

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA QUE ES RELEVANTE EN EL MUNDO ACTUAL SEGÚN UN ESTUDIO DELPHI

Elena Charro, Esther Charro-Huerga, Susana Plaza
Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid

RESUMEN: Este trabajo trata de identificar en qué y cómo se debe formar a los ciudadanos en ciencias a su paso por las aulas de educación secundaria. Mediante un estudio estructurado, basado en el uso de la técnica Delphi, se busca conocer la opinión de un grupo de encuestados (elegidos en base a su relación con las ciencias y su enseñanza) en relación a los motivos, contenidos básicos, asignaturas, estrategias y habilidades sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias para lograr una formación adecuada de los estudiantes de educación secundaria. Los resultados del estudio muestran que entre las principales motivaciones está *el desarrollo integral de la persona*, entre los contenidos y asignaturas se mencionan la *Biología*, *Ciencias de la Tierra y Matemáticas* y entre las estrategias de enseñanza se apuesta por el *aprendizaje interdisciplinar y la indagación*.

PALABRAS CLAVE: Técnica Delphi, Enseñanza de las Ciencias, Educación Secundaria.

OBJETIVO: El objetivo general de este trabajo es conocer la opinión de un grupo seleccionado de participantes acerca de los aspectos que consideran serían de mayor relevancia y deseables para la formación del individuo en la sociedad actual y futura en ciencias. Para ello, se quieren identificar las materias que son más motivadoras para el alumnado de secundaria para decantarse por el estudio de las ciencias, las habilidades que deberían adquirir estos alumnos, así como las estrategias que deberían emplearse en el aula para facilitar su enseñanza y aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La formación obligatoria del alumnado en niveles anteriores a los estudios universitarios presenta un gran interés social (UNESCO, 2012) dado que de esa acción educativa se asientan las bases para formar a una ciudadanía competente en una sociedad que está sujeta a cambios continuos en todos los aspectos de la vida cotidiana. Como consecuencia, las reformas curriculares más recientes han tratado de introducir este objetivo en las materias de ciencias de los diversos niveles escolares. El currículo actual no trata solamente de alfabetizar en el sentido de poder leer y escribir o realizar cálculos sencillos, sino de comprender las características y leyes básicas del mundo que nos rodea. Así, una adecuada alfabetización científica dotará a la persona de los recursos y herramientas eficaces para su pleno desarrollo. En este sentido, la alfabetización científica se concibe hoy como una combinación de actitudes y valores, habilidades, conceptos, modelos e ideas acerca del mundo natural y la manera de investigarlo (Gómez-Martínez et al, 2015). En definitiva, hay diversas maneras de entender la alfabetización científica en el sistema escolar, en gran parte debido a la propia ideología sobre las finalidades

y objetivos de la enseñanza de las ciencias. Dependiendo de para qué se considere relevante la ciencia escolar, el significado que se dé a esta alfabetización podrá ser uno u otro y, la manera de entenderla tendrá fuertes repercusiones en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo de ciencias, donde se decide qué enseñar.

METODOLOGÍA

El método Delphi es una herramienta que se ha utilizado en la investigación científica para lograr una mayor comprensión de la realidad desde diferentes perspectivas y para llegar a un acuerdo sobre temas de los que no se dispone de información concluyente (Varela-Ruiz et al., 2012). Hoy en día el Delphi se utiliza en muchos campos, y en particular, entre los aplicados a la enseñanza de las ciencias destaca el estudio de Osborne et al., (2003) y más recientes son los realizados por Bolte y Schulte (2013), Gorghiu et al., (2013), Abualrob y Daniel (2013), Keinonen et al., (2013) y Blanco et al (2012), entre otros.

