

# Naturaleza de la ciencia y enseñanza

## Un aporte para la formación del profesorado

Nature of science and education

A contribution to training teacher

Astudillo, Carola - Rivarosa, Alcira - Ortiz, Félix  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.  
 Universidad Nacional de Río Cuarto.  
 correo electrónico: arivarosa@exa.unrc.edu.ar

### Resumen

Se describe un estudio acerca de las concepciones epistemológicas de cuatro grupos de profesores y futuros profesores de Ciencias Naturales. El mismo consiste en el análisis de secuencias didácticas elaboradas en contextos diversos de formación, focalizando sobre aquellos enunciados que refieren específicamente al conocimiento a enseñar. Como resultado se diferencian los principales núcleos de resistencia y movilización del pensamiento docente acerca de la naturaleza de la ciencia a modo de extremos de un continuo de progresión. Con este estudio se espera aportar criterios para fundamentar estrategias de formación capaces de reconocer aquellas concepciones docentes más ingenuas o inadecuadas y movilizar sentidos más relativistas, abiertos y complejos acerca de la ciencia y su enseñanza.

**Palabras claves:** formación docente - naturaleza de la ciencia - secuencias didácticas - concepciones docentes

### Abstract

This paper describes a study in the epistemological conceptions of four groups of Natural Sciences teachers and future teachers. The study consisted in a didactic sequences analysis developed in different training contexts. The focus was on those statements that refer specifically to the knowledge taught. As a result, the main teacher's resistance and mobilization thoughts, about science nature, were differentiated as an extreme in a progression continuum. Thus, it was expected to provide further criteria to support strategies that enable teachers to recognize those concepts that are naïve or inadequate, as well as mobilize more relativistic, open and complex senses about science and its teaching.

**Key words:** teachers training, science nature, didactic sequences, teacher's conceptions.

### Introducción

Existe un generalizado consenso acerca de que la explicitación y movilización de las concepciones acerca de la ciencia, es una apuesta constitutiva de los nuevos modelos de formación del profesorado. Esta afirmación parte del amplio reconocimiento de que las concepciones deformadas acerca de la ciencia son un obstáculo principal para la renovación didáctica, dado su poder estructurador y regulador del sistema de pensamiento y la práctica del profesor (Adúriz Bravo, 2002; Furió, 1994). El problema parece derivarse de un privilegio del contenido por sobre la reflexión en torno a actitudes y visiones acerca la naturaleza de la Ciencia (Hodson, citado en Salinas et al., 1995).

Y cuando se habla de naturaleza de la ciencia se alude a

*"... una variedad de aspectos sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la*

*sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y el progreso de la sociedad.” (Vázquez Alonso et. al., 2007:38)*

Esta multidimensionalidad disciplinar y dialéctica es reconocida desde su potencialidad para favorecer la aproximación a las principales metas de la educación científica hoy. Considerando las categorías de Aikenhead (citado en Vázquez Alonso et al., 2007), sólo el conocimiento profundo y crítico acerca de la naturaleza de la ciencia posibilitará superar la formación científica de orientación exclusivamente propedéutica e incluir objetivos educativos vinculados con: a) ciencia funcional (necesaria para ejercer una profesión), b) ciencia seductora (atractiva, sensacional), c) ciencia doméstica (necesaria para la vida diaria), d) ciencia curiosa (estimula la curiosidad y el deseo de saber), e) ciencia social (ciencia para ejercer la ciudadanía) y d) ciencia cultural (ciencia como cultura).

Además, este componente metacientífico resulta de primera importancia al menos en otros dos sentidos. En primer lugar, permite relacionar el conocimiento a enseñar en su contexto histórico con los problemas que se intentan solucionar, las herramientas conceptuales y metodológicas disponibles y la cultura y los valores vigentes en cada momento (Quintanilla et. al., 2005). En segundo lugar, contribuye a formular las nuevas preguntas fundamentales: ¿cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?, ¿qué visión de ciencia y actividad científica construye el profesorado?, ¿cómo diseñar actividades de auténtico valor cognitivo y epistémico?, etc. (Rivarosa, 2009).

Un camino potente es incorporar contenidos de Historia y Filosofía de la Ciencia en la formación del profesorado procurando abordar cómo el componente metacientífico puede fundamentar estrategias de transposición didáctica y transformar en profundidad la forma en que los profesores estructuran la enseñanza de las Ciencias Naturales, ayudándolos a explicitar, comunicar y estructurar sus ideas acerca de la naturaleza de la ciencia (Adúriz Bravo et. al. 2002; Quintanilla et. al., 2005).

Ahora bien, este complejo abordaje requiere problematizar el ámbito mismo de la formación de profesores como escenario privilegiado para promover un diálogo crítico y metacognitivo que vincule aquellas concepciones más arraigadas y resistentes con nuevas visiones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento, que contribuyan a orientar aprendizajes más significativos (Fernández et. al., 2002).

