

# Aspectos metodológicos en un estudio Delphi sobre la competencia científica deseable para la ciudadanía

Blanco-López, A.<sup>1</sup>, España-Ramos, E.<sup>1</sup>, Franco-Mariscal, A.J.<sup>2</sup> y González-García, F.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales.

<sup>2</sup>I.E.S. Juan Ramón Jiménez. Málaga.

[ablancol@uma.es](mailto:ablancol@uma.es)

## RESUMEN

En esta comunicación se analizan algunos aspectos metodológicos de un estudio Delphi cuyo objetivo es obtener datos empíricos, en el ámbito de nuestro país, que ayuden a caracterizar el concepto de competencia científica deseable para la ciudadanía. Han participado 31 expertos en diferentes campos relacionados con la ciencia y la tecnología: científicos e ingenieros, filósofos de las ciencias, didactas de las ciencias, y comunicadores de la ciencia, con una posición reconocida en el ámbito español en sus respectivas áreas de trabajo, y que pudieran tener, a priori, diversidad de planteamientos sobre las cuestiones investigadas. En concreto, se presta atención a la gestión de la información durante el desarrollo del estudio y a los criterios utilizados para identificar los aspectos sobre los que existía consenso y estabilidad. Finalmente, se plantean algunas consideraciones sobre la influencia del método Delphi en las opiniones y valoraciones de los expertos.

## Palabras clave

Competencia científica; ciudadanía; estudio Delphi; consenso; estabilidad.

## INTRODUCCIÓN

A partir de finales de los años 90 surgen diferentes proyectos desde un ámbito más general que el de la educación científica, como los relativos a la definición y selección de competencias (DeSeCo) (OCDE, 2002) o a la evaluación internacional de estudiantes (PISA) (OCDE, 2006), con objeto de responder a la notable influencia que la sociedad del conocimiento está ejerciendo en las diferentes facetas de la vida de los ciudadanos, especialmente en el mundo del trabajo. En el seno de estos proyectos surge el concepto de competencia clave para la vida, al que se le otorga un papel destacado en la educación. Se considera que las competencias son muy importantes para comprender y funcionar bien en un mundo, cada vez más diverso e interconectado, en el que las personas necesitamos dominar las tecnologías cambiantes y movernos entre enormes cantidades de información para hacer frente a grandes desafíos colectivos, como la necesidad de equilibrar el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental, o la prosperidad con la equidad social (OCDE, 2005).

Nuestra pregunta ahora es si este nuevo marco conceptual, el de las competencias clave, debería implicar un replanteamiento de la formación científica deseable para los ciudadanos y como se ha venido caracterizando en las últimas décadas a partir de los enfoques de “*Ciencia para todos*” (Fensham, 1985), “*Ciencia, Tecnología y Sociedad*” (CTS) (Solomon & Aikenhead, 1994), “*Comprensión pública de las ciencias*” (Fensham & Harlen, 1999) o “*Alfabetización científica*” (Bybee, 1997; Fourez, 1997).

Para intentar responder a esta pregunta se ha llevado a cabo un estudio Delphi, en el ámbito de nuestro país, para establecer empíricamente si había algún consenso dentro de la comunidad española de expertos sobre los aspectos importantes de la competencia científica deseable para los ciudadanos (Blanco, España, González y Franco, 201x). En este trabajo se analiza, en concreto, cómo se gestionó la información durante el desarrollo del estudio y los criterios utilizados para identificar los aspectos sobre los que existía consenso en su importancia. Finalmente, se plantean algunas consideraciones sobre la influencia del método Delphi en las opiniones y valoraciones de los expertos.

## **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DELPHI**

Se presentan, a continuación, los aspectos más relevantes de este estudio. Una descripción detallada del mismo puede encontrarse en Blanco, España y González (2012).

El principal objetivo es buscar el consenso sobre los conocimientos, habilidades, actitudes o valores del ámbito científico-tecnológico que deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para que pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida. Para ello, y siguiendo el estudio de Osborne *et al.* (2003), se consideró necesario contar con científicos e ingenieros, filósofos de las ciencias, didactas de las ciencias, y comunicadores de la ciencia, con una posición reconocida en el ámbito español en sus respectivas áreas de trabajo, y que pudieran tener, a priori, diversidad de planteamientos sobre las cuestiones investigadas. La muestra inicial del estudio, teniendo en cuenta los criterios de partida y las invitaciones aceptadas (31), se consideró formada por profesores de universidad de las ramas de ciencias e ingeniería (CI) (n=7); científicos e ingenieros, investigadores y/o profesionales de empresas (IP) (n=6); filósofos de las ciencias (FC) (n=6); didactas de las ciencias (DC) (n=6) y comunicadores/divulgadores de las ciencias (CC) (n=6).

