidad; y las diferentes miradas de la sociedad sobre la ciencia y los científicos.

¹⁰Estas cuestiones se trabajan específicamente en el espacio de Historia y Epistemología de la Ciencia en el profesorado.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1 Cuestionario mi imagen sobre la ciencia FORMA A

A continuación se te presentan 34 afirmaciones sobre las ciencias. Te pedimos que, para cada una de ellas, nos des tu opinión marcando con una cruz una de las cuatro opciones siguientes:

Muy de acuerdo (MA) De acuerdo (A) En desacuerdo (D) Muy en desacuerdo (MD)

1. Antes de aceptar una teoría los científicos la comparan con los datos experimentales y la discuten con otros científicos.	M A	A	D	M D
2. El científico busca la verdad sobre la naturaleza.	M A	A	D	M D
3. Las teorías están basadas directamente en la observación.	M A	A	D	M D
4. Las afirmaciones de un científico están influenciadas por la comunidad científica y por investigaciones anteriores.	M A	A	D	M D
5. El conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones.	M A	A	D	M D
6. La opinión acerca de qué es y qué no es científico cambia a lo largo del tiempo.	M A	A	D	M D
7. Los científicos abandonan una teoría si encuentran un hecho que la contradiga.	M A	A	D	M D
8. El científico es imparcial al dar a conocer los datos de sus investigaciones.	M A	A	D	M D
9. El conocimiento científico es tentativo.	M A	A	D	M D
10. La ciencia es conocimiento demostrado y, por tanto, está por encima de cualquier crítica.	M A	A	D	M D
11. Una teoría es una hipótesis que se confirma.	M A	A	D	M D
12. El conocimiento científico es un reflejo fiel de la realidad.	M A	A	D	M D
13. Un científico interpreta los resultados de la investigación basándose en su conocimiento previo.	M A	A	D	M D
14. Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza.	M A	A	D	M D
15. Los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías.	M A	A	D	M D
16. Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.	M A	A	D	M D
17. Las leyes científicas se aceptan por consenso de los científicos.	M A	A	D	M D

18. La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la naturaleza.	M A	A	D	M D
19. Los científicos aceptan o rechazan las teorías teniendo en cuenta factores sociales, como la opinión que otros científicos tienen de esas teorías.	M A	A	D	M D
20. Existen diferentes metodologías científicas que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias.	M A	A	D	M D
21. Las teorías son invenciones de los científicos.	M A	A	D	M D
22. El progreso científico consiste en descubrir teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo.	M A	A	D	M D
23. La metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir.	M A	A	D	M D
24. El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar.	M A	A	D	M D
25. El conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad.	M A	A	D	M D
26. Las teorías después de ser confirmadas en muchos casos, se convierten en leyes.	M A	A	D	M D
27. La experimentación es sólo una posible forma de investigar.	M A	A	D	M D
28. A través de experimentos el investigador comprueba si su hipótesis es verdadera o falsa.	M A	A	D	M D
29. La ciencia es un conjunto de descubrimientos sobre el mundo.	M A	A	D	M D
30. Gracias a las teorías, los científicos pueden describir y explicar los fenómenos del mundo.	M A	A	D	M D
31. A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo.	M A	A	D	M D
32. Para aceptar una afirmación científica los científicos se basan en los resultados de las investigaciones.	M A	A	D	M D
33. Para que una teoría sea verdadera debe dar una descripción exacta de la realidad.	M A	A	D	M D
34. Un científico, cuando observa, está fuertemente influenciado por sus teorías.	M A	A	D	M D
<p>Título máximo alcanzado</p> <p>Tipo de formación: docente/ no docente</p> <p>Otros estudios incompletos.....</p> <p>Antigüedad:</p> <p>Nivel en que se desempeña actualmente.....</p> <p>Tipo de formación: terciaria/ universitaria/ secundaria</p>				

6.2. Anexo 2 Cuestionario mi imagen sobre la ciencia FORMA B

A continuación se te presentan 34 afirmaciones sobre las ciencias. Te pedimos que, para cada una de ellas, nos des tu opinión marcando con una cruz una de las cuatro opciones siguientes:

