

UN ESTUDIO DELPHI PARA DESCUBRIR CÓMO INTENSIFICAR, MEJORAR Y POPULARIZAR LA CULTURA CIENTÍFICA EN LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Elena Charro, Ángela Gómez-Niño, Susana Plaza, Yolanda Padilla
*Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Trabajo Social.
Campus Miguel Delibes - Universidad de Valladolid. Paseo de Belén, 1. 47011 Valladolid
echarro@dce.uva.es*

Palabras clave: Enseñanza Secundaria, técnica Delphi, enseñanza de las ciencias, cultura científica, ciencia, tecnología y sociedad.

Keywords: High School education, Delphi technique, science teaching, science literature, science, technology and society.

Resumen

En este trabajo tratamos de identificar los puntos clave en los distintos campos de las ciencias que pueden mejorar la cultura científica en la sociedad actual. Numerosos autores están de acuerdo en la importancia de mejorar e intensificar la cultura científica en la sociedad en general, y más en particular en los alumnos durante la enseñanza preuniversitaria. Sin embargo, resulta difícil desentrañar qué aspectos fallan en la práctica educativa, así como cuáles se consideran los tópicos de una buena cultura y educación científica. A través del empleo de la técnica Delphi recogemos las opiniones de más de un centenar de individuos pertenecientes a los distintos colectivos relacionados con el ámbito de las ciencias y su enseñanza. En este trabajo presentamos los resultados preliminares de lo que será un estudio más extenso.

Abstract

In this work we try to identify the key points in the various fields of science that can improve the scientific culture in today's society. Numerous authors have agreed on the importance of improving and intensifying scientific culture in society in general, and more particularly among the students before university. However, it is difficult to unravel what fails in educational practice as well as what are the topics of a good culture and science education. Through the use of the Delphi technique we collect the views of more than one hundred individuals belonging to the different groups related to the field of science and teaching. In this paper we present preliminary results of what will be a more extensive study.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los estudios que reflejan los bajos resultados de los estudiantes españoles en materias de ciencias, como se puede comprobar en el Informe Pisa 2006 (Bybee *et al.* 2009), motivo por el cual

cabe pensar que habrá factores que condicionan el aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos. En el marco de este escenario surge el proyecto europeo PROFILES (*Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science*), recientemente concedido, dentro del Séptimo Programa Marco. Se trata de un proyecto de red cooperativa formada por 21 instituciones pertenecientes a 19 países, entre ellos Alemania, Reino Unido, Irlanda, Portugal, y la Universidad de Valladolid, en España. Este proyecto, entre otros objetivos, pretende llegar a determinar qué aspectos serían de mayor relevancia y deseables para la formación del individuo en la sociedad actual y futura, en el ámbito de la enseñanza de ciencias. Este análisis se lleva a cabo mediante un estudio Delphi (Bolte 2008, Osborne *et al.*, 2003).

Linstone y Turoff (1975) afirman que «la técnica Delphi puede ser caracterizada como un método para estructurar un proceso de comunicación de grupo para que el proceso sea eficaz y para permitir que entre un grupo de personas, en su conjunto, pueda tratarse un problema complejo». El método toma su nombre del oráculo de Delfos, un antiguo adivino griego capaz de predecir el futuro, y fue desarrollado en los sesenta (Dalkey y Helmer 1963, Helmer 1966) originariamente como una herramienta para pronosticar probabilidades de inventos, nuevas tecnologías y el impacto social y económico del cambio tecnológico (Adler & Ziglio 1996). Hoy en día, la técnica abarca una amplia variedad de aplicaciones (Cochran 1983, Brooks 1979), desde la determinación de los factores que determinan la calidad de la vida, a través de la planificación de las ciudades, al desarrollo del currículo (Petrina & Volk 1992). Entre las características de la técnica Delphi se incluye que cada participante de forma individual realice una contribución por escrito sobre el tema del estudio y la envíe a un equipo central de investigación.

Esta técnica ha sido ampliamente aplicada en otros ámbitos, como es el de la salud (Villiers *et al.* 2005), pero también es interesante su aplicación en ámbitos educativos (Smith and Simpson 1995, Dailey & Holmberg 1990) y, más concretamente, en relación a la enseñanza de las ciencias (Hausler & Hoffmann 1999).

La técnica de Delphi también puede servir para ayudar a formular recomendaciones en relación con la educación y formación de los profesionales docentes que trabajan en la enseñanza preuniversitaria. Este estudio forma parte de uno más amplio que se lleva a cabo entre varios países de la Unión Europea dentro del proyecto PROFILES, y que pretende encontrar puntos comunes entre las distintas culturas y formas de enseñar ciencias a nuestros jóvenes estudiantes.