Los pilares básicos del Delphi se pueden sintetizar en: 1) Es anónimo. 2) Los datos son analizados estadísticamente. 3) Es un proceso iterativo. Se realizan rondas sucesivas para que los expertos expresen su opinión, y mediante la retroalimentación que se produce en el proceso se llegue a un consenso (Balasubramanian y Agarwal, 2012), punto clave en esta técnica. Según Powell (2002) la calidad y el número de miembros que componen el panel de expertos son las claves de la técnica. El criterio de selección de los participantes en el panel de expertos depende de la naturaleza del tema del estudio. Como principales limitaciones y fortalezas de los estudios Delphi podemos destacar el tiempo que consume y los prejuicios e ideas preconcebidas de los expertos.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Atendiendo a los diferentes agentes implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, se considera experto a toda persona que y en base a su implicación directa con el objeto de estudio puede aportar una opinión relevante acerca del tema. De este modo se considera el panel de expertos compuesto por participantes pertenecientes a 4 grupos:

- Estudiantes: alumnos de secundaria (3º y 4º ESO y 1º Bachillerato) de diversos centros de enseñanza (IES Diego Marín Aguilera de Burgos y IES Emilio Ferrari de Valladolid).
- Profesores: profesores de secundaria en servicio y en formación (alumnos del Master de Secundaria) de Física, Química, Tecnología, Biología y Geología.
- Formadores: profesores de la Universidad de Valladolid de los Campus de Soria, Palencia y Valladolid, con docencia en el Master de Secundaria (ramas de Biología y Geología y Física y Química).
- Investigadores: científicos de diversas ramas (Químicos, Físicos, Tecnología alimentaria, Medioambiente, Botánica, Biología, Geología, Bioquímica y Biología Celular).

La investigación se desarrolla en tres rondas donde se utilizan sendos cuestionarios, y gira entorno a la pregunta abierta “¿qué debería conocer un ciudadano en la sociedad actual?”. Los cuestionarios se proporcionan tanto vía email como de forma presencial, y el anonimato se mantiene entre los encuestados, los cuales desconocen quienes conforman el panel.

Inicialmente se contactó con un total de 175 individuos, 35 expertos para cada grupo mencionado a excepción del grupo de Estudiantes, donde se prefirió contar con el doble (70 participantes). De los 175 cuestionarios enviados -o recogidos en las aulas para el caso de algunos estudiantes, en la primera

ronda- sólo se recibieron o consideraron válidos 155. En la Tabla 1 se recoge la participación que tuvo lugar en esta primera ronda, en cada grupo y en el total de participantes, oscilando entre un 86% y un 93%, hecho éste último que corresponde a los estudiantes. Para la segunda ronda, y siguiendo la filosofía del método Delphi, se procede a contactar, de manera presencial y/o vía e-mail, con los 155 participantes de la primera ronda, siendo la participación en esta segunda ronda de un 81% que aparece reflejada en la Tabla 1. La participación más baja ha sido la de los investigadores con un 70%, y por el contrario la más alta ha sido la de los estudiantes con un 94%, hecho este último debido a que en su mayoría los cuestionarios han sido entregados y recogidos de manera presencial en el aula. En esta segunda ronda han participado un total de 126 individuos, de un total de 155 enviados. En la tercera ronda, el número de participantes descendió notablemente, donde sólo se consideraron 84 participantes, siendo especialmente baja la participación de los alumnos. Sin embargo, hay que hacer notar que todos los datos que se van a aportar han sido normalizados para poder realizar una adecuada comparación entre los grupos. Por otro lado, hay que destacar que habitualmente en los estudios Delphi se incluye un número reducido de participantes siendo además común que se produzca un descenso en el número de miembros del panel de expertos a lo largo del proceso.

Tabla 1.
Participación del panel de expertos
en las tres rondas del estudio Delphi.

Grupo	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3
<i>Estudiantes</i>	65	61	27
<i>Profesores</i>	30	22	20
<i>Formadores</i>	30	22	18
<i>Científicos</i>	30	21	19
Total	155	126	84

RESULTADOS

En la primera ronda se proporciona un cuestionario basado en una pregunta abierta, ¿qué debería conocer un *ciudadano en la sociedad actual?*. Para uniformar el contenido de las respuestas se les pide a los encuestados que expresen sus ideas en relación a 3 aspectos: a) contenidos y conocimientos que considera se deben abordar en el aula, b) la estrategia de aprendizaje que propondría y en tercer lugar, c) habilidades que debería conseguir el maestro. Una vez respondido este primer cuestionario por los expertos, los textos recolectados son analizados por el grupo coordinador que a partir de la lectura pormenorizada de los escritos aportados genera un set de ítems fruto de las expresiones, palabras e ideas vertidas por los participantes. Un total de 88 ítems (subcategorías) son categorizados como sigue:

- La categoría I corresponde a “*situaciones, contextos, motivaciones*” y consta de 18 subcategorías.
- La categoría II se refiere a “*conceptos y tópicos*” y consta de 20 subcategorías.
- La categoría III hace referencia a “*campos y perspectivas*” y consta de 24 subcategorías.
- La categoría IV recoge las “*cualificaciones y habilidades*” y consta de 18 subcategorías.
- La categoría V se destina a “*estrategias de enseñanza/aprendizaje*” y consta de 8 subcategorías.