Muy de acuerdo (MA) -Muy en desacuerdo (MD) De acuerdo (A) En desacuerdo (D) Ni en Acuerdo Ni en desacuerdo (Ni A/D)

1. Antes de aceptar una teoría los científicos la comparan con los datos experimentales y la discuten con otros científicos.	MA	A	Ni A/D	D	MD
2. El científico busca la verdad sobre la naturaleza.	MA	A	Ni A/D	D	MD
3. Las teorías están basadas directamente en la observación.	MA	A	Ni A/D	D	MD
4. Las afirmaciones de un científico están influenciadas por la comunidad científica y por investigaciones anteriores.	MA	A	Ni A/D	D	MD
5. El conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones.	MA	A	Ni A/D	D	MD
6. La opinión acerca de qué es y qué no es científico cambia a lo largo del tiempo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
7. Los científicos abandonan una teoría si encuentran un hecho que la contradiga.	MA	A	Ni A/D	D	MD
8. El científico es imparcial al dar a conocer los datos de sus investigaciones.	MA	A	Ni A/D	D	MD
9. El conocimiento científico es tentativo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
10. La ciencia es conocimiento demostrado y, por tanto, está por encima de cualquier crítica.	MA	A	Ni A/D	D	MD
11. Una teoría es una hipótesis que se confirma.	MA	A	Ni A/D	D	MD
12. El conocimiento científico es un reflejo fiel de la realidad.	MA	A	Ni A/D	D	MD
13. Un científico interpreta los resultados de la investigación basándose en su conocimiento previo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
14. Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza	MA	A	Ni A/D	D	MD
15. Los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías.	MA	A	Ni A/D	D	MD
16. Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.	MA	A	Ni A/D	D	MD
17. Las leyes científicas se aceptan por consenso de los científicos.	MA	A	Ni A/D	D	MD
18. La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la naturaleza.	MA	A	Ni A/D	D	MD
19. Los científicos aceptan o rechazan las teorías teniendo en cuenta factores sociales, como la opinión que otros científicos tienen de esas teorías.	MA	A	Ni A/D	D	MD
20. Existen diferentes metodologías científicas que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias.	MA	A	Ni A/D	D	MD
21. Las teorías son invenciones de los científicos.	MA	A	Ni A/D	D	MD

22. El progreso científico consiste en descubrir teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
23. La metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir.	MA	A	Ni A/D	D	MD
24. El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar.	MA	A	Ni A/D	D	MD
25. El conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad.	MA	A	Ni A/D	D	MD
26. Las teorías después de ser confirmadas en muchos casos, se convierten en leyes.	MA	A	Ni A/D	D	MD
27. La experimentación es sólo una posible forma de investigar.	MA	A	Ni A/D	D	MD
28. A través de experimentos el investigador comprueba si su hipótesis es verdadera o falsa.	MA	A	Ni A/D	D	MD
29. La ciencia es un conjunto de descubrimientos sobre el mundo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
30. Gracias a las teorías, los científicos pueden describir y explicar los fenómenos del mundo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
31. A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo.	MA	A	Ni A/D	D	MD
32. Para aceptar una afirmación científica los científicos se basan en los resultados de las investigaciones.	MA	A	Ni A/D	D	MD
33. Para que una teoría sea verdadera debe dar una descripción exacta de la realidad.	MA	A	Ni A/D	D	MD
34. Un científico, cuando observa, está fuertemente influenciado por sus teorías.	MA	A	Ni A/D	D	MD
Estudios cursados					
Tipo de formación: terciaria/ universitaria/ secundaria					

