



## Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados<sup>1</sup>

Rómulo Gallego Badillo\*, Royman Pérez Miranda\*, Torres de Gallego\* y Luz Nery Torres\*\*

\*Profesores Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D. C. Colombia.

\*\*Investigadora en la enseñanza de las ciencias. Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos –Grupo IREC. El grupo agradece la financiación prestada por la Universidad Pedagógica Nacional-CIUP.

### Resumen

Se presentan aquí los resultados de un estudio documental, apoyado en entrevistas a directivos académicos, profesores y estudiantes, de los fundamentos epistemológicos, didácticos y pedagógico de ocho programas de formación inicial de profesores de ciencias para los niveles básico y medio del sistema educativo colombiano.

Palabras claves epistemología; didáctica; pedagogía; formación de profesores; currículo.

### Abstract

In this paper, we show the results of a study focusing on the epistemological, educational and pedagogical foundations of eight Teacher Training Programs in Science, for Elementary and High School levels in the Colombian Educational System.

Keywords: epistemology; didactics; pedagogy; teacher training programs; curriculum.

### Introducción

El trabajo que aquí se presenta hizo objeto de estudio, ocho programas de formación inicial de profesores de ciencias en Colombia (Licenciaturas), ofrecidos por Facultades de Educación, que recibieron acreditación previa obligatoria por parte del Ministerio de Educación (MEN). Los egresados de tres de dichos programas se desempeñarán en el Nivel Medio (10° y 11° grados), como Licenciados en Biología, en Física y en Química, y los de los cinco restantes en el Nivel Básico (1° a 9°) del sistema educativo colombiano, dado que obtendrán el título de Licenciados en Educación Básica, con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Consistió en analizar los documentos oficiales de cada uno de esos pro-

gramas, con el apoyo de entrevistas a los coordinadores, profesores y estudiantes para establecer:

- La concepción de didáctica de las ciencias experimentales propuesta en cada documento y la incorporación o no de los resultados de la investigación didáctica y en la formación inicial y continua de profesores de ciencias (Pinto, 2002), tanto como la de enseñabilidad.
- El tratamiento o no de consideraciones epistemológica y su inscripción en una tendencia específica (Craven y Penick, 2001; Angulo, 2002).

<sup>1</sup> Artículo publicado en *Ciência & Educação*, V. 10, n. 2, p. 219-234, 2004, con la autorización de la revista y de los autores.

- La precisión conceptual y metodológica de pedagogía, en general, de pedagogía de las ciencias experimentales, en particular, y de educabilidad.
- Desde la bibliografía reportada en los documentos, hasta qué punto se inscribían en lo que en la actualidad trabaja la comunidad de especialistas en didáctica de las ciencias.

## Referencias teóricas

El Grupo IREC, para adelantar la investigación, estableció los fundamentos epistemológicos, pedagógicos y didácticos, que se explicitan a continuación:

### Epistemológicos

En estos estudios pueden identificarse dos niveles, uno general y otro específico. Los análisis epistemológicos generales, establecen las diferencias entre las tendencias empiristas (Bacon, 1979), las positivistas (Comte, 1980), ambas aludidas como empiro-positivismo, dado que se fundamentan en la lógica inductiva y para las cuales la objetividad del conocimiento científico se basa en una relación uno-a-uno entre ese conocimiento y la realidad; las deductivistas (Popper, 1962; Kuhn, 1972; Lakatos, 1983), con las diferencias y críticas entre estos autores, para quienes el desarrollo del conocimiento científico es histórico, explicable por la sustitución de teorías o de paradigmas o por el abandono de programas regresivos de investigación; las constructivistas (Gallego Badillo, 1996); y, las eclécticas (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2002).

Otra categoría es la de modelos científicos (Izquierdo, 2000; Castro, 1992; Hanson, 1977), modelos que son también sustituibles. Se acepta el carácter colectivo de la construcción del conocimiento científico (Hodson, 1985) y de que las ciencias son sistemas de producción (Di Trocchio, 1995) de saber y de mercancía; condiciones estas para analizar las consecuencias éticas (Echavarría, 1955) de la actividad científica. Dentro de la perspectiva deductivista-constructivista, la objetividad es de tipo kantiano, en cuanto obedece a los acuerdos entre los miembros de la comunidad de especialistas, a lo que se añadiría que el criterio experimental no es ab-

solutamente decisivo (Thuiller, 1990), por lo que la ciencia que se hace objeto de trabajo en el aula no puede ser presentada como constituida por verdades inmodificables. La idea de un método científico se suspendió (Zahar, 1980). Los análisis epistemológicos específicos se ocupan de estudiar la lógica interna de las estructuras conceptuales y metodológicas de las teorías o modelos científicos; de las interacciones de las que dan cuenta explicativa y descriptivamente; de los apoyos empíricos; de los problemas que se pueden formular y resolver; de las preguntas que prohíben; y, desde el punto de vista histórico, de aquellos problemas cuyas soluciones no fueron satisfactorias y que condujeron a la sustitución de las teorías o modelos, por otras u otros. Se trata de un análisis importante a la hora de elaborar las razones didácticas de por qué se hace objeto de trabajo en el aula una teoría o un modelo que hace ya parte de la historia.

### Pedagógicos

Los especialistas sostienen que el objeto de estudio de los pedagogos es la educación, en sus dos prácticas históricas. La natural o espontánea, que se sucede por el hecho de nacer en una comunidad, con unas concepciones, creencias, prácticas y normas que regulan la pertenencia. La artificial o curricularizada, propia de los sistemas educativos con sus niveles, grados e instituciones escolares. Esta última clase de educación se halla ligada a un proyecto cultural, social, político y económico. La educación en ciencias se realiza, por lo general, dentro de esta.

