

VISIÓN DE PROFESORES EN EJERCICIO RESPECTO DE LA ENSEÑANZA DE TECNOLOGIA: UN ESTUDIO EN ARGENTINA

*Graciela Utges**

*Alberto Jardón***

*Luis Feráboli****

*Patricia Fernández*****

Resumo: El presente trabajo caracteriza cinco teorías implícitas sobre la tecnología y su enseñanza y analiza cómo se distribuyen las preferencias de los profesores por las teorías. De acuerdo con el marco metodológico propuesto por Rodrigo *et al.* (1993), el estudio utilizó el análisis factorial para sistematizar la información obtenida a partir de un cuestionario de ponderación de enunciados aplicado a 66 profesores de Educación General Básica (EGB), en Argentina.

Unitermos: tecnología; teorías implícitas; educação em tecnologia; formação de professores

Abstract: *The present paper characterizes five implicit theories about technology and the teaching of technology and analyzes the distribution of the teachers preferences about them. According with the methodology framework proposed by Rodrigo et al. (1993), the study used factorial analysis to systematize information obtained from a test applied to 66 Basic General Education (EGB) teachers, in Argentine.*

Keywords: *technology; implicit theories; technology education; teacher's thinking*

Introducción

En América Latina, varios congresos recientes han elaborado recomendaciones sobre la formación de profesores de ciencias y diversos trabajos iberoamericanos se han ocupado de analizar qué deben saber y saber hacer los profesores de ciencias (Pessoa y Gil Pérez, 1993), han presentado propuestas para la formación docente y la capacitación y actualización de los profesores en ejercicio y han procurado caracterizar algunos aspectos de la visión de los profesores acerca de la ciencia y su enseñanza (Brincones *et al.*, 1986; Rodrigo *et al.*, 1993; Pacca y Villani, 1992, 1995; Martínez Losada, 1993; Mellado Jiménez, 1996; Fernández González *et al.*, 1997; Utges *et al.*, 1998). Pero, mientras que la atención dispensada a la caracterización

* *Profesor Asociado. TIDCyT. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Investigadora del Instituto Superior del Magisterio no 14. Rosario, Argentina (e-mail: graciela@fceia.unr.edu.ar).*

** *Profesor Adjunto. TIDCyT. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Investigador del Instituto Superior del Magisterio no 14. Rosario, Argentina (e-mail: ajardon@fceia.unr.edu.ar).*

*** *Profesor Adjunto. Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Investigador del Instituto Superior del Magisterio no 14. Rosario, Argentina (e-mail: lufer@arnet.com.ar).*

**** *Profesor Adjunto. TIDCyT. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina (e-mail: patricia@fceia.unr.edu.ar).*
(TICDCyT – Taller de Investigación en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología)

de las concepciones de los profesores en el ámbito de las ciencias ha sido grande, los trabajos que analizan el pensamiento de los profesores respecto de la tecnología y su modo de abordarla en la escuela, son escasos, o casi inexistentes en Latinoamérica. (Auler y Delizoicov, 1999). Un conocimiento más detallado sobre este aspecto parece, sin embargo, relevante, considerando la tendencia observada en diversos países a incorporar tecnología como un área curricular dentro de la educación obligatoria, ya sea a través de enfoques CTS, o incorporando tópicos de tecnología en cursos de ciencias, o incluyendo asignaturas específicas.

En el caso de Argentina, la transformación del sistema educativo puesto en marcha en 1993 asigna un papel relevante a la tecnología en la Educación General Básica y propone contenidos específicos para su enseñanza en los distintos ciclos. Sin embargo, los textos didácticos, los diseños curriculares jurisdiccionales, y las posturas de expertos muestran tendencias en las que subyacen distintas visiones sobre la tecnología y su enseñanza. Por otro lado, por tratarse de un área nueva, no existen profesores específicamente formados, por lo que confluyen en ella docentes y profesionales de distintas áreas, predominando los profesores de Ciencias, especialmente de Física. La investigación del pensamiento de estos profesores, de sus conocimientos, expectativas y opiniones, constituye un punto de partida indispensable para saber de qué manera se orientará la enseñanza de tecnología y para definir futuras acciones de capacitación. Este trabajo intenta brindar aportes en ese sentido, presentando resultados de una investigación destinada a caracterizar el pensamiento de los profesores de ciencias sobre estas cuestiones.

Según Porlán, Rivero y Del Pozo (1997), el pensamiento de los profesores puede ser analizado tomando como base cuatro componentes: los saberes académicos; los saberes basados en la experiencia (creencias y principios de acción); las teorías implícitas; y las rutinas y guiones de acción. Nuestra investigación se centró en las creencias y teorías implícitas de los profesores, tomando como referencia el marco teórico-metodológico desarrollado por Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993). Según los autores, las concepciones de los profesores no son ideas sueltas o aisladas, sino que poseen alguna organización de conjunto, constituyendo estructuras conceptuales que cumplen funciones predictivas y explicativas. Son presupuestos de carácter general, que los profesores utilizan en la acción sin tener muchas veces conciencia de los mismos.

Teniendo en cuenta nuestra experiencia anterior en otras investigaciones dentro de este campo (Utges *et al.*, 1998), dedicamos especial atención al diseño del instrumento de diagnóstico, de modo de garantizar la explicitación de diversas posturas presentes entre los docentes. Para ello, en una etapa exploratoria se realizaron entrevistas, de las que surgieron elementos para la confección posterior de un cuestionario, que fue aplicado a 66 profesores, pertenecientes a tres localidades diferentes de la provincia de Santa Fe, Argentina, que se desempeñaban por primera vez como docentes de tecnología en 7mo año de la Educación General Básica (EGB).¹ Los profesores participaban de un programa centralizado de capacitación que se desarrollaba de manera simultánea en diferentes localidades. El hecho de que dos de los autores del presente trabajo se desempeñaron como capacitadores en el programa, brindó oportunidad para establecer un contacto fluido con los profesores durante el período de capacitación (un año lectivo).

¹ En Argentina, la Educación General Básica comprende 9 años de escolaridad obligatoria que se inician a los seis años de edad. Los estudiantes de 7mo año corresponden normalmente a edades entre 12 y 13 años.

