

# LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACION SECUNDARIA: UN ESTUDIO MEDIANTE LA TECNICA DELPHI

Elena Charro, Ángela Gómez-Niño, Susana Plaza  
*Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Trabajo Social.  
Universidad de Valladolid*

**RESUMEN:** El presente trabajo aborda la problemática entorno a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en el ámbito de las enseñanzas no-universitarias como resultado de los últimos estudios PISA en relación a nuestros estudiantes españoles. Con el propósito de desentrañar los aspectos que fallan en la práctica docente así como tratar de mejorar e intensificar los que pueden contribuir a mejorar la cultura científica, se lleva a cabo un estudio utilizando la técnica Delphi. La técnica es adecuada para llevar a cabo una investigación en el área de la didáctica de las ciencias, pues una de las fortalezas que tiene es no requerir de la presencia de los expertos ya que se puede realizar por e-mail. El método busca encontrar el consenso entre los expertos encuestados. A través de sucesivas encuestas a más de 100 personas elegidas de entre diferentes estamentos relacionados con el ámbito de las ciencias tratamos de encontrar las claves para mejorar las clases de ciencias y enfatizar la necesidad de mejorar la cultura científica de nuestros estudiantes.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje por indagación, PROFILES, (CTS) ciencia tecnología y sociedad.

## OBJETIVOS

El presente estudio se centra en la búsqueda de estrategias enseñanza-aprendizaje motivadoras para la impartición de materias de ciencias en los cursos de enseñanza secundaria obligatoria, dado que por una parte se estima que en esas edades, es el momento óptimo para intensificar los conocimientos en ciencias en los alumnos, y por otro lado, el profesorado necesita transmitir de una manera más eficaz el aprendizaje de los contenidos de estas materias. Por lo tanto, el objetivo general es determinar qué aspectos serían de mayor interés y deseables para la formación en materias de ciencias de los estudiantes en la enseñanza en educación secundaria obligatoria. Como objetivos específicos se pretende identificar aquellas materias que son más motivadoras para el alumnado para decantarse por el estudio de Ciencias y señalar qué estrategias de enseñanza-aprendizaje son más valoradas por los agentes implicados (alumnado y profesorado).

## MARCO TEÓRICO

En España, el alumnado de educación secundaria obligatoria (ESO) en materias de ciencias (principalmente en matemáticas) obtiene unos resultados significativamente inferiores comparando con otras

---

materias y con otros países (EURYDICE, 2012), y tiene como consecuencia inmediata un empobrecimiento de la cultura científica que debe adquirir en esa etapa (Guerrero, 2010). Ocurre además, que en ESO, el alumnado presenta cierta complejidad por las características evolutivas propias de la etapa adolescente, y que el profesorado está muy condicionado por los sucesivos cambios de legislación en materia educativa encontrándose en la mayor parte de los casos, con un currículo excesivamente rígido a la hora de adaptarlo al aula. Por otra parte, la determinación de aspectos de mayor incidencia en la motivación del alumnado, debería influir en la búsqueda, creación y aplicación de estrategias que mejoren el aprendizaje. Esto contribuiría a impulsar acciones de formación de profesorado contando con herramientas y recursos que puedan apoyar la tarea docente para conseguir una enseñanza motivadora y eficaz. Además, se pretende que la transmisión de contenidos, conceptos y habilidades sea facilitada por el empleo de esas estrategias además de permitir el acceso con suficiente base teórica a los estudios de bachillerato, y posteriormente a estudios universitarios. Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), constituyen un campo de trabajo en los ámbitos de la investigación académica, la educación y la política (UNESCO, 2012). El enfoque general es de índole interdisciplinar, concurren en él disciplinas de las ciencias sociales y la investigación académica en humanidades como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía. Además, trata de promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social. Los agentes implicados en la tarea educativa serán desde investigadores y científicos, profesorado universitario y de enseñanza primaria y secundaria obligatoria, con responsabilidades docentes o institucionales en enseñanza de las ciencias u organización curricular; el alumnado tanto de ESO, como de las diversas especialidades de la enseñanza superior; periodistas y público general receptor de la comunicación de la ciencia a través de los medios; y la propia Administración Pública en política educativa y tecnología.

