

Un análisis clasificatorio sobre el progreso 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 Eduardo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

guillecutrera@hotmail.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 realizó 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: Julio 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; Acevedo Díaz, et. al, 2002). Entre estas líneas, la investigación en torno a las concepciones docentes acerca de la ciencia y su enseñanza se ha convertido, desde fines de los 80, en una importante línea de investigación de la que son exponentes, además de un número creciente de artículos, diversas tesis doctorales y trabajos de recopilación (Fernandez, 2003). Los posibles vínculos entre el conocimiento del profesor sobre la NdC y las prácticas de enseñanza han 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 (Brickhouse, 1989). Cachapuz (*et. al.*; 2002) sostiene que, actualmente, existe un fuerte consenso proveniente investigaciones en este campo que indican que cada docente concibe y orienta su enseñanza según sus concepciones sobre la NdC, según su experiencia profesional, su interpretación del curriculum y la manera en la

cual piensa la educación y, en particular, las metas asociadas a la educación científica. Así, una de las razones que explican el interés por el estudio de las concepciones docentes sobre la NdC, descansa en 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 el progreso científico de futuros profesores de Matemática, Química, Física y Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Nos proponemos realizar una clasificación de las respuestas que el grupo de futuros docentes indagados ofreció sobre aspectos relacionados al progreso científico. En tal sentido, realizamos un análisis de correspondencias múltiples seguido de una clasificación jerárquica; esta clasificación permite obtener una tipología constituida por grupos de opinión diferenciados por las respuestas a los ítems indagados sobre el progreso científico. También, se describen las relaciones presentes entre cada una de estas visiones sobre el progreso científico y otros de los aspectos indagados sobre la NdC.

Marco teórico

Progreso científico y antecedentes de la investigación

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. 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.¹ Considera al inductivismo (inductivismo ingenuo, positivismo), falsacionismo (Popper; 1958), objetivismo (Lakatos, et. al., 1979) y al realismo no representativo (Chalmers, *op. cit*) como ejemplos de esta primera posición, entendiendo que la característica distintiva del racionalismo supone la aceptación de un criterio único, universal y 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).

Dentro de las posiciones caracterizadas como racionalistas, el inductivismo propone una concepción continua del progreso científico, ascendente, a medida que aumenta el fondo de hechos observacionales. Según el falsacionismo, la ciencia progresa por medio del ensayo y el error aproximándose a la verdad por la falsación de teorías especulativas. El grado de evolución del progreso, sostiene esta perspectiva, lo indica la mayor falsabilidad de las nuevas teorías. Según el falsacionismo no es posible afirmar de una teoría que es verdadera, por muy bien que haya superado pruebas rigurosas: sin embargo, puede afirmarse que una teoría actual es superior a sus predecesoras en el sentido de que es capaz de superar pruebas que falsaron a aquellas. Los progresos científicos importantes vendrán marcados por la corroboración de las conjeturas audaces y por la falsación de las conjeturas prudentes. En la perspectiva objetivista, identificada con los programas de investigación lakatosianos, un programa de investigación debe poseer un grado de coherencia que conlleve la elaboración de un programa definido para la investigación futura y debe, además, conducir al descubrimiento de nuevos fenómenos al menos de vez en cuando. Los méritos relativos de los programas de investigación se tienen que juzgar por la medida en que dichos programas progresan o degeneran. Un programa que degenera dará paso a un rival más progresivo y la ciencia progresa a través de la competencia entre programas de investigación. En el realismo representativo, un programa de gran fertilidad reemplazará a otro menos fértil, aunque no asegure su éxito, ya que no hay garantía de que las oportunidades den fruto cuando sean aprovechadas. Una concepción objetivista del cambio de teoría considera no sólo los grados de fertilidad relativa de los programas rivales sino también su éxito en la práctica. El proceso de cambio de teoría trasciende los intereses, elecciones y decisiones de los científicos, sólo depende del grado de fertilidad y de los resultados que se obtengan en la práctica.

¹ Otra clasificación, por ejemplo, puede encontrarse en Vázquez Alonso (et. al; 2001) que identifica 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.

