

Un análisis clasificatorio del conocimiento sobre la justificación del conocimiento científico en futuros profesores de ciencias exactas y naturales

A knowledge qualifying analysis on justification for scientific knowledge of future exact and natural science teachers

Guillermo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

guillecutrera@gmail.com

Resumen

El interés por la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC) ha originado un importante campo de investigación didáctica de las ciencias naturales. Existe un fuerte consenso proveniente de las investigaciones en este campo que indica que cada docente concibe y orienta su enseñanza según sus concepciones sobre la NdC, experiencia profesional e interpretación del curriculum, entre otros factores. Asumiendo la hipótesis de la importancia que la comprensión docente sobre la NdC posee sobre las prácticas de enseñanza, en este trabajo se describen las concepciones sobre la instancia de justificación del conocimiento científico de futuros profesores universitarios de Matemática, Química, Física y Biología. Se realiza un análisis de correspondencias múltiples seguido de una clasificación jerárquica; esta clasificación permitió obtener grupos de opinión diferenciados por las respuestas a los ítems indagados sobre la justificación del conocimiento científico.

Palabras clave: naturaleza de la ciencia, progreso científico, formación docente

Abstract

The interest for the understanding of nature of science (NOS) led to an important field of Natural Sciences didactic research. Coming from research in this field, there is strong consensus on the idea that every teacher conceives and guides education according to his own conceptions of NOS, professional experience and curriculum's interpretation, among other factors. Under the hypothesis of the importance that teachers' understanding of NOS has on teaching practices, this paper outlines the conceptions on the scientific knowledge justification instances from future university professors of Mathematics, Chemistry,

Physics and Biology. A Multiple Correspondence Analysis followed by a hierarchical classification is performed. Such classification resulted in distinct opinion groups differentiated by their responses to the questioned items about the scientific knowledge justification.

Keywords: Nature of Science, Scientific Progress, teacher training.

Fecha Recepción: Diciembre 2019

Fecha Aceptación: Junio 2020

Introducción

El interés por la comprensión de la naturaleza de la ciencia (en adelante, NdC) ha originado un importante campo de investigación didáctica de las ciencias naturales, campo caracterizado por distintas líneas de investigación relacionadas entre sí (Porlán, 1989; Paixão, 1999; Acevedo Díaz, et. al, 2002). Los posibles vínculos entre el conocimiento del profesor sobre la NdC y las prácticas de enseñanza se ha sido objeto de análisis. Lederman (1992) advirtió que las investigaciones en esta línea no aportaban indicios sólidos respecto de la influencia de las concepciones de ciencia de los profesores sobre sus prácticas de enseñanza; no obstante, consideraba importante profundizar la indagación en este sentido. Sin embargo, durante los últimos años y a través de investigaciones a largo plazo, se ha encontrado que las concepciones sobre la ciencia del profesor influyen, entre otros aspectos, sobre la formación de una visión de la actividad científica en los alumnos (Hodson, 1985; Brickhouse, 1989). Así, una de las razones que explican el interés por el estudio de las concepciones docentes sobre la NdC, se orientan por la convicción de que dichas concepciones suelen descansar en reduccionismos y deformaciones sobre la actividad científica que pueden obstaculizar la enseñanza (Hodson, 1985; Carrascosa, 1993). En tal sentido, la didáctica de las ciencias ha enfatizado en la necesidad de atender al estudio de las concepciones docentes sobre la NdC e incluso, su conocimiento ha sido explicitado como un objetivo central de la enseñanza de las ciencias (Acevedo Díaz, et. al.; 2005) en las reformas educativas emprendidas por algunos países durante la última década del siglo XX.

Asumiendo la hipótesis de la importancia que la comprensión docente sobre la NdC posee sobre sus prácticas de enseñanza (Lederman, 1999), presentamos este trabajo basado en un análisis multidimensional de las concepciones sobre la instancia de justificación del conocimiento científico de futuros profesores de Matemática, Química, Física y Biología, en una universidad pública de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En tal sentido, realizamos un análisis de correspondencias múltiples seguido de una clasificación

jerárquica; esta clasificación permite obtener grupos de opinión diferenciados por las respuestas a los ítems indagados sobre la justificación del conocimiento científico.