Por otra parte, dado los bajos resultados de los estudiantes españoles en materias de ciencias según el Informe Pisa 2006, parece que debe haber motivos para pensar que habrá factores que condicionan el aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos (Martínez, 2009). Las pruebas de PISA (Programme for International Student Assessment) son aplicadas cada tres años. Examinan el rendimiento del alumnado en áreas temáticas clave y estudian igualmente una gama amplia de resultados educativos, entre los que se encuentran: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que éstos tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje. A raíz de estas situaciones, en educación surgen proyectos europeos como PROFILES para promocionar el aprendizaje de las ciencias basado en la indagación (IBSE). La principal característica que distingue este proyecto, radica en la atención que se presta al aumento de la eficacia de los profesores de ciencias, lo que se traduce en un incremento de su nivel de competencia y confianza para enseñar a los alumnos de forma significativa y motivadora. 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 de innovación utiliza como apoyo para los profesores, materiales de enseñanza de las ciencias ya existentes y programas de formación de profesores en los que se incluye también la opinión de los expertos de otros sectores interesados en la educación científica, además de tener en cuenta las necesidades de los estudiantes. Se ha pensado que el éxito del proyecto se puede establecer a través de la eficacia personal de los propios profesores de ciencias para la mejora y actualización de cómo se enseñan las ciencias y las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y su educación científica cuando se lleva a cabo en un contexto que se centra en el estudiante. El objetivo es llegar a determinar en la enseñanza de ciencias qué aspectos serían de mayor relevancia y deseables para la formación del individuo en la sociedad actual y futura. Se intentará dar una visión amplia buscando aquellos grupos de interés implicados en la investigación.

---

## METODOLOGÍA

La metodología a emplear en este estudio será un sondeo en varias fases de la muestra a través de la técnica Delphi. Esta técnica fue desarrollada originalmente como un instrumento para predecir la trascendencia de los avances técnicos. Hoy en día, abarca una amplia variedad de aplicaciones, 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 escolar. Es un proceso repetitivo basado en la elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado por los expertos en el tema a investigar. Una vez recibida la información, se vuelve a realizar otro cuestionario basado en el anterior para ser contestado de nuevo. Entre las características de la técnica Delphi, incluyen que cada participante de forma individual realice una contribución por escrito sobre el tema del estudio y enviarlo a un equipo central de investigación. Por ello, el empleo de esta técnica para realizar el estudio de investigación en Educación será útil y novedoso (Osborne et al., 2003).

En la primera fase (objeto de este artículo) será un análisis-diagnóstico, para acotar dentro del ámbito las ciencias aquellos aspectos que puedan ser más relevantes. La recogida de datos para la investigación se ha realizado pasando un cuestionario a los diferentes grupos de interés o estamentos: estudiantes, profesorado de educación secundaria, profesorado universitario y formadores de profesorado, científicos e investigadores y autoridades educativas. Se pregunta sobre aspectos muy generales y del conjunto de categorías más valoradas se establece un segundo sondeo para establecer cuáles serían de mayor interés a nivel práctico, y en un nivel más teórico o prioritario, entendiéndose como tal, aquellos conceptos que sean relevantes para que el individuo desarrolle las competencias y habilidades necesarias en la sociedad actual. Los cuestionarios están estructurados en varios bloques, y cada uno de ellos con una enumeración de categorías. En el primer bloque se responde a la cuestión *¿por qué es importante estudiar/enseñar ciencias?*, y las posibles respuestas son: Educación/ desarrollo integral de la persona, Desarrollo emocional de la persona, Desarrollo intelectual de la persona, Los intereses (la motivación) de los estudio, Marco curricular, Naturaleza/ fenómenos naturales, Vida cotidiana, Medicina /salud , Tecnología, Medios de comunicación de masas / temas de actualidad, Sociedad / Interés general, Referencias mundiales, Ocupación (empleo), Biología, Química, Física, Interdisciplinariedad de las ciencias, Extraescolares/ Formación fuera de la escuela (no reglada) . El segundo bloque de ítems o categorías a elegir, corresponde a *contenidos* que se deberían impartir y aprender: Materia/ concepto de Partícula, Estructura, función y propiedades de la materia, Reacciones químicas, Energía, Sistemas, Interacciones, Desarrollo / crecimiento, Modelos (modelización), Terminología, Cuestionamiento científico, Límites del conocimiento en las ciencias, Ciclo de la materia, Alimentación y nutrición, Salud y Medicina, La materia en la vida cotidiana, Dispositivos técnicos, Medio ambiente, Procesos industriales, Seguridad y riesgos, Empleo/ campos de trabajo. El tercer bloque lo forman los ítems relacionados con los diferentes *campos científicos*: Botánica, Zoología, Biología humana, Genética /biología molecular, Microbiología, Biología de la evolución, Neurobiología, Ecología, Química inorgánica, Química orgánica, Química analítica, Bioquímica, Mecánica, Electrodinámica, Termodinámica, Física nuclear/atómica, Astronomía / espacio interestelar, Ciencias de la tierra, Matemáticas, Interdisciplinar (ciencias), Investigación científica (en general), Consecuencias (logros) de la investigación tecnológica, Historia de la ciencia, Ética / valores éticos. El cuarto bloque relativo a las *competencias, habilidades y destrezas* que la persona debe adquirir, está formado por: Conocimientos específicos, Comprensión y asimilación de conceptos/conocimientos, Aplicación del conocimiento / pensamiento abstracto, Juicio crítico /reflexión / formación de la opinión, Formulación de cuestiones científicas e hipótesis, Capacidad para experimentar, Adquisición de pensamiento racional / capacidad de análisis / elaboración de conclusiones, Trabajo autónomo, estructurado y preciso, Investigación, Comprensión lectora, Habilidades de comunicación, Conocimiento sobre la tarea científica, Percep-