Según el relativismo moderado el progreso científico es revolucionario (Kuhn, *op. cit.*): supone abandonar una estructura teórica y su reemplazo por otra, incompatible con la anterior (según la secuencia: preciencia – ciencia normal – crisis – revolución – nueva ciencia normal – nueva crisis...). El progreso se da *desde y no hacia*. No existen argumentos puramente lógicos que demuestren la superioridad de un paradigma sobre otro. Esta superioridad debe ser juzgada en relación con los criterios de la comunidad científica criterios que, normalmente, variarán con el marco cultural e histórico de la misma. El progreso intrateórico es acumulativo. En el anarquismo epistemológico, según Chalmers, la elección entre criterios y, por consiguiente, la elección entre teorías inconmensurables es en última instancia subjetiva: no hay progreso en ningún sentido.

Las concepciones sobre la ciencia en general y el progreso científico en particular, 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 NdC. Acevedo Díaz (*et. al.*; 2007) muestran los acuerdos logrados en una investigación empírica sobre cuestiones que deben estar presentes o ausentes para una adecuada comprensión de la NdC, por parte de un panel de 16 jueces expertos. Estos acuerdos se definen tanto por aquellas concepciones que deben estar presentes como por aquellas que deberían estar ausentes. Con relación al progreso científico, los autores detallan, entre estas últimas concepciones, creencias ingenuas –esto es, obstáculos para una adecuada comprensión sobre el progreso científico- como es, por un lado, la exigencia de que los supuestos sobre los que trabajan los científicos deban ser verdaderos para que la ciencia progrese y, por otro lado, que los errores siempre retrasan el avance científico. Entre las concepciones adecuadas, se encuentran la creencia que sostiene que la ciencia puede progresar partiendo tanto de ideas que se confirman como de ideas que se refutan.

Algunas de estas creencias fueron indagadas un estudio comparativo sobre las creencias entre profesores en ejercicio y futuros profesores en formación inicial (Acevedo Díaz, *et. al.*; 2002), en el cual los autores no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos cuando indagan sobre la necesidad de que sean ciertas las suposiciones que hacen los científicos en el desarrollo de sus teorías para que progrese la ciencia. Además, casi dos tercios de cada uno de los grupos asumen que puede aprenderse desde la refutación de supuestos erróneos.

En un estudio con profesores de química, Flores Camacho (*et. al.*, 2007) encuentra que los docentes se identifican con una perspectiva positivista, entendiendo al conocimiento

científico desde una posición realista ontológica y dotado de métodos de validación que permiten garantizar la verdad de sus afirmaciones y, además, asumiendo al progreso científico en términos acumulativos.

En otra investigación realizada con profesores de biología de 19 estados mexicanos, Flores Camacho (*et. al.*, 2007), encuentran un panorama similar: los profesores de Biología de secundaria, independientemente de su formación, muestran una clara tendencia hacia una concepción de ciencia caracterizable en términos del positivismo lógico. Esta postura, según la caracterización de los autores, enfatiza en el aspecto metodológico y en la comprobación experimental de las hipótesis en función de lograr un conocimiento objetivo y, en lo que respecta a la noción de progreso científico, de naturaleza acumulativo. Resultados similares habrían sido reportados Flores Camacho (*et. al.*, 2007) en una investigación llevada a cabo con profesores mexicanos de Química.

Bermejo (*et. al.*, 2004), utiliza mapas cognitivos en una investigación de profesores de ciencias de secundaria, al final de su formación en la Universidad de Extremadura (España) durante el año académico 1992-93. La investigación consiste en un estudio de caso con un profesor de pregrado, licenciado en física que realizaba un breve curso de postgrado pedagógico en un corto período de práctica docente en centros de educación secundaria. Con relación a la concepción sobre el progreso científico, si bien el entrevistado consideraba que lo fundamental es la prueba experimental, creía que el progreso del conocimiento científico es un proceso complejo alcanzado por la interacción entre el pensamiento y la realidad, y en el que también intervienen los factores extracientífica.