Los objetivos de este trabajo por tanto son:

1. describir la metodología Delphi y cómo se lleva a cabo un estudio Delphi para identificar los puntos clave de la enseñanza de las ciencias que sean, a juicio de los participantes, importantes para la cultura científica de los estudiantes de enseñanza Secundaria (ESO) y Bachillerato.
2. presentar los resultados preliminares del estudio Delphi, correspondientes a la primera vuelta y discutir las implicaciones que los hallazgos tienen en la práctica docente de las clases de ciencias.

METODOLOGÍA

La técnica Delphi es un método de recogida de opiniones sobre una cuestión particular. Se basa en la premisa de que la inteligencia combinada mejora el juicio individual y captura la opinión colectiva de un grupo de expertos. El método Delphi convencional utiliza una serie de cuestionarios para generar un conjunto de opiniones. La técnica es a la vez una metodología cuantitativa y cualitativa (Linstone y Turoff, 1975; Critcher y Gladstone, 1998; Murry & Hammons, 1995), dada la estrategia que se sigue a la hora de emitir los cuestionarios y de analizar los resultados.

La primera fase del estudio es la que se presenta en esta comunicación, y consta de dos etapas consecutivas. La primera etapa consiste en realizar una pregunta abierta al encuestado: *¿Qué debería conocer sobre ciencias un estudiante de entre 16 y 18 años en la sociedad actual?* La respuesta debe matizarse según

estos tres aspectos: 1) el enfoque de la enseñanza de las ciencias en cuanto a motivación y contexto, 2) contenidos científicos y estrategias que se proponen y 3) habilidades que deberían conseguirse.

Los cuestionarios son anónimos, aunque la comunicación entre encuestador y encuestado puede tener lugar por correo electrónico, además de personalmente. Los encuestados se seleccionan por su pertenencia a diferentes colectivos relacionados con el ámbito de las ciencias. Los miembros de los colectivos se considera que forman parte de un «panel de expertos», y se han establecido 5 grupos, que son:

1. estudiantes de ESO y Bachillerato que cursen asignaturas de ciencias,
2. profesorado preuniversitario que imparta clases de cualquier ámbito de las ciencias, es decir, profesores de ESO y Bachillerato, de Física, Química, Biología y Geología.
3. profesorado universitario vinculado a la enseñanza de materias de ciencias.
4. científicos e investigadores del ámbito de las ciencias, en cualquiera de sus campos.
5. y autoridades educativas.

El análisis de las respuestas en esta primera etapa se resuelve en la compilación de un conjunto de palabras y expresiones mencionadas por los encuestados (y que en adelante denominaremos «ítems»). Estos ítems se agrupan en lo que se denominan «categorías». El resultado final es la recopilación en categorías de todos los ítems, y este nuevo documento resulta ser el segundo cuestionario.

La metodología Delphi se emplea en Ciencias de la Educación como método de adquisición y exploración de los datos (Clayton 1997), y tiene como objetivo mostrar los ítems de mayor interés dentro de cada categoría y grupo encuestado. Por otro lado, la técnica Delphi constituye un método interesante a caballo entre la metodología cualitativa y la cuantitativa.

RESULTADOS

De los 450 cuestionarios enviados a los diferentes grupos, se recibieron las respuestas de 126 participantes sobre los aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias considerado como relevante y deseable pedagógicamente. El grupo más numeroso de respuestas procede de estudiantes de la ESO (*Tabla 1*). El resto de los grupos encuestados ha sido bastante homogéneo, a excepción del grupo de miembros de la «administración educativa» que, aun siendo consultados, no remitieron ninguna respuesta.

El resultado de la lectura de las 126 encuestas produjo un conjunto de ítems, hasta un total de 80, que se clasificaron en 5 categorías, siendo este documento el segundo cuestionario que se envió a los mismos encuestados que respondieron al primero. Con esta segunda encuesta se completa la primera vuelta que contempla la técnica Delphi.

Grupo	Número total de encuestados	Porcentaje de encuestados
Estudiantes (ESO)	61	48%
Profesores de ciencias	22	18%
Profesores de universidad	22	18%
Científicos/investigadores	21	16%
Administración educativa	0	0%
Total	126	100%

Tabla 1. Porcentajes de participación en el cuestionario por grupos de interés.