Diseño metodológico

El diseño metodológico combinó métodos cualitativos y cuantitativos. En una etapa exploratoria, entrevistas extensas fueron realizadas a algunos docentes (con anterioridad al inicio de los cursos). Las entrevistas proporcionaron elementos para la elaboración de un cuestionario, que fue ensayado en forma piloto para su evaluación y ajuste, y finalmente aplicado a los docentes que participaron del estudio. Además del cuestionario, diez docentes fueron entrevistados. Las observaciones de aula durante la capacitación docente y el informe escrito de una actividad solicitada en el curso (desarrollo de una unidad didáctica), constituyeron otras fuentes de información que complementaron y ampliaron las anteriores. Si bien no se realizó una observación sistemática (con registros grabados), el intercambio con los docentes durante el desarrollo de los cursos, así como el análisis de sus producciones durante el mismo, contribuyó proporcionando más elementos para ampliar el conocimiento sobre los profesores, elaborar y validar hipótesis durante el desarrollo del trabajo y profundizar la caracterización lograda a partir del cuestionario y las entrevistas. El contacto directo con los docentes durante todo el año constituyó una fuente de información muy rica, que favoreció ampliamente la interpretación de los datos recogidos a través de los otros instrumentos.

El cuestionario incluyó preguntas abiertas y 208 enunciados que los docentes debían ponderar, expresando su grado de acuerdo o desacuerdo con cada uno, en una escala de uno a cinco. Las preguntas abiertas interrogaban sobre los siguientes temas: concepto de tecnología; objetivos de la enseñanza de tecnología; contenidos considerados relevantes; temas alguna vez enseñados; requerimientos de capacitación. Los enunciados presentados para su ponderación se refirieron a diversos temas vinculados con la temática de interés, según se describe a continuación:

Opiniones sobre la educación en tecnología: enunciados que trataban sobre quiénes deben estar a cargo de los cursos de tecnología, si la misma debe ser una asignatura independiente o un tema transversal, si debe o no trabajarse en forma conjunta con tópicos de ciencias naturales, si se requieren instalaciones especiales para desarrollar los contenidos específicos.

- Actividades didácticas: enunciados que proponen diversas actividades didácticas consultando sobre su adecuación o no para la enseñanza de tecnología.
- Relaciones entre ciencia y tecnología: enunciados que expresan opiniones variadas sobre la ciencia, la tecnología y sus relaciones mutuas.
- Contenidos: enunciados que proponen contenidos diversos consultando si los mismos serían o no específicos del área tecnología.
- Objetos tecnológicos: enunciados donde se presentan objetos naturales y artificiales consultando si los mismos son o no objetos tecnológicos.
- Concepto y valoración de la tecnología: enunciados que presentan diversos modos de definir tecnología y aseveraciones relacionadas con su papel en la sociedad y su impacto ambiental.

Los resultados del cuestionario de ponderación de enunciados fueron colocados en una tabla y analizados con el programa SPSS.² Cada enunciado fue considerado como una variable (con valores discretos de 1 a 5) y cada docente como un caso. Se procuró determinar la estructura interna de las representaciones, tomando como base las correlaciones entre

² SPSS es un *software* que permite el tratamiento estadístico de datos incluyendo diferentes modalidades de análisis multivariado.

respuestas y la aplicación de un análisis factorial de componentes principales (ACP), buscando su optimización mediante rotación Varimax.

El ACP es una técnica estadística utilizada para reducir un conjunto de variables (relacionadas) a un número menor de componentes (factores) independientes entre sí. Con su aplicación es posible agrupar las variables originales en subconjuntos de variables que están relacionadas entre sí y que no están correlacionadas con las variables de los otros subconjuntos. Considerando cada variable como un vector en el espacio de los casos, el conjunto puede ser interpretado como una nube de puntos. El ACP analiza la nube, reduciendo las variables originales a un número menor (factores o componentes), independientes entre sí, que resultan en una combinación lineal de las variables. Los pesos factoriales indican la participación de cada variable en la construcción del factor:

$$f = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

f: factor x_1, x_2, \dots, x_n : variables (enunciados) a_1, a_2, \dots, a_n : pesos factoriales

Para el análisis, adoptamos la propuesta de Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993), que consiste en asociar cada factor principal, obtenido a partir del ACP, con una teoría implícita. Para ello, fuimos atribuyendo significado a los factores en función de los enunciados (variables) que más aportan en su determinación, es decir los enunciados que presentan mayor peso factorial. En sucesivas aplicaciones de ACP ajustamos el análisis hasta encontrar una estructura satisfactoria. En el proceso, se eliminaron enunciados de valores bajos de comunalidad y peso factorial. Las hipótesis iniciales, surgidas del análisis de casos, constituyen un elemento de suma importancia en ese proceso, que culmina con la especificación de los rasgos relevantes de las teorías encontradas.³

El proceso se realizó por etapas. En primer lugar, se aplicó el ACP a grupos parciales de los enunciados del cuestionario, divididos según las diferentes temáticas abordadas, determinando, de ese modo, subconjuntos de factores que fueron considerados como variables para una nueva aplicación de ACP, que llevó a la determinación de la tipología buscada.

El pensamiento de los profesores: las teorías caracterizadas

A partir de los enunciados correspondientes a los subtemas del cuestionario *Relaciones entre ciencia y tecnología: concepto y valoración de la tecnología y objetos tecnológicos*, el ACP permitió definir 5 factores principales que se corresponden con 5 maneras diferentes de concebir la tecnología (TEC1 a TEC5). De modo semejante, los enunciados de los subtemas “Opiniones sobre la educación en tecnología” y “Actividades didácticas y contenidos” condujeron a caracterizar cinco modos diferenciados de interpretar la educación tecnológica (factores EDU1 a EDU5). Los Cuadros 1 y 2 sintetizan el significado atribuido a cada factor. En anexo puede consultarse una síntesis de los enunciados de mayor peso factorial que confluyeron en cada uno de los factores determinados y contribuyeron a la interpretación presentada en los cuadros mencionados.