Dos son las condiciones que pueden contribuir a tal empresa: por una parte, tomar como punto de partida la naturaleza de la ciencia que ya traen los profesores; y por otra, anclar la reflexión epistemológica en sus propios saberes científicos y didácticos ofreciendo alternativas que puedan ser reconocidas en la estructuración de nuevos modelos curriculares (Adúriz Bravo et. al., 2002; Quintanilla et. al., 2005).

De este modo, es una instancia necesaria la indagación de las concepciones epistemológicas del profesor en relación con la proyección que éstas tienen en la configuración de sus prácticas de enseñanza. Teniendo en mente esta última premisa es que el presente estudio ha propuesto identificar algunos ejes de conceptualización del conocimiento a enseñar a partir del análisis de secuencias didácticas elaboradas por profesores o futuros profesores de Ciencias, en escenarios de formación inicial y continua.

En otras palabras, el objetivo es explicitar los modos de concebir la ciencia que son mediatizados por el lenguaje didáctico. Cabe aclarar que no se trata de una indagación directa donde los profesores expresan declarativamente su acuerdo con distintas posiciones epistemológicas, sino más bien una indagación proyectada sobre la enunciación de sus decisiones y reflexiones didácticas en el marco de propuestas de enseñanza acotadas a contenidos específicos.

Con este análisis se pretende aportar criterios para la definición de estrategias de formación capaces de abordar la complejidad de la naturaleza de la ciencia desde aquellas construcciones más controvertidas, ingenuas o especialmente persistentes en el pensamiento de profesores y futuros profesores de ciencia.

## Consideraciones metodológicas

Tal como se ha anticipado, el presente análisis considera un conjunto de secuencias didácticas elaboradas por profesores y futuros profesores de Ciencias como actividad solicitada en instancias de formación en Didáctica que, además, son ámbitos de desempeño académico de los autores. Cada una de ellas consiste en un texto que contiene los siguientes componentes: a) una trama de contenidos a modo de recorrido temático en torno a un problema considerado relevante; b) la delimitación de las condiciones contextuales hipotéticas de implementación; y c) una secuencia de actividades para el abordaje de los contenidos definidos.

Esta actividad de formación se ha replicado con cuatro grupos de participantes:

**Grupo 1:** Docentes en ejercicio de Nivel Primario del área de Ciencias Naturales (zonas rural y urbana).

**Grupo 2:** Estudiantes universitarios de un profesorado en Ciencias Biológicas.

**Grupo 3:** Formadores de formadores. Se trata de un grupo de profesores de Nivel Terciario que pertenecen a un Instituto de Formación Docente.

**Grupo 4:** Educadores ambientales que provienen de diversos ámbitos educativos y de gestión comunitaria: escuelas, ONGs, centros comunitarios, municipios, etc.

A los fines de determinar el corpus de datos a analizar, en primer lugar se procedió a seleccionar al azar 10 secuencias didácticas por cada uno de los grupos mencionados. A continuación, se identificaron en cada secuencia aquellos enunciados que refieren directamente a los contenidos de enseñanza. Como resultado de este proceso, el corpus quedó conformado de la siguiente manera:

Grupo en formación	Número de enunciados Seleccionados
Grupo 1: docentes en ejercicio de Nivel Primario	252 enunciados
Grupo 2: estudiantes de profesorado universitario	312 enunciados
Grupo 3: formadores de formadores	77 enunciados
Grupo 4: educadores ambientales	104 enunciados
<b>Total</b>	<b>745 enunciados</b>

Los enunciados así seleccionados fueron analizados a la luz de un conjunto de categorías ampliamente validadas por la investigación en el campo (Gil Pérez, 1994; Fernández et. al. 2002; Fernández et. al., 2003; Rivarosa y Moroni, 2008) y que pueden sintetizarse del siguiente modo:

Concepciones acerca de la Ciencia	
<p><b>Visión analítico – acumulativa</b> Resalta la parcelación de los estudios, obviando los esfuerzos de unificación subyacentes o el tratamiento de problemas puente entre diferentes campos. El conocimiento es lineal, acumulativo, considerado desde una perspectiva atomista</p>	<p><b>Visión integrada</b> La interdisciplinariedad cobra protagonismo en el problema, el marco teórico y el diseño de investigación. Se privilegia una idea de progreso conceptual en y desde los contextos de producción intelectual</p>
<p><b>Realismo/objetivismo</b> Lo central son los hechos empíricos y fenómenos observables. La tarea es establecer relaciones objetivas entre leyes y hechos. La teoría es reflejo de la realidad</p>	<p><b>Relativismo</b> La verdad es relativa, no absoluta. Depende de las normas y racionalidad del grupo social que se considera, así como las técnicas empleadas</p>

<sup>1</sup>El concepto de Secuencia Didáctica refiere a una hipótesis de progresión para la enseñanza de contenidos de ciencia orientada a la promoción de aprendizajes para la significación socio-cognitiva. Su elaboración supone un proceso recursivo de fundamentación, revisión y reescritura desde un enfoque de problematización del conocimiento escolar.