En cuanto a lo educativo de y la educabilidad (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1998; 1999) que estas ciencias propician, habría que precisarlos desde el concepto de pertenencia. Así, habría que distinguir entre una educación en ciencias en la que la educabilidad busca, para todos los ciudadanos, una alfabetización científica básica (Fourèz, 1994), como derecho fundamental, que inscriba a las nuevas generaciones en una sociedad afectada por los resultados de las investigaciones científicas, y aquella cuyo objetivo es, a partir de lo anterior, formar a las nuevas generaciones para que en el futuro se hagan practicantes profesionales en una disciplina científica particular y pertenezcan a la correspondiente comunidad de especialistas.

Lo educativo de las ciencias, se desprendería del hecho de que las teorías o modelos están constituidas por un lenguaje conceptual y metodológico, por una manera particular de formular y resolver problemas, de interpretar, argumentar y proponer, por normas que regulan la pertenencia a cada comunidad de especialistas y debido a que es cada comunidad la que admite o no las nuevas elaboraciones que se le presenten.

Sobre currículo, el concepto se delimitó de acuerdo con las posiciones de los especialistas (Stenhouse, 1991; Carr y Kemmis, 1988; Hodson, 1988); El plan de estudios debería derivarse de las bases conceptuales y metodológicas de cada proyecto curricular. ¿Cómo formular un proyecto curricular para la formación inicial de educadores en ciencias, no compartimentado?

### Didácticos

Se destacan los esfuerzos para darle constitución de la didáctica de las ciencias experimentales (Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989; Astolfi y Develay, 1989), admitiéndose hoy que es una disciplina teóricamente fundamentada (Gil, et al., 2002), en la que los especialistas han delimitado sus campos de conocimiento e investigación (Gil, Carrascosa y Martínez-Terrades, 1999). No obstante lo anterior, los resultados de una investigación relativamente reciente, con profesores colombianos de educación básica y media (Pérez Miranda y Gallego Badillo, 2000), llevaron a concluir que aún subsiste la definición comeniana de que la didáctica es el arte de enseñar o la de que es la parte metódica de la pedagogía. Entre otros esos campos son: las concepciones alternativas del alumnado (Furió, 1996); las ideas epistemológicas de los profesores (Porlán, 1989), las pedagógicas y didácticas de los mismos (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2002) o, en general el pensamiento de los profesores (Gallego Arrufat, 1991); el de la relación entre enseñanza y evaluación (Pozo, 1992; Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1997; Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa, 1996); y, el de la formación inicial y continua de docentes de ciencias (Mellado, 1996; Angulo, 2002).

En este campo de investigación se ha destacado la poca influencia que tienen los cursos de didáctica específica, en la formación del profesorado de ciencias (Pérez y Gimeno, 1992), emergiendo

la necesidad de analizar los obstáculos y las dificultades que se presentan cuando tal formación se plantea en términos de una transformación de los modelos didácticos elaborados previamente (Porlán y Rivero, 1998); transformación que se hace indispensable, dados los cambios e innovaciones que se han propuesto (Mellado, 1999). Abocar la formación desde esta perspectiva, se debe a que los estudiantes poseen una visión ingenua sobre la enseñanza de las ciencias, tomada de los profesores de los cursos específicos de las disciplinas de futura docencia. Es un pensamiento docente espontáneo, transmitido por estos profesores (Mellado y González, 2000), sin formación pedagógica ni didáctica, que tienden a adoptar modelos tradicionales o tradicionales/técnicos (Freitas, 1999). Se hace necesario entonces identificar y caracterizar las concepciones dentro de las cuales son formados los aspirantes a profesores de ciencias, puesto que ellas influirán directamente en sus futuras prácticas de aula (Mellado, 1996), a la vez que caracterizar las aproximaciones epistemológicas desde las cuales se forman. Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia...

Hay, además, el interés actual por la construcción de una identidad profesional del futuro docente de ciencias, hasta el punto de que se ha planteado como un problema que requiere ser abordado de manera sistemática y rigurosa (González, et al. 1996), tanto en la formación inicial como en los procesos posteriores de cualificación.

En cuanto al problema de la enseñabilidad de las ciencias (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1999), el de la enseñanza y el de las relaciones entre enseñanzas y aprendizajes. Con respecto al primero, se retomó aquello que algunos especialistas en educación matemática han denominado transposición didáctica (Chevallard, 1985), por lo que el problema de la enseñabilidad se resolvería mediante la elaboración de la estructura didáctica de cada teoría o modelo científico, a partir de los originales.

Emerge aquí el también problema acerca de qué versión de ciencia se hace objeto de trabajo en el aula con los estudiantes de los programas de formación inicial de profesores de ciencias, para los niveles básico y medio ¿La contenida en los textos de enseñanza? ¿La de los originales en que fueron publicadas las teorías o mo-

delos científicos? ¿Ambas, para analizar las transposiciones realizadas? En consecuencia ¿Cuál es la ciencia que se sabe, para enseñarla? En lo relativo al de la enseñanza, se plantea que se resuelve desde la concepción de didáctica que se tiene y, por tanto, a partir de los supuestos, también didácticos, que vertebran la transposición hecha de cada teoría o modelo científico. Si se parte de una didáctica meramente instrumental, la solución se aborda reduciendo la enseñanza a un conjunto de algoritmos o estrategias lineales estandarizables para cualquier población estudiantil. Cuando de la didáctica científica se trata, la solución se enfrenta teniendo en cuenta una concepción metodológica, no lineal y compleja, que no admite la estandarización (Sanmartí, 2000).

Para problematizar las relaciones entre enseñanzas y aprendizajes, se requiere revisarlas nuevas propuestas sobre el aprendizaje de las ciencias. El significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), cuyas estrategias metodológicas giran alrededor de la elaboración de mapas conceptuales y la Uve heurísticas (Novak and Gowin, 1984) y cuya especificidad ha sido conceptualizada (Moreira, 1990). El aprendizaje como cambio conceptual (Posner, et al. 1982), cuyos resultados hablaron en favor de que la mirada conceptualista era un enfoque ingenuo (Pozo, 1996). El del cambio conceptual y metodológico (Gil y Carrascosa, 1985). El del cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Gené, 1991). El de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, del cual se ha dicho que introduce la complejidad (Furió, 1996). Hay una pluralidad de conceptos de aprendizaje, incluido el memorístico y repetitivo, por lo que no basta con mencionar la palabra aprendizaje.