El estudio principal se desarrolló en tres fases, al que se añadió una cuarta como ampliación. La toma de datos se prolongó durante todo el año 2010. El objetivo de la fase 1 era recabar las respuestas espontáneas de expertos. Por su parte, la fase 2 trató de valorar mediante una escala Likert los aspectos identificados en la fase 1. La fase 3 consistió en valorar nuevamente los diferentes aspectos teniendo en cuenta los resultados de la fase anterior. Los resultados de las 2ª y 3ª fase, mostraron que sobre algunos de los aspectos valorados, independientemente de la puntuación otorgada, se habían planteado observaciones sobre su sentido y su significado que demandaban precisar su sentido y su significado o diferenciarlos de otros. Por estas razones el equipo de investigación consideró necesario llevar a cabo una ampliación del estudio con objeto de atender a estas cuestiones.

Los aspectos contemplados en esta comunicación se refieren al estudio principal.

## **GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Delphi es un método de investigación multidisciplinar para la realización de pronósticos y predicciones (Landeta, 2002; Osborne *et al.*, 2003) cuya finalidad es, en muchas

ocasiones, la consecución de un consenso basado en la discusión entre expertos, sin la interacción cara a cara. Se basa en un método sistemático de solicitud y recolección de juicios sobre un tema concreto mediante el uso de un conjunto de cuestionarios secuenciados y cuidadosamente diseñados, intercalados con breves informaciones y con retroalimentación de las opiniones derivadas de las primeras respuestas. Uno de los rasgos que caracterizan a este método y lo diferencian de otros grupos de métodos interrogativos es que las respuestas y la interacción en el grupo son anónimas, se produce una múltiple iteración de las respuestas del grupo con retroalimentación intercalada y se utiliza el análisis estadístico.

El anonimato de los participantes y el uso de cuestionarios evitan los problemas normalmente asociados con las entrevistas de grupos; por ejemplo, la persuasión engañosa o respeto a la autoridad, el impacto de la facilidad de expresión oral, el rechazo a modificar opiniones ya conocidas o los efectos de “arrastres de vagón”. Por otro lado los consensos alcanzados por el grupo reflejan opiniones razonadas, ya que el proceso fuerza a los miembros del grupo a considerar lógicamente el problema objeto de estudio y proponer respuestas escritas. Finalmente, este método permite obtener las opiniones de un grupo de expertos que pueden estar geográficamente separados unos de otros.

Por todas estas características, la gestión de la información por parte de los investigadores se convierte en un aspecto metodológico clave en este tipo de estudio. A continuación se describe como se abordó esta cuestión en este estudio Delphi.

## **Fase 1**

En la fase 1 del estudio se presentó a los expertos la siguiente tarea:

1. ¿Qué aspectos (conocimientos, habilidades, actitudes o valores) del ámbito científico-tecnológico deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para que pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida? Indique solamente los tres que considere más importantes.
2. Justifique usted por qué considera importante cada uno de los aspectos que ha indicado.
3. Escriba, para cada uno de los aspectos mencionados, un ejemplo concreto en el cual se ponga de manifiesto la importancia que le ha otorgado.

Inicialmente, cada uno de los cuestionarios cumplimentado por los expertos fue analizado, al menos, por dos miembros del equipo de investigación, partiendo del criterio de hacer el menor grado de inferencia posible de forma que las categorías establecidas se ajustasen a las respuestas recogidas, tanto en su contenido como en el lenguaje utilizado. Posteriormente, se llevaron a cabo revisiones de estos análisis y se mantuvieron cuatro sesiones conjuntas del equipo de investigación con objeto de confrontar los análisis realizados y de resolver mediante consenso las posibles discrepancias en los mismos. De este análisis emergieron 40 aspectos (véase Tabla 1) que se clasificaron en seis grandes dimensiones: (A) Conocimientos y comprensión de la naturaleza de la Ciencia y/o la Tecnología o de las relaciones CTS; (B) Conocimientos de aspectos generales y/o específicos relacionados con las distintas ciencias; (C) Conocimientos y habilidades de otras disciplinas; (D) Habilidades y capacidades generales; (E) Habilidades y capacidades relacionadas con el ámbito científico-tecnológico; y (F) Actitudes y/o valores.