³ La extensión asignada al presente trabajo nos impide desarrollar con más detalle el tratamiento estadístico que hemos utilizado. Los lectores interesados en la temática pueden consultar una descripción adecuada del mismo en el capítulo 4 del libro de Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993). Algunos términos técnicos utilizados en el presente artículo, como análisis de componentes principales, comunalidad, peso factorial, rotación Varimax, tipicidad, polaridad, aparecen allí suficientemente explicados. Más información sobre el análisis de componentes principales y otras técnicas de análisis multivariado pueden consultarse en Hair *et al.* (1995).

Cuadro1 – Visiones de tecnología (TEC)

TEC1 (Visión Tradicional)	←	Actividad manual, técnicas Hacer, construcción, resolución de problemas técnicos. Subordinada a la ciencia y sinónimo de progreso.
TEC2 (Visión Estratégica)	←	Perspectiva amplia Papel estratégico en desarrollo social y calidad de vida. Conocimiento y dominio necesarios. Primacía frente a la ciencia.
TEC3 (Visión Antropológica)	←	Manifestación humana Fenómeno cultural. Creación, innovación, invención. Desconocerla significa ignorar una faceta importante del quehacer humano.
TEC4 (Visión Filosófica)	←	Campo de conocimiento Reflexión teórica sobre su evolución, sus alcances, sus relaciones con otras áreas, en particular con las ciencias.
TEC5 (Visión Concreta)	←	Mundo artificial Objetos, productos tecnológicos. Análisis de dispositivos, artefactos, sistemas, servicios, procesos.

Cuadro 2 – Concepciones sobre educación en tecnología (EDU)

EDU1 (Pedagogía de proyectos)	←	Escuela activa Proyectos escolares, relación escuela-comunidad. Actividades integradas, desarrollo de temas a partir de la resolución de problemas reales del entorno.
EDU2 (Taller técnico-artesanal)	←	Habilidades y destrezas Manejo de herramientas, instrumentos y aparatos, construcciones sencillas, conocimientos prácticos. Actividades manuales y adquisición de técnicas.
EDU3 (Informática)	←	Tecnologías de la información Uso de tablas y gráficos, computación, <i>software</i> educativo, internet. Conocimiento y utilización de las tecnologías de la comunicación y la información.
EDU4 (Alfabetización tecnológica)	←	Preparación para la vida Origen y evolución de objetos cotidianos, funcionamiento y evaluación de máquinas y procesos. Proyectos integrados que contemplen aspectos CTS.
EDU5 (Adquisición de conocimientos)	←	Conocimiento disciplinar Materiales, máquinas, sistemas, procesos, representaciones gráficas, planos. Conocimientos específicos, sin contemplar aspectos éticos o sociales.

La determinación de las teorías se obtuvo a partir de la correlación entre *las visiones sobre tecnología* (TEC) y *las concepciones sobre su enseñanza* (EDU). El ACP indicó la existencia de cinco componentes con autovalores mayores que 1 que explican el 68% de la variancia. En la Tabla 1 se muestra la participación relativa (pesos factoriales) de los distintos EDU y TEC en cada componente (teoría).

Teniendo en cuenta la interpretación asignada a las visiones sobre la tecnología (TEC) y las concepciones sobre educación tecnológica (EDU), y la manera como ellas se combinan en factores según se muestra en la Tabla 1, pudimos establecer las características básicas que diferencian cinco Teorías Implícitas de los profesores sobre la tecnología y su enseñanza,

que constituyen el principal resultado obtenido en nuestra investigación hasta el momento. Entendemos estas teorías como hipótesis de trabajo para sustentar futuras investigaciones que permitirán una mayor profundización y un enriquecimiento paulatino de nuestra comprensión respecto del pensamiento de los profesores. Presentamos a continuación una descripción sintética de las mismas.

Tabla 1 – Pesos factoriales de EDUs y TECs en cada teoría (se muestran valores mayores que 0,25)

Factores	Teoría 1	Teoría 2	Teoría 3	Teoría 4	Teoría 5
Edu1	0,849				
Tec2	0,840				
Edu4		0,852			
Tec1		0,441		0,388	0,433
Edu3			0,842		
Tec4		0,261	0,726		
Edu2				0,829	
Tec5	0,270			-0,519	
Edu5					0,792
Tec3		0,536		0,295	-0,567

Teoría 1 – la resolución de problemas reales del entorno

La Teoría 1 incluye al mismo tiempo una visión amplia y valorativa de la tecnología (TEC2) y una concepción educativa centrada en aspectos de la denominada “escuela activa” (EDU1). Estos dos aspectos confluyen en una perspectiva que se orienta hacia una pedagogía de proyectos, buscando involucrar a los alumnos en actividades grupales orientadas a la búsqueda de soluciones a problemas reales de su entorno. Privilegia el trabajo multidisciplinario y entiende más a la tecnología como tema transversal que como asignatura independiente. Propone actividades que trascienden el aula, buscando la integración escuela comunidad.

La presencia fuerte de TEC2 en esta Teoría indica que se atribuye a la tecnología un carácter amplio, incluyendo desde los objetos cotidianos a las tecnologías más sofisticadas. Todos los objetos, simples o complejos, antiguos o novedosos, son considerados como productos tecnológicos y por lo tanto resultado del proceso tecnológico. Se considera que la tecnología desempeña un papel estratégico en el desarrollo social y que la superación de la pobreza o la desocupación sólo podrán lograrse con un desarrollo tecnológico significativo. Se asigna a la tecnología valor económico e importancia para el mejoramiento de la calidad de vida de los pueblos, y se considera necesario su conocimiento y dominio por parte de la población. En su relación con la ciencia, se otorga primacía a la tecnología, tanto desde el punto de vista histórico como jerárquico, ya que se defiende que son los requerimientos tecnológicos los que motorizan el desarrollo científico.

Esta concepción, enraizada en el movimiento educativo que se dio en llamar “escuela activa”, pone énfasis en el desarrollo de actividades que involucren a los alumnos en la solución de problemas reales a través de proyectos escolares. Se orienta a la socialización e integración de los estudiantes, considerando conveniente el trabajo conjunto con otras áreas.