6.3. Anexo 3

Escala de valoración de los 34 ítems

Dimensiones temáticas	Visión de ciencia	#	Afirmación	Escala de valoración			
				Muy de Acuerdo	De Acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
empíria-teoría	Avanzada	1	Antes de aceptar una teoría los científicos la comparan con los datos experimentales y la discuten con otros científicos	2	1	-1	-2
teleología	Tradicional	2	El científico busca la verdad sobre la naturaleza	-2	-1	1	2
empíria-teoría	Tradicional	3	Las teorías están basadas directamente en la observación	-2	-1	1	2
empíria-teoría	Avanzada	4	Las afirmaciones de un científico están influenciadas por la comunidad científica y por investigaciones anteriores	2	1	-1	-2
acumulacionismo	Tradicional	5	El conocimiento científico aumenta por la acumulación de investigaciones	-2	-2	1	2
acumulacionismo	Avanzada	6	La opinión acerca de qué es y qué no es científico cambia a lo largo del tiempo.	2	1	-1	-2
criterios lógicos	Tradicional	7	Los científicos abandonan una teoría si encuentran un hecho que la contradiga	-2	-1	1	2
objetividad	Tradicional	8	El científico es imparcial al dar a conocer los datos de sus investigaciones	-2	-1	1	2
acumulacionismo	Avanzada	9	El conocimiento científico es tentativo	2	1	-1	-2
criterios lógicos	Tradicional	10	La ciencia es conocimiento demostrado y, por tanto, está por encima de cualquier crítica	-2	-1	1	2
criterios lógicos	Tradicional	11	Una teoría es una hipótesis que se confirma	-2	-1	1	2
realismo ingenuo	Tradicional	12	El conocimiento científico es un reflejo fiel de la realidad	-2	-1	1	2
objetividad	Avanzada	13	Un científico interpreta los resultados de la investigación basándose en su conocimiento previo.	2	1	-1	-2
realismo ingenuo	Tradicional	14	Las leyes científicas expresan regularidades que están en la naturaleza.	-2	-1	1	2
método	Tradicional	15	Los científicos deben usar un método para descubrir y confirmar teorías	-2	-1	1	2
empíria-teoría	Tradicional	16	Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia	-2	-1	1	2
criterios lógicos	Avanzada	17	Las leyes científicas se aceptan por consenso de los científicos	2	1	-1	-2
objetividad	Tradicional	18	La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la naturaleza.	-2	-1	1	2
criterios lógicos	Avanzada	19	Los científicos aceptan o rechazan las teorías teniendo en cuenta factores sociales, como la opinión que otros científicos tienen de esas teorías.	2	1	-1	-2
método	Avanzada	20	Existen diferentes metodologías científicas que los científicos adoptan de acuerdo a las circunstancias	2	1	-1	-2
criterios lógicos	Avanzada	21	Las teorías son invenciones de los científicos	2	1	-1	-2
realismo ingenuo							
teleología	Tradicional	22	El progreso científico consiste en descubrir teorías que se aproximen cada vez más a la verdad sobre el mundo	-2	-1	1	2
método	Tradicional	23	La metodología científica es un conjunto de pasos que un científico tiene que seguir	-2	-1	1	2
método	Tradicional	24	El diseño de una investigación científica debe ser planificado antes de comenzar.	-2	-1	1	2
criterios lógicos	Avanzada	25	El conocimiento científico es creado y aceptado por los científicos en comunidad	2	1	-1	-2
criterios lógicos	Tradicional	26	Las teorías después de ser confirmadas en muchos casos, se convierten en leyes	-2	-1	1	2
método	Avanzada	27	La experimentación es sólo una posible forma de investigar	2	1	-1	-2
criterios lógicos	Tradicional	28	A través de experimentos el investigador comprueba si su hipótesis es verdadera o falsa.	-2	-1	1	2
empíria-teoría	Tradicional	29	La ciencia es un conjunto de descubrimientos sobre el mundo	-2	-1	1	2
objetividad	Avanzada	30	Gracias a las teorías, los científicos pueden describir y explicar los fenómenos del mundo.	2	1	-1	-2
teleología	Tradicional	31	A medida que la ciencia avanza, los científicos se acercan más a la verdad sobre el mundo	-2	-1	1	2
acumulacionismo							
empíria-teoría	Tradicional	32	Para aceptar una afirmación científica los científicos se basan en los resultados de las investigaciones	-2	-1	1	2
realismo ingenuo	Tradicional	33	Para que una teoría sea verdadera debe dar una descripción exacta de la realidad	-2	-1	1	2
objetividad	Avanzada	34	Un científico, cuando observa, está fuertemente influenciado por sus teorías	2	1	-1	-2
empíria-teoría							