ción, Sensibilidad y empatía habilidades sociales, Grupos de trabajo, entrenamiento de habilidades, Motivación, interés, curiosidad, Preguntas críticas, Responsabilidad, acciones reflexionada. Y finalmente, se analiza sobre cuáles son las *estrategias de enseñanza-aprendizaje* más adecuadas: Aprendizaje cooperativo, Aprendizaje en clases mezcladas (edades), Aprendizaje interdisciplinar de las ciencias, Indagación o investigación basado en el aprendizaje (método) científico, Aprendizaje por etapas, Juego de roles, Temas de discusión o debates, Uso de nuevas tecnologías.

## RESULTADOS

En la realización de los cuestionarios han participado un total de 126 individuos, según indica la tabla 1:

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

Grupo	Número total respondidos	Porcentaje
Estudiantes	61	48%
Profesores de ciencias	22	18%
Formación de profesorado	22	18%
Científicos	21	16%
Administración educativa	0	0%
Total	126	100%

A modo de resumen del trabajo, en la siguiente tabla 2 se incluyen las categorías mayoritariamente consignadas por grupos de interés encuestados:

Tabla 2.  
Selección de categorías por bloques  
y grupos de interés según mayor frecuencia expresado en porcentaje.

Bloque	Categoría	Grupo encuestado				
		Estudiant.	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	Medioambiente	28	68	64	67	26
	Energía	41	59	73	33	25
	Propiedades materia	44	23	77	52	25
Campos Científicos	<i>Biología humana</i>	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

---

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, las categorías mencionadas se distribuyen bastante homogéneamente entre todos los colectivos encuestados. Con respecto a conceptos (bloque 2) destacan: *energía, medioambiente y propiedades de la materia*; siendo la segunda indicada, muy mencionada por profesores en general y científicos. En campos científicos (bloque 3) destacamos la *Biología Humana* y *las Ciencias de la Tierra*, como las más votadas por los profesores de ambos grupos. Por otro lado, las habilidades (bloque 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 (bloque 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*.

## CONCLUSIONES

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 moderna según apuntan algunos autores de la literatura didáctica (Bybee *et al* 2009; Fensham, 2009). 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. El proceso Delphi ofrece respuestas individuales con un considerable grado de libertad en la expresión de opiniones sobre un tema, a menudo ofreciendo a los nuevos investigadores la conciencia de la exploración. La técnica Delphi constituye un método interesante a caballo entre la metodología cualitativa y la cuantitativa (Linstone y Turoff, 1975; Critcher y Gladstone, 1998).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida al VII PM de la UE al Proyecto PROFILES (Grant agreement No 266589). Así mismo agradece la colaboración de profesores e investigadores de la universidad de Valladolid que amablemente han contribuido a este estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- Critcher, C. & Gladstone, B. (1998) Utilizing the Delphi technique in policy discussion: a case study of a privatized utility in Britain. *Public Administration*, 76, 431-449.
- EURYDICE (2012). *Cifras clave de la Educación 2012. Evolución de los sistemas educativos europeos durante la última década*. Extraído el 10 de diciembre de 2012 de: [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/key\\_data\\_en.php](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/key_data_en.php)
- 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.

- 
- Guerrero, A. (2010), “El profesorado de los institutos de educación secundaria: estructura, prestigio y acción”, en Feito, R. (coord.). *Sociología de la educación secundaria*. Madrid, Graó, Ministerio de Educación. 56-58
- Linstone, H.A. & Turoff, M. (1975) *The Delphi Method Techniques and Applications* (Boston, MA, Addison-Wesley).
- Martínez García, J. S. (2009), Fracaso escolar, PISA y la difícil ESO. *Revista de Asociación de Sociología de la Educación*, 2 (1): 56-85
- 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.
- UNESCO (2012). *Los jóvenes y las competencias. Trabajar con la educación. Seguimiento de la EPT en el Mundo*. Extraído el 13 de diciembre de 2012 de: [www.efareport.unesco.org](http://www.efareport.unesco.org)