En lo tocante al problema de la evaluación, esta ha de abordar la de los aprendizajes, la de la relación de estos con el de las estrategias de enseñanza y con el desarrollo de los fundamentos didácticos y pedagógicos en que esa evaluación se sustenta. Los investigadores en la didáctica de las ciencias, basados en las aproximaciones epistemológica constructivistas, han conceptualizado sobre la necesidad de hacer de la evaluación una praxis mucho más enriquecedora, tanto para el ejercicio profesional como para la

teorización en la didáctica de tales ciencias (Geli, 2000).

Afirman que las situaciones de enseñanza deben hacerse confluir con las de aprendizaje (Pozo, 1992; Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa, 1996), por lo que las evaluaciones han de constituirse en oportunidades para la continuidad de los procesos de aprendizaje (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1997). Una propuesta interesante podría ser la de la evaluación continua en términos de regulación y autorregulación (Jorba y Sanmartí, 1996). Es de anotar la posibilidad de que en los programas de formación inicial (Licenciatura) de profesores de ciencias en Colombia, estas conceptualizaciones no se trabajen y que, por el contrario, se persista en la práctica habitual que asume la evaluación únicamente como calificación.

### **Metodología de la investigación**

El análisis inicial de los programas, se centró en la identificación de las relaciones porcentuales entre las asignaturas del área de ciencias (AAC), es decir aquellas referidas a las ciencias experimentales, y las del área de formación pedagógica y didáctica, incluidas las prácticas docentes (AFPD), al mismo tiempo que señalar en qué semestres de los planes de estudio, se introducen estas últimas asignaturas.

Para sistematizar el análisis de los documentos y caracterizar las concepciones que cimentaban a cada programa, se diseñaron tres matrices: una para lo epistemológico, otra para lo pedagógico y la tercera para lo didáctico; cada una de las cuales con veinticinco afirmaciones relacionadas con lo planteado en los referentes teóricos de la investigación. Los criterios empleados en la selección de las afirmaciones de cada una de las matrices, se encaminaron a identificar las aproximaciones epistemológicas, las concepciones de didáctica y la relación de estas con las pedagógicas. Se acordó en el Grupo que veinticinco (25) afirmaciones constituían un número adecuado para la identificación de tales aproximaciones, concepciones y relación. Las afirmaciones se formularon en términos de presencias (SI) y de ausencias (NO); buscando, si en tales documentos se hacía o no alusión a lo delimitado en cada una de las afirmaciones de las matrices. La selección de las afirmaciones fue objeto

de discusión en el grupo de investigación y se sometieron a la lectura de especialistas, cuyas sugerencias fueron acogidas críticamente.

Para identificar el conocimiento que de los fundamentos epistemológicos, didácticos y pedagógicos tenían los coordinadores de los programas, los profesores y los estudiantes de los mismos, se diseñaron y practicaron tres entrevistas abiertas (Briones, 1988). Igualmente, para mirar la participación que habían tenido los profesores en la elaboración de los correspondientes; las condiciones previas de las que surgió cada programa documentos; y, la concordancia entre los fundamentos y lo practicado en el aula, Las entrevistas a coordinadores, a profesores y a estudiantes, se practicaron por separados y durante un mismo día. En los grupos de estudiantes hubo representantes de cada uno de los semestres (Ver anexo). Los investigadores se abstuvieron de incidir en las respuestas de los entrevistados. Los interrogantes se formularon antes de la lectura de los documentos.

### Análisis de los resultados obtenidos

A continuación se presentan, en primer lugar, la tabla de identificación de cada uno de esos programas. En segundo lugar, tres matrices, una para lo epistemológico, otra para lo pedagógico y la tercera para lo didáctico, cada una en términos de los promedios de las frecuencias con que aparecían o no las afirmaciones seleccionadas para cada una de ellas. Finalmente una síntesis de las respuestas obtenidas en las entrevistas a directivos, docentes y estudiantes de los programas investigados. Se anota que para cada programa se leyó el respectivo documento y se marcó con una "X" en las casillas correspondientes a "Si" o "No", si se daba la presencia o no de las afirmaciones o aquellas

que, ajuicio del grupo, tuvieran que ver con las seleccionadas para el estudio.

### Identificación de los programas

En el cuadro se muestran los pesos porcentuales de las asignaturas del área de ciencias(AAC) y de las de pedagogía y didáctica (AFPD). No se contabilizaron las de matemáticas ni las de psicología. Los programas designados con los números del 4 al 8, no dan cuenta de qué es lo que se pretende significar por ciencias naturales y educación ambiental. Las asignaturas correspondientes al área de ciencias (AAC), conforman la mayor parte del total de las contenidas en los planes de estudio. En la mayoría de los programas predomina la lógica disciplinar. Se destaca que en la mayoría de estos programas, las asignaturas de didáctica y pedagogía (AFPD), sin especificar que son de las ciencias experimentales, se abordan hacia la mitad del plan de estudios, esto es, en general, a partir del cuarto semestre de la carrera. No se discrimina entre didáctica general y didácticas específicas. Pareciera como si siguiera imperando la creencia habitual de que se hace necesario conocer primero las ciencias, para después entrar a tratar las cuestiones acerca de la enseñabilidad, la enseñanza, las relaciones entre enseñanzas y aprendizaje, lo de la educación, lo educativo y la educabilidad que estas ciencias propician.