Teoría 2 – la formación de ciudadanos responsables

La Teoría 2 contempla a la tecnología desde una perspectiva cultural y humanista (TEC3) y concibe la educación tecnológica como parte de la formación del ciudadano (EDU4). Su preocupación es aproximar a niños y adolescentes a una alfabetización tecnológica, entendida como el conocimiento indispensable para desempeñarse en el mundo actual con responsabilidad ciudadana y capacidad de discernimiento. El conocimiento de los dispositivos tecnológicos cotidianos, sus modos de funcionamiento, su evolución histórica, los criterios de selección en función de la aplicación esperada, son considerados importantes para un desempeño adecuado en la sociedad actual.

Busca formar usuarios inteligentes, capaces de seleccionar y utilizar productos de la tecnología en función de sus necesidades y además críticos, es decir, capaces de comprender las consecuencias sociales y ambientales del desarrollo tecnológico y actuar de manera responsable, considerando la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

Se interesa en la tecnología como manifestación humana, como cultura, y considera que desconocerla implicaría ignorar un aspecto esencial del desarrollo del hombre vinculado a los procesos de creación, de innovación y de invención. Analiza los cambios tecnológicos desde una perspectiva cultural y se interesa en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Esta concepción incluye en la enseñanza de tecnología el análisis de su evolución, sus relaciones con las ciencias y sus implicaciones sociales. Busca la formación de un usuario que reconozca las consecuencias de la adopción de determinadas tecnologías, destacando que la tecnología no es ni social ni políticamente neutra. La idea de “educación como preparación para la vida” nutre esta corriente, que procura formar personas responsables y comprometidas con su entorno.

Teoría 3 – las tecnologías de la información

La Teoría 3 asocia tecnología con tecnologías de la información (EDU3) y busca que los alumnos dominen el uso de la computadora como recurso, ya que considera que los futuros ciudadanos no podrán desempeñarse adecuadamente si no dominan las nuevas tecnologías, en particular las de las comunicaciones y la información. El uso de software educativo como recurso de aprendizaje, el uso de utilitarios sencillos, la incorporación de Internet a la escuela, conforman actividades valoradas por esta corriente. Se considera que la adecuada formación del futuro ciudadano es imposible si no domina estas nuevas tecnologías. Podría decirse que esta concepción considera que los analfabetos informáticos serán analfabetos funcionales en el futuro.

Propicia además una enseñanza de la tecnología que avance en una reflexión sobre la misma, sus ámbitos de desenvolvimiento, sus alcances, sus relaciones con otras áreas del quehacer humano en particular con las ciencias, la delimitación entre ciencia y tecnología etc. (TEC4). Se atribuye importancia al análisis de la tecnología como campo de conocimiento, prestando más atención a la reflexión filosófica que al desarrollo de contenidos específicos.

Esta visión, que asimila tecnología a informática, destaca la necesidad de ampliar la disponibilidad de computadoras en la escuela, y propone la creación de aulas especiales con computadoras, que permitan a los alumnos la familiarización con su uso, el aprendizaje del manejo de procesadores de texto, bases de datos y planillas de cálculo, para su utilización como recurso en el aprendizaje de los contenidos tradicionales.

Teoría 4 – el hacer, las construcciones, la resolución de problemas técnicos

La Teoría 4 privilegia el desarrollo de actividades manuales, al dominio de herramientas, la fabricación de objetos sencillos, la comprensión del funcionamiento de máquinas y aparatos, incorporando visitas a fábricas y aspectos de computación. Tiene orientación industrial y busca conectar a los alumnos con el conocimiento de los objetos técnicos, su funcionamiento, y su producción (EDU2). Fuertemente vinculada con las técnicas, su conocimiento y sus aplicaciones, considera que el objeto de la tecnología es el hacer, la construcción, la resolución de problemas técnicos (TEC1). Presenta escaso interés en el trabajo conjunto con otras áreas, considerando que los contenidos propios son tan amplios y específicos que no es fácil llevar a cabo proyectos integrados. Considera esencial el contar con instalaciones especiales (aula – taller) adecuadamente equipadas con herramientas y computadoras.

Comprometida con una orientación al desarrollo de actividades técnicas, a través de las actividades manuales busca la adquisición de destrezas y habilidades motrices, de capacidades en el manejo de herramientas y técnicas artesanales y capacidades creativas y de invención, más que la comprensión del mundo artificial y cotidiano (nótese que, en la Tabla 1, TEC5 aparece con peso factorial negativo). De ahí la importancia atribuida a las instalaciones, que deben contar con los materiales necesarios para el trabajo de los alumnos.

En lo que respecta a las relaciones entre ciencia y tecnología, se defiende una subordinación de la primera a la segunda, considerando la tecnología como aplicación de los resultados de la investigación científica. Tecnología es concebida como sinónimo de progreso, y le concede por lo tanto una valoración especial. Sin embargo, se valora fundamentalmente la industria tradicional, detectándose dificultades para comprender las transformaciones actuales, especialmente el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación e información, y su repercusión en el sistema productivo.

Teoría 5 – conocimientos a transmitir

La Teoría 5 entiende la enseñanza de tecnología como un conjunto de contenidos específicos que se suman a los contenidos de la escuela y que deben ser enseñados de manera tradicional. Estos contenidos incluyen procesos industriales, mecanismos de funcionamiento de aparatos, generación, distribución y consumo de energía. No aparecen requerimientos de aulas especiales, aunque se valora la disponibilidad de proyectores de video, software educativo, láminas, maquetas, que muestren aspectos importantes de procesos y sistemas. Interesan fundamentalmente los conocimientos disciplinares (EDU5), con una ligera valoración por las construcciones (TEC1) y no aparecen connotaciones de carácter cultural (TEC3 presenta peso factorial negativo).

No está interesada en actividades manuales, en la construcción de objetos simples o cotidianos, o en la adquisición de habilidades y destrezas en ese sentido, sino en aproximar al alumno al conocimiento del origen y funcionamiento de los procesos productivos, de artefactos y dispositivos, de sistemas y servicios. Se rechaza la posibilidad de realizar proyectos interdisciplinarios y los aspectos sociales o ambientales son escasamente contemplados. La presencia de TEC1 y el fuerte rechazo de TEC3 indican una visión restringida de la tecnología, reconocida sólo como aplicación de los resultados de la investigación científica, y al mismo tiempo, valorativa, asociando tecnología a progreso.