<p><b>Visión individualista – elitista</b> El conocimiento científico es obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo. La ciencia es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas. No se muestra la faceta accesible, humana y falible de la ciencia</p>	<p><b>Visión no individualista</b> El trabajo interdisciplinario es el fuerte de esta visión. Se reflexiona sobre la construcción teórica por parte de grupos humanos condicionados cultural e históricamente; atravesados por relaciones de cooperación y competencia</p>
<p><b>Visión descontextualizada</b> Imagen socialmente neutra de la ciencia que ignora o aborda superficialmente las relaciones CTS. Se exalta a la ciencia como factor absoluto de progreso. Se ignoran los contextos de producción científica, las contingencias sociales, intereses y conflictos.</p>	<p><b>Visión contextualizada</b> La relación entre ciencia, tecnología y sociedad es muy “compleja” y se identifica con la presencia de conflictos y las valoraciones múltiples en esa relación. Las ideas no son neutrales y están teñidas de</p>
<p><b>Visión a-problemática y a-histórica</b> No se muestran los problemas que generaron la construcción de los conocimientos y su evolución, ni las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.</p>	<p><b>Visión problemática e histórico-genética</b> Se reconoce el origen, evolución y posible finalidad del desarrollo de los conocimientos</p>
<p><b>Visión empírico – inductivista</b> Resalta la observación y experimentación neutra, olvidando el papel de hipótesis y teorías que orientan el proceso. Enfoque monológico de los estudios.</p>	<p><b>Visión teórico-empírica</b> La investigación es la búsqueda metodológica de preguntas-problemas, con historia de teorías previas y contextos de validación. Importancia del pensamiento divergente y la combinación metodológica.</p>
<p><b>Visión rígida, algorítmica e infalible</b> El método científico es un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, primando el rigor y carácter exacto y objetivo de los resultados</p>	<p><b>Visión flexible, descriptiva, algorítmica, falible</b> Se acepta el espacio de la duda y el error conceptual y metódico; así como la búsqueda de verdades provisorias y contextuales.</p>

Como puede advertirse, las categorías se formulan en términos de pares concebidos como extremos de un continuo que va desde imágenes deformadas acerca de la ciencia y especialmente resistentes al cambio, hasta representaciones más adecuadas que revelan novedades y perfiles de movilización. Es importante aclarar que no se trata de concepciones cerradas, fácilmente delimitables, sino más bien una polifonía representacional de múltiples entrecruzamientos, móviles e incluso contradictorios. Esta interpretación permitió una diferenciación de los sentidos privilegiados al interior de cada grupo en formación así como la delimitación de los principales núcleos de resistencia y movilización del pensamiento docente acerca de la naturaleza de la ciencia en propuestas de enseñanza de contenidos específicos.

## Resultados

Considerando las categorías descriptas, los enunciados seleccionados fueron clasificados en dos grandes categorías según los sentidos que privilegian se aproximan a uno u otro de los extremos del continuo: A) enunciados que trasuntan sentidos ingenuos o inadecuados acerca del conocimiento científico y B) enunciados que dan cuenta de perfiles de movilización hacia significados más complejos y potentes.

### ***Sentidos ingenuos o inadecuados acerca del conocimiento científico (A)***

En primer lugar, es importante señalar que los tipos de enunciados incluidos en esta categoría son representativos de las producciones de todos los grupos, sin que se hayan

identificado diferencias significativas entre ellos.

A1 – Sistemas de clasificación: Estos enunciados refieren a categorías exhaustivas y excluyentes, centradas en la identificación de las propiedades y diferencias entre entidades o fenómenos. Se privilegia un saber descriptivo y taxonómico que omite la consideración de los criterios que dotan de sentido a cada sistema clasificatorio, sus posibilidades y limitaciones, criterios alternativos, entrecruzamiento de categorías, entre otros.

Estos enunciados enfatizan las síntesis y productos finales del conocimiento, omitiendo su origen y evolución desde una visión *a-problemática* y *a-histórica*. Se promueve asimismo, una *visión descontextualizada*, en tanto el sistema de clasificación se presenta como una abstracción, desvinculada de su sentido de uso, así como una *perspectiva analítica y acumulativa* que no consigue contemplar los esfuerzos de unificación subyacentes.

*"Las enfermedades pueden físicas, mentales o sociales..." "¿Qué tipos de fermentaciones se conocen? Comenta las características generales de cada tipo de fermentación."*

A2 - Denominaciones (nomenclaturas y códigos): El conocimiento adquiere valor desde su autoridad para *nombrar* a las cosas, ordenar el mundo natural a través del lenguaje científico, que reducido a sí mismo, denota la idea de que la ciencia es un ámbito especialmente difícil y abstracto. Se omite la consideración de los sistemas explicativos que derivan de estos lenguajes o códigos, así como su sentido y relevancia en el seno de modelos generalizables o criterios de rigurosidad teórica y metodológica.