Marco teórico

Epistemología y enseñanza de la ciencia

La investigación epistemológica y sociológica sobre la ciencia ha dado lugar a una imagen de compleja sobre la actividad científica. Las construcciones epistemológicas de diferentes autores han trascendido su mera individualidad para consolidar diversas escuelas o corrientes sobre la naturaleza de la ciencia, con importantes diferencias entre ellas pero también algunas coincidencias. Por ejemplo, según Vázquez Alonso (et. al; 2001) es posible identificar cuatro paradigmas entendidos como marco general para describir la actividad científica: positivismo, realismo, pragmatismo y relativismo. Las controversias y acuerdos entre estas perspectivas son claves para lograr una concepción más global, coherente y avanzada de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Chalmers (1997) ofrece una comparación entre las principales corrientes epistemológicas resaltando las diferencias entre algunos conceptos fundamentales así como también se discuten las principales críticas a estas corrientes y la forma en que se intentó dar respuesta a las mismas. En tal sentido, identifica diferentes posiciones epistemológicas que clasifica en dos grandes grupos según correspondan a posturas racionalistas o según pertenezcan a posiciones relativistas. Considera al inductivismo (inductivismo ingenuo, positivismo), falsacionismo (Popper; 1958), objetivismo (Lakatos; 1978) y al realismo no representativo (Chalmers, 1997) como ejemplos de esta primera postura, entendiendo al racionalismo en términos aceptar de la existencia de un único criterio, universal y atemporal, ahistórico, por el cual deben ser juzgados los méritos relativos de las teorías rivales. El relativismo asume que la finalidad de la búsqueda de conocimiento dependerá de lo que sea importante o valioso para el individuo o la comunidad: distingue dos variantes relativistas a las que denomina moderada (Kuhn; 1962) y anarquista (Feyerabend; 1975). Sin ánimo de exhaustividad y en función de las necesidades del presente trabajo, a continuación resumimos algunos de los rasgos que caracterizan cada una de estas dos grandes posiciones.

Con relación a la observación, el inductivismo asume que la inducción es el procedimiento para garantizar la verdad de un enunciado singular y lo asume como inicio de la actividad científica en tanto base segura para construir el conocimiento (empirismo puro). La perspectiva falsacionista, desplaza el inicio de la actividad científica hacia los problemas; la observación es parte esencial de la ciencia, aunque subordinada a las

teorías. En relación a la postura falsacionista, el objetivismo complejiza la relación de la observación con el testeo de hipótesis, en tanto el núcleo duro y la heurística positiva definen un lenguaje observacional estable. El marco relativista acentúa la dependencia entre la observación con la teoría: por ejemplo, a través de la noción de paradigma como guía de la investigación y en la interpretación de fenómenos observables.

Por otra parte, el inductivismo propone una metodología que combina instancia inductiva en la producción de un enunciado universal e instancia deductiva en la predicción y explicación. En las restantes posiciones racionalistas se destaca la crítica a las limitaciones de la inducción recuperando, siempre de un marco logicista, el procedimiento deductivo en la predicción de consecuencias, derivadas de hipótesis, luego contrastadas con la experiencia. El contexto logicista debilita, comparativamente, en las posturas relativistas; por ejemplo, Kuhn menciona una serie de criterios que pueden ser utilizados para juzgar entre teorías rivales, entre los cuales se encuentra la exactitud en la predicción. La consideración de factores extralógicos en la aceptación del conocimiento científico diferencia a estas últimas posiciones de las racionalistas.

El alcance y sentido que se otorgan a la comprobación (o corroboración) nos permite también comparar sintéticamente estas posiciones. El inductivismo asume a la corroboración en términos de una relación lógica entre enunciados observacionales verificados y la teoría que estos apoyan. La verificación de estos enunciados está dada en términos del apoyo inductivo que proporcionan a la teoría. En una perspectiva ahistórica, se asume que cuanto mayor sea el número de enunciados verificados, mayor será el apoyo inductivo a la teoría y más probable será su verdad. El falsacionismo enfatiza en el carácter provisional que posee la aceptación de una teoría: una corroboración ofrecerá un alto grado de valor a una teoría en tanto sea resultado de la comprobación de una nueva predicción. El falsacionismo introduce la noción de “refutación”, mecanismo que permite falsar (otorgar el valor de “falso”) a una hipótesis comparándola con enunciados observacionales lógicamente posibles. En su versión ingenua, el falsacionismo asume como concluyente el rechazo de una hipótesis. En el objetivismo (también llamado falsacionismo sofisticado) sólo son falsados los componentes del cinturón protector (heurística positiva): el núcleo duro de un programa se vuelve infalsable por decisión metodológica de sus protagonistas (heurística negativa). Kuhn rechaza todas las variantes del falsacionismo y, desde este marco relativista, se considera que todo paradigma contendrá algunas anomalías (no falsaciones), en tanto problemas que no se solucionan en el marco del paradigma.

Las concepciones sobre la ciencia construidas desde la reflexión filosófica y las investigaciones histórica y sociológica, son diversas, complejas y dinámicas. En tal sentido, no es fácil consensuar respecto de qué principios básicos podrían servir para definir una comprensión más adecuada de la naturaleza de la ciencia. Acevedo Díaz (*et. al.*; 2007) muestran los acuerdos logrados en una investigación empírica sobre cuestiones de NdC correspondientes, entre otros aspectos, a la epistemología de la ciencia, por parte de un panel de 16 jueces expertos. Los autores afirman que el rol epistemológico de la lógica en la investigación científica permitió conseguir el consenso en tres creencias ingenuas. Las dos primeras justifican este papel, bien por el carácter acumulativo de los resultados de los sucesivos experimentos, bien porque cada experimento probado conduce de manera lineal al siguiente, que es único. En cambio, la tercera creencia ingenua niega el papel epistemológico de la lógica porque el conocimiento científico se produce sobre todo por casualidad o azar (*serendipity*).