Niveles de adherencia y rechazo de los profesores a las distintas teorías

La heterogeneidad de formaciones profesionales de los docentes constituyó un elemento propicio para establecer comparaciones. En la muestra estudiada predominan los profesores de Matemática y Física (47%), seguidos de los técnicos - mecánicos, electricistas, electrónicos - (19,7%), los profesores de Ciencias Naturales (12,1%) y los profesionales - fundamentalmente ingenieros y arquitectos - (12,1%), y, finalmente, los maestros (9,1%).

Muchos de los técnicos que participan del dictado de tecnología son docentes o ex docentes de escuelas técnicas. Les ha tocado vivir una etapa de profundas transformaciones en la enseñanza técnica (vinculadas a la reforma educativa iniciada en 1993) y su actitud inicial es pensar tecnología en la EGB como la Educación Técnica tradicional. Consideran que poseen conocimientos suficientes como para desempeñarse y desconfían de la posibilidad de que los profesores de Matemática y Física o de Ciencias Naturales puedan desenvolverse adecuadamente. Además del grupo mayoritario que responde a esas características, puede reconocerse entre los técnicos otro grupo diferente. Este grupo, de menor edad y experiencia, llega a tecnología como una alternativa frente a la desocupación en la zona, que presenta actualmente una demanda escasa de técnicos jóvenes. Con pocos antecedentes docentes, tiene como referencia para su práctica en tecnología solamente su propia experiencia como alumnos de escuela técnica, aunque muestra gran interés y mayor movilidad conceptual que el resto.

Entre los profesores de Matemática y Física, así como de Ciencias Naturales, también distinguimos dos grupos: los profesores con experiencia, que se han incorporado a tecnología para sumar horas o mejorar su situación laboral actual, y los nuevos, con escasa o nula experiencia docente. Mientras que los primeros también tienden a asimilar el dictado de tecnología a su práctica docente habitual (con dificultades para reconocer la especificidad de la asignatura e inclinación a trabajar tecnología como ciencia aplicada), entre los segundos se nota una mayor apertura y una preocupación fuerte por el aprendizaje de los contenidos propios del área.

Los arquitectos e ingenieros son profesionales cuya perspectiva laboral no es necesariamente la docencia, pero que se han volcado a ella por razones económicas, ante la falta de trabajo en su profesión específica. Finalmente, el grupo de los maestros incluye docentes que se desempeñaban en la escuela primaria (etapa de escolaridad obligatoria, de 7 años, que fue sustituida en la reforma por la EGB). En su mayoría se desempeñaban con anterioridad a la reforma en Actividades Prácticas o Taller (asignaturas suprimidas y sustituidas por Tecnología), y algunos como docentes generales, a cargo de un curso, trabajando con los niños contenidos de matemáticas, lengua, ciencias naturales o ciencias sociales.

A fin de establecer correspondencias entre la formación y experiencia profesional de los docentes y su grado de aceptación o rechazo de las teorías caracterizadas, consideramos

cómo se distribuían las tipicidades y polaridades (Rodrigo *et al.*,1993), en cada uno de los grupos mencionados.⁴

Tanto las tipicidades como las polaridades han mostrado significativas diferencias entre los grupos. Las teorías con mayor tipicidad entre los profesionales son T2 (valor medio 4,56 / desv. std. 0,73) y T1 (4,11 / 0,78); entre los técnicos, T4 (4,58 /0,52); los maestros muestran mayores índices de tipicidad en T1 (4,67 / 0,51), los profesores de Matemática y Física en T3 (4,24 / 0,83) y T4 (4,00 / 0,90) y los profesores de Ciencias Naturales en T5 (4,67 / 0,52) y T2 (4,33 / 0,82).

El análisis de las polaridades fuertes (valores superiores a 0,25), refuerza la comprensión de la diferencia entre los grupos. Como puede apreciarse en la Tabla 2, los profesionales se polarizan significativamente en T2, rechazando T3. Los técnicos, por su parte se polarizan por igual en T2 y T4 y presentan la mayor polarización en rechazo en T5. Los maestros de Taller muestran una amplia polarización en la T1, y la mayor polarización negativa corresponde a T5. Los profesores de Matemática y Física se inclinan más hacia T5, seguida de T3. Finalmente, los profesores de Ciencias Naturales resaltan sus preferencias por T5, y en menor proporción por T2 y con rechazos mayores en T3.

Tabla 2 – Porcentajes de docentes con aceptación fuerte (polaridad > 0,25) y rechazos fuertes (polaridad < -0,25) en cada teoría. Análisis por grupo.

	Profesionales		Técnicos		Maestros		Profesores Maftis		Profesores CNAT		Total	
	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
T1	22	0	16	23	60	0	14	20	11	22	13	12
T2	44	0	31	23	20	0	14	29	22	0	17	13
T3	11	44	8	16	0	0	26	8	11	44	12	14
T4	11	22	31	8	0	40	17	29	11	33	12	18
T5	11	33	16	30	20	60	29	14	44	0	18	15

⁴ La tipicidad es un indicador del grado de aceptación de cada teoría por parte de cada docente. Se calcula como el promedio de los puntos que el sujeto asignó a cada enunciado característico de la teoría (enunciado de alto peso factorial en un factor y que no es compartido con otros factores). Los valores de tipicidad pueden variar, en nuestro caso, entre 1 (rechazo total a todos los enunciados significativos en esa teoría) hasta 5 (aceptación plena de todos los enunciados significativos en esa teoría). El índice de polaridad permite comparar las tipicidades de cada profesor respecto de las distintas teorías. Este índice, que puede variar entre 1 y -1, se calcula como la diferencia normalizada entre el valor de tipicidad en una teoría y el promedio de los valores en las restantes. Una polaridad positiva alta en una teoría indica que el sujeto adhiere fuertemente a la misma, mientras que rechaza las restantes o adhiere a ellas débilmente. Valores pequeños de polaridad indican que no se discrimina entre las teorías, apoyando o rechazando a todas ellas. Por esa razón, y a los efectos del análisis, suelen considerarse significativas las polaridades de valor absoluto superior a 0, 25, criterio que adoptamos.