*"¿A qué llamamos microorganismos?"; "Nomenclatura de los iones. Nombres y fórmulas de los compuestos iónicos. El enlace covalente: polar, no polar y coordinado o dativo. Nombres y fórmulas..."; "Alcanos (estructuras-nomenclaturas), alquenos (estructuras-nomenclaturas), alquinos (estructuras-nomenclaturas)."*

Cabe señalar que, en algunos casos (especialmente del grupo 2), las formalizaciones se proponen como herramientas para construir hipótesis, contribuir al diagnóstico de una situación o el análisis de nuevas posibilidades, restituyendo sentido y funcionalidad a los códigos y lenguajes de la ciencia.

*"Por qué son peligrosos los gases que liberan las fábricas. Haré un planteo y análisis de las ecuaciones químicas correspondientes. Esto también les permitirá entender cuáles son las consecuencias sobre el medio ambiente y la salud humana."*

A3 - Definiciones conceptuales, hechos y datos: Nuevamente se privilegian los resultados finales confiriendo al saber un sentido de estatismo o acabamiento. Se enfatiza una perspectiva lineal y atomista del conocimiento desde una visión *analítico-acumulativa*. Al desconocer las relaciones explicativas, los problemas o preguntas de origen que subyacen al concepto, se vehiculiza también una imagen *a-problemática* y *a-histórica*, que deja por fuera las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.

*"¿Sabías que la neurona es la unidad anatómica y funcional...?"; "¿Qué es el efecto invernadero?"; "¿Qué es el Ph de una solución?"; "¿Qué es el aire?"; "¿Qué es el bronce?"; "¿Qué es la solución fisiológica?"*

A4- Procesos lineales: Los procesos naturales se describen como trayectos o sucesión de etapas desde una perspectiva enunciativa que omite la naturaleza del fenómeno en términos de transformaciones, desequilibrios, aspectos cíclicos o imprevisibles, variables involucradas y excepciones o alteraciones. De este modo, se derivan concepciones de causalidad lineal vinculadas en algunos casos, con relaciones de *ubicación o composición*, que priorizan la inclusión y/o lugar espacial o conceptual que ocupan entidades o conceptos en determinados sistemas o esquemas de representación.

*"¿Cómo ingresa el agua a las plantas?, ¿cómo sale?"; "... mediante un dibujo de los genitales femeninos realizan el recorrido que realiza un espermatozoide para fecundar el óvulo"; "Las estrellas se agrupan en conjuntos llamados galaxias"; "El Sida es causado por el HIV"; "¿Dónde se ubican los descomponedores en la cadena alimenticia?"*

A5 - Experimentación empírico-inductivista: Estos enunciados sitúan la observación como herramienta de verificación de la teoría o fuente directa de conocimiento, desde una perspectiva principalmente técnica. Se refiere en general a métodos rígidos, que no contemplan instancias de formulación de hipótesis, evaluación de alternativas, sentido y origen del diseño experimental, etc. De este modo, se introduce una visión *realista – objetivista* de la ciencia centrada en la observación sin teoría de hechos empíricos, así como en el establecimiento de relaciones objetivas entre leyes y hechos. El conocimiento se concibe, entonces, como reflejo de la realidad.

*"Objetivo: verificar propiedades de las grasas y aceites: caracteres organolépticos".*

### **Perfiles de movilización hacia significados más complejos y potentes acerca de la naturaleza de la ciencia (B)**

A diferencia de la categoría desarrollada precedentemente (A) los tipos de enunciados que se identifican como representativos de sentidos más complejos y potentes dan cuenta de algunas diferencias entre grupos, tal como se señala a continuación.

B1 - Explicaciones, articulaciones conceptuales: Se privilegian enfoques sistémico-argumentativos que aproximarían una perspectiva *más integrada* del saber desde un conocimiento *relativo*, articulado en categorías abiertas de fronteras difusas. Se trata de una visión más *flexible y divergente* desde la noción de búsqueda de verdades contextuales, también relativas a la variabilidad de las condiciones y la multidimensionalidad de los problemas. Especialmente en las secuencias didácticas del grupo 4 (educadores ambientales), se enfatizan procesos de desnaturalización de interpretaciones desde una dinámica socio-natural móvil o variable. Se incluye la dimensión conflictiva o dilemática del saber, incorporando la reflexión sobre el sentido y contenido del dato.