### Distribución porcentual de presencias y ausencias

Para cada una de las matrices aplicada a los programas o proyectos curriculares, los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

Programa	Areas de docencia	Nivel de desempeño	Porcentajes	
			AAC	AFPD
	Química	Educación media		
1	Física	Educación media	47,9	29,1
2	Biología	Educación media	58,5	24,3
3	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	36,	4
4	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	50	50

5	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	50	50
6	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	22	38
7	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	27	30
8	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación básica	48	22

**MATRIZ n° 1 - Presencias y ausencias epistemológicas**

Afirmaciones	% si	% no
1. Es producto del descubrimiento.	12,5	87,5
2. Obedece al método científico	12,5	87,
3. Es obra de individuos especiales.		100,0
4. Es un conjunto de verdades absolutas.		100,0
5. Se aplica la lógica inductiva.		100,0
6. Parte de una serie de observaciones.	12,5	87,5
7. Esta constituido por teorías, paradigmas o Programas de investigación.	62,5	37,5
8. La objetividad se debe a la descripción de los hechos.		100,00
9. Es una construcción comunitaria.	62,5	37,5
10. Posee una historia	62,5	37,5
11. La objetividad se desprende de los acuerdos entre especialistas.	12,5	87,5
12. Su verdad es relativa.	37,5	62,5
13. Se desarrolla de manera lineal y acumulativa.		100,0
14. Progresa por ruptura, cambio de paradigmas o abandono de programas.	12,5	87,5
15. Es estrictamente racional.		100,0
16. Es el conocimiento por excelencia.		100,0
17. Tiene una estructura hipotético-deductiva.	25,0	75,0
18. Es una actividad de producción.	12,5	87,5
19. Emplea tanto la lógica deductiva como la inductiva.		100,0
20. Hay pluralidad de métodos científicos.	62,5	37,5
21. Obedece a la creatividad de los especialistas.	37,5	62,5
22. Cada teoría, paradigma o proyecto de investigación posee su propia metodología.	50,0	50,0
23. Lo que hoy admite y trabaja cada comunidad de especialistas será abandonado y sustituido por otra propuesta.	12,5	87,5
24. Se encuentra en las revistas especializadas.		100
25. Tiene consecuencias éticas y morales.	37,5	62,5

Como puede observarse, las afirmaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, dentro de las aproximaciones empirio positivistas, los porcentajes relativamente alto de las ausencias, parecerían indicar que, posiblemente la mayoría de los programas estudiados podrían no aproximarse a esta tendencia epistemológica, algo corroborable con el 100% de las ausencias de la afirmación 8, presentándose problemas de interpretación en cuanto a la número 11, en la que el 85% no hace referencia a esta concepción de objetividad. La gran mayoría de los documentos examinados no trabajan este problema.

En lo relativo a las afirmaciones 7, 9 y 10, el alto porcentaje de presencias, indicaría una posible tendencia deductivista-constructivista, lo que sería aparentemente contradictorio con el también alto porcentaje de ausencias en las afirmaciones 12, 14, 17 y la 18. Según la 19, para el 87,5%, no constituyen las ciencias una actividad de producción. Comparándola 18 con la 5, se concluye que lo de las lógicas, no es objeto de discurso en estos ocho programas. Si miran la 15 y la 16, parecería como si las ciencias no fueran estrictamente racionales, ni el conocimiento por excelencia.

Los porcentajes de presencias (SI) y de ausencias (NO), consignados en las afirmaciones 7, 9 y 10, muestran una contradicción en relación con los porcentajes de presencias (SI) y de ausencias (NO), de las afirmaciones 12, 14, 17 y 18, lo que evidenciaría inconsistencias en las aproximaciones epistemológicas, sobre todo en las de carácter deductivistas-constructivistas. Tales inconsistencias podrían deberse a un discurso poco elaborado en cuanto a tales aproximaciones.

Compárense los porcentajes de presencias y de ausencias en las afirmaciones 2, 20 y 22. Si se repara en el de ausencias de la 2, con el de presencias de la 20, podría suponerse que dentro del 87,5% de ausencias de la 2, estaría incluido el

62,5% de presencia de la 20, por lo que el 25 % de la diferencia, caería dentro del 37,5% de las ausencias de esta última afirmación; siendo el 12,5% coincidente con el porcentaje de presencias de la afirmación 2. La diferencia entre los porcentajes de presencia de la 20 y la 22, significaría que entre las dos, hay también un 12,5% en el que la pluralidad no se encuentra ligada a la estructura conceptual y metodológica de la teoría, paradigma o proyecto de investigación.

Igualmente, relacionando las afirmaciones 3, 9, 21 y 24, incluyendo el 37,5% de presencias de la 21, parece haber cierto acuerdo en torno a que el conocimiento científico es una construcción de comunidades de especialistas, lo cual es coherente con una no-aproximación al empirio positivismo. De ser así ¿Dónde se encuentra ese conocimiento? El 100% de ausencias en la afirmación 24, no posibilita especulación alguna.

En cuanto a la afirmación número 25, si bien su frecuencia de aparición tiene un porcentaje relativamente considerable, (37,5%), tampoco se hace en los respectivos documentos una disertación sobre esas consecuencias éticas y morales; afirmación que se auscultó con miras a analizar si se hacían objeto de estudio las llamadas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), a las que no se alude. Pareciera como si no interesara el impacto que producen en la sociedad, los productos del trabajo de los científicos.

Los resultados que arroja esta matriz, parecen dar a entender que los fundamentos epistemológicos de la mayoría de los ocho programas examinados, no fueron trabajados en la extensión, con la profundidad y rigurosidad que actualmente la formación inicial y continua de profesores de ciencias, demanda. Es posible que trascurridos estos últimos años, quienes propusieron esos programas se encuentren en versiones diferentes.