Con los ítems distribuidos en estas 5 categorías se genera el segundo cuestionario, que da paso a la segunda ronda, donde los encuestados han de responder a la misma pregunta pero esta vez marcando cuantos ítems deseen de cada una de las 5 categorías. La recopilación de los datos permite iniciar el

análisis cuantitativo, que consistirá en calcular la frecuencia relativa (en %) de cada subcategoría (número de veces que una subcategoría es seleccionada). En relación al total de la muestra, destacan varias subcategorías por presentar frecuencias entorno al 50% o superiores:

- En la categoría I: *Educación/desarrollo integral de la persona, desarrollo intelectual y naturaleza.*
- En la categoría II.- *Estructura y función de la materia, energía, alimentación y medioambiente.*
- En la categoría III.- *Biología, ciencias de la tierra, matemáticas.*
- En la categoría IV.- *Comprensión de conceptos, juicio crítico, capacidad de análisis y motivación.*
- En la categoría V.- *Aprendizaje cooperativo, aprendizaje interdisciplinar, indagación, temas discusión, nuevas tecnologías.*

Tras esta segunda ronda y afín de mostrar resultados más diferenciados, se sucede la tercera ronda que tiene como objetivo la identificación de aquellos aspectos que se consideran prioritarios e imprescindibles en el aprendizaje-enseñanza de las ciencias, y también, en qué medida son éstos llevados a cabo en la práctica en la enseñanza de las ciencias?. De este modo, se les pide a los participantes que rellenen un cuestionario con su visión de la prioridad y también de la que consideran su ejecución práctica de las diferentes subcategorías. Para la evaluación se utilizó una escala Likert de 6 puntos, donde la codificación varía de 1 (*No importante, no se enseña en absoluto/no se debería enseñar en absoluto*) hasta 6 (*Imprescindible, se pone énfasis en su enseñanzase debería enfatizar su enseñanza*).

El análisis de los datos, para los que se ha realizado la media, arroja los siguientes resultados:

- En la categoría de situaciones, contextos y motivaciones: la subcategoría *desarrollo integral de la persona* fue una de las que recibió la valoración más alta, tanto en la prioridad con 4,89 como en la práctica, con 4,00, y sin embargo, *los intereses (motivaciones) de los estudiantes* fue una de las que recibió la valoración más alta en la prioridad (4,84) pero la más baja en la práctica (2,70).
- Para la categoría de conceptos y tópicos: *la salud y medicina* fue una de las que recibió la valoración más alta, tanto en la prioridad con 4,80 como en la práctica, con 4,16, y sin embargo, el *cuestionamiento científico* fue una de las que recibió la valoración más alta en la prioridad (4,90) pero la más baja en la práctica (3,30).
- En la categoría de campos científicos y perspectivas: la subcategoría *de matemáticas* obtiene las mejores puntuaciones tanto para la prioridad (4,96) como para la práctica (4,14).
- En la categoría de las estrategias de enseñanza aprendizaje: *aprendizaje por etapas* fue una de las que recibió la valoración más alta, tanto en la prioridad con 4,75 como en la práctica, con 4,20, y sin embargo, la *indagación a través del método científico* (4,60) y *aprendizaje interdisciplinar* (4,55) fueron de las mejor valoradas en la prioridad (4,60 y 4,55, respectivamente) pero las más bajas en la práctica (2,81 y 2,67, respectivamente).