*"¿Por qué la luna no siempre se ve igual? ¿Por qué cuando en algunos países es de día en otros es de noche?"; Suele decirse "Los espacios verdes oxigenan el aire de la ciudad" ¿estás de acuerdo con esta afirmación? ¿Por qué?"; "La magnitud y frecuencia de los incendios, sumado a otras actividades de fuerte impacto como la tala, los cultivos, la pavimentación, etc. determinan la transformación de grandes espacios boscosos y la aparición de respuestas imprevistas como las inundaciones, las sequías, la arbustización y la degradación de las tierras."*

B2- *Problemas de proyección o consideración de condicionales*: El conocimiento se presenta como una herramienta para predecir fenómenos, introduciendo una *perspectiva teórico-empírica*, que resalta la construcción de sentido e interpretación de la realidad conjugando observación, anticipación y teoría. Se trascienden los mecanismos de causalidad lineal, incorporando referencias de multicausalidad y relaciones vinculadas a las posibilidades de manipulación o control de variables

En el caso de los grupos 2 (estudiantes de profesorado) y 3 (formadores de formadores) hemos identificado enunciados, que a este componente suman el énfasis en la relevancia social del conocimiento y sus aportes en la comprensión y problematización de prácticas culturales. Esta perspectiva contribuye a aproximar una imagen más *problemática y contextualizada* de la ciencia en relación con la definición del objeto.

En el grupo 4 (educadores ambientales), se profundiza la evaluación de condiciones de sostenibilidad del dinamismo de los sistemas naturales en función del abordaje de propuestas de solución que consideran el análisis de riesgos y la dimensión conflictiva de la aplicación de saberes. Se propone entonces un conocimiento con potencialidad predictiva e impronta pro-activa, que reduce la incertidumbre con ciertos marcos de falibilidad.

*"¿Qué cambiaría sí...? ¿Existe alguna posibilidad de que no suceda?"; "¿En tu opinión te parece que en la actualidad se podría prescindir del petróleo? ¿Por qué?"; "En tu casa, ¿para qué utilizan el agua de pozo? Ahora que sabes como se encuentra el agua en nuestro pueblo, ¿qué precauciones tomarías si tienes que consumirla?" "Sin embargo, no siempre la utilización de sistemas se utiliza con conocimientos de los procesos y de los ritmos de los mismos. Por ello aparecen comportamientos y consecuencias no previstas que impactan en los sistemas naturales y sociales..."*

*B3- Perspectiva constructiva del conocimiento:* Estas expresiones aproximan visiones más flexibles y relativas de la ciencia, admitiendo la construcción de verdades provisorias y contextuales, que coexisten, compiten o se complementan entre sí. En los grupos 1 (docentes de Nivel Primario) y 3 (formadores de formadores) son escasas las referencias históricas y refieren especialmente a aplicaciones tecnológicas. Aunque de modo general, se remite a procesos de investigación que evolucionan desde la perspectiva de técnicas e instrumentos.

Entre las producciones del grupo 2 (estudiantes de profesorado), se articula la reflexión histórica respecto de prácticas de la cultura, así como una visión flexible y falible de la ciencia. Se introduce la noción de problema que origina el proceso de construcción (visión *problemática e histórica*), incluyendo referencias a la dimensión conflictiva del progreso científico.

Finalmente, en el grupo 4 (educadores ambientales), los enunciados que introducen referencias históricas se focalizan en la evolución de los problemas a partir de estructuras o estados actuales.

*"La teoría más aceptada actualmente..."; "Corrientes y/o teorías evolutivas ... ideas pre-evolucionistas como el creacionismo y fijismo; posturas evolucionistas de Lamark y Darwin"; "Los sistemas boscosos chaqueños reflejan en su estructura y funcionamiento eventos actuales y pasados que han determinado relaciones, dependencias e interjuegos de diferente complejidad y capacidad de respuestas dependiendo de la variabilidad de condiciones naturales y humanas..."*

*B4- Referencias socio-culturales:* los enunciados de esta categoría son de amplia diversidad incorporando en algunos casos sentidos aún ingenuos o parciales. De todos modos, se decide su incorporación en este extremo del continuo dado su aporte en la contextualización y significación del saber escolar.

Además, cada grupo presenta características propias. En el grupo 1 (docentes en ejercicio de Nivel Primario) los enunciados focalizan en consecuencias de la acción humana sobre el medio natural, situando al conocimiento como potencial herramienta de acción e interpretación de problemáticas reales y relevantes (*visión problemática* del saber desde la definición del objeto).

Por su parte en el grupo 2 (estudiantes de profesorado) se refiere a la vida cotidiana como estrategia de ilustración de la teoría, o bien, privilegiando el abordaje de aplicaciones científicas en diferentes campos con un sentido de valoración de la ciencia como factor de progreso en la resolución de problemáticas socio-naturales o la revelación de los misterios de la naturaleza.

En el caso del grupo 3 (formadores de formadores), los enunciados analizados incorporan a la dimensión socio-cultural en la definición de la *situacionalidad* de los problemas y las soluciones propuestas, relativizando la naturaleza de los mismos en función de contextos múltiples y la construcción de argumentos ligados a la acción.