Material y Métodos

Se realizó un análisis de las encuestas realizadas a 209 alumnos ingresantes al ciclo pedagógico de los profesorados de Matemática, Física, Química y Biología de una universidad pública perteneciente a la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se utilizó un diseño exploratorio, descriptivo y transversal. El instrumento utilizado fue una encuesta cerrada confeccionada con ítems referidos a distintos aspectos de la naturaleza de la actividad científica: instancias de generación y justificación del conocimiento, progreso científico, provisionalidad del conocimiento científico y acerca del estatus relativo del conocimiento científico con relación a otras formas del saber. Para la elaboración del instrumento se consideraron ítems utilizados en investigaciones destinadas a explicitar las concepciones de ciencia de docentes y/o alumnos (Aikenhead, *et. al.*, 1992 a) y b); Nott, *et. al.*; 1993; Pomeroy, 1993; Abdullateef, 1999; Koulaidis, V., 1989; Palmquist, 1997, entre otros). En particular, el cuestionario fue elaborado tomando como referencia un conjunto de ítems que, en algunas de las investigaciones indicadas, fueran empleados en tanto representativos de diferentes posturas epistemológicas: inductivismo, hipotético-deductivismo, contextualismo y relativismo. La elaboración y el empleo del cuestionario pretende, por un lado, facilitar la presentación sencilla de afirmaciones filosóficas de naturaleza compleja sin pérdida de su esencia y, por otro, proveer una base clara para el posterior análisis del conocimiento de los futuros docentes sobre la fustigación del conocimiento científico. El carácter del presente trabajo se enmarca en una metodología exploratoria, descriptiva e interpretativa. La instancia

exploratoria se desarrolla, por un lado, en el análisis de las modalidades ventiladas según el filtrado seleccionado y en su relación, por otra parte, en la construcción de las clases constitutivas de la clasificación, esto es, en la elección de la partición.

La indagación sobre la justificación del conocimiento científico se realizó a través del siguiente conjunto de ítems que describen los aspectos mencionados de la actividad (entre paréntesis se indica la codificación usada para cada variable en el análisis):

1. Cuando las consecuencias observacionales de una teoría son contrastadas con los datos, se obtienen conclusiones si los datos y las consecuencias observacionales coinciden. (C10)
2. Cuando las consecuencias observacionales de una teoría son contrastadas con los datos, se obtienen conclusiones si los datos y las consecuencias observacionales no coinciden. (C11)
3. Que ocurra un hecho incompatible con una teoría no implica que la teoría deba ser abandonada. (C12)
4. El conocimiento científico es probado o no de acuerdo a la influencia directa de las observaciones. (C13)
5. La aceptación del conocimiento científico puede ser condicionada por factores políticos, religiosos u otros factores de naturaleza extracientífica. (C14)
6. El conocimiento científico se crea y se valida por el consenso común entre los científicos dentro de la comunidad científica. (C15)
7. Un científico trabaja dentro de la comunidad científica para evaluar y contemplar el trabajo de otros científicos. Los científicos se comunican con otros miembros de la comunidad científica. (C16)
8. Un científico interpreta resultados basándose en el conocimiento previo. (C17)
9. Un científico interpreta resultados basándose en la observación. (C18)

Cada uno de los ítem fue considerado como dimensión de la variable “concepción sobre el contexto de justificación” (variable cualitativa con escala de medición nominal). Cada una de estas dimensiones posee 5 modalidades: 1: “Sí”, 2: “Creo que sí pero no estoy seguro/a”, 3: “No sé”, 4: “Creo que no pero no estoy seguro/a”, 5: “No”. Para el análisis, se incluyó, además como variable, la carrera del alumno. Esta también fue recodificada de dos formas diferentes: La primera agrupando las carreras de Física, Química y Biología por un lado y Matemática por otro. La segunda agrupando las carreras de Física y Química y dejando las restantes modalidades en la forma original. Para realizar el análisis estadístico se utilizaron los paquetes EPI-INFO v. 6.04 y SPAD.N V. 4.0. Las dimensiones de la variable “concepción sobre el contexto de justificación” fueron considerados como

dimensiones activas a efecto del análisis. La carrera del alumno y los restantes ítems de la encuesta (que expresan concepciones sobre otros de los aspectos indagados sobre la NdC) se consideraron como dimensiones ilustrativas.

Resultados

Se trabajó con un filtro del 4% para la depuración de modalidades, resultando dos modalidades ventiladas luego de la depuración. Un análisis exploratorio basado en la construcción de diferentes tipologías para el conjunto de variables activas, permitió decidir la eliminación de la modalidad “no sé” para las variables identificadas como C10, C12, C123, C15 y C19. La depuración al 4% ventiló la modalidad “creo que sí pero no estoy seguro/a” de la variable identificada como C14. Finalmente, resultaron nueve variables activas y 46 modalidades asociadas. El primer eje factorial reúne el 6,89% de la varianza total. Considerando como referentes las contribuciones promedios por variable y las contribuciones promedio por modalidad, según corresponda, este primer eje factorial opone, en su extremo positivo, las modalidades “creo que sí pero no estoy seguro/a” y “creo que sí pero no estoy seguro/a”, a la modalidad “si” en el extremo negativo. De un total de nueve variables activas, cinco son contributivas al primer eje factorial, cinco al segundo eje factorial y cinco al tercer eje factorial. Sobre un total de 46 modalidades, trece contribuyen al primer eje, doce al segundo eje y diez modalidades son contributivas al tercer eje factorial.