El segundo cuestionario está estructurado en cinco categorías. En la primera categoría se muestran todos los ítems que responden a la cuestión *¿por qué es importante estudiar/enseñar ciencias?*, y que se han recogido bajo el epígrafe *Motivación*. La segunda categoría corresponde a los *Conceptos* que se deberían impartir y aprender en las clases de ciencias en la enseñanza Secundaria. La tercera categoría la forman los ítems relacionados con los diferentes *Campos Científicos*. La cuarta categoría es relativa a las *Competencias, Habilidades y Destrezas* que la persona debe adquirir en la formación preuniversitaria. Y finalmente, se preguntó sobre cuáles serían las *estrategias de enseñanza-aprendizaje* más adecuadas en Ciencias.

En la *Tabla 2* se muestran los resultados del segundo cuestionario, donde se han recogido los ítems de cada categoría que fueron seleccionados con más frecuencia.

DISCUSIÓN

En la mayoría de los casos, las categorías están de acuerdo con las establecidas en estudios previos de Delphi en ciencias (Bolte, 2008) y se refieren a las pautas y aspectos de la enseñanza de la ciencia según se afirma en la bibliografía consultada (Bybee *et al.* 2009; Fensham, 2009).

Categoría	Estud.	Prof. preuniv.	Prof. Univ.	Científicos	Total
Motivación					
Educación/Desarrollo integral de la persona	64	50	91	86	51
Desarrollo intelectual de la persona	74	55	64	57	44
Naturaleza/fenómenos naturales	54	45	82	52	34
Tópicos/Conceptos					
Medio ambiente	28	68	64	67	26
Energía	41	59	73	33	25
Propiedades materia	44	23	77	52	25
Campos científicos					
Biología humana	38	77	64	48	28
Ciencias de la Tierra	39	64	64	48	25
Matemáticas	34	59	45	52	20
Habilidades					
Motivación/interés/curiosidad	52	55	12	8	20
Comprensión	46	64	14	12	20
Razonamiento/análisis/ conclusiones	30	64	17	15	15
Estrategias					
Utilización de las nuevas tecnologías	79	86	50	67	55
Aprendizaje de las ciencias por indagación	56	55	73	90	43
Aprendizaje cooperativo	70	68	64	57	45

Tabla 2. Porcentajes de los ítems más citados en cada categoría, repartidos según grupos encuestados.

En cuanto a la categoría de la **motivación** en el estudio de ciencias, parece que el mayor interés se centra en el *desarrollo integral del individuo* y la *explicación de los procesos naturales* según se observa en la *Tabla 2*.

También el *desarrollo intelectual* ha sido ampliamente seleccionado por todos los colectivos. En general, los ítems mencionados se distribuyen bastante homogéneamente entre todos los colectivos encuestados.

Con respecto a **conceptos** (categoría 2) destaca *medio ambiente*, en particular entre profesores y científicos, seguido de *energía* y *propiedades de la materia*.

En **campos científicos** (categoría 3) destacan la *Biología Humana* y *las Ciencias de la Tierra*, como las más votadas por los profesores de ambos grupos.

Por otro lado, las **habilidades** (categoría 4) más valoradas por los estudiantes y profesores de ESO son la formación del *pensamiento crítico*, *razonamiento* y *capacidad para analizar y elaborar conclusiones* junto con *la comprensión*.

Y por último, en cuanto a **las estrategias de enseñanza-aprendizaje** (categoría 5) entre las que figura *la utilización de nuevas tecnologías* destaca como la más votada en el grupo de científicos *el aprendizaje de las ciencias por indagación*.

Los resultados obtenidos dan cuenta de aquellos aspectos sobre los que se debería incidir o modificar en las clases de ciencias afín de favorecer el interés por los contenidos impartidos. En relación a la categoría de Tópicos/conceptos resalta el hecho de que se haga alusión a contenidos del ámbito de la física (energía), de la química (propiedades de la materia) y de la geología y biología (medioambiente). Según Speering y Rennie (1996), la fragmentación en diversas materias diferenciadas (física, química, biología, etc.) del currículo de ciencias de Secundaria influye negativamente sobre la percepción de la ciencia de los estudiantes en Secundaria. Los resultados obtenidos en las categorías de Habilidades y Estrategias, reflejan que puede haber otros factores adicionales que podrían afectar también a la falta de interés en las clases de ciencias, y que podrían ser tales como el profesor, la falta de trabajo práctico o la excesiva orientación para preparar los exámenes en las clases, como apuntan algunos autores (Murphy y Beggs, 2003).

Sin duda, parece complicado desentrañar el conjunto de factores determinantes en la práctica docente que han de ser tenidos en cuenta para las clases de ciencias en Secundaria. Algunos autores apuntan (Vázquez y Manassero, 2009) que ofrecer una ciencia escolar menos aburrida y más asequible (ciencia inclusiva o ciencia para todos), actuando sobre las variables educativas como el currículo o los métodos de enseñanza y aprendizaje puede ser la clave.