En una investigación reciente, Buaraphan (*et. al.*, 2009) encuestaron a 113 docentes de ciencia de pregrado en un período de cinco años en una universidad en la región central de Tailandia. La mayoría de los encuestados (83,2%) eran mujeres y la muestra estaba formada por futuros docentes en diferentes años de su formación. Los principales campos de estudio de los participantes eran de biología (33,3%), química (30,7%), la ciencia en general (20,0%) y física (16,0%). La mayoría de encuestados (81,1%) asumían la concepción ingenua de que la acumulación de pruebas –en un sentido baconiano (McComas et al., 1998)- garantiza la verdad de los conocimientos científicos. La mayoría de las respuestas apoyaron esta visión ingenua, indicando que la acumulación de pruebas aumenta la credibilidad de los conocimientos científicos. En esta misma línea, la mayoría de los encuestados consideraban una concepción acumulativa del conocimiento científico.

En general, la visión que, con más frecuencia ha sido reportada en la investigaciones sobre las concepciones del progreso científico en los profesores de ciencias, es la que transmite una

visión acumulativa, de crecimiento lineal de los conocimientos científicos (Cleminson, 1990; Carrascosa, et. al., 1993; Furió, 1994; 1996; Tomaz et al., 1996; Paixão y Cachapuz, 2001; Campanario, Moya y Otero, 2001). Según esta perspectiva, el desarrollo científico es presentado en términos de un crecimiento lineal, acumulativo (Izquierdo, Sanmartí y Espinet 1999), ignorando las crisis profundas, producto de procesos complejos difíciles de delimitar en términos de un modelo definido de cambio científico (Estany, 1990). Entre las críticas más frecuentes a esta concepción, acumulativa se cita la interpretación simplista de la evolución de los conocimientos científicos a la que la enseñanza suele contribuir al presentar los conocimientos hoy aceptados sin mostrar cómo dichos conocimientos han sido alcanzados, ni referirse a las frecuentes confrontaciones entre teorías rivales, ni a los complejos procesos de cambio. La mayoría de los estudios sobre aspectos vinculados a la NdC sostienen que las ideas del profesorado son, principalmente, de corte tradicional y positivista, centradas en una concepción de la ciencia excesivamente realista, racional y empirista, fundamentalmente reticente a admitir las aportaciones realizadas a la epistemología de la ciencia por el denominado constructivismo social. No obstante, también existen algunos estudios que informan mejoras y avances del pensamiento epistemológico del profesorado respecto a la posición tradicional (Mellado, 2004).

Material y Método

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 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. 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; Abdullateef, 1999; Koulaidis, 1989). 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 de las concepciones de los futuros docentes.

En el presente trabajo se analiza uno de estos aspectos, aquél que refiere al progreso científico. La indagación del mismo se realiza a través de un conjunto de 6 ítems de la encuesta. Los ítems que describen los aspectos mencionados de la actividad científica son los siguientes (entre paréntesis se indican las codificaciones utilizadas para cada una de las dimensiones):

1. “El conocimiento científico no cambia”. (C31)
2. “El conocimiento científico es tentativo”. (C32)
3. “Los cambios en el conocimiento científico suponen un crecimiento acumulativo donde el conocimiento nuevo se inserta en el marco ya existente”. (C33)
4. “El conocimiento científico evoluciona a través de la acumulación de experimentos y nuevas observaciones”. (C34)
5. “El conocimiento científico evoluciona a través de la sucesión de teorías científicas en sentido de generalidad y completitud”. (C35)
6. “La progresión en los cambios producidos en el conocimiento científico no es continua”. (C36)

Cada uno de los ítem fue considerado como una dimensión de la variable “concepción sobre el progreso científico” (variable cualitativa con escala de medición nominal). Cada una de estas dimensiones posee 5 modalidades: 1: “Sí”, 2: “Creo que si 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 variable, 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. Los ítems correspondientes al progreso científico fueron considerados como variables activas; 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.