El segundo eje factorial concentra el 5,74% de la varianza total. En él se opone, en su extremo positivo, la modalidad “si” de la totalidad de las variables que contribuyen al mismo y las modalidades “creo que sí pero no estoy seguro/a”, “creo que no pero no estoy seguro/a” y “no se.” de algunas de algunas de las modalidades contributivas al a la modalidad “no”, en su extremo negativo. En la tabla 1 se muestran las coordenadas y las contribuciones relativas para el caso de la variable identificada como C10. Las tablas y gráficos se muestran al final de esta sección.

Mediante un análisis exploratorio realizado sobre la observación de la distribución de valores propios (descomposición de la varianza) se decidió utilizar diez ejes factoriales para la clasificación que, en su conjunto, suman el 57.41% de la varianza total. Sobre la base del análisis factorial, se realizó una partición en cinco clases a partir de la observación del dendrograma correspondiente a la clasificación jerárquica efectuada. En el gráfico 1 se representa, en el primer plano factorial, el espacio de las modalidades activas y las clases para esta clasificación.

La primera clase está formada por 70 alumnos que priorizan las modalidades de respuesta “sí” y “no”. La mayor parte de estos alumnos consideran que el científico interpreta resultados basándose en el conocimiento previo (82,86%), y otorgan un rol importante a la observación en la justificación del conocimiento científico tanto a través de la interpretación de los resultados (77,14%) como al afirmar que el conocimiento científico es probado o no de acuerdo a la influencia directa de las observaciones (85,71%). Por otra parte, la mayor parte de los alumnos de esta clase también asumen que la aceptación del conocimiento científico puede ser condicionada por factores de políticos, religiosos u otros factores de naturaleza extracientífica (97,14%). Algo más de la mitad de los integrantes de este grupo asume una posición confirmacionista en la instancia de justificación (64,29%) y el 55,71% de los alumnos de esta clase considera que cuando las consecuencias observacionales de una teoría son contrastadas con los datos, se obtienen conclusiones si los datos y las consecuencias observacionales no coinciden. Casi las tres cuartas partes de los alumnos de esta clase considera que la comunidad científica es el contexto en el cual los científicos se comunican con otros miembros de la comunidad científica (72,86%) y además el 67,14% de los integrantes de este primer grupo considera la importancia de la comunidad científica como ámbito en el cual conocimiento científico se crea y se valida por el consenso entre los científicos (67,14%). El 84,29% de los alumnos de esta clase consideran que el método científico es un proceso paso a paso, que los científicos crean teorías basados en la observación (74,29%). Un grupo relativamente menor de alumnos de considera que las leyes científicas no se dan, directamente, en la naturaleza (35,71%) mientras que el 64,29% de este grupo afirma que no se puede probar que las leyes científicas sean absolutamente verdaderas. Algo más de las tres cuartas partes de este grupo de alumnos (78,57%) también sostienen que el conocimiento científico cambia y que es tentativo (42,86%). La mayor parte de los integrantes de esta clase (68,52%) pertenecen a la carrera de Biología. Además, 68,52% de los alumnos encuestados de esta carrera se encuentran en esta clase. En la tabla 2 se muestran los valores estadísticos obtenidos para esta primera de las clases construidas.

La segunda clase de la tipología construida está constituida por 28 alumnos y se caracteriza por priorizar las modalidades de respuesta “creo que sí pero no estoy seguro/a” y la negación.¹ Algunos de los alumnos de este grupo creen que el conocimiento científico puede ser probado o no por influencia directa de las observaciones (67,86%) y, además, aceptan que el conocimiento científico puede ser condicionado por factores de políticos,

¹En adelante, utilizaremos el término “creer” para referir tanto a la modalidad “creo que sí pero no estoy seguro/a” como a la modalidad “creo que no pero no estoy seguro/a”, según el caso.

religiosos u otros factores de naturaleza extracientífica (67,86%). Algo menos de la mitad de los alumnos de esta clase (42,86%) destaca la importancia del conocimiento previo en la interpretación del conocimiento científico. Las tres cuartas partes de este grupo de alumnos niegan una posición refutacionista ingenua. Además, si bien el 46,43% cree que la comunidad científica es el contexto en el cual los científicos se comunican con otros miembros de la comunidad científica, el 32,14% niega que la comunidad científica sea el ámbito en el cual conocimiento científico se crea y se valida por el consenso entre los científicos.