6.4. Anexo 4: Tabla de frecuencia de respuesta por ítem

ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VALOR	NUMERO DE ENCUESTAS										
-2	9	88	57	17	94	20	29	33	33	36	85
-1	23	238	151	91	210	94	128	187	158	113	260
0	6	11	9	8	7	5	11	12	35	5	10
1	255	98	184	271	123	244	236	192	187	239	82
2	157	15	49	63	16	87	46	26	37	57	13
VALOR	PORCENTAJE										
-2	2,00	19,56	12,67	3,78	20,89	4,44	6,44	7,33	7,33	8,00	18,89
-1	5,11	52,89	33,56	20,22	46,67	20,89	28,44	41,56	35,11	25,11	57,78
0	1,33	2,44	2,00	1,78	1,56	1,11	2,44	2,67	7,78	1,11	2,22
1	56,67	21,78	40,89	60,22	27,33	54,22	52,44	42,67	41,56	53,11	18,22
2	34,89	3,33	10,89	14,00	3,56	19,33	10,22	5,78	8,22	12,67	2,89

ÍTEM	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
VALOR	NUMERO DE ENCUESTAS											
-2	16	6	37	108	103	11	33	32	6	40	90	95
-1	142	121	315	275	278	115	190	251	73	209	305	302
0	20	11	19	4	7	8	16	5	9	21	8	5
1	242	259	73	53	54	257	196	146	305	159	44	44
2	30	53	6	10	8	59	15	16	57	21	3	4
VALOR	PORCENTAJE											
-2	3,56	1,33	8,22	24,00	22,89	2,44	7,33	7,11	1,33	8,89	20,00	21,11
-1	31,56	26,89	70,00	61,11	61,78	25,56	42,22	55,78	16,22	46,44	67,78	67,11
0	4,44	2,44	4,22	0,89	1,56	1,78	3,56	1,11	2,00	4,67	1,78	1,11
1	53,78	57,56	16,22	11,78	12,00	57,11	43,56	32,44	67,78	35,33	9,78	9,78
2	6,67	11,78	1,33	2,22	1,78	13,11	3,33	3,56	12,67	4,67	0,67	0,89

ÍTEM	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
VALOR	NUMERO DE ENCUESTAS										
-2	117	7	83	11	119	58	3	60	73	37	6
-1	283	142	296	99	302	267	45	285	354	205	111
0	2	9	5	18	5	19	4	3	4	9	4
1	43	241	57	258	20	95	312	99	19	193	270
2	5	51	9	64	4	11	86	3	0	6	59
VALOR	PORCENTAJE										
-2	26,00	1,56	18,44	2,44	26,44	12,89	0,67	13,33	16,22	8,22	1,33
-1	62,89	31,56	65,78	22,00	67,11	59,33	10,00	63,33	78,67	45,56	24,67
0	0,44	2,00	1,11	4,00	1,11	4,22	0,89	0,67	0,89	2,00	0,89
1	9,56	53,56	12,67	57,33	4,44	21,11	69,33	22,00	4,22	42,89	60,00
2	1,11	11,33	2,00	14,22	0,89	2,44	19,11	0,67	0,00	1,33	13,11

6.5. Anexo 5: Tabla de frecuencia de respuesta por indicador

		ASPECTO- CRITERIO																							
INDICADOR	MAESTRO	A: Empiria o Teoría									B: Naturaleza Objetiva-Subjetiva						C: Construcción y cambio en conocimiento científico.								Antigüedad
		Metodología A1		Papel exp. obs. y cosmovisión A2			Estatus a teoría y leyes A3				Procesos subjetivos B1				Intersubjetivos B2		Elaboración de teoría C1				Cambio en las ciencias C2				
		1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11a	11b	12a	
M1	1		1			2	1		2	0	1	0	1			1	1	1	3	0		1		1	27
M2	0	1		1		3	2		2	0		2		4		3	0	2	0	4		0		3	17
M3	1			1		4	2		2	0		0		4		4	1		0	0		1		1	3
M4	0	1				4	2	1	1	0		3		3		7	3		4	0		2		4	6
M5	0					2	4	2	1	0		1		3		2	1	2	1	3		2		2	5
M6	0	1		2		2	5		3	0		1		2		4	1		2	1		1		2	9
M7	0	1			1	2	2		4	0		0		1		1	3		6	0		3		2	13
M8	0	2				1	3		1	0		3		1		4	1		2	1		3		1	8
M9	0	1		1		1	2		2	0		1		3		2	3		2	1	1	1		2	1
M10	1	0	1		2	0	0		1	0	1	0	1	0	1	0	2		4	0	1	0	1	0	6
M11	1	0	2			1	2		2	0		3		2		3	3		2	2		1	0	1	5
M12	0	1				1	1		1	0		3		3		3	2		3	4		1		1	2
M13	0	2		1		1	1		1	0		3		5		2	2		2	1		1		2	1
M14	0	3	1			1	2		1	0	1	1		1		4	3		3	0	2	1	0	2	11
Total																	2								
Suma		4	13	5	6	3	25	29	3	24	0	3	21	2	32	1	40	6	5	34	17	4	18	1	23
		19		11		28		32		24		24		34		41		31		51		22		24	