<p>A. Conocimientos y comprensión de la naturaleza de la Ciencia y /o la Tecnología y de las relaciones CTS (7)</p>	<p>13. Comprensión de qué es la Ciencia y de sus diferencias con otras actividades humanas  14. Comprensión del papel, de la función y de la relación de las personas con la Tecnología  15. Comprensión del trabajo científico  17. Conocimiento de la evolución histórica de las ideas fundamentales de la Ciencia y de la Tecnología.  18. Conocimiento de las relaciones entre Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente.  19. Conocimiento y comprensión del método científico  26. Conocimientos básicos sobre la naturaleza del conocimiento científico.</p>
<p>B. Conocimientos de aspectos generales y/o específicos de las distintas ciencias (10)</p>	<p>22. Conocimientos básicos de Genética  23. Conocimientos básicos de las disciplinas científicas  25. Conocimientos básicos sobre el cuerpo humano, la salud y el consumo  27. Conocimientos de Cosmología  29. Conocimientos de la principales leyes y teorías de la Ciencia  30. Conocimientos de los principios fundamentales de la Física  32. Conocimientos elementales sobre escalas de tamaño y tiempo en el Universo.  34. Conocimientos medioambientales  35. Conocimientos sobre el origen de la vida y la evolución  36. Conocimientos sobre energía y ondas.</p>
<p>C. Conocimientos y habilidades de otras disciplinas (7)</p>	<p>4. Cálculo mental de operaciones aritméticas sencillas  20. Conocimiento y dominio del Inglés  21. Conocimientos para el manejo de redes de comunicación.  24. Conocimientos básicos de las principales reglas aritméticas  28. Conocimientos de Historia Universal  31. Conocimientos elementales de Estadística  33. Conocimientos matemáticos básicos</p>
<p>D. Habilidades/ capacidades generales (3)</p>	<p>5. Capacidad para usar un ordenador y acceder a Internet  7. Capacidad de aprendizaje autónomo  10. Capacidad de trabajo en equipo</p>
<p>E. Habilidades y capacidades relacionadas con el ámbito científico-tecnológico (7)</p>	<p>6. Capacidad analítica  8. Capacidad de observación  9. Capacidad de razonamiento, análisis interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos  11. Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información  12. Capacidad para resolver problemas  16. Comprensión y uso de los lenguajes de la Ciencia  38. Manejo de los procedimientos científicos.</p>
<p>F. Actitudes y/o valores (6)</p>	<p>1. Actitud/ espíritu crítico  2. Actitudes y hábitos saludables y medioambientales  3. Aprecio por los resultados de la Ciencia y por el modo de racionalidad científico  37. Curiosidad e interés  39. Responsabilidad individual  40. Rigor y precisión</p>

Tabla 1. Aspectos emergidos en la fase I del estudio Delphi clasificados por categorías

## Fases 2 y 3

Para potenciar la interacción entre los expertos y permitir que sus juicios y razonamientos se llevaran a cabo con la mayor cantidad de información posible, asegurando por supuesto el anonimato, a partir de la fase 2 se les envió una ficha resumen de cada uno de 40 aspectos identificados en la primera fase para que valorasen cada uno de los aspectos en una escala. Para la fase 3, este resumen se completó con las observaciones planteadas por los expertos en fases anteriores.

En la Tabla 2 se muestra un ejemplo para el aspecto denominado *Actitud/espíritu crítico*, uno de los cinco sobre los que se encontraron consenso y estabilidad.