Discusión

Las cinco teorías que hemos logrado caracterizar muestran que el pensamiento de los profesores que tienen a su cargo la enseñanza de tecnología en 7mo año de la EGB no es homogéneo. Por el contrario, se reconocen modos diferentes, tanto de concebir la tecnología como de considerar la manera como ésta debe ser abordada en la escuela. Cada una de las posturas encontradas puede conectarse con distintos abordajes pedagógicos (Nicoletti, 1986) y constituye la base para el desarrollo de enfoques diferentes en la enseñanza, definiendo distintos énfasis curriculares (Roberts, 1982).

Es lógico pensar que aquellos que conciben la tecnología como un hacer, privilegiarán el desarrollo de pequeños proyectos constructivos orientados a la adquisición de habilidades manuales, mientras que los que la asocian con las tecnologías de la información tenderán a orientar la actividad hacia el uso de la computadora como soporte para el trabajo en el aula. Por otra parte, la visión de la educación tecnológica como propiciatoria de la formación de usuarios inteligentes o consumidores responsables contrasta con una visión orientada a una formación técnica más específica, más cercana a los contenidos de las escuelas industriales. A su vez, mientras algunas posturas destacan la necesidad de avanzar en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, contemplando aspectos socio-ambientales, otras enfatizan el tratamiento de contenidos más específicos, de tipo disciplinar, sin discutir las implicancias del uso de la tecnología.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, podemos elaborar hipótesis, asociadas a las Teorías encontradas, respecto del tipo de énfasis que los docentes pondrán en juego para organizar sus clases.

Conectados a la Teoría 4, el énfasis mayoritario de los docentes que provienen de la enseñanza técnica privilegia la realización de proyectos escolares de tipo constructivo, proponiendo a los alumnos la fabricación de dispositivos sencillos que den respuesta a consignas específicas y que demanden el uso de materiales y herramientas, permitiendo un desarrollo progresivo de capacidades técnicas. Especial atención es puesta en el reconocimiento de las características de los materiales, el uso y cuidado de herramientas, las normas de seguridad, la construcción de operadores de complejidad creciente, el dibujo de planos.

Muchos de los profesores de Ciencias (tanto de Matemática y Física como de Naturales), con inclinaciones vinculadas a la Teoría 5, muestran una visión de tecnología como ciencia aplicada y un abordaje pedagógico de tipo tradicional. Prefieren trabajar con sus alumnos contenidos conceptuales, en especial aquellos que ofrecen oportunidad para un desarrollo paralelo de tópicos de ciencias, como el análisis de la generación y distribución de energía eléctrica, circuitos, motores, el estudio de máquinas térmicas. En el análisis de productos tecnológicos, la atención se centra especialmente en las explicaciones sobre los principios de funcionamiento de dispositivos, a partir de los mecanismos y leyes físicas involucrados.

Desde un abordaje humanístico y sociocultural, los profesionales y un número importante de profesores de Ciencias Naturales se inclinan por la Teoría 2, interesándose especialmente por aspectos sociales y ambientales relacionados con el desarrollo y uso de la tecnología y propiciando la discusión con los alumnos de tópicos actuales vinculados al uso racional de los recursos, la ecología, los problemas éticos frente a avances científico-tecnológicos recientes. También se interesan por la evolución histórica de la tecnología y encaran el análisis de productos tecnológicos cotidianos con criterio al mismo tiempo práctico, utilitario y crítico.

Con peso importante fundamentalmente entre los maestros y relacionado con la Teoría 1, encontramos docentes que se inclinan por la realización de proyectos integrados que contribuyan al conocimiento del medio a través de presentación de situaciones problemáticas y la búsqueda de respuestas a partir del trabajo grupal de los alumnos y su interacción con la comunidad. Cómo llega el agua que bebemos hasta casa, cuánta energía consumimos en la escuela, qué hacemos con la basura, cómo podemos mejorar la acústica de esta sala, son algunos ejemplos del tipo de ejes problemáticos que suelen plantearse, abordando aspectos diversos de la realidad circundante y propiciando un tratamiento multidisciplinario. Esta tendencia, que tiene un peso importante dentro de la tradición de la escuela primaria argentina, se inscribe dentro de un abordaje pedagógico de corte espontaneísta, que valora especialmente la cooperación entre los alumnos, la experiencia directa como fuente de conocimiento y el “aprender a aprender” como más importante que la adquisición de conocimientos específicos.

Defendido en mayor grado por los profesores de Matemática y Física y vinculado a la Teoría 3, aparece otro énfasis, que busca incrementar la participación de la computadora como complemento en el aprendizaje de los alumnos, propiciando su uso en la confección de tablas y gráficos, la elaboración de informes etc. A pesar de que la presencia de computadoras en las escuelas es actualmente muy limitada, los docentes que apoyan esta postura intentan convencer a las autoridades de la necesidad de contar con equipamiento adecuado y consideran que el acceso a Internet sería altamente positivo, en la medida que brindaría mayor contacto con el mundo y disponibilidad de información.

En Argentina, los Contenidos Básicos Comunes definidos para el área tecnología en la Educación General Básica están organizados en cinco bloques temáticos que contemplan todos los aspectos defendidos por los énfasis comentados y definen como procedimientos básicos para el área el análisis de productos y el desarrollo de proyectos tecnológicos, con un tratamiento progresivo a lo largo de la escolaridad. Se propone avanzar en el análisis de productos, desde lo descriptivo y funcional, a lo estructural y sistémico, y en el desarrollo de proyectos, desde la actividad espontánea de los niños en la resolución de problemas sencillos, a la realización más sistemática de proyectos, incluyendo etapas de selección de alternativas de solución, evaluación y prediseño, implementación, ajuste y comunicación de resultados. Los contenidos contemplan aspectos teórico-reflexivos en torno al concepto de tecnología, el reconocimiento de las áreas sociales de demanda tecnológica y las diversas ramas de la tecnología que dan respuesta a las mismas, la discusión de la problemática socioambiental vinculada al desarrollo tecnológico actual, así como aspectos vinculados al conocimiento específico de materiales, instrumentos, máquinas, herramientas y procesos. Uno de los bloques, además, se refiere específicamente a las tecnologías de la información y la comunicación.