Luego de la depuración (fijando un filtro del 4%) resultaron 6 dimensiones activas y 27 modalidades asociadas. Mediante un análisis exploratorio de la observación de la distribución de valores propios (descomposición de la varianza), se decidió utilizar para la clasificación, diez ejes factoriales que, en su conjunto, suman el 74,18 % de la varianza total. Los dos primeros ejes factoriales poseen un alto grado de generalidad. Considerando como referentes

las contribuciones promedios por variable y las contribuciones promedio por modalidad, según corresponda, todas las dimensiones son contributivas al primer eje que reúne el 11,50% de la varianza total. Este eje opone las modalidades de respuestas que corresponden a la duda con la modalidad “no sé”. En la tabla 1 (ver final de este apartado) se ejemplifican coordenadas y contribuciones de las modalidades asociadas a una de las dimensiones activas, sobre los dos primeros ejes factoriales. La dimensión expresada por el ítem 4 no es contributiva al segundo eje. Este eje factorial reúne el 8% de la varianza total y mantiene la oposición indicada para el primer eje en las dimensiones expresadas en los ítems 1, 3 y 5. Para las dimensiones expresadas en los ítem 2, y 4 este eje opone las modalidades correspondientes a la negación a la modalidad “creo que sí”. La información contenida en este segundo eje factorial muestra un comportamiento diferente entre estos dos grupos de dimensiones. Para el caso del grupo constituido por las dimensiones expresadas en los ítems 2 y 4 se encuentra un desplazamiento de la presencia de la modalidad de respuesta “creo que no” en el ítem 6 a la modalidad “no se” del ítem 2.

Tabla 1. Coordenadas y contribuciones de las modalidades asociadas a la dimensión activa identificada como C31 sobre los dos primeros ejes factoriales

Dimensión: C31	Coordenadas		Contribuciones	
	1,00	2,00	1,00	2,00
C31=1	-0,14	0,27	0,1	0,6
C31=2	0,56	0,01	0,8	0,0
C31=3	1,55	2,03	4,8	11,7
C31=4	1,34	-0,30	8,9	0,7
C31=5	-0,39	-0,15	4,9	0,9
	Contribución acumulativa		18,6	13,8

Fuente: elaboración propia

Resultados

Sobre la base del análisis factorial se realizó una partición en ocho clases a partir de la observación del dendrograma correspondiente a la clasificación jerárquica efectuada. En la Figura 1 (se muestra al final de este apartado) se representa el espacio de las modalidades activas y suplementarias del primer plano factorial para esta clasificación. Para la representación de las modalidades suplementarias se eligieron aquellas con $V_{test} > 3$.

La primera clase está formada por 69 alumnos. Los integrantes de esta primera clase entienden al progreso científico desde una perspectiva lineal y acumulativa. Sostienen que el conocimiento científico cambia y que tal progreso es acumulativo a través de la experiencia y la observación. Prácticamente todos los integrantes de esta clase consideran que el progreso científico es acumulativo y mayoritariamente adscriben a las restantes características indicadas al mismo. Aproximadamente un 60% de los alumnos que afirman que el progreso científico es acumulativo se encuentran en esta clase y, en proporción algo inferior a la mitad (entre un 40% y un 44%, según la modalidad), esta clase contiene a los alumnos que seleccionaron las restantes modalidades. Mayoritariamente los alumnos que constituyen esta clase no saben si el conocimiento científico es tentativo.

La segunda clase de la tipología construida, la constituyen 38 alumnos que afirman que el conocimiento científico cambia así como su carácter tentativo. Además consideran que el progreso científico no es continuo y no es acumulativo. Todos los alumnos agrupados en esta segunda clase consideran que el conocimiento científico cambia y más de las tres cuartas partes de los integrantes de este grupo afirman tanto su no-continuidad como su carácter tentativo. Aproximadamente el 40% de los integrantes de esta clase consideran que el progreso científico no es acumulativo. La tercera clase está formada por 22 alumnos que niegan tanto el carácter tentativo del conocimiento científico como su progreso discontinuo. Prácticamente todos los integrantes de esta clase afirman que el saber científico no es tentativo (lo que corresponde a un 87,5% de los alumnos que seleccionaron esta modalidad) mientras que un 54,55% de los alumnos de esta clase (27,27% del total que selecciona esta modalidad) niegan que el progreso científico sea discontinuo.

