

EVALUACIÓN EDUCATIVA DE LOS TEMAS DE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD

Vázquez, Ángel
Manassero, M^a Antonia
Universidad de las Islas Baleares

INTRODUCCIÓN

Una meta importante de la educación en ciencias hoy es la comprensión de la naturaleza de la tecnología y de la ciencia, y sus interacciones entre sí y con la sociedad. Este objetivo es el núcleo del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad que pretende alcanzar esta meta mediante una estructura renovada de la educación en ciencias (Bybee, 1987; Yager, 1992). En la actualidad, los cursos CTS se han generalizado por todas partes a través de universidades, institutos y escuelas, investigación y libros de inspiración CTS (Aikenhead & Fleming, 1975; Blunck & Yager, 1990; SEPUP, 1992).

La educación CTS trasciende los objetivos puramente cognitivos que han alambicado la educación tradicional en ciencias para impregnarlos de valores en una dimensión actitudinal nueva. Esta nueva dimensión plantea retos para su enseñanza y en esta comunicación se analizará especialmente la que se refiere a la evaluación. Desde hace años, los clásicos instrumentos de lápiz y papel empleados en la medida de las actitudes han sido cuestionados, debido a sus deficiencias, tales como la imprecisión de la definición del constructo medido por la escala, la ausencia de un constructo común a toda la escala o la explícita multidimensionalidad del constructo. Por tanto, muchos datos e interpretaciones obtenidas mediante estos procedimientos defectuosos son débiles y su validez es limitada (Aikenhead, 1988; Gardner, 1975; 1996).

A pesar de la importancia creciente de la educación CTS, el desarrollo de instrumentos de evaluación CTS es escaso; la mayoría de los instrumentos clásicos se han centrado en la evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Estos instrumentos, además de los fallos metodológicos generales citados en el párrafo anterior, también se han cuestionado a causa de la naturaleza conflictiva de los modelos de la ciencia subyacentes en ellos, pues no especifican

los supuestos filosóficos y no presentan criterios explícitos que desarrollen estos supuestos, lo cual aumenta la debilidad de sus resultados.

Los modelos de la ciencia, construidos desde la reflexión filosófica y la investigación sociológica, son diversos, dialécticos y cargados de valores y este es el principal desafío de la evaluación de los temas de naturaleza de la ciencia y CTS. Los principios que podrían definir una adecuada comprensión de la ciencia han de ser dialécticamente plurales, y referenciados en algunos paradigmas básicos de la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia. La pluralidad en los temas de naturaleza de la ciencia y CTS no significa un relativismo absoluto, sino que la investigación evidencia algunas posiciones como más ingenuas o inapropiadas (la credulidad experimentalista, el embelesamiento empiricista, el realismo ingenuo, etc.), mientras otras pueden considerarse más adecuadas a la realidad de la ciencia (el constructivismo social, la falibilidad de las teorías y las decisiones sociotécnicas, el carácter evolutivo de la ciencia, etc.).

Estas posiciones no reflejan leyes demostradas empíricamente sino sistemas de valores, cuya evaluación no puede objetivarse de la misma sencilla manera que las respuesta a un test de química (Lederman, 1986). Por tanto, esta limitación apriorística del tema naturaleza de la ciencia y CTS debe aceptarse como parte inherente del problema de su evaluación.

La naturaleza dialéctica de estos principios significa que carecen de unanimidad, incluso entre los especialistas en la materia. Alters (1997) ha demostrado que un grupo de filósofos de la ciencia expresan desacuerdos significativos cuando valoran algunos principios básicos sobre la naturaleza de la ciencia, e incluso que diferentes filósofos de la ciencia discrepan en su opinión sobre estos principios. Ese mismo estudio muestra que las dificultades de la enseñanza de las cuestiones CTS en la clase de ciencias, en general, y, por tanto, también de la evaluación, son inherentes a la propia naturaleza del tema CTS. Muchos de estos temas por su carácter controvertido, dialéctico y social distan mucho de tener un estatuto tan clarificado como los clásicos contenidos de la ciencia que suelen ofrecer los libros de texto, y éste es un importante inconveniente para que los profesores los incorporen en sus programas.

La solución más plausible para evaluar el carácter de cualquier proposición CTS es mediante la aplicación de un sistema de jueces especialistas. Este ha sido el sistema seguido por Rubba, Schoneweg & Harkness (1996) para establecer el carácter R/HM/N de las posiciones de 16 cuestiones del VOSTS.