La amplitud de los contenidos propuestos, hace que el docente deba asumir la tarea de selección y secuenciación de los mismos, para elaborar las Unidades Didácticas que trabajará con sus alumnos durante el año escolar. Y es en esta tarea donde las teorías implícitas de los docentes juegan un papel importante orientándolos en la toma de decisiones. Resulta evidente que la experiencia de vida y las inclinaciones de los docentes definirán las orientaciones curriculares que se implementarán efectivamente en las clases de tecnología, conformando un amplio espectro de propuestas y alternativas. A diferencia de otras áreas escolares como Matemática, Ciencias Naturales o Ciencias Sociales, donde existe una tradición bastante asentada en cuanto a contenidos y actividades de aula, tecnología es un área en construcción, que se irá desarrollando en los próximos años a partir de las tendencias detectadas, hasta ir adquiriendo un perfil propio. Lejos de constituir un inconveniente, creemos que la variedad

de propuestas en esta etapa es un elemento interesante que puede enriquecer el área, si, a través de encuentros, congresos y cursos de actualización, se favorece el intercambio de experiencias y el debate entre los docentes. Debate que debe contemplar múltiples aspectos, incluyendo tanto una reflexión epistemológica que favorezca una aproximación a visiones contemporáneas sobre la ciencia, la tecnología y sus interacciones, como una discusión profunda de las finalidades educativas de tecnología en la formación básica, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales prioritarios en cada ciclo de la escolaridad y las actividades didácticas adecuadas para trabajarlos.

Para finalizar, queremos destacar que si bien la muestra utilizada en este estudio fue suficientemente variada como para permitir elaborar un cuadro amplio sobre el pensamiento de los profesores, los resultados parciales cuantificables (distribución de docentes por profesión, porcentaje de docentes que adhieren a una u otra teoría implícita) no pueden generalizarse y sólo deben ser analizados como indicadores de tendencias. Las caracterizaciones logradas deben considerarse apenas como un punto de partida para posteriores análisis, que permitan una mayor profundización. Nuestra intención es continuar en ese camino, complementando el estudio con otros datos disponibles a partir del trabajo de campo emprendido, que contribuyan a una mejor comprensión del pensamiento de los profesores, de sus dificultades en el desempeño de su tarea docente, de sus requerimientos de capacitación. Nuestro objetivo final es la elaboración de recomendaciones para considerar futuras acciones de capacitación y de desarrollo curricular. En ese sentido, consideramos este trabajo como un aporte preliminar que será ampliado y profundizado en futuros trabajos.

Anexo: TEC y EDU – breve descripción de los enunciados con mayor peso factorial

Se presentan a continuación los enunciados que confluyen en los factores TEC y EDU con peso factorial alto y que han contribuido a la interpretación semántica que se sintetiza en los cuadros 1 y 2 del trabajo. Por razones de brevedad no se transcriben los textos completos de los enunciados, sino una expresión resumida de su contenido.

TEC1 (visión tradicional)

Concepto y valoración de la tecnología: Tecnología es hacer, construir. Son conocimientos prácticos para fabricar bienes o proveer servicios. La tecnología está omnipresente en nuestras vidas y no podemos ignorarla. Tecnología es progreso.

Relaciones entre ciencia y tecnología: Es la aplicación del conocimiento científico a tareas prácticas. Su objetivo es la acción con éxito.

Objetos tecnológicos: Termómetro, motor, casa, puente, tomógrafo, pala.

TEC2 (visión estratégica)

Concepto y valoración de la tecnología: La tecnología puede considerarse una mercancía, tiene valor de uso y valor de cambio. Es la modificación sistemática del entorno con fines humanos. Es la suma de nuestros conocimientos para la solución de problemas técnico sociales. El combate contra la desocupación y la pobreza pasa por la conquista de la tecnología.

Cualquier país que no quiera perder el tren del progreso debe desarrollarse tecnológicamente y para eso debe contar con un nivel de cultura tecnológica relativamente alto.

Relaciones entre ciencia y tecnología: La tecnología es más antigua que la ciencia y ha tenido mucho mayor influencia sobre ella que a la inversa.

Objetos tecnológicos: Organigrama de una empresa, fiesta de casamiento, cruce de ganado bovino, guía de teléfonos.

TEC3 (visión antropológica)

Concepto y valoración de la tecnología: Tecnología es invención. Tecnología es descubrimiento, innovación. Es la acción con éxito, no el conocimiento puro. Es concebir, crear, inventar. El progreso tecnológico es irreversible y no podemos volverlo atrás. La tecnología produce la alienación del hombre actual. El desarrollo tecnológico debe ser la salvación del hombre y no su condena. Se rechaza: Quien no tiene una cultura tecnológica vive ignorante en su propio medio.

Relaciones entre ciencia y tecnología: Ni la ciencia ni la tecnología son políticamente neutras. La ciencia y la tecnología son cultura. La tecnología es necesaria para lograr el desarrollo tecnológico.

Objetos tecnológicos: (No aparecen enunciados con alto peso factorial relacionados con objetos, aunque todos los objetos presentan peso factorial medio).

TEC4 (visión epistemológica)

Concepto y valoración de la tecnología: Es la reflexión sobre las técnicas, sus relaciones con las ciencias y las consecuencias políticas, económicas, sociales y morales de su desarrollo. Son los conocimientos prácticos que se ponen en práctica al realizar una actividad, así como la pericia o capacidad para realizarla.

Relaciones entre ciencia y tecnología: Tecnología integra técnicas con conocimiento científico, valores culturales y formas organizativas de la sociedad. Es la aplicación sistemática del conocimiento científico a tareas prácticas. Ciencia y tecnología no son autónomas, están unidas y son inseparables.

Objetos tecnológicos: Piedra utilizada como pisapapeles. Se rechazan: programa de computación, medicamento (la mayoría de los objetos tecnológicos no presenta peso factorial alto).