La cuarta clase está constituida por 11 alumnos que niegan tanto que el conocimiento científico evoluciona a través de la sucesión de teorías científicas en sentido de generalidad y completitud, como que los cambios en el conocimiento científico suponen un crecimiento acumulativo donde el conocimiento nuevo se inserta en el marco ya existente. Todos los integrantes de esta clase seleccionaron estas dos opciones y, simultáneamente, todos los alumnos que optaron por las mismas se encuentran en esta clase. La quinta clase en la tipología construida, está formada por 12 alumnos que seleccionan los mismos ítems que los alumnos de la cuarta clase pero en la modalidad “creo que no pero no estoy seguro/ra”. A diferencia de los integrantes de esta última clase, los alumnos que forman la quinta clase también creen que la progresión en los cambios científico no es continua. Prácticamente todos los alumnos de este último grupo creen, aunque no están seguros, que los cambios en el conocimiento científico suponen un crecimiento acumulativo donde el conocimiento

nuevo se inserta en el marco ya existente. Todos los alumnos que seleccionaron esta modalidad se encuentran en esta clase. La mitad de los integrantes de esta quinta clase creen pero no están seguros respecto de la progresión discontinua en el progreso científico mientras que un 33,33% no cree, dubitativamente, que el saber científico evoluciona a través de la sucesión de teorías científicas en sentido de generalidad y completitud.

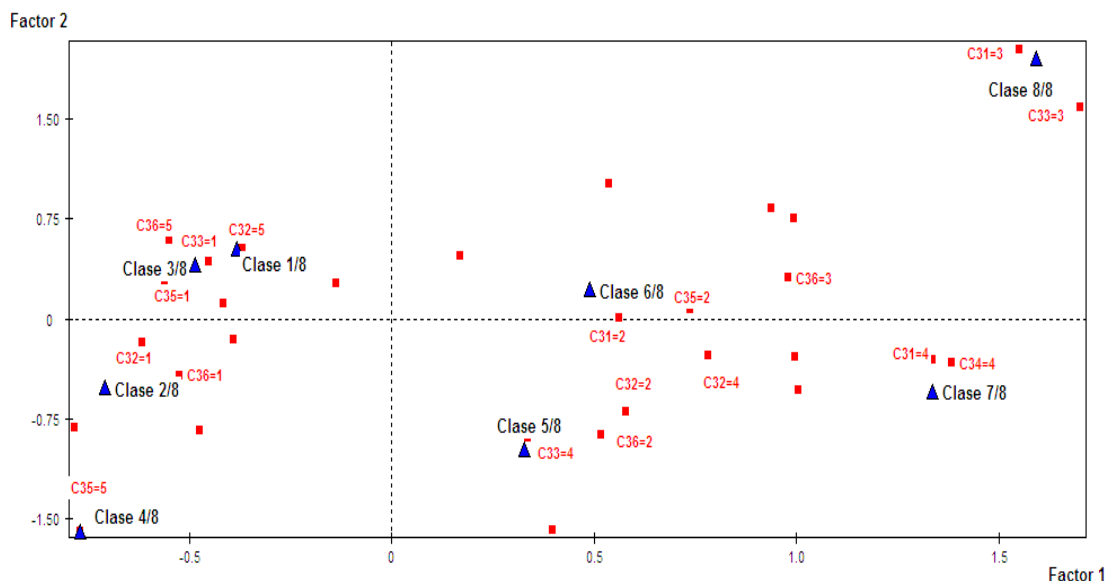
Doce alumnos forman la sexta clase de la tipología obtenida. Todos lo integrantes de esta clase creen, pero no están seguros, que el conocimiento científico no cambia y, prácticamente, este grupo constituye la totalidad de los alumnos que seleccionaron esta modalidad. La séptima clase está constituida por 35 alumnos cuyas respuestas se caracterizan por la selección de modalidades correspondientes a la duda. En este contexto no creen que “el conocimiento científico no cambia” así como también seleccionan la modalidad “creo que si pero no estoy seguro/a” en los ítems restantes. Aproximadamente la mitad de los integrantes de esta clase responden a estos ítems seleccionando estas modalidades. La última de las clases correspondientes a esta tipología está formada por 10 alumnos. Prácticamente todos los alumnos (90%) que pertenecen a este grupo no saben si el conocimiento científico cambia; el 90% de los alumnos que seleccionaron esta modalidad, se encuentran en esta clase. El 33,33% de los alumnos que desconocen si el conocimiento científico evoluciona a través de la sucesión de teorías científicas en sentido de generalidad y completitud se encuentran en este grupo; además, corresponden a la mitad de los integrantes de esta clase.