PROPUESTA DE CUESTIONARIO (INSTRUMENTO)

El conjunto de cuestiones (114) denominado Views on Science, Technology, and Society (VOSTS) desarrollado por Aikenhead y Ryan (1989,

1992) para evaluar cuestiones CTS permiten superar algunas de las dificultades anteriormente citadas. En la investigación original (Vázquez & Manassero, 1997) se han unido los items adaptados del VOSTS (en número de 92) con otras ocho cuestiones complementarias propuestas por Rubba & Harkness (1993) para formar un banco de 100 cuestiones que se ha denominado Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) que serán la referencia de esta comunicación.

El COCST es un cuestionario de items de opción múltiple (ver ejemplo en tabla 1), empíricamente desarrollado, elaborado en base a las respuestas dadas por estudiantes canadienses en entrevistas y textos escritos recogidos empíricamente, con el objetivo principal de producir un instrumento que superase las deficiencias metodológicas de los instrumentos tradicionales. El COCST evita la doctrina de la percepción inmaculada, la hipótesis implícita que entrevistados e investigadores comprenden exactamente los mismos conceptos mediante el texto y formato del cuestionario, cuando los que responden trasladan sus respuestas a los formatos y las palabras creadas por el investigador. La validez del instrumento es garantizada por el proceso empírico usado para desarrollarlo mediante respuestas directas de estudiantes (Aikenhead, 1988).

La estructura del COCTS abarca los temas siguientes: definiciones de ciencia y tecnología, interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y sociedad, sociología externa de la ciencia, sociología interna de la ciencia (características de científicos, construcción social de la tecnología y conocimiento científico) y naturaleza del conocimiento científico. En la investigación reciente, los items del COCST se han aplicado para evaluar los temas CTS o las concepciones previas sobre esos temas (Aikenhead, 1987, 1997; Aikenhead, Fleming & Ryan, 1987; Aikenhead & Ryan, 1992; Fleming, 1987; Ryan, 1987).

LA CUESTIÓN A RESOLVER

Este estudio se centra en la problemática de la utilización de diferentes modelos de respuesta para evaluar las cuestiones CTS del banco COCTS con el fin de mejorar sus posibilidades didácticas para uso en la enseñanza de las ciencias, y su potencia y calidad como instrumento de medida.

El formato de respuesta sugerido y aplicado por los autores del VOSTS consiste en pedir a los encuestados que seleccionen únicamente una de las opciones ofrecidas en cada cuestión, la que mejor se ajusta a la opinión del que responde. Este modelo de respuesta única hace simple y fácil la respuesta por parte de los encuestados, y también la evaluación por el investigador. Pero este modelo de respuesta única (MRU) tiene inconvenientes: sólo ofrece una información mínima sobre el tema, a través de la única opción elegida en la respuesta,

sólo permite comparaciones centradas en cada cuestión particular, pero no permite comparaciones test-retest o la verificación de hipótesis, por ejemplo, ambos procedimientos básicos de la estadística inferencial y necesarios especialmente en investigación didáctica (Rubba, Schoneweg & Harkness, 1996).

UNA PRIMERA PROPUESTA

Estos autores, siempre dentro del paradigma MRU sugieren un método para evaluar las cuestiones del COCST de forma que las puntuaciones puedan ser utilizadas en procedimientos de estadística inferencial. El método tiene dos fases:

- 1) Definición en cada cuestión VOSTS de las opciones más y menos valiosas. Cinco jueces expertos evaluaron cada una de las frases de las cuestiones y le asignaron alguna de las siguientes tres categorías: R/Realista. La frase expresa una perspectiva adecuada sobre el tema. M/Meritoria. Aunque no sea realista, la frase expresa algunos aspectos legítimos sobre la cuestión. N/Naïve. La frase expresa una opinión que es inadecuada o no legítima.
- 2) En cada cuestión, se puntúan con 3, 2 y 1 puntos a cada una de las opciones R/M/N respectivamente.

De acuerdo con este esquema, la puntuación en cada cuestión corresponde al carácter R/M/N de la opción elegida por el alumno. En el caso de responder un conjunto de cuestiones podría obtenerse una puntuación global, sumando los puntos obtenidos en cada cuestión.

La propuesta anterior, evidentemente soluciona la posibilidad de realizar estadística inferencial con diversas aplicaciones de las cuestiones. Sin embargo, las puntuaciones producidas con ese método tienen inconvenientes de medida importantes, en cuanto que no discriminan respuestas claramente diferentes (respuestas muy diferentes reciben la misma puntuación), y en consecuencia, las medidas realizadas no tienen una fidelidad adecuada. Por ejemplo, en un conjunto de 20 items aplicados reciben la misma puntuación de 40 puntos hasta 12 patrones de respuesta diferentes; de estas respuestas, una con 10 opciones realistas, ninguna meritoria y 10 naive (10, 0, 10), y otra con 0 respuestas realistas, 20 meritorias y 0 naive (0, 20, 0), parecen demasiado diferentes para ser representadas por la misma puntuación.