#### MATRIZ n° 2 - Presencias y ausencias pedagógicas

AFIRMACIONES	% SI	% NO
1. La pedagogía es una creencia.		100,0
2. Está constituida por teorías, paradigmas o programas de investigación.	25	75
3. Establece diferencias entre pedagogía y didáctica.	37,5	62,5

4. Estudia tanto la educación natural o espontánea, como la artificial o curricularizada.		100,0
5. Especifica qué es la educación científica o la educación en ciencias.	12,5	87,5
6. Estipula el carácter educativo de las ciencias experimentales.	12,5	87,5
7. Delimita el problema de la educabilidad que proponen las ciencias.		100,0
8. Sustenta una teoría acerca del currículo.	37,5	62,5
9. Despliega una conceptualización en torno al sistema educativo.	37,5	62,5
10. Asume la evaluación como un proceso.	50,0	50,0
11. Los presupuestos curriculares son objeto de investigación.		100,0
12. Los resultados de las evaluaciones revierten sobre el proyecto curricular.		100,0
13. La educación, lo educativo y la educabilidad se sustentan en creencias.	12,5	87,2
14. Las teorías pedagógicas son contrastables en el aula.		100,0
15. La pedagogía es un conjunto de recomendaciones.	25,0	75,0
16. Lo educativo de las ciencias se deriva de la estructura lógico formal de las mismas.		100,0
17. La educabilidad que propician las ciencias está dada por el empleo del método científico		100,0
18. El orden conceptual y metodológico que las ciencias instauran es su carácter educativo.		100,0
19. Las ciencias educan debido a que son una actividad comunitaria.	12,5	87,5
20. Ser pedagogo en ciencias es ocuparse de la educación, de lo educativo y de la educabilidad de las mismas		100,0
21. El pedagogo de las ciencias elabora proyectos curriculares, para propiciar la educación, lo educativo y la educabilidad en estas disciplinas.	12,5	87,5
22. Lo educativo de una ciencia obedece a la elaboración pedagógica que de ella se hace	12,5	87,5
23. Construcciones pedagógicas distintas sobre una ciencia, propician educaciones y educabilidades diferentes.		100,0
24. Educar en ciencias es imponer interpretaciones únicas.		100,0
25. La educabilidad en ciencias es un proceso de concertación.		100,0

Si se comparan los porcentajes de ausencias y de presencias de las afirmaciones 1,2 y 15, en la mayoría de los programas la pedagogía parece ser algo más que una creencia, aun cuando para tan sólo un 25%, afirmación 2, alcanzaría un estatuto teórico, no obstante que, afirmación 14, ninguno de los programas hace alusión a la contrastabilidad de las teorías; un 25% también, que la concibe como conjunto de recomendaciones (afirmación 15). Nótese como únicamente el 37,5% distingue entre pedagogía y didáctica. Aun cuando el 37,5% de los pro-

gramas conceptualiza sobre el sistema educativo, afirmación 9, ninguno de ellos distingue entre la educación natural o espontánea y la artificial o curricularizada (afirmación 4).

En cuanto a las afirmaciones 5 y 19, hay que decir que solo el 12,5% de los programas se ocupa de qué es la educación en ciencias. En lo referente a las 6, 16, 18 y 22, la mayoría de los programas no se ocupa del carácter educativo de las ciencias. Si se repara en las afirmaciones 7, 13, 17, 20 y 25, algo semejante habría que sostener en relación con la educabilidad.

Particularizando sobre lo del currículo, porcentajes de presencias y ausencias en las afirmaciones 8, 11 12 y 21, en el caso de las ausencias, sugerirían que en la mayoría de los programas no hay consideraciones al respecto, salvo en la afirmación 8, en la que el 37,5% de presencias sustenta una teoría sobre el currículo, y en la 21, en la que el 12,5% igualmente de presencias, parece afirmar que la construcción de currículos es un campo del pedagogo de las ciencias. Es de considerar la igualdad de porcentajes de ausencias y de presencias en la afirmación 10 y el 100% de ausencias en la afirmación 12. Sobre las afirmaciones 23, 24 y 25, ninguno de los proyectos despliega un discurso.

Observados los porcentajes de presencias y ausencias; de nuevo, los altos porcentajes de frecuencia de las ausencias, de las afirmaciones seleccionadas o sus equivalentes, parecen hablar en favor de que la fundamentación pedagógica de esos programas, es precaria. Es como si no hubiese una concepción teórica en torno a la pedagogía y sus objetos de estudio e investigación. Al igual que lo anotado respecto a los fundamentos epistemológicos, los pedagógicos adolecen del mismo problema: poca extensión, baja profundidad y rigurosidad.

### MATRIZ n° 3 – Presencias y ausencias didácticas

AFIRMACIONES	%SI	%NO
1. La didáctica es una aplicación de los presupuestos pedagógicos.	25,0	75,0
2. La didáctica de las ciencias es una disciplina relativamente autónoma.		100,0
3. Esa didáctica está conformada por estructuras conceptuales y metodologías propias.		100,0
4. Delimita qué es la enseñabilidad y la enseñanza de las ciencias experimentales.	37,5	62,5
5. Precisa que se enseñe empleando textos didácticos.	12,5	87,5
6. Discrimina entre una enseñanza algorítmica y otra metodológica.		100,0
7. Lo metodológico de la didáctica se desprende de su estructura conceptual.	12,5	87,5
8. Postula que enseñar es transmitir información especializada.		100,0
9. Precisa que la enseñabilidad de una ciencia es una construcción del didacta.	12,5	87,5
10. Hace una distinción crítica entre la ciencia contenida en los textos didácticos y la dada a conocer en las revistas especializadas.		100,0
11. Clarifica el sentido histórico que tienen las unidades didácticas objeto de enseñanza.	12,5	87,5
12. Discurre en torno a las diferentes concepciones de aprendizaje.	12,5	87,5
13. Sostiene que las ciencias son enseñables “per se”.		100,0
14. Centra la enseñanza en el seguimiento del método científico.	12,5	87,5
15. Precisa que diferentes transposiciones didácticas y diferentes métodos de enseñanza, generan aprendizajes distintos.		100,0
16. Especifica una sola concepción sobre aprendizaje.	37,5	62,5
17. El proyecto curricular se halla compartimentado.	25,0	75,0
18. Los didactas de las ciencias se ocupan solo de los métodos de enseñanza.	12,5	87,5
19. No hay diferencia entre la ciencia escolarizada y la que practican los miembros de la respectiva comunidad científica.		100,0