Tabla 2. Caracterización de la primera de las clases (n=124) constituidas por las modalidades asociadas a las dimensiones activas. Se incluyen las modalidades con $V_{test} > 3,50$.

Dimensión y Categoría	Peso	Global (%)	Cla/Mod (%)	Mod/Cla (%)	V. Test
C33=1	89	52,64	81,82	72,58	6,97
C34=1	50	67,94	75,35	86,29	6,76
C35=1	112	50,24	81,9	69,35	6,67
C31=1	70	64,11	76,12	82,26	6,5
C36=1	83	34,45	75	43,55	3,24
C32=1	81	30,14	76,19	76,19	3,17

Fuente: elaboración propia

Figura 1. Primer plano factorial para la clasificación obtenida. Se muestran las clases y las modalidades correspondientes a algunas de las dimensiones activas (Referencias: C31=2 significa modalidad 2 para la variable identificada como C31. 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

Discusión

La tipología construida en el análisis de correspondencias múltiples permitió diferenciar las respuestas de los alumnos que cursan los profesados de Química, Física, Biología y Matemática en grupos que se definen tanto por el contenido de las respuestas como por el tipo de modalidad seleccionada. Algunos de los grupos construidos se caracterizaron por modalidades de respuesta centradas en la duda o en el desconocimiento o bien en la selección de modalidades afirmativa/negativa. Otro aspecto a considerar es la coherencia interna entre las respuestas presentes en cada grupo, independientemente de la concepción sobre el conocimiento científico a la que refiera.

El carácter acumulativo del progreso científico se manifestó a través de la selección de diversos de los ítems presentados. La adscripción a esta idea sobre el conocimiento científico, entre algunas de las clases construidas, se presentó a través de la selección ya sea de una más de una de las opciones presentadas. En algunos casos este rasgo atribuido al progreso científico fue acompañado del carácter tentativo del conocimiento científico; en otros,

atribuyendo un rol explícito a las observaciones y experimentación; en otras ocasiones negando explícitamente, también, que el progreso científico no sea continuo. En tal sentido, la adscripción a una representación acumulativa del progreso científico se presentó con diferentes matices según la complejidad de su caracterización.

Un grupo de alumnos (pertenecientes a la primera de las clases obtenidas) afirmó una concepción acumulativa del progreso científico, entendiendo a esta acumulación en un sentido de creciente complejidad, donde la experimentación y la observación cumplirían un rol importante. Estos rasgos son característicos de una concepción empirista de la actividad científica si, además, consideramos que este mismo grupo de alumnos adhiere a una concepción del método científico denotado por un conjunto de pasos que parten de la observación. No obstante es necesario aclarar que el conjunto de respuestas que define a este grupo no son consistentes con una perspectiva empirista ingenua, tal como suele presentarse en la investigación didáctica, si consideramos que tal concepción supone un conjunto más amplio de considerandos sobre la actividad científica, así como la negación explícita de otros (por ejemplo, algunos de los alumnos de este grupo no creen –si bien dudan- que las leyes científicas sean verdaderas; esta respuesta no sería compatible con una visión empirista ingenua. Sí, en cambio, podemos hablar de rasgos de perspectiva empirista presentados en las concepciones de los alumnos de esta clase. El grupo de alumnos pertenecientes a la octava clase obtenida en la clasificación, mantiene estos rasgos para la actividad científica pero los afirma desde una creencia dubitativa (creo que sí pero no estoy seguro/a) incluyendo entre estas características la tentatividad del saber científico, la observación como instancia importante en la generación de conocimiento científico y asignándole a las leyes científicas el estatus de verdaderas y descubiertas en la naturaleza en una posición que podemos caracterizar como realista (Chalmers, 1997).