La tercera clase de la tipología está formada por 15 alumnos que priorizan la negación como modalidad de respuesta tanto en variables activas como variables suplementarias. La mayoría de los integrantes de este cuarto grupo niegan perspectivas refutacionista (80%) como confirmacionista (73,33%) ingenuas. Un grupo relativamente menor niega la importancia del conocimiento previo en la interpretación de resultados científicos (33,33%) y la mayor parte niega que un científico interprete resultados basándose en la observación (86,67%). Por otra parte, el 46,67% de estos alumnos no acepta tanto que los científicos creen teorías basadas en la observación como que los cambios en el conocimiento científico supongan un crecimiento acumulativo (46,67%).

La cuarta clase de la tipología está constituida por 13 alumnos. La mayoría de los alumnos de esta clase no creen que la ocurrencia de un hecho incompatible con una teoría implique que la teoría deba ser abandonada (92,31%). Sí, en cambio, creen que el conocimiento científico es probado o no de acuerdo a la influencia directa de las observaciones (69,23%) y que cuando las consecuencias observacionales de una teoría son contrastadas con los datos, se obtienen conclusiones si los datos y las consecuencias observacionales coinciden. Menos de la mitad de los integrantes de esta clase no saben si el método científico es necesario para descubrir y validar teorías científicas (38,46%).

La quinta clase está constituida por 22 alumnos que priorizan categorías de respuesta análogas a las de la cuarta clase. El 27,72% de esta clase no sabe si el conocimiento científico es probado o no de acuerdo a la influencia directa de las observaciones mientras que un 18,18% desconoce si el científico interpreta resultados basándose en el conocimiento previo. Más de la mitad de los integrantes de esta clase considera que es posible obtener conclusiones en una contrastación empírica cuando las consecuencias observacionales de una teoría no coinciden con los datos (64,64%). El 18,18%, en cambio, cree que tales conclusiones no son posibles cuando los datos y las consecuencias observacionales coinciden mientras que un 36,36% cree que sí es posible. El 40,91% cree que no hay un único método científico y el 18,18% no sabe si el progreso científico es

acumulativo. Algo menos de la mitad del total de alumnos de este grupo no creen que el conocimiento científico sea diferente, en el sentido de poseer un estatus privilegiado, respecto de otras formas de conocimiento (40,91%) y el mismo porcentaje cree que las leyes científicas son creadas por los científicos. Casi las tres cuartas partes de este grupo de alumnos (72,73%) pertenecen a la carrera del profesorado de Matemática. Por otra parte el 28.07% de los alumnos encuestados de esta carrea se encuentran esta clase.

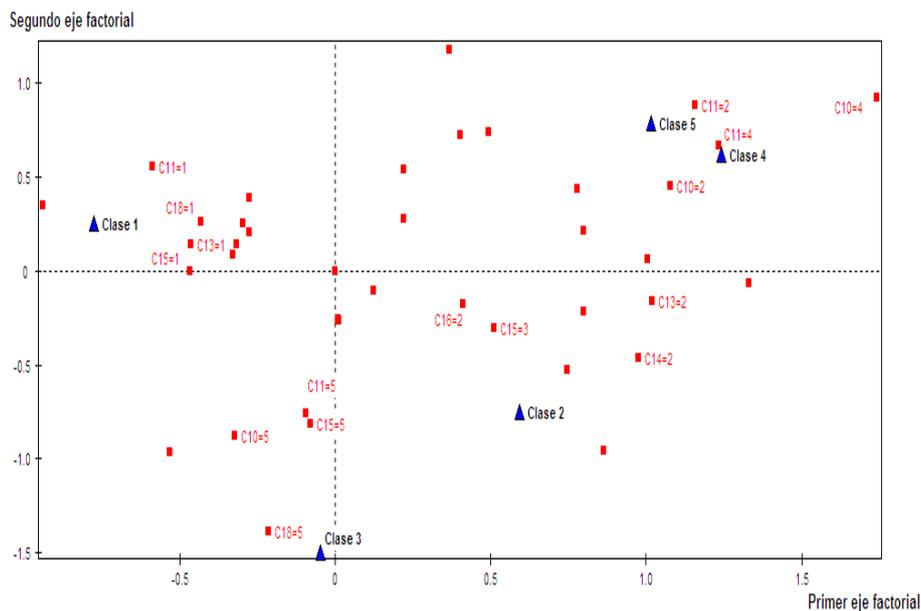
La observación del primer plano factorial (Figura 1) muestra la proyección de las clases en el espacio multidimensional sobre los dos primeros ejes. En el mismo puede observarse, por un lado, la separación entre las clase 1 y las clases 4 y 5 según el primer eje factorial; por otro, la oposición entre estas dos últimas clases y la tercer clase en el segundo eje factorial.

Tabla 1. Coordenadas y contribuciones de las modalidades asociadas a la variable activa identificada como C10 sobre los tres primeros ejes factoriales.