<b>Aspecto: “Actitud/ espíritu crítico”</b>
<p><b>Descripción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La adquisición fundamentada de actitudes científicas de antidogmatismo, capacidad crítica.</li><li>▪ Espíritu crítico para la toma de decisiones en sus distintas facetas cotidianas.</li><li>▪ Esta actitud implica mente abierta y pensamiento crítico: dos actitudes que si van juntas se potencian mutuamente y son realmente positivas.</li><li>▪ Capacidad de cuestionar en múltiples dimensiones los aspectos que nos rodean así como nuestro propio entorno personal y de trabajo.</li></ul>
<p><b>Algunas justificaciones empleadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Todos estamos inmersos en el universo de Internet, rodeados de periódicos, televisiones y otros medios de comunicación. Ser críticos con la información es básico para decidir y permitirá al ciudadano colaborar de forma activa en la construcción de una sociedad más democrática y libre.</li><li>▪ Capacita al individuo a discriminar entre información (objetiva) y opinión (subjetiva) de cuanto percibe, a pensar por sí mismo, a separar lo importante de lo superfluo, a enfrentarse a los problemas con criterios propios difícilmente manipulables y a buscar la verdad permanentemente.</li><li>▪ El análisis crítico de la información permite a los ciudadanos situarse con autenticidad ante cada problema y actuar en consecuencia.</li></ul>
<p><b>Ejemplos de contexto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ante el debate sobre el cambio climático es importante discernir entre los informes de los expertos, que se basan en estudios científicos, y las numerosas informaciones partidistas, procedentes del mundo empresarial o de algunos estados poco implicados en el desarrollo sostenible.</li><li>▪ Actitud en clase que motive la exposición de preguntas y dudas. Revisión de trabajos propios.</li></ul>
<p><b>Observaciones realizadas por los participantes en la fase 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aunque este aspecto me parece fundamental para la competencia científica, en mi opinión es más relevante para aquellas personas que se vayan a dedicar (trabajar) a la ciencia que para el conjunto global de los ciudadanos.</li></ul>
<p><b>Observaciones realizadas por los participantes en la fase 3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ En desacuerdo con la observación: esta característica es útil en todas las facetas de la vida.</li></ul>

- Quizás corregiría ligeramente el comentario que hice en mi previa encuesta en referencia a este aspecto. No considero que la actitud o el espíritu crítico no sean relevantes para el conjunto global de los ciudadanos. Por supuesto que sí lo son. Pero sí que considero que la actitud crítica es relevante para otros aspectos de la vida de un ciudadano, es decir, no es específica de la competencia científica, sino que también es aplicable a otros ámbitos del conocimiento (por ejemplo conocimientos históricos, económicos o incluso políticos de un ciudadano). Es decir, es como una competencia “transversal”.
- Adicionalmente, reitero que la actitud crítica es fundamental para el científico, es decir para la persona que trabaja en la ciencia.

*Tabla 2. Resumen de uno de los aspectos (“actitud / espíritu crítico”) resultante de la fase 1 con los observaciones realizadas por los participantes en las sucesivas fases.*

De esta forma, a la vista de las puntuaciones otorgadas por el conjunto de participantes en la fase 2 y de la ficha resumen con la información de cada aspecto, los expertos volvían a emitir una valoración (fase 3), manteniendo la anterior o modificándola, así como incorporando las observaciones y matizaciones que considerasen oportunas. Por ejemplo, en el caso de la “actitud/espíritu crítico”, aspecto sugerido en la fase 1 por cuatro expertos correspondientes a los grupos de didácticas de las ciencias (DC), investigadores y profesionales de empresas (IP) y profesores de universidad de ciencia e ingeniería (CI), obtuvo en la fase 2 una puntuación media de 4,62 una desviación estándar de 0,68 y en la fase 3 una puntuación media con 1,01 con una desviación estándar de 1,01.

## **CONSENSO Y ESTABILIDAD**

El método Delphi busca establecer la extensión del consenso o estabilidad en la comunidad y normalmente finaliza después de que se haya alcanzado el consenso o estabilidad de las respuestas. El consenso se identifica con la obtención de puntuaciones individuales alrededor de una respuesta media, con mínimas divergencias y la estabilidad o convergencia se consigue cuando parece claro que no habrá cambios, o que estos serán pequeños, en las puntuaciones posteriores.

En nuestro caso se busca el consenso sobre los conocimientos, habilidades, actitudes o valores del ámbito científico-tecnológico que deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para que pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida. Ahora bien, ¿cuándo se alcanza dicho consenso?

Es necesario disponer de criterios de finalización del proceso iterativo. El criterio que ha sido considerado desde los orígenes del método como determinante de la finalización del proceso es la consecución de una situación de *consenso* entre las opiniones de los expertos, entendiéndolo como el grado de convergencia de las estimaciones individuales que se alcanza cuando las opiniones presentan un grado aceptable de proximidad. Sin embargo, esta forma de proceder tiene el peligro de ignorar (y anular) la presencia de corrientes subgrupales de opinión distintas y de forzar demasiado a los expertos hacia la convergencia (Landeta, 2002). La existencia de este riesgo, junto con la ampliación de los objetivos y del campo de aplicaciones del método, ha llevado a la utilización, como criterio de finalización, al denominado *estabilidad* de las estimaciones, que implica la no variación significativa de las opiniones de los expertos en rondas sucesivas, independientemente del grado de convergencia alcanzado (Landeta, 2002).