El análisis conjunto de las clases construídas nos permite leer a esta primera clase en relación a las restantes. Esta lectura puede realizarse interpretando a los grupos restantes desde sus diferencias con el anterior. En cuanto al contenido de sus respuestas, un segundo grupo de alumnos –el perteneciente a la segunda clase- se define por oposición al primer grupo, delimitando una visión respecto de la actividad científica más cercana a una perspectiva consensuada según las investigaciones en este campo. Este grupo de alumno considera que el progreso científico no es continuo y, además, no acumulativo; afirma la tentatividad del conocimiento científico y su caracter cambiante. Esta perspectiva se complementa con modalidades de variables ilustrativas que contribuyen a delimitar rasgos de una perspectiva consensuada sobre la naturaleza de la actividad científica: asumen que las leyes científicas

no son verdaderas y niegan una metodología deductiva simple para la metodología científica. Nuevamente, y si bien estos rasgos pertenecen a una perspectiva que, comparativamente a la delineada por los alumnos del primer grupo, es más cercana a una concepción actual sobre la actividad científica, tal conjunto de rasgos constituyen sólo algunos de los aspectos constitutivos de la naturaleza de la ciencia. Los resultados obtenidos en la clasificación nos permiten inferir concepciones de ciencia limitadas a las nociones inferidas de aquellas variables –ilustrativas y activas- que constituyen las clases. Por ejemplo, cuestiones vinculadas a la puesta a prueba del conocimiento científico y/o a la generación de conocimiento científico, si bien constituyen aspectos indagados no resultaron presentes en la partición construída.

El grupo de alumnos pertenecientes a la tercera clase, se define a través de la negación. La modalidad negativa de respuesta es característica para estos alumnos y sostienen que el conocimiento científico no es tentativo y niegan la no-continuidad en el progreso científico. Es decir, ofrecen una visión estática del conocimiento científico que, además, se complementa da tanto la importancia del conocimiento previo en el análisis de los resultados como que el conocimiento científico posee un estatus superior respecto de otras formas de saber. Esta última característica atribuída al conocimiento científico, más bien propia de una perspectiva epistemológica relativista, no sería esperable en tanto consistente con los restantes rasgos atribuídos a la actividad científica por los alumnos de este grupo. Aspectos como este último ponen en evidencia el carácter complejo de la indagación y nos advierte acerca del riesgo de realizar inferencias apresuradas. Las investigaciones didácticas sobre estos tópicos, presentan modelos analíticos con consistencia epistémica interna que pueden servirnos como referencia al momento de los análisis de estudios empíricos. A menos que admitamos que estos modelos *re*-presentan –en sentido estricto- las concepciones de los alumnos y/o profesores sobre estos temas, supuesto frente al cual disentimos, consideramos que estos modelos son útiles como guía de análisis. Si consideramos este trabajo, los resultados del análisis no nos autorizan a inferir que determinada perspectiva en la concepción del progreso científico tenga su correlato en una concepción sobre otros aspectos de la actividad científica. El grupo de alumnos que constituye la cuarta clase, por ejemplo, ofrece un conjunto de respuestas caracterizadas por negar el carácter acumulativo del conocimiento científico y tal idea no se presenta relacionada –en tanto característica del grupo- a ningún otro aspecto de la actividad científica. Consideraciones análogas son válidas para los alumnos de la quinta clase.

Un segundo grupo de alumnos se define por una perspectiva cercana a una visión consensuada sobre el progreso científico y, por lo tanto, en oposición a la concepción del progreso científico mayoritaria. Estos dos grupos se diferencian de los restantes en que permiten, además, relacionar estas concepciones vinculadas al progreso científico a otros rasgos indagados sobre la NdC. Los resultados obtenidos en la proyección de variables ilustrativas no permiten delimitar una concepción sobre la ciencia que vincule la noción sobre el progreso científico al conjunto de los restantes aspectos indagados. Por otra parte puede reconocerse cierta coherencia epistémica en estas asociaciones.