Variable: C10	Coordenadas			Contribuciones		
Categoría	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00
C10=1	-0,28	0,39	0,41	1,30	3,80	4,90
C10=2	1,08	0,45	-0,78	6,70	1,70	5,70
C10=4	1,74	0,92	0,53	4,60	1,90	0,70
C10=5	-0,32	-0,88	-0,29	1,30	13,70	1,70
	Contribución acumlutiva			13,90	21,10	13,10

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Primer plano factorial para la clasificación obtenida. Se muestran las clases y las modalidades correspondientes a algunas de las variables activas (Referencias: C16=2 significa modalidad 2 para la variable identificada como C16. Las modalidades son identificadas según: 1: “sí”; 2: ”creo que sí pero no estoy seguro/a”; 3: “no sé”; 4: ”creo que no pero no estoy seguro/a” ; 5: “no”).



Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Caracterización de la primera de las clases (n=70) construídas por las modalidades asociadas a las variables activas. Se incluyen las modalidades con $V_{test} > 3,50$.

Variable y Categoría	Peso	Global	Cla/Mod	Mod/Cla	V. Test
C18=1	89	60,14	68,54	87,14	6,40
C11=1	50	33,78	82,00	58,57	6,01
C14=1	112	75,68	60,71	97,14	5,99
C10=1	70	47,30	68,57	68,57	4,80
C16=1	83	56,08	62,65	74,29	4,11
C13=1	81	54,73	62,96	72,86	4,08
Carmate=4	91	61,49	60,44	78,57	5,93
C17=1	94	63,51	59,57	80,00	3,83
Carfiqui	54	36,49	68,52	52,86	3,77
Carrera=1	54	36,49	68,52	52,86	3,77

Fuente: elaboración propia

Discusión

La tipología construida en el análisis de correspondencias múltiples permitió diferenciar las respuestas de los futuros profesores de Química, Física, Biología y Matemática en grupos caracterizados, ya sea, por modalidades de respuesta centradas en la duda y en el desconocimiento o, bien, en la selección de modalidades afirmativa/negativa. Dos de los grupos de alumnos se diferenciaron del resto por la selección de modalidades afirmativas/negativas de respuestas. La seguridad en las respuestas fue un rasgo común entre estos alumnos integrantes de dos de las clases. En tal sentido, los alumnos pertenecientes a una de estas clases respondieron afirmativamente; los del grupo restante, priorizando respuestas con modalidad negativa.

Los alumnos de la primera clase definen una perspectiva vinculada a la instancia de justificación del conocimiento científico centrada, por una lado, en un contexto logicista –dado por versiones simplificadas del confirmacionismo y refutacionismo-; por otro, este grupo de alumnos también afirma la posible incidencia de factores extralógicos – políticos, religiosos-. Los alcances de esto último deben ser considerados con precaución si atendemos a los resultados de otras investigaciones que advierten sobre los diferentes significados que los entrevistados pueden asignarle a la influencia de aspectos, sociales, políticos, etc., en la aceptación del conocimiento científico (Acevedo, et. al.; 2002).

También, parte de los alumnos de esta primera clase dan particular importancia a la comunidad científica como contexto en el cual el científico desarrolla su trabajo, se comunica con otros, consensúa y valida el conocimiento. Si bien estas últimas ideas alejan la posición de este grupo de alumnos de posibles posiciones vinculadas a la actividad científica como una actividad individual, no obstante, sería necesaria una indagación mayor si se desearan inferir posiciones consensualistas. El reconocimiento explícito de la comunidad científica como ámbito en el que los científicos desarrollan su actividad y en el cual, además, validan y consensúan el conocimiento fue una característica de este grupo de alumnos que permite diferenciarlo de los restantes, sea porque esta perspectiva fue considerada en alguno de sus aspectos (segunda clase) o por su falta de consideración (restantes clases). Los rasgos mencionados de la actividad científica que caracterizan a este grupo de alumnos, son complementados por una concepción tradicional del método científico, complementada por la relevancia de la observación en la producción de conocimiento científico y por la provisionalidad del conocimiento científico. La proyección sobre esta clase de variables asociadas una concepción tradicional de la metodología científica y la presencia excluyente de la observación como punto de partida

para la creación de conocimiento científico, contribuyen con un sesgo positivista a la concepción sobre la ciencia que caracteriza a los alumnos de esta clase. El contenido de estas variables proyectadas, complementan el rol de la observación que estaba presente entre las variables activas que definen la clase y contribuyen a delimitar una perspectiva sobre la actividad científica que comparte, entonces, tanto rasgos aceptados sobre la NdC como criticados en la bibliografía especializada. Es interesante destacar que esta concepción sobre la actividad científica se presentó como característica de un grupo de alumnos del profesorado de Biología.