Finalmente, en el grupo 4 (educadores ambientales), se incorpora la formulación de problemáticas locales o regionales, con referencias de contextualización global. Estas consideraciones recuperan la relevancia del conocimiento dada la proximidad del problema abordado o sus posibles consecuencias, proponiendo la imagen de un conocimiento relativo y situado en función de diferentes planos del contexto o espacio socio-natural.

*¿Qué pasa con los residuos que enterramos?"; "El objetivo de esta actividad es mostrar, por un lado la utilización de la genética como herramienta tecnológica y social, que ha permitido grandes avances en la ciencia, en la medicina."; "Desde esta perspectiva, la química, como ciencia natural, y en un contexto tecnológico, se vuelve en la escuela una herramienta fundamental para entender y comprender objetos y procesos tecnológicos cotidiano."; "En el Gran Chaco viven alrededor de 7 millones de personas, aproximadamente el 45% son aborígenes, afectados por la situación de deterioro de los sistemas naturales y también por los modelos económicos imperantes que los excluyen de la vida económica de la región..."*

*B5 - Relaciones entre disciplinas o áreas de conocimiento:* Desde este tipo de enunciados se aproxima una visión *integradora* de la ciencia e -indirectamente- no individualista, desde el reconocimiento de la necesidad de cooperación entre

disciplinas.

En el caso particular del grupo 4 (educadores ambientales) se introducen referencias a la articulación con conocimientos populares, prácticas de la cultura, estilos de vida, visiones de mundo, etc. De este modo, se prioriza la imagen de un conocimiento flexible con movilidad entre campos del saber, un conocimiento contextualizado y fértil en la comprensión de problemáticas complejas.

*"La alimentación es una actividad no sólo biológica y nutricional, es también un fenómeno social, psicológico, económico, simbólico, religiosos, cultural, en definitiva, un hecho extraordinariamente complejo. Es por esto que considero de suma importancia la necesidad de conceptualizar la alimentación humana como conocimiento escolar, desde una perspectiva amplia, que vaya más allá de una mirada exclusivamente científica o biológica."*

*"Lo ambiental es un espacio donde confluyen lo social y lo natural y por lo tanto, un espacio donde conviven las distintas disciplinas del conocimiento para comprender las determinaciones biunívocas entre ambos."*

B6 - Componente ético del saber: se introducen marcos jurídicos y políticos, señalando el componente subjetivo y argumentado del conocimiento. Se trasciende el ejercicio meramente descriptivo, incorporando referencias a la transversalidad ético-política del saber (visión no neutral).

*"... el alumno debe tener conocimientos sobre las normas de convivencia y con ellas un acercamiento al problema ambiental desde la óptica constitucional como desde la óptica barrial, cercana y concreta y con esas herramientas formar la conciencia ambiental."; "Cultura Ambiental - Derechos y Deberes reconocidos en la Constitución Nacional relativos al Ambiente. Derechos de los habitantes; Autoridades de aplicación; Competencia y jurisdicción; Prohibición del ingreso de residuos peligrosos y radiactivos; Deber de preservación; Deber de recomponer y reparar; Nuestro entorno natural y social; Correlato entre derechos humanos y el derecho a un ambiente sano."*

### **Las concepciones acerca del conocimiento. Síntesis interpretativa**

En una primera lectura del análisis precedente advertimos que al interior de cada categoría se introducen niveles de conceptualización que difieren entre las producciones de un grupo y otro. La atención a esta diversidad nos permite inferir una caracterización de cada grupo que, aunque significa una reducción respecto de la totalidad de enunciados analizados, aproxima algunas generalidades que pueden resultar de interés.

En este sentido, se advierte que en el grupo 1 (docentes en ejercicio de Nivel Primario) se priorizan construcciones vinculadas a lo que podríamos definir como *ciencia escolar*, centrando sus enunciados en la identificación de denominaciones y conceptos científicos con valor en la reproducción de un saber en general asertivo y descriptivo. La problematización de la realidad se vincula principalmente con la adquisición de saberes específicos con sentido preventivo o el desarrollo de propuestas de solución a problemáticas diversas. Las referencias históricas se relacionan principalmente con el desarrollo tecnológico.

Por su parte, el grupo 2 (estudiantes de profesorado) privilegia una concepción de *ciencia experta* donde el énfasis otorgado al lenguaje disciplinar se sitúa en el marco de modelos explicativos más complejos, con mayor protagonismo del trabajo experimental, la observación directa y la aplicación de formulismos. Los problemas o situaciones de la vida cotidiana suelen introducirse como ilustración de la teoría que estaría orientada a develar el mundo desde abordajes especializados. Se introducen algunas referencias a la dimensión histórica de la ciencia. La mayor complejidad de los problemas favorece la consideración de articulaciones entre saberes de diferentes campos disciplinares.