20. Los textos didácticos son absolutamente confiables.		100,0
21. Formar un didacta en ciencias, es hacerlo que domine el saber objeto de enseñanza.		75,0
22. Aparece una crítica en torno a lo que se quiere significar con el dominio de una ciencia.	12,5	87,5
23. Se estipula que ese dominio se desprende de los textos didácticos.		100,0
24. Se precisa que una cosa es aprender una ciencia didactizada y otra aprenderla desde la interpretación de las propuestas originales.	12,5	87,5
25. Discurre en torno a que el profesor enseña la ciencia que cree saber.	12,5	87,5

Comparados los porcentajes de presencias y de ausencias en las afirmaciones 1, 2 y 3, la mayoría de los programas no discurre sobre la didáctica de las ciencias, como una disciplina relativamente autónoma; no obstante, es significativo el 25% de ellos la conciba como una aplicación de lo pedagógico. Obsérvese que un 12,5% la reduce a lo metódico.

Analizando los porcentajes obtenidos en las afirmaciones 4 y 9, el porcentaje de presencias de la 4, muestra un número significativo (37,5%) entre los programas estudiados, que se ocupan de la enseñabilidad y la enseñanza de las ciencias. Este porcentaje de presencias disminuye (12,5%) en la 9. Nótese como, en la afirmación 13, ningún programa habla de que las ciencias sean enseñables "per se".

Relacionando los porcentajes de las afirmaciones 5, 10, 20 y 23, en cuanto a los de las ausencias de la 10, de la 20 y de la 23 no se ocupa del papel de los textos de enseñanza. En la 5, el 12,5% precisa que se enseñe empleando tales textos. Ningún programa discurre sobre las diferencias entre la ciencia escolarizada y la que practican los científicos (afirmación 19).

En lo tocante a las afirmaciones 6, 7, 8 y 14, hay que indicar que en la 7 sólo 12,5% estaría por la concepción de que lo metodológico de la didáctica se desprendería de su estructura conceptual. No obstante, hay que reparar en que la mayoría de esos programas (afirmación 6) no discrimina entre una enseñanza algorítmica y una metodológica, mientras que, afirmación 8, ninguno alude a una enseñanza por transmisión. Destáquese como en la afirmación 14, un porcentaje igual centra la enseñanza en el seguimiento del método científico.

Comparando los porcentajes de ausencias y de presencias en las afirmaciones 9, 10, 11, 15 y 19, si se toma como punto de análisis el 100% de ausencias de la 15, se podría elaborar una explicación de las ausencias en la 19 (100%), en la 11 (87,5%), en la 10 (100%) y en la 9 (87,5%), salvando el 12,5% de presencias de la 9 y de la 11, habría que afirmar que para la mayoría de los programas estudiados el papel constructor del didacta, no aparece como fundamento de su profesionalidad.

Acerca del aprendizaje, nótese los porcentajes de presencias y de ausencias en las afirmaciones 12, 16 y 24. Sólo el 12,5% de los programas discurre en torno a las diferentes concepciones (afirmación 12), el 37,5% se ocupa de una sola de ellas (afirmación 16), mientras que el 12,5%, afirmación 24, distingue entre aprender una ciencia didactizada y hacerlo a partir de los originales.

Puntualícese en las afirmaciones 21, 22, 23 y 25. El porcentaje de ausencias en la 25, parecería indicar que sólo 12,5% discurre al respecto. En la 23 (100%), todos los programas estudiados no se estipula que ese dominio proceda de los textos de enseñanza; en la 22 (87,5%) la mayoría no discurre sobre qué es dominar una ciencia, contrastable, afirmación 21, con el 25% de presencias, para el que formar un didacta de las ciencias es darle la oportunidad para que domine la ciencia objeto de enseñanza.

Como puede notarse, las fundamentaciones didácticas en la mayoría de los ocho programas estudiados, tampoco obedecen a las elaboraciones que serían de esperar, en el contexto de programas de formación inicial de profesores de ciencias; algo ya señalado en relación con los epistemológicos y los didácticos. En consecuencia, para dichos programas se reafirma que

continúa predominando el paradigma de que basta conocer una ciencia para enseñarla, sea cual fuese la concepción de ciencia en la cual son formados y dentro de la cual se desempeñarán en la Educación Básica y Media. Algo similar habría que sostener en lo tocante a la pedagogía y a la didáctica.

### Las entrevistas

A continuación se presenta una síntesis general de las respuestas obtenidas en las entrevistas que se practicaron. En cuanto a la primera pregunta, de cada una de las tres entrevistas, sólo dos coordinadores pusieron de presente cierto conocimiento de los fundamentos epistemológicos, didácticos y pedagógicos de los programas a su cargo. Los demás coordinadores, al igual que profesores y estudiantes de los otros programas, sobre todo los estudiantes, no dieron específica cuenta de tales fundamentos. Los profesores se limitaron a anotaciones superficiales. Cuatro de los directivos expresaron que la formulación del componente pedagógico y didáctico, había sido encargado a los psicopedagogos de la correspondiente Facultad de Educación, en aras de la unificación de todos los programas de formación de educadores, de las respectivas universidades.

De la segunda pregunta, cada uno de los coordinadores afirmó que los profesores habían participado en la elaboración del programa. En cuanto a tres de los programas, comunicaron que hubo discusiones en torno a concepciones opuestas, pero que al final, se llegó a concertaciones para elaborar el documento someterlo a evaluación y obtener la acreditación previa obligatoria. La participación de los estudiantes en los procesos de estructuración, planeación y evaluación del desarrollo del programa en el que están matriculados ha sido, en general, mínima, al igual que la de los egresados del programa anterior.

En lo referente a la tercera pregunta de la entrevista a coordinadores, tres de los entrevistados, puntualizaron en que existía ya en el profesorado la necesidad de revisar y cambiar el programa vigente y que la promulgación de la nueva normatividad (Decreto 272, de 1998), constituyó una oportunidad para hacer realidad ese deseo. En los cinco restantes, la causa parece haber sido la obligatoriedad establecida por el Decreto mencionado.