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.

Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.

Abd-El-Khalick, F. y Boujaoude, S. (1997). An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.

Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Acevedo Díaz, J. A. (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (19), 111-125.

Acevedo Díaz, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka* 5(2), 134-169.

Acevedo Díaz, J.A. (2009a). Conocimiento didáctico del Contenido para la Enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka* 6(1), 21-46.

Acevedo Díaz, J. A. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la

naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka* 6(2), 164-189.

Acevedo Díaz, J. A., Mas Manassero, A. M., y Alonso, A. V. (2006). Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, (37), 31-66.

Adúriz-Bravo, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tesis Doctoral. UAB

Adúriz Bravo, A. (2005a). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Adúriz-Bravo, A. (2005b). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores deficiencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 23-33.

Adúriz Bravo, A. y Espinet, M. (1999). *Cuestionario "Mi imagen de ciencia"*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo, A., Ariza, Y., (2013). Las imágenes de ciencia y de científico. Una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia, en Adúriz Bravo, A Dibarboure, M., S Itthurrealde. Montevideo: Fondo Editorial Queduca

Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: 'Views on Science—Technology—Society' (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective

explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

Apostolou, A. & Koulaidis, V. (2010) "Epistemology and science education: a study of epistemological view of teachers. *Research in Science & Technological education*, 28:2 149-166

Ardoino, J. (2005) *Complejidad y formación: pensar la educación desde una mirada epistemológica*. Buenos Aires: Novedades educativas.

Ariza, M.; Quesada, A. y Ocaña, M (2009) Construyendo una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en futuros maestros. *Enseñanza de la Ciencia*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de la Ciencia, Barcelona, pp 1356-1359.

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching What Makes It Special?. *Journal of teacher education*, 59(5), 389-407.

Barbier, R. (1977) *La recherche-action dans l'institution éducative*. Mimeo Traducción Lic María Ines Muñiz.

Bennáscar, A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza deficiencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.[Consultado en <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>].

Bocalandro, N. Calderón, S. Labate, H. Rubistein, J. (2000). Algunas reflexiones sobre los

procesos de selección de contenidos curriculares en Ciencias Naturales: Formulación de Ideas Básicas. MECyT (Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología) FordeCapMimeo

Campanario, J. M., Moya, A., Otero, J.C. (2001): Invocaciones y usos Inadecuados de la ciencia en la publicidad, en *Enseñanza de las Ciencias*, nº 19, pp. 45- 56.

Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 26-41.

Consejo provincial Educación Provincia de Santa Cruz Diseño curricular provincial de la formación docente (2009) [disponible en

[\[http://ipesrg.scr.infed.edu.ar/sitio/upload/dise%F1o%20curricular%20profesorado%20primaria%20SC%20DEFINITIVO.pdf\]](http://ipesrg.scr.infed.edu.ar/sitio/upload/dise%F1o%20curricular%20profesorado%20primaria%20SC%20DEFINITIVO.pdf)

CS-UNPA (2010) Plan de estudios para la educación Primaria [disponible en

[http://digesto.unpa.edu.ar/system/files/RCS20100171.pdf\]](http://digesto.unpa.edu.ar/system/files/RCS20100171.pdf)

Díaz-Vilela, L., Díaz-Cabrera, D., Isla-Díaz, R., Hernández-Fernaud, E., & Rosales Fernández, C. (2012). Adaptación al Español de la Escala de Desempeño Cívico de Coleman y Borman (2000) y Análisis de la Estructura Empírica del Constructo. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 28(3), 135-149.