El grupo 3 (formadores de formadores) fluctúa entre ambas caracterizaciones, alternando propiedades de una y otra; mientras que el grupo 4 (educadores ambientales) canaliza sentidos en torno a un conocimiento funcional a la problematización y acción situada. Se privilegia una opción holística e histórica sobre

problemáticas reales y relevantes con articulación de las perspectivas global – local. En este caso, se considera la articulación con saberes populares o vinculados a prácticas culturales, valores y actitudes.

Hasta aquí hemos venido aludiendo a diferentes perfiles de significación de la ciencia en el seno de proyectos o secuencias didácticas en contextos diversos. Al respecto, se han identificado expresiones que revelan la persistencia de algunas imágenes o sentidos ingenuos, incompletos o inadecuados. Asimismo, estos sentidos coexisten con otros que permiten visualizar ejes de movilización del pensamiento y la práctica docente hacia modos más adecuados, complejos y profundos de pensar la ciencia en la enseñanza. A continuación, y recuperando la idea de un continuo, ofrecemos una síntesis de esta coexistencia, a los fines de dilucidar –entre los extremos- un posible esquema de progresión de las epistemologías del docente de Ciencias Naturales (Porlán, 2003).

Tabla 2. Imagen de ciencia: Núcleos de resistencia y ejes de movilización del pensamiento<sup>2</sup>

<b>Núcleos de resistencia del pensamiento</b>	<b>Ejes de movilización del pensamiento</b>
Es conocimiento es descriptivo y taxonómico, reflejo acabado y estático de la realidad (Visiones a-problemática y a-histórica, y analítico-acumulativa) G1-G2-G3	El conocimiento reúne referencias a aspectos contradictorios, dilemáticos e históricos inherentes al objeto (visión integrada) G1-G2 G3-G4
El conocimiento se reduce a síntesis finales (definiciones, hechos, datos). Las relaciones CTS son de naturaleza unidireccional y aplicacionista. (Visiones a-problemática y a-histórica, y analítico-acumulativa) G1-G2-G3	Se incluyen referencias históricas del desarrollo tecnológico. Ciencia y tecnología son desarrollos provisorios en evolución (visión histórico-genética) G1-G2
El conocimiento de desvincula de su sentido de uso. Es una abstracción. (Visión descontextualizada) G1-G2-G3	El conocimiento es una herramienta para predecir fenómenos, tomar decisiones argumentadas, reducir la incertidumbre (visión teórico-empírica) G1-G2- G3-G4
La ciencia determina al mundo: es neutral y objetiva. La vida cotidiana es una ilustración de la teoría. (Visiones descontextualizada, a-problemática, a-histórica e infalible, neutral) G1-G2	Verdades provisorias, complementarias, en coexistencia o competencia. Dimensión conflictiva del conocimiento (Visión de conocimiento relativo y contextualizado) G1-G2 G3
La ciencia denomina el mundo, se reduce a un lenguaje especializado y formulismos específicos de cada campo disciplinar (Visión descontextualizada y elitista) G1-G2-G3-G4	El lenguaje y las formalizaciones de la ciencia son herramientas de construcción de conocimiento (Visión contextualizada). Se admiten y promueven articulaciones interdisciplinarias y entre ámbitos diversos de saber (visión integrada y flexible) G2-G3-G4
El dato se concibe en el marco de métodos rígidos (Visión rígida y algorítmica) G2	Se introduce la reflexión sobre el sentido y contenido del dato. Categorías abiertas (Visión de conocimiento relativo y flexible) G4
La observación es fuente directa de conocimiento o herramienta de verificación de supuestos (Visión empírico-inductivista y realista-objetiva) G2-G3	El laboratorio es un escenario de ensayo de hipótesis (Visión teórico-empírica) G2
La ciencia resuelve los problemas socio-naturales. La ciencia devela los misterios del mundo (Visión infalible y elitista) G2	El conocimiento es falible en sus aplicaciones tecnológicas o derivaciones vinculadas a ámbitos de decisión (Visión de conocimiento falible) G4
	Dimensión ético - política, subjetiva y valorativa de la ciencia (Visión no neutral) G4 <sup>3</sup>

<sup>2</sup>Referencias: Grupo 1=G1, Grupo 2=G2, Grupo 3=G3, Grupo 4=G4

## Conclusiones

Recuperando el objetivo inicial, el análisis que hemos presentado nos ha permitido reconstruir múltiples sentidos acerca de la naturaleza del conocimiento que, mediatizados por el discurso didáctico, coexisten como componentes de la epistemología del profesor de Ciencias (Perafán, en Adúriz Bravo, 2002). Esta compleja configuración del pensamiento docente habla también de la complejidad y controversia subyacente en los debates actuales acerca de la naturaleza de la ciencia, lo que explica en parte la coexistencia de sentidos de signo diferente: a) neutralidad – no neutralidad de la ciencia; b) objetividad y realismo ingenuo – relatividad y falibilidad de los modelos teóricos; c) método único – métodos complementarios; c) estabilidad o acabamiento de saber – provisionalidad del saber; d) relaciones CTS armónicas y lineales – relaciones CTS conflictivas y complejas, etc. Cada uno de estos pares podrían sintetizarse en la clásica oposición entre una mentalidad positivista y visiones más dialécticas que en su interior albergan este carácter multidimensional y plural de las actitudes y creencias respecto de la ciencia (Manassero Mas et. al. 2001).