Por otro lado, el análisis de las diferencias entre prioridad y práctica nos da cuenta del énfasis que se da en las aulas en relación a los distintos aspectos consultados. De este modo, las mayores diferencias se encuentran en *motivaciones de los estudiantes* (categoría I), con una diferencia de 2,14 puntos, *cuestionamiento científico* (categoría II), con una diferencia de 1,77), *interdisciplinariedad de las ciencias* (categoría III), con una diferencia de 2,63 puntos, *aplicación de conocimientos* de la categoría IV, con 2,34 puntos de diferencia entre prioritario y realización en la práctica, y *aprendizaje interdisciplinar* (categoría V) con una diferencia de 1,88 puntos. Sólo en un caso se ha producido una valoración en la práctica por encima de lo considerado necesario abordar en el aula, y es el caso del *marco curricular* con -0,33, lo que indica que se le da poca importancia y sin embargo en la realidad se le da mucho peso en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Los resultados de este estudio Delphi muestran que existen algunos aspectos del currículo de ciencias y el modo en que es llevada a cabo la enseñanza-aprendizaje de la misma que conviene analizar y tener en cuenta. Que los *intereses y motivaciones de los estudiantes* sean altamente valorados por los “expertos” para la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en contraposición con el hecho de que no sea tenido en cuenta en la práctica, es una cuestión íntimamente ligada con el enfoque CTS (Ciencia-Tecnología y Sociedad) que debería priorizarse y ser utilizado para abordar contenidos científicos en el aula. Por otro lado, que el *cuestionamiento científico* muestre también una gran diferencia entre lo que sería importante priorizar en el aula de ciencias frente a lo que sucede en la práctica docente nos indica que realmente no se abordan los conceptos y contenidos siguiendo el método científico, de modo que el alumno pueda desarrollar la competencia científica adecuadamente. Y en relación a las estrategias de enseñanza, en opinión de los encuestados sería deseable llevar a cabo una enseñanza más *interdisciplinar* y basada en la *indagación*, aspectos que en la práctica no tienen lugar, lo que es indicio de que aún sigue predominando la enseñanza tradicional, basada en la explicación del profesor, y siguiendo el libro fundamentalmente.

Aunque la mayor parte de los análisis Delphi han sido dedicados a ámbitos bien diferentes a la educación, en los últimos años ha cobrado importancia esta técnica para abordar los temas relativos a la enseñanza de las ciencias como lo demuestran los trabajos más recientes encontrados en la bibliografía, y algunos de los cuáles se comentan a continuación. Un estudio similar al presentado aquí ha sido el realizado en Finlandia (Keinonen et al, 2013), que concluye proponiendo un modelo de formación en ciencias basado en un contexto de desarrollo sustentable, donde se dedique tiempo a la naturaleza e interaccionar con ella; aunque también se sugiere el uso de las TICs y de metodologías que requieran de la resolución de problemas y del desarrollo del pensamiento crítico por parte del alumnado, y por último, destacan el papel de la indagación para fomentar la argumentación entre el alumnado.

Otros autores como Ozdem-Yilmaz y Cavas (2016), que realizan un estudio Delphi enfocado en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Turquía, resaltan el papel del currículum donde se haga hincapié en la importancia de la interdisciplinariedad de las ciencias, y el papel con el que cuenta para el desarrollo individual de las personas, así como se enfatiza el papel de la educación científica en el desarrollo y supervivencia de un país. Estos mismos autores (Ozdem-Yilmaz y Cavas, 2016) sugieren que la indagación científica sea incluida entre las habilidades a conseguir por el alumnado afín de conseguir consolidar el conocimiento científico, y promover el razonamiento científico.

Un estudio que merece ser destacado es el de Blanco-López et al (2015) ya que a través de la misma técnica Delphi, aunque siguiendo un protocolo ligeramente diferente al presentado aquí, se cuestiona lo que debe conocer de ciencias un ciudadano español, como el presente estudio. Blanco-López et al (2015), defienden que una formación básica en ciencias juega un papel fundamental en el desarrollo de la competencia científica de los ciudadanos, y es más, que esta competencia debe de continuar construyéndose a lo largo de toda la vida. Estos autores (Blanco-López et al, 2015) también refieren tratar temas relevantes de diferentes facetas de la vida cotidiana, tanto a nivel personal, social, profesional, en los que los estudiantes se vean obligados a tomar decisiones, haciendo particular énfasis en aquellos temas que generan mayor controversia científica o social, aspecto éste que concuerda con los intereses y motivaciones de los estudiantes que apuntaban los expertos encuestados en el presente estudio, y las implicaciones CTS a las que hacíamos alusión con anterioridad.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Tras realizar tres rondas, se ha observado un consenso respecto a algunos aspectos que pueden ser relevantes en relación a la enseñanza de las ciencias. Entre ellos cabe destacar los intereses y motivaciones de los estudiantes, aspecto éste en el que coincidimos con otros autores (Blanco-López et al, 2015, Osborne, 2014) ya que trabajando temas de interés para el alumno pero también con cierta controversia a nivel social y/o científico, se convertirán en ciudadanos con una actitud crítica cuando manejen información de diferentes procedencias o fuentes y serán capaces de razonar, interpretar y argumentar sobre fenómenos o cuestiones científicas, sus propias ideas y las de otros. También, entre las estrategias de enseñanza, en este estudio se consensuan el *aprendizaje interdisciplinar* y la *indagación*, aspecto también señalado por Ozdem-Yilmaz y Cavas (2016), que apuestan por la interdisciplinariedad de las ciencias y los procesos de indagación.