Esta perspectiva, sostenida mayoritariamente por alumnos de la carrera de Biología, posee diferencias con la correspondiente a los alumnos de la tercera de las clases construídas. Los alumnos de esta última clase niegan el rol de la observación en los términos que lo afirmaban los alumnos de la primera clase, tanto en lo que respecta a la información contenida en las variables activas como en las ilustrativas. Consideraciones análogas se extienden al rol del conocimiento previo y a considerar posiciones logicistas en el contexto de justificación. Este grupo, también, se caracteriza por no sostener una concepción acumulativa del progreso científico. La negación de estos rasgos de la actividad científica no permite inferir, con claridad, una perspectiva sobre la NdC para este grupo de alumnos. Si bien algunos de estos rasgos alejarían la perspectiva de este grupo de ciertos estereotipos vinculados a la actividad científica, no obstante, las consideraciones al respecto no pueden avanzar más allá de esta afirmación. A pesar de estas diferencias en el contenido de las respuestas, esta clase no se define por oposición de la anterior (clase 1) en el primer plano factorial porque en éste, la oposición en los ejes definida por modalidades de respuesta, no opone afirmación/negación.

Las clases restantes se caracterizan por modalidades de respuestas total o mayoritariamente centradas en la duda y/o el desconocimiento. Estos grupos de alumnos refieren, mayoritariamente, a posiciones logicistas en la validación de conocimiento científico, sea en términos de una perspectiva confirmacionista y negando explícitamente una posición refutacionista ingenua (como es el caso de la segunda clase) o afirmando (sin seguridad) una posición confirmacionista y negando (sin seguridad) una perspectiva refutacionista ingenua (cuarta clase) o bien sosteniendo a esta última posición y negando una posición confirmacionista. A excepción de la negación explícita, todas las modalidades citadas se presentan en la duda. En tal sentido, la clasificación proporcionó una diversidad de posiciones no sólo entre aquellas clases que privilegiaban factores extralógicos a posiciones logicistas frente a (o viceversa) sino también entre estas últimas posiciones sostenidas por los alumnos. Los alumnos de dos de estas clases, identificadas

como segunda y cuarta, además coinciden en el rol de la observación en la aceptación de las teorías científicas. Sin embargo, este rasgo no es acompañado por variables suplementarias que, proyectadas sobre la clase, permitan profundizar en el rol de la observación en la actividad científica. Entre estas tres clases, caracterizadas por modalidades de respuestas total o mayoritariamente centradas en la duda y/o el desconocimiento, aquella cuyas respuestas presentan mayor grado de desconocimiento es característica de la mayoría de los alumnos del profesorado de Matemática.

Conclusiones

El análisis propuesto permitió identificar grupos de opinión sobre aspectos vinculados a la NdC en un doble sentido. Por un lado, describir el conocimiento (o desconocimiento) del grupo de alumnos indagados, sobre uno de los aspectos vinculados a la NdC –la naturaleza de la justificación del conocimiento científico-. Por otra parte, la tipología obtenida, además, permitió describir las concepciones de cada uno de los grupos de alumnos que constituyen las clases. Estos grupos, definidos por las clases de la tipología construída, mostraron heterogeneidad tanto en los rasgos que delimitan las respectivas concepciones como en las modalidades de respuesta. Con relación a este último aspecto, se identificaron diferencias entre los alumnos de las carreras de Matemática y Biología. Por otra parte, la mayoría de los grupos de alumnos, sostienen visiones confirmacionistas y/o refutacionistas en sus versiones ingenuas.

La construcción de la tipología, si bien permitió inferir diferentes concepciones sobre la justificación del conocimiento científico, no permitió inferir asociaciones entre las dimensiones activas y algunas de las dimensiones correspondientes a las restantes concepciones sobre la NdC indagadas. Esto último nos impide referir a concepciones amplias sobre la NdC, denotadas por la presencia de alguna/(s) de las dimensiones que caracterizan los restantes aspectos indagados. Las asociaciones obtenidas presentan un carácter parcial y, probablemente, un efecto de tamaño de muestra esté relacionado a estalimitación. En todo caso, esto último, entre otros aspectos, pone en relieve la complejidad de la indagación y los riesgos de extrapolación de resultados.

Un análisis que sintetice la información de las diferentes concepciones indagadas sobre la NdC permitiría evidencia relaciones entre éstas. En tal sentido, y continuando con esta línea de análisis, un nivel progresivo de síntesis puede ser dado por la construcción y el análisis de tipologías para los restantes aspectos indagados (generación y justificación del conocimiento científico, estatus de las leyes científicas, relación del conocimiento

científico con otros saberes, caracterización de la metodología científica) seguido del cruce entre las variables tipológicas construidas.