En lo relacionado con las preguntas 2 y 3, de la respectiva entrevista a los docentes, la mayoría aludió a esa idea general sobre el papel del docente en la formación de los futuros educadores en ciencias. No se enmarcaron en los retos que implica esta formación y, en particular, en los problemas del cambio de concepciones y construcción de una identidad profesional. Las respuestas de los estudiantes a la segunda pregunta de su entrevista, estuvieron marcadas por el desconocimiento de los fundamentos y alcances del programa que cursaban. En cuanto a la tercera, expresaron no haber sido tenidos en cuenta para la planeación y evaluación del programa en el que se están formando como educadores.

### A manera de conclusiones

De acuerdo con el análisis de los resultados proporcionados por las matrices se podría afirmar que:

- En cuanto a lo epistemológico, cinco de los programas se aproximan a una concepción deductivista-constructivista de las ciencias, aun cuando en los documentos no hay un discurso riguroso sobre dicha tendencia. Los tres restantes parecen mantenerse dentro del inductivismo.
- En lo relativo a lo pedagógico, la mayoría no discurre acerca de lo que entienden por pedagogía y mucho menos sobre pedagogía de las ciencias. Tan solo en uno de los documentos hay un intento de adentrarse en tales delimitaciones, pero no va más allá. De la misma manera, sólo tres teorizan en torno a sus fundamentos curriculares y cuatro asumen la evaluación como proceso.
- Particularizando en la didáctica, en la mayoría de los documentos no se asume como una disciplina teóricamente fundamentada. En dos de ellos, al considerar que es una aplicación de los presupuestos de la pedagogía, parecería ser clara la visión que la reduce a lo puramente metódico. En ninguno se muestra un tratamiento riguroso sobre la enseñabilidad y la enseñanza de las ciencias. Tres especifican una sola concepción de aprendizaje, de carácter constructivista.

En general, ninguno de los programas plantea la formación inicial de profesores, en términos

del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas con las cuales ingresan los estudiantes a dichos programas. No hay en ellos referencias a las concepciones alternativas. Tampoco hay discursos en torno a la evaluación. Igualmente en lo relacionado con la historia interna de las teorías o modelos de las ciencias objeto de formación.

Por otro lado, los resultados de las entrevistas podrían dar a entender que:

- a) El conocimiento de los fundamentos epistemológicos, didácticos y pedagógicos de los coordinadores, profesores y estudiantes de los programas, no es el que debería esperarse.
- b) Una cosa es lo que se sostiene en los documentos y otra la praxis real en la formación inicial de los futuros didactas y pedagogos de las ciencias.
- c) Los estudiantes no son concebidos como personas que han iniciado su formación como profesores.

Se puede afirmar, entonces, que los ocho programas parecen seguir en el paradigma habitual

modificado, es decir, que basta con conocer una ciencia para enseñarla, modificado, modificación de vida a la introducción de cursos y seminarios acerca de didáctica y pedagogía, desde una mirada instrumental. Habría una especie de compartimentación. Cabe destacar, que de los ocho programas estudiados, sólo uno se denomina experimental, pero como proyecto de investigación, al igual que todos, no se formula dentro del campo de la formación inicial y continua de profesores de ciencias.

Es de esperarse que la investigación realizada, una vez divulgada, contribuya a incentivar la discusión en torno a los paradigmas epistemológicos, pedagógicos y didácticos que fundamentan los programas de formación inicial de profesores de ciencias, en primer lugar, en Colombia y por extensión, a las comunidades de especialistas en didáctica de las ciencias, en el ámbito latinoamericano. Habría que plantear la necesidad de un cambio en las orientaciones que hay en la base de dicha formación inicial, de conformidad con los acuerdos sobre cuál concepción de ciencia y para qué, ha de circular entre las nuevas generaciones de Sudamérica.

## Bibliografía

- Aliberas, J.; Gutiérrez, R.; Izquierdo, M. 1989. La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 7, n. 3, p. 227-280.
- Alonso, M.; Gil Pérez, D.; Martínez-Torregrosa, J. 1996. Evaluar no es calificar. la evaluación y la calificación en la enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 30, p. 15-26.
- Angulo, F. 2002. *Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. 2002. Tesis (Doctoral)-Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Astolfi, J. P.; Develay, M. 1989. *La didactiques des sciences*. París: PUF.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hancsian, H. 1983. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Briones, G. 1988. *Métodos y técnicas avanzadas de investigación aplicados a la educación y a las ciencias sociales: programa interdisciplinario de investigación en educación*. Bogotá: ICFES-BID.
- Carr, W.; Kemmis, S. 1988. *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Castro, E. A. 1992. El empleo de modelos en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 19, n. 1, p. 73-79.
- Craven, J. A.; Penick, J. Preparing new teachers to teach science: the role of the science teacher education.
- *Electronic Journal of Science Education*, Reno, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2001.
- Chevallard, Y. 1985. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Comte, A. 1984. *Curso de filosofía positiva*. Barcelona: Orbis.
- Di Trocchio, F. 1995. *Las mentiras de la ciencia ¿por qué y cómo engañan los científicos?*. Madrid: Alianza.
- Echevarria, J. 1955. *Filosofía de las ciencias*. Madrid: Akal.
- Fouréz, G. 1994. *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Calihue.
- Freitas, I. 1999. *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias: concepciones y prácticas de profesores con y sin experiencia en la docencia*. 1999. Tesis (Doctoral)-Universidad de Huelva, Huelva.