Las implicaciones didácticas de este estudio se pueden resumir brevemente en la necesidad de revisar el currículo y adaptarlo a los requerimientos de la sociedad actual. También como implicaciones didácticas más notorias destacaríamos que diferentes temas de ciencias pueden ser implementados de una manera integradora, siendo el curriculum escolar susceptible de ser programado y proyectado de una manera inter- y trans-disciplinar y facilitar así el desarrollo de la competencia científica junto con la consolidación del conocimiento de una ciencia básica. Pero ante todo, apostamos por sugerir fomentar el espíritu crítico, el cuestionamiento científico y el razonamiento para favorecer la argumentación de los alumnos en las aulas de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUALROB, M.M.A.y DANIEL, E.G.S. (2013). The Delphi Technique in Identifying Learning Objectives for the Development of Science, Technology and Society Modules for Palestinian Ninth Grade Science Curriculum. *International Journal of Science Education*, 35 (15), 2538-2558
- BALASUBRAMANIAN, R. y AGARWAL, D. (2012). Delphi Technique, A review. *International Journal of Public Health Dentistry*, 3(2),16-25.
- BLANCO, A., ESPAÑA, E. y GONZÁLEZ, F. J. (2012). Descripción de un estudio Delphi para caracterizar la competencia científica deseable para la ciudadanía. *Actas de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 811-818.
- BLANCO-LOPEZ, A., ESPAÑA-RAMOS E., GONZALEZ-GARCÍA F.J. y FRANCO-MARISCAL.A.J. (2015) Key Aspects Of Scientific Competence For Citizenship: a Delphi Study of the Expert Community In Spain. *Journal of Research in Science Teaching*. 52(2), 164–198.
- BOLTE, C. y SCHULTE, T. (2013). Stakeholders' views on science education in Europe: Method and first insights of the profiles international curricular Delphi study on science education. *ESERA Conference Proceedings. Strand 8*, 131-142.
- GÓMEZ-MARTÍNEZ, Y., de CARVALHO, A. M. P. y SASSERON, L. H. (2015). Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 19-27.
- GORGHIU, L.M.; GORGHIU, G.; OLTEANU, R.L.; DUMITRESCU C.; SUDUC, A.M. y BIZOI, M. (2013). Delphi Study - A Comprehensive Method for Outlining Aspects and Approaches of Modern Science Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 535- 541.
- KEINONEN, T.; KUKKONEN, J.; SCHULTE, T. y BOLTE, C. (2013). Stakeholders' views of science education: Finnish PROFILES curricular Delphi study - Second round. *ESERA Conference Proceedings. Strand 8*. 160-171.

- OSBORNE J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *School Science Review*. 352, 53-62.
- OSBORNE, J. F., RATCLIFFE, M., COLLINS, S., MILLAR, R. y 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.
- OZDEM-YILMAZ Y. y CAVAS B.(2016) Pedagogical desirable science education: views on inquiry-based science education in Turkey. *Journal of Baltic Science Education* 15 (4) 506-522.
- POWELL, C. (2002). Methodological issues in nursing research. The Delphi technique: myths and realities. *J Adv Nurs* 41(4), 376-382.
- 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
- VARELA-RUIZ, M.; DÍAZ-BRAVO, L. y GARCÍA-DURÁN, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones en el área de la salud. *Inv Ed Med*, 1(2), 90-95.