Referencias

- Abdullateef, H (1999). "Emirates pre-service and in-service Teachers' views about the Nature of Science" en *International of Journal of Science Education*, Vol. 21, No 8, pp.807-822.
- Acevedo Díaz, J.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, Ma A.; Acevedo Romero, P. (2002). "Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 N° 1*
- Acevedo Díaz, J.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, Ma. A. (2005). "Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas". *Revista CTS*, n° 6, vol. 2, Diciembre (pp. 73-99)
- Acevedo Díaz, J.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, Ma A.; Acevedo Romero, P. (2007). "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos". *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.*, 2007, 4(2), pp. 202-225 *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.* 4(2), pp. 202-225
- Aikenhead, G and Ryan, A (1992a). "The Development of a New Instrument: "Views on "Science-Technology-Society" (VOSTS)" en *Science Education* 76 (5): 477-491.
- Aikenhead, G. and Ryan, A. (1992b). "Students' Preconceptions about The Epistemology of Science" en *Science Education* 76 (6): 559-580.
- Arriasecq, I., y Dibar, M. (1998). "Un estudio cualitativo de la visión de ciencia en maestros, profesores e investigadores en Física. Resultados preliminares", *Actas 4.º Simposio de Investigadores en Educación en Física*, pp. 25-38.
- Bermejo, Ma L; Gonzalz, T.; Melado, V. (2004). "Cognitive maps from interviews as a procedure to analyse science teachers' conceptions of the nature of science". *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping Pamplona, Spain.*
- Brickhouse, N. W. (1989). "The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories". *International Journal of Science Education*, (11), pp. 437-449.
- Buaraphan, K. & Sung-Ong, S. (2009) "Thai pre-service science teachers' conceptions of the nature of science" *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, Volume 10, Issue 1, Article 4, June.
- Campanario, J.M., Moya, A. y Otero, J.C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp. 45-56.

- Carrascosa, J. et al. (1993). “Los programas de formación permanente del profesorado de Física y Química en la comunidad Valenciana: Un intento constructivista de formación didáctica”. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra*, pp. 47-48.
- Carrascosa, J.; Fernández, L.; Gil, D., y Orozco, A. (1993). “Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico”, *Enseñanza de las Ciencias*, n.º extra (IV Congreso), pp. 43-44.
- Carvajal, E y Gómez, M. R. (2002). “*Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*”. *Revista mexicana de investigación Educativa*, vol. 7 No 16, pp. 577-602.
- Chalmers, A. (1997). *Qué es esa cosa llamada ciencia. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Siglo Veintiuno Editores, México. 19ª Edición.
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science., *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5), pp. 429- 445
- Estany A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Feyerabend, P.K. (1975). *Against method. Outline of an anarchistic Theory of knowledge*. Londres: New Left Books. Traducción de D. Ribes (1981): *Tratado contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Madrid: Tecnos.
- Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J. (2002): “Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza”. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Ferrán, M. (1996). “SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico. Madrid. McGraw Hill.
- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 188-199.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42(1), 127-152.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp. 197-212.
- Hashweeh, M.Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (1), pp. 47-63.

- Hodson, D (1985). "Philosophy of science, science and science education", *Studies in Science Education*, No 12, pp. 25-57
- Izquierdo, M., Sanmartí, N y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), pp. 45-60.
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press. Traducción de A. Contín (1971): "La estructura de las revoluciones científicas". México DF: FCE.
- Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes. Philosophical papers. Volume I*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. Traducción de J.C. Zapatero (1983). "La metodología de los programas de investigación científica. Madrid: Alianza Editorial.
- Lederman, N. G. (1992). Student' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching* , 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G. (1999): Teachers' understanding of nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, 8, pp. 916-929.
- Koulaidis, V. (1989). Philosophy of Science an empirical Study of Teachers' views. *International of Journal of Science Education*, Vol. 11, No 2, pp.173-184.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
- Nott, M and Wellington, J. (1993). Your nature of Science Profile: an activity for Science Teachers. *School Science review*. Sep. 1993, 75 (270).
- Palmquist, B. and Finley, F. (1997). Preservice Teachers' views of the Nature of Science during a Post bacalanerate Science Teaching Progrqam. *Journal of Resarch in Science Teaching*, Vol. 34, No 6, pp: 395-615.
- Pomeroy, D.; (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77 (3), pp. 261-278.

- Popper, K.R. (1958). *The logic of scientific discovery*. Londres: Hutchinson. Traducción de V. Sánchez de Zavala (1962): “*La lógica de la investigación científica*”. Madrid: Tecnos.
- Praia, J.; Cachapuz, A. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los Profesores Portugueses de la Enseñanza Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 350-354.
- Paixão, M.; Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular. De la teoría a la práctica. *Enseñanza de las Ciencias*, vol.17, nº1, 69-77.
- Paixão, M. ; Cachapuz, A. (2001). Formación epistemológica y cambio de imágenes de ciencia impartidas en el aula. *Revista de Educación en Ciencias*, vol. 2, nº1, pp. 33-38.
- Palmquist, B. C., & Finley, F. N. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.
- Porlán Ariza, R.; Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada Editora. Sevilla.
- Porlán Ariza, R.; Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, Profesores y Enseñanza: unas relaciones complejas. *Rev. Alambique* nº 8.
- Porlán, R.(1998): Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias* 16(2), pp. 271-288.
- Sanmartí, N.; Tarín, R. (1999). Valores y actitudes: ¿Se puede aprender ciencias sin ellos?. *Alambique*, nº 22, pp. 55-65.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1989). Interacciones ciencia/técnica/sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 14-20.
- Thomaz, M.; Cruz, M.; Martins, I. ; Cachapuz, A. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 315-322.
- Vázquez, Á., Acevedo, J. A., Manassero, M. A., & Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 2001,(4): 135-176.