TEC5 (visión concreta)

Concepto y valoración de la tecnología: Quien no tiene una cultura tecnológica vive en la ignorancia de su propio medio. Tecnología es conocimiento práctico para fabricar bienes o proveer servicios, es la totalidad de los medios empleados para proporcionar los objetos necesarios para la subsistencia y el bienestar humanos, es cualquier tipo de conocimiento organizado para resolver problemas prácticos. La tecnología es siempre artificial. Humanismo y tecnología pueden y deben marchar en completa armonía.

Relaciones entre ciencia y tecnología: Se rechazan: tecnología integra técnicas con conocimiento científico, valores culturales y formas organizativas de la sociedad; se emplea

para controlar, transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales (otros enunciados vinculados a relaciones entre ciencia y tecnología no presentan peso factorial alto).

Objetos tecnológicos: El queso, una muñeca, el flan casero, una mesa, una pala, una casa etc. (muchos enunciados relacionados con objetos tecnológicos presentan alto peso factorial, incluyendo objetos cotidianos, sistemas y servicios).

EDU1 (escuela activa)

Contenidos: Gestión, costos y presupuestos, contabilidad, diseño e interpretación de organigramas, modos de organización de empresas e instituciones.

Actividades: Proyectos escolares comunitarios, organizar campamentos, reorganizar la biblioteca escolar, fiestas escolares, plantar árboles, proyectar videos etc. Se rechazan: coser botones, lijar, hacer collages.

Opiniones sobre la educación en tecnología: Tecnología es actividades prácticas con recursos más modernos. Deben enseñarla profesores de actividades prácticas o ingenieros y técnicos y no profesores de ciencias. Se rechazan: tecnología es actividades prácticas actualizada con computación. Se debe contar con aulas y equipamientos adecuados.

EDU2 (desarrollo de habilidades y destrezas)

Contenidos: Manejo de herramientas (martillo, destornillador, lima), manejo de aparatos de utilidad cotidiana, uso de instrumentos para medir, fabricaciones sencillas.

Actividades: Realizar visitas a fábricas, granjas etc., construir un cenicero, un portalápices, lijar una superficie de madera.

Opiniones sobre la educación en tecnología: Se debe contar con aulas y equipamientos adecuados. Se deben mantener las prácticas habituales de carpintería, herrería, etc., ya que contribuyen al desarrollo de habilidades manuales y al conocimiento y uso de instrumentos.

EDU3 (nuevas tecnologías)

Contenidos: Tablas y gráficos, uso de computadoras, interpretación de organigramas funcionamiento de motores. Se rechazan: fuentes de energía y transformaciones; primeros auxilios.

Actividades: Computación, trabajar con software educativo, incorporar internet a la escuela.

Opiniones sobre la educación en tecnología: Tecnología es actividades prácticas actualizada con computación Se debe contar con aulas y equipamientos adecuados.

EDU4 (preparación para la vida)

Contenidos: Origen y evolución de objetos cotidianos; funcionamiento y evaluación de máquinas y procesos, manejo de aparatos cotidianos. Fuentes de energía y transformaciones; primeros auxilios.

Actividades: Enseñar el ciclo del agua, explicar que es una tomografía computada.

Opiniones sobre la educación en tecnología: Tengo interés en enseñar tecnología y me siento

capacitado para ello. Se tiene que trabajar desde distintas áreas en proyectos integrados que pueden incluir las clases de ciencias. Se rechaza: se requieren instalaciones especiales.

EDU5 (enseñar conocimientos disciplinares)

Contenidos: Representaciones gráficas, dibujos de planos. Cómo se fabrican las cosas (papel, acero, artefactos). Características de los materiales. Funcionamiento de motores. Procesos industriales Principios de funcionamiento de dispositivos. Utilizar el método científico. Se rechazan: Ecología y uso racional. Diseño y ejecución de proyectos.

Actividades: (No aparecen enunciados vinculados a actividades didácticas con peso factorial alto).

Opiniones sobre la educación en tecnología: Se requieren instalaciones especiales. Se rechaza: Dado el carácter de la tecnología, no debería constituirse en asignatura independiente, sino trabajarse como eje transversal.

Referências bibliográficas

- AULER, B.; DELIZOICOV, D. Visões de professores sobre as interações entre CTS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2, *Atas..*, 1999.
- BRINCONES, I. *et al.* Identificación de comportamientos y características deseables del profesorado de ciencias experimentales del bachillerato, *Enseñanza de las Ciencias*, v.4, n.3, 1986.
- CARVALHO, A. M. P. e GIL PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez, 1993.
- FERNANDEZ GONZALEZ, J. *et al.* ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique*. Didáctica de las ciencias experimentales, v.12, p.87-99, 1997.
- HAIR, J. *et al.* *Multivariate data analysis with readings*. Prentice Hall, 1995.
- JARDÓN, A.; UTGES, G.; FERABOLI, L. *Tecnología en 7mo año de la EGB: el relato de los profesores*. In: Jornadas de investigación educativa, 1. Rosario, Argentina, 1999.
- MARTÍNEZ LOSADA, C. *et al.* Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n.1, 1993.
- MELLADO JIMÉNEZ, V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v.14, n.3, p.289-302, 1996.
- MIZUKAMI, M. G. N. *Ensinar: As abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.
- PACCA, J.; VILLANI, A. Un curso de actualización y cambios conceptuales en profesores de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, v.14, n.1, p.25-33, 1995.
- _____. Estratégias de ensino e mudança conceitual na atualização de professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.14, n.4, p.222-8, 1992.
- PORLÁN, R. Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes del magisterio. *Investigación en la Escuela*, n.22, p.67-84, 1994.
- ROBERTS, D. A. Developing the concept of "curriculum emphases" in science education. *Science Education*, v.66, n.2, p.243-260, 1982.
- RODRIGO, M., *et al.* Identificación de competencias y características deseables en el profesorado de ciencias de EGB. *Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n.3, 1993.

RODRIGO, M. J.; RODRÍGUEZ, A.; MARRERO, J. *Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor, 1993.

UTGES, G. *et al.* Concepciones de los profesores argentinos sobre la enseñanza de las Ciencias. In: BANET, E e PRO, (Eds.). *Investigaciones e innovaciones en la Enseñanza de las Ciencias*. Vol.1: Formación y Desarrollo Profesional de los profesores. p.354-63. Universidad de Murcia, España, 1998.