Dicker, F, Terigi, M. (1997). *La formación de maestros y profesores. Hoja de ruta*. Buenos Aires:Paidós

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), 5-12.

Driver, R., Leach, J. Millar, R. Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Open

University Press, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007 (cloth: ISBN-0-335-19382-X; paperback: ISBN-0-335-19381-1).

Duschl, R. (2000). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.

Dziuban, C.D. y Shirkey, E.C. (1974) When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81 (6) 358 - 361.

Espinet, M., Tamayo, O., Badillo, E. y Adúriz Bravo, A. (2001). Aportes para el estudio del conocimiento profesional de los maestros de educación infantil sobre la naturaleza, enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, VI Congreso 465-466.

Fernández, I. Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J., (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 447-448

Fernández, I., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., Cachapuz, A., Praia, J. y 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 (33), 331-352.

Ferrando, P.J. y Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en Psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33.

Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires, Paidós, 15-35.

García-Carmona, A., Vázquez Alonso, Á., & Manásson Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 403.

García Horta, J.B., Guerra Ramos, M.T. (2009). The use of CAQDAS in educational research: some advantages, limitation and potencial risk. *International Journal or research & Method in Education* Vol.32 No.2, July 2009, 151-165

García-Ruiz, M., & Sánchez Hernández, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos*, 28(114), 61-89.

García-Ruiz, M., & Orozco Sánchez, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(3), 3.

Glaser, B. (1992) *Basic of grounded Theory analysis: emergence vs. Forcing*. Mill Valley, C. A. Sociology Press

Glaser, B. G. (1999). The Future of Grounded Theory. *Qualitative Health Research*. *Qual Health Res* 1999; 9; 836 [disponible en <http://qhr.sagepub.com>]

Guerra Ramos, M. T. (2006). Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de primaria. *Revista Mexicana de Investigación educativa*. Vol. 11 N° 31, 1287-1306.

Guerra-Ramos, M. T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, 21(5), 631-655.

Guerra-Ramos, M. T., Ryder, J., & Leach, J. (2010). Ideas about the nature of science in pedagogically relevant contexts: Insights from a situated perspective of primary teachers' knowledge. *Science Education*, 94(2), 282-307.

Guisasola, J., & Pascual, M. M. (2007). Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria?. REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(2), 246.

Hair J.F., Anderson R.E., Tatham R.L. y Black W.C. (1999) *Análisis multivariante*. Prentice Hall. Madrid.

Heiberger, R.M. (2013) HH: Statistical Analysis and data display: Heiberger and Holland. R package version 2.3-37. <http://CRAN.R-project.org/package=HH>

Hernández-Cabrera, JA (2012). ULL R Toolbox. URL <https://sites.google.com/site/ullrtoolbox>

Hodson, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experience, and children's understanding of science: some preliminary finding. *Interchange*, 24, 41-52.

Hodson, D (1997). Filosofía de la Ciencia y Educación en Ciencias, en Porlán, R y Cañal, P. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, 7-23. Sevilla: Díada

Hugo, D., Adúriz Bravo (2003). Algunos elementos teóricos para la investigación del conocimiento profesional del profesorado de ciencias naturales acerca de la naturaleza de la ciencia, en Adúriz-Bravo, A., Gerardo Andrés Perafán E., y Badillo, E. *Actualizaciones en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas*. Bogotá: Magisterio. (23-34).

Karavas-Doukas, E. (1996). Using attitude scales to investigate teachers' attitudes to the communicative approach. *Elt journal*, 50(3), 187-198.

Kaiser H.F. y Rice J. (1974) Little Jiffy, mark iv. *Educational and Psychological Measurement*, 34(1):111–117.

Lakin, S., y Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science'?: Teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16(2), 175-190.

Lederman, N.G. (1992). Students and teachers conception of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of research in science teaching*, 36(8), 916-929.

Lederman, N., (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 7, No. 1, p.2). [En http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v7_issue1_files/foreword.pdf]

Lederman, N. y Zeidler, D. (1986). Science teacher's conceptions of the nature of science: Do they Really influence Teaching Behavior? *National Association for Research in Science Teaching*. San Francisco.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.