Y se trata de un debate con un largo recorrido aún en la revisión de prácticas y programas de Educación Científica. Los resultados que hemos presentado son, en parte, prueba de ello: si, por ejemplo, tomamos en consideración las categorías definidas por la literatura de investigación (Manassero Mas et. al., 2000; Vázquez Alonso et. al., 2007) para la evaluación de creencias acerca naturaleza de la ciencia, advertimos en el discurso de los profesores algunas ausencias. Las referencias a dimensiones internas de la Sociología de la Ciencia son prácticamente nulas, omitiéndose la consideración de las características de los científicos (motivaciones, estereotipos de género, valores y normas de trabajo, ideología, aptitudes, etc.) y los aspectos que configuran la construcción social de la ciencia y la tecnología (colectivización de la ciencia, decisiones científicas, comunicación profesional, interacciones sociales, influencia nacional sobre la ciencia y la tecnología, ciencia privada versus ciencia pública).

Asimismo, la incorporación de referencias a factores externos de la Sociología de la Ciencia, son muy escasos y sólo se vinculan indirectamente con la contribución del conocimiento científico a la resolución de problemas sociales y prácticos, quedando por fuera la consideración de la influencia de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología (gobierno, industria, ejército, ética, instituciones educativas, grupos de presión, etc.) y viceversa (responsabilidad social de científicos y tecnólogos, contribuciones al poder militar y económico, contribuciones al pensamiento social, etc.).

Estas ausencias en las formas lingüísticas elegidas por profesores y futuros profesores para referir al conocimiento a enseñar, señalarían también importantes núcleos de resistencia del pensamiento, definidos desde la omisión de aspectos que son centrales al momento de problematizar educativamente la naturaleza de la ciencia.

Urge, entonces, profundizar el debate *metacientífico* y promover instancias de formación capaces de incorporarlo, no como aporte independiente, sino anclado en las propias concepciones y saberes científicos, culturales, ideológicos y didácticos de los profesores. En este sentido, consideramos que análisis como el propuesto pueden aportar algunas hipótesis de progresión del conocimiento profesional docente en la fundamentación de una práctica de formación capaz de ofrecer oportunidades para movilizar sentidos más relativistas, abiertos y complejos acerca de la ciencia y su enseñanza.

## Bibliografía

Adúriz Bravo, A.; M. Izquierdo y A. Stany. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 465-476.

---

<sup>3</sup>No se han identificado enunciados que refieran explícitamente a la negación de las implicancias ético-políticas de la producción científica y que pudieran clasificarse como núcleo de resistencia específico respecto de esta cuestión.

- Fernández, I.; D, Gil; J. Carrascosa; A. Cachapuz; J. Praia 2002 Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 447-488.
- Fernández, I.; D. Gil; A. Vilches; P. Valdés; A. Cachapuz; J. Praia; J. Salinas 2003 El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Rev. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2, N° 3. Disponible: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- Furió, C. 1994. Tendencias actuales en la Formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.
- García Martínez, A.; R. Devia y S. Díaz-Granados. 2002. Los trabajos prácticos en la enseñanza de las Ciencias. En Adúriz Bravo, A.; G. Perafán y E. Badillo (eds.) *Actualizaciones en didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Gil Pérez, D. 1994. Diez años de investigación en Didáctica de las Ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164.
- Salinas, J.; Colombo De Cudmani, L.; Jaen de Madozo, M. 1995 Las concepciones Epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias prácticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 17, n.1.
- Manassero Más, M. A. y A. Vázquez Alonso. 2001. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), pp.15-27.
- Perafán, G. 2002. Polifonía epistemológica en el discurso del profesor de Ciencias: estudio de caso. En Adúriz Bravo, A.; G. Perafán y E. Badillo (eds.) *Actualizaciones en didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Porlán, R. 2003. Principios para la formación del Profesorado de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17, 1, 23-35
- Quintanilla, M.; M. Izquierdo y A. Adúriz Bravo. 2005. Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VII Congreso, pp.1-4.
- Rivarosa, A. (2009). *Aprendiendo a enseñar: La reflexión histórica y epistemológica en la formación de formadores*. Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Rivarosa, A. y C. Moroni. 2008. Análisis de las representaciones de los estudiantes universitarios de Biología acerca de las prácticas en ciencias: una alternativa para la enseñanza. *Revista de Educación en Biología*, 11 (1), pp. 18-30.
- Vázquez Alonso, A.; M. A. Manassero Más; J. Acevedo Díaz y P. Acevedo Romero. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. *Educación Química*, 18 (1), pp. 38-55.