- Furió, C. 1996. Las concepciones alternativas del alumnado: dos décadas de investigación. resultados y tendencias. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, Aveiro, v. 3, n. 7, p. 7-17.
- Furió, C.; Gil, D. 1989. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 8, n. 3, p. 257-265.
- Gallego Arrufat, M. J. 1991. Investigación sobre el pensamiento del profesor: aproximaciones al estudio de las teorías y creencias de los profesores. *Revista Española de Pedagogía*, Madrid, n. 189, p. 287-325.
- Gallego Badillo, R.; Pérez Miranda, R. 1994. *Representaciones y conceptos científicos: un programa de investigación*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.
- \_\_\_\_\_. 1997. *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- \_\_\_\_\_. 1998. Aprendibilidad-enseñabilidad-educabilidad: una discusión. *Revista Colombiana de Educación*, Santafé de Bogotá, n. 36-37, p. 69-92.
- \_\_\_\_\_. 1999. Aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, v. 11, n. 25, p. 87-118.
- \_\_\_\_\_. 2002. El problema del cambio en estudiantes de formación avanzada. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 401-414.
- Geli, A. M. 2000. La evaluación de los procesos y de los resultados de la enseñanza de las ciencias. En: PERALES, F. J.; CAÑAL, P. (Ed.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Gené, A. 1991. Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos: un ejemplo concreto. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 26-27.
- Gil Pérez, D.; Carrascosa, J. 1985. Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal Science Education*, v. 7, n. 3, p. 231-253.
- Gil Pérez, D.; Rascosa Alis, J.; Martínez-Terrades, F. 1999. El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, v. 11, n. 25, p. 13-65.
- Gil, P. 2002. et al. Defending constructivism in science education. *Science & Education*, Dordrecht, v. 11, p. 557-571.
- González, E. 1996. et al. Cinco ejes para la discusión sobre la formación inicial y la capacitación de los docentes de ciencias: aportes a un tratamiento interdisciplinario. *Revista de Enseñanza de la Física*, Córdoba, v. 9, n. 2, p. 75- 83.
- Hanson, N. R. 1977. *Patrones de descubrimiento, observación y explicación*. Madrid: Alianza.
- Hodson, D. 1985. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, Leeds, v. 12, n. 1, p. 25-27.
- \_\_\_\_\_. 1988. Toward a philosophy of science more valid Science Curriculum. *Science & Education*, Dordrecht, v. 72, n. 1, p. 19-40.
- Izquierdo, M. 2000. Fundamentos epistemológicos. In: PALACIOS, P.; LEÓN, C. (Ed.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Jorba, J.; y Sanmarí, N. 1996. *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua: propuestas didácticas para las áreas de las ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.
- Kuhn, T. S. 1972. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. 1983. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Mellado, V. 1996. Concepciones y prácticas del aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 14, n. 3, p.289-302.
- \_\_\_\_\_. 1999. La investigación sobre la formación del profesorado de ciencias experimentales. In: LOSADA, C. M.; BARROS, S. G. (Ed.). *La didáctica de las ciencias: tendencias actuales*. A Coruña: Universidad de La Coruña.
- Mellado, V.; González, T. 2000. La formación inicial del profesorado de ciencias. In: PERALES, F. J. ; CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil, cap. 22, pt 5.
- Moreira, M. A. 1990. *Pesquisa em ensino: o ve epistemological de Gowin*. São Paulo: Pedagógica e Universitária.
- Novak, J. D.; Gowin, B. 1984. *Learning how to learn*. Cambridge: University Press.
- Pérez, A.; y Gimeno, J. 1992. El pensamiento pedagógico de los profesores: un estudio empírico sobre la incidencia de los cursos de aptitud pedagógica (CAP) y de la experiencia profesional en el pensamiento de los profesores. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 39, p. 51-73.
- Pinto, R. 2002. Introduction to the science teacher training in an information society (STTIS) project. *Internacional Journal of Science Education*, London, v. 24, n. 3, p. 227-234.
- Porlán, R. 1989. *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores*. 1989. Tesis (Doctoral)-Universidad de Sevilla, Departamento de Didáctica de las Ciencias, Sevilla.
- Porlán, R.; y Rivero, A. 1998. *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- Posner, G. J. 1982. et al. Acomodation of a scientific conception: toward a theory conceptual change. *Science Education*, New York, v. 66, n. 2, p. 211-227.
- Pozo, J. I. 1992. El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos. In: COLL, C. et al. *Los contenidos*

en la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Madrid: Santillana.

- \_\_\_\_\_. 1996. Las ideas del alumno sobre ciencias. De dónde vienen, a dónde van y... mientras tanto, qué hacemos con ellas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, n. 7, p. 18-26.
- Sanmartí, N. 2000. El diseño de unidades didácticas. In: CANAL, P.; PERLALES, J. (Ed.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Sanmartí, N.; y Izquierdo, M. 2001. Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC.

*Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, v. 8, n. 29, p. 71-83.

- Stenhouse, L. 1991. *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- Thuillier, P. 1990. *De Arquímedes a Einstein: las caras ocultas de la investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Zahr, E. 1980. Experimentos cruciales: estudio de un ejemplo. In: Andersson, G.; Radnitgky, G. (Ed.). *Progreso y racionalidad en la ciencia*. Madrid: Alianza.

## Anexos – Entrevistas

### Entrevista nº 1 (Directivos académicos)

¿Qué puede comentarnos a cerca de los fundamentos del programa que gestiona?

¿Cuál fue la participación de los docentes y estudiantes en la formulación del programa?

¿De qué condiciones previas surgió la necesidad del programa?

### Entrevista nº 2 (Docentes de los programas)

¿Qué puede usted contarnos acerca de los fundamentos del programa al cual sirve como docente?

¿De qué manera se realiza usted profesionalmente ejerciendo como docente del programa?

¿Cómo contribuye usted con su formación profesional a la formación de los futuros educadores en ciencias?

### Entrevista nº 3 (Estudiantes de los programas)

¿Conoce usted los fundamentos y alcances del programa en el cual se encuentra matriculado, y cuales son?

¿Qué relación encuentra entre las asignaturas y seminarios ya cursados y esos fundamentos y alcances?

¿Cómo ha participado usted en los procesos de estructuración, planeación y evaluación del programa?