Los alumnos que constituyen los grupos restantes se caracterizan por denotar al progreso científico según posiciones que se acercan a uno u otro de los dos grupos principales. La diferencia se presenta en términos de la cantidad de rasgos que utilizan para tal caracterización, siendo menor que en estos últimos grupos. Podríamos referir en términos de cierta claridad conceptual que permitiría diferenciar las respuestas de unos grupos y otros.

Conclusiones

Hemos comentado que la construcción de la tipología para el progreso científico, si bien permitió inferir grupos de opinión sobre este aspecto de la NdC, no mostró una relación con otros aspectos indagados sobre la actividad científica que nos permita completar un perfil de respuestas más allá de ciertos vínculos aislados. Esto último podría profundizarse a partir de la construcción y 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 con la variable tipológica construída para el progreso científico.

El análisis de la clasificación obtenida en este trabajo nos presentan un panorama en el que la mayoría de los futuros docentes entrevistados muestran una tendencia sobre el progreso científico caracterizable en términos de una posición inductivista. Esta concepción predominante y generalizada podría encontrar sus fuentes en la preparación profesional, en elementos informales de educación como la divulgación científica e, incluso, el sentido común. Esta tendencia si bien coincide con numerosas investigaciones realizadas sobre aspectos más amplios de la NdC, también se diferencia de otras que muestran un perfil de respuestas más constructivista (Carvajal, *et. al*; 2002). En todo caso nos interesa remarcar que estas percepciones sobre el progreso científico sea la reciban los alumnos implícita o explícitamente.

Como lo afirma Lederman (1999) si bien las concepciones parecen influir en la práctica docente, también es cierto que hay ciertas restricciones curriculares e institucionales que limitan que sean trasladadas íntegramente al salón de clase. La complejidad que pareciera tener los vínculos entre concepciones de los profesores sobre la NdC y la práctica docente no nos debería llevar a abandonar la hipótesis de su relación. En todo caso, se trata de un campo de investigación que es necesario incrementar como también actualizamos el reclamo de la necesidad de incorporar la enseñanza sobre estos aspectos vinculados al conocimiento científico en la formación de origen. Sostenemos que la epistemología sí importa y, como afirmara Osborne (1996), una formación científica que omita la discusión de aspectos epistémicos equivale “a darle a un docente un martillo sin clavos”.

Referencias

- Abdullateef, H (1999): "Emirates pre-service and in-service Teachers' views about the Nature of Science". *International of Journal of Science Education*, Vol. 21, No 8, pp.807-822.
- Acevedo Díaz, J. A. A., & Romero, P. A. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29(1), 1-28
- Acevedo Díaz, J. A. A., Alonso, Á. V., Romero, P. A., & Mas, M. A. M. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 2(6), 73-99.
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. M., & Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 42-66.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science education*, 76(5), 477-491.
- Bermejo, M., González, T., & Mellado, V. (2004). Cognitive maps from interviews as a procedure to analyse science teachers' conceptions of the nature of science. In *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 83-86).
- 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(4), 437-449.
- Buaraphan, K., & Sung-Ong, S. (2009, June). Thai pre-service science teachers' conceptions of the nature of science. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 10, No. 1, pp. 1-22). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies
- Cachapuz, A.; Paixao, F. (2002). Planig the history and the pihlosophy of science on teacher education. In: *Rethinking Science and Technology Education To Meet the Demands of Future Generations in a Changing World*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Symposium Proceedings (10th, Foz do Iguacu, Parana, Brazil, July 28-August 2. Volumes I [and] II; see SE 066 752. Financial support provided by FCT/Portugal.

- Chalmers, A., 1997. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos?* Madrid: S. XXI.
- 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), 429-445.
- Estany, A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Feyerabend, P. (1975). *Against Method. Outline of an anarchistic theory of knowledge*. London (Verso) 1975.
- Koulaidis, V., & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: An empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago press.
- Lakatos, I., Worrall, J., & Currie, G. (1979). *The methodology of scientific research programmes: philosophical papers*.
- Lederman, N. G. (1992). Students' 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.
- Paixão, F., & Cachapuz, A. (2001). Formación epistemológica y cambio de imágenes de ciencia impartidas en el aula. *Revista de Educación en Ciencias*, 33-38.
- Popper, K. (2005). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- 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.