El estudio que aquí se presenta no pretende ser más que un pequeño esbozo de lo que pueden ser las claves para mejorar la enseñanza de las clases de ciencias. Si bien son muchos y de gran calidad los trabajos publicados sobre esta temática, la mayoría están enfocados a las respuestas de los alumnos. En este trabajo se aborda con un mismo cuestionario a todos los grupos participantes del proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias, afín de contrastar sus opiniones. Es curioso observar una aproximación de ideas, reflejadas en ítems, entre grupos tan dispares, como por ejemplo en las estrategias.

CONCLUSIONES

Hemos realizado un estudio Delphi para identificar los aspectos clave para la enseñanza de las ciencias en la etapa preuniversitaria. Se encuestaron a 126 individuos, pertenecientes al colectivo de estudiantes de ESO y Bachillerato, junto con expertos en el ámbito de las ciencias. Se ha elaborado una lista de 80 ítems o ideas clave, que atienden a aspectos como la motivación, los tópicos de interés, campos de la ciencia, habilidades a adquirir y estrategias de enseñanza. El resultado ha sido la identificación por consenso de los ítems reseñados.

Creemos que los resultados de este estudio apoyan el uso de la técnica Delphi para este propósito. A la vista de los resultados, el estudio Delphi se presenta como una buena herramienta para conocer aquellos aspectos claves que pueden ser objeto de mejora en la enseñanza de las ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida para la realización de este estudio al séptimo programa marco de la Unión Europea en el proyecto PROFILES. Así mismo, agradecen la colaboración de profesores e investigadores de la Universidad de Valladolid que amablemente han contribuido a este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, M. & ZIGLIO, E. (1996). *Gazing into the Oracle: The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*, Jessica Kingsley Publishers, London.
- BOLTE, C. (2008). A Conceptual Framework for the Enhancement of Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy, based on Stakeholders' Views by Means of a Curricular Delphi Study in Chemistry. *Science Education International*, 19(3), 331-350.
- BROOKS, K.W. (1979). Delphi Techniques: Expanding Applications. *North Central Association Quarterly*, 53,3, 377-385.
- BYBEE, R.W., MCCRAE, B., & LAURIE, R. (2009). PISA 2006 An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-886.
- CLAYTON, M.J. (1997). Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education, *Educational Psychology*, 17, pp. 373-386
- COCHRAN, S.W. (1983). The Delphi Method: Formulating and Refining Group judgements. *Journal of Human Sciences*. 2(2), 111-117
- CRITCHER, C. & GLADSTONE, B. (1998). Utilizing the Delphi technique in policy discussion: a case study of a privatized utility in Britain, *Public Administration*, 76, pp. 431-449.
- DAILEY, A. L & HOLMBERG, J. C. (1990). Delphi – A Catalytic Strategy for Motivating Curriculum Revision by Faculty. *Community/Junior College Quarterly Review*, 14, 129-136.
- DALKEY, N. & HELMER, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts, *Management Science*, 9, 458-467, 1963.
- DEVILLIERS M, DEVILLIERS P. & KENT A. (2005). The Delphi technique in health science education research. *Medical Teacher*. 27 639-643
- FENSHAM, P.J. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.
- HÄUSSLER P. & HOFFMANN L. (1999). A Curricular Frame for Physics Education: Development, Comparison with Students' Interests, and Impact on Students' Achievement and Self-Concept. *Science Education*. Volume 84, Issue 6, 689-705.
- HELMER, O. (1966). *Social technology*. New York: Basic Books
- LINSTONE, H.A. & TUROFF, M., (1975). *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.
- MURPHY, C. Y BEGGS, J. (2006). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- MURRY, J.W. & HAMMONS, J.O. (1995). Delphi: a versatile methodology for conducting qualitative research, *Review of Higher Education*, 18, pp. 423-436
- OSBORNE, J. F., RATCLIFFE, M., COLLINS, S., MILLAR, R., & DUSCH, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- PETRINA, S & VOLK, K.S. (1992). Policy Making Processes and the Delphi Technique in STS Curricula: A Case Study Examining Energy Issues. *Bulletin of Science and Technology in Society*, 12, 299-303.
- SMITH, K. S. & SIMPSON, R. D. (1995). Validating Teaching Competencies for Faculty Members in Higher Education: A National Study Using the Delphi Method. *Innovative Higher Education*. 19 (3), 223-234.
- SPEERING, W., & RENNIE, L. (1996). Students' perceptions about science: The impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education*, 26(3), 283-298.
- VÁZQUEZ ALONSO, A. & MANASSERO MAS, M.A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1)