Ahora bien, una cuestión es el objetivo del estudio, en nuestro caso, identificar la importancia de los aspectos propuestos por los expertos, y otra el criterio de finalización, en términos de un nivel de estabilidad dado. Así, es necesario definir y operativizar ambos indicadores. Es decisión de los investigadores especificar el nivel de exigencia necesario para estos indicadores, considerando cuando un determinado valor puede considerarse como suficiente (Landeta, 2002).

Existen diferentes técnicas para medir el nivel de acuerdo y estabilidad. En este estudio hemos utilizado las que propusieron Osborne *et al.* (2003) en el estudio de referencia ya citado:

- A. Existe acuerdo sobre la importancia de un aspecto, cuando al menos el 66% de los expertos puntúa en la tercera fase un aspecto con 4 ó 5 puntos en la escala Likert utilizada.
- B. Existe estabilidad en un aspecto concreto cuando al menos el 66% de los expertos no ha modificado su puntuación de la segunda a la tercera fase.

Consideramos que el 66% exigido es un nivel alto ya que implica que, al menos, expertos correspondientes a más de tres de los cinco grupos que componen la muestra estén de acuerdo en sus puntuaciones (en el caso de A) o no las hayan modificado en la segunda y tercera fases (en el caso de B).

Una vez fijados los criterios y los indicadores, se trata de identificar los aspectos que cumplen ambos a la vez. Para obtener los porcentajes de estabilidad sólo se han tenido en cuenta las opiniones de aquellos expertos que respondieron a la segunda y tercera fases.

De este análisis, se obtienen cinco aspectos, de los 40 iniciales, sobre lo que existe acuerdo en su importancia y estabilidad, por lo que pueden considerarse respuestas consensuadas a la pregunta del estudio. Por orden de porcentaje de consenso recibido en la tercera fase son los siguientes:

- Actitud/ espíritu crítico.
- Responsabilidad individual.
- Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información.
- Capacidad de razonamiento, análisis, interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos.
- Capacidad de trabajo en equipo.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

En primer lugar, se puede destacar la alta participación y permanencia de los expertos de la muestra, señal del compromiso de los participantes con el proceso seguido en el estudio y que sirve para aumentar la fiabilidad de los resultados. Del total de 31 expertos que iniciaron el estudio, 27 (87%) completaron las tres fases. Esta alta continuidad también se consiguió en cada uno de los grupos que componían la muestra.

Se corrobora la influencia del método Delphi en las opiniones de los expertos. Así, aspectos aportados inicialmente por un solo experto han concitado un alto grado de consenso y estabilidad (por ejemplo, “*responsabilidad individual*” y “*capacidad de trabajo en equipo*”) y, en cambio, otros que inicialmente habían sido propuestos por varios expertos, no han sido finalmente considerados (por ejemplo, “*comprensión de*

qué es la ciencia y de sus diferencias con otras actividades humanas”). También se han producido importantes cambios en las valoraciones de algunos aspectos, que parecen indicar que las observaciones planteadas por parte de algunos expertos habrían ejercido una notable influencia sobre otros (por ejemplo, el grado de acuerdo sobre la importancia del aspecto “*actitudes y hábitos saludables y medioambientales*” disminuyó del 72,4% de la fase 2 al 53,8% en la fase 3.

## BIBLIOGRAFÍA

Blanco, A.; España, E. y González, F.J. (2012). Descripción de un estudio Delphi para caracterizar la competencia científica deseable para la ciudadanía. En Domínguez Castiñeiras, J.M. (ed.) *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 811-818. Santiago de Compostela.

Blanco, A.; España, E.; González, F.J. y Franco, A.J.(201x). What are important aspects of scientific competence desirable for citizens? A Delphi study of the expert community in Spain. Enviado a publicación.

Bybee, R.W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. En W. Graeber & C. Bolte (Eds.): *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel: IPN, University of Kiel.

Fensham, P. (1985). Science for all: a reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.

Fensham, P. & Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.

Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

Landeta, J. (2002). *El método Delphi: una técnica de previsión del futuro*. Barcelona: Ariel.

OCDE (2002). Definition and Selection of Competences (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations. En: <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseeco/en/index/02.html>.

OCDE (2005). Definition and Selection of Key Competencies - Executive Summary. Disponible on-line: <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>.

OCDE (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006. En: [www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/37464175.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/37464175.pdf)

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, 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.

Solomon, J. & Aikenhead, G. (1994). *STS education: international perspectives of reform*. New York: Teacher College Press.

**Nota.-** Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173) financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009.