Manassero Mas, M. A., Vázquez Alonso, Á., & Acevedo Díaz, J. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.

McComas, W. (1998). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. USA: Kluwer Publ.

Medina Cambrón, A., Sorribas Morales, C., & Ballano Macías, S. (2007). La publicidad y sus complejas relaciones con el discurso científico. *Cuestiones publicitarias: revista internacional de comunicación y publicidad*, (12), 77-90.

Mellado, V. (1997) Preservice Teachers 'Classroom practice and their Conceptions of the nature of science. en *Science and Education* (6) 331-354.

Mellado, V. (2011) Formación del profesorado en ciencias, en Biología y Geología Capítulo 1, en Cañal, P y otros *Biología y Geología. Investigación innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó

MECyT (Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Republica Argentina) (1998).

Contenidos básicos comunes para la formación docente. Resolución 2537/98 [disponible en

http://www.me.gov.ar/consejo/documentos/cf_documentos.html o

http://www.me.gov.ar/consejo/documentos/cbc/formacion_docente/naturales.pdf

Consultado el 29/07 2013]

MECyT. Argentina (2006). Ministerio de Educación. Ciencia y Tecnología de la Nación.

Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Serie Cuadernos para el aula. Ciencias Naturales, 5.

MECyT (Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Republica Argentina) (2007).

Informe Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática: Informe Final. Buenos Aires: Editorial del Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología.

O' Connor's, B. (2012) Precauciones respecto al Análisis Factorial con Datos al Nivel del Ítem <https://people.ok.ubc.ca/brioconn/nfactors/itemanalysis.html> [consultado el 28/07/2012]

Perafán, G. A. (2003). Polifonía epistemológica en el discurso del profesor de ciencias: estudio de caso. En Adúriz Bravo y otros (2003) *Actualizaciones en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas*. Bogotá. Didáctica Magisterio

Pope, L. M. y Scott, E. M. (1997) la epistemología y la práctica de los profesores, en *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla, Díada.

Porlán Ariza, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de magisterio. *Investigación en la Escuela* n° 22, 67-84

Porlán Ariza, R., Rivero García, A., Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y Conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias* 16 (2) 271-288.

Porlán, R., y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Diada.

Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A. Hares, J. Alcázarte, P., Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

- Posner, G. J. (2001). *Análisis del currículo. Docente del siglo XXI. Cómo desarrollar una práctica docente competitiva*. (Traducción Gladys Arango Medina). Colombia: McGraw-Hill.
- Praia, J., & Cachapuz, A. F. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias* 12 (3), 350-354.
- Romero Ariza, M., & Vázquez Alonso, Á. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10.
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Sampieri, R., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2008). Metodología de la investigación. México. Mc Graw Hill.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126). Basic books. [Disponible en <http://books.google.com.ar/books?id=ceJIWay4jgC&lpg=PR7&ots=q67TLZFRqh&dq=schon%20the%20reflectice%20practitioner%20schon&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q=schon%20the%20reflectice%20practitioner%20schon&f=false>
- Shulman, L. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching" *Educational Research* 15 (2) 4-14.
- Smith, E. L., & Anderson, C. W. (1984). Plants as producers: A case study of elementary

science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(7), 685-698.

Stenhouse, L. & Rudduck, J. (1985). *Research as a basis for teaching: Readings from the work of Lawrence Stenhouse*. Heinemann.

Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 4(12), 8-32.

Requena, A. T., Planes, V. C., & Miras, R. M. S. (2006). *Teoría Fundamentada, "Grounded Theory": La Construcción de la Teoría a Través Del Análisis Interpretacional* (Vol. 37). C.I.S.

Tabachnick, B. G. y Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics (4th Edition)*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Valbuena Ussa, E. O. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)* (Informe Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid).

Vázquez Alonso, Á. V., Mas, Manassero A. M., & Díaz, J. A. A. (2005). Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(1).

Zelaya Blandón, V.M. y Campanario, J.M. (2001). Concepciones de los profesores nicaragüenses de física en el nivel de secundaria sobre la ciencia su enseñanza y su aprendizaje. *Revista electrónica Interuniversitaria de formación del profesorado* 4 (1), 6.