Resulta obvio que esta falta de fidelidad de las medidas es una consecuencia de la métrica aplicada para la valoración de las tres categorías propuestas. La métrica (3,2,1) supone que tres respuestas naive equivalen a una respuesta realista, dos respuestas naive equivalen a una respuesta meritoria y dos

respuestas realistas equivalen a tres respuestas tiene mérito. El problema que se pretende resolver aquí es encontrar métricas más idóneas para puntuar las distintas posiciones, con el objetivo que las medidas representen con la mayor fidelidad posible las actitudes de los encuestados y sus propiedades.

UNA PRIMERA SOLUCIÓN AL PROBLEMA

El análisis de los inconvenientes de las puntuaciones totales calculadas con la métrica (3/2/1) suministra una única conclusión principal: una métrica más adecuada debe aumentar el rango de las puntuaciones totales, de modo que los números asignados a los distintos patrones de respuestas reflejen de una manera más correcta las diferencias entre las distintas respuestas. El aumento del rango de las puntuaciones se consigue haciendo mínimo (nulo) el peso de las respuestas naïve y aumentando el peso de las puntuaciones realistas.

A partir de este punto, para no confundir el nuevo modelo de escala con el anterior y puesto que también algunas denominaciones de las categorías se podrían prestar a alguna confusión terminológica se propone una nueva denominación para las categorías (ver en el ejemplo de la tabla 1 la categoría asignada de cada alternativa en la columna de la izquierda).

Adecuada (a): La frase expresa una perspectiva adecuada sobre el tema.

Plausible (p): Aunque no realista, la frase expresa algunos aspectos legítimos sobre la cuestión.

Ingenua (i): La frase expresa una opinión que es inadecuada o no legítima.

El análisis numérico de las puntuaciones producidas por diferentes métricas confirma que a medida que aumenta el peso de las respuestas adecuadas se produce una mejora en los dos defectos encontrados, excesivo número de puntuaciones coincidentes y falta de fidelidad de las puntuaciones para representar patrones de respuesta. Pero teniendo en cuenta que un aumento ilimitado sería igualmente erróneo desde el punto de vista de la medida, mediante argumentos probabilísticos y teniendo en cuenta que los pesos fraccionarios contribuyen a discriminar más las puntuaciones, se propone usar un peso 3.5 para las posiciones adecuadas frente a plausibles, y la métrica sugerida para este MRU es 3.5/1/0.

EL MODELO DE RESPUESTA MÚLTIPLE (MRM)

El cuestionario COCTS tiene una gran información representada por cada una de las posiciones existentes en cada cuestión. La información evaluativa que se puede deducir de un modelo de respuesta única es limitada, ya que se refiere sólo a la potencial adecuación de la única opción elegida respecto al conocimiento de historia, epistemología y sociología de la ciencia; el modelo de respuesta única no permite saber nada del resto de las opciones no seleccionadas, excepto que ajustan menos la opinión del respondiente.

Para superar todos estos inconvenientes y obtener las ventajas deseadas (fidelidad de las medidas y adecuada discriminación de respuestas) se demuestra que un modelo de respuesta múltiple (MRM) resulta más adecuado. En este modelo, los que responden evalúan cada una de las opciones presentes en cada cuestión, de manera que su opinión o actitud personal queda definida con más precisión, que cuando sólo se elige una de las opciones posibles (MRU). El MRM maximiza para el investigador la información disponible en cada cuestión del COCTS y alcanza el mayor grado de precisión en la evaluación de la actitud. Un sistema de respuesta múltiple podría aportar muchos más datos y formar una idea más precisa sobre las actitudes de cada persona, puesto que las múltiples respuestas obtenidas contribuyen a conformar aquella.

El método de respuesta múltiple que se propone ofrece una escala de valoración de nueve puntos para cada una de las posiciones existentes en una cuestión; el que responde debe señalar el punto de la escala que valora el ajuste de esa posición con su opinión (tabla 1). El conjunto de puntos obtenidos sería el espectro de la actitud del sujeto sobre el tema planteado, que conforma su actitud global, no sólo sobre una opción sino sobre todas las opciones de cada cuestión.

Este MRM requiere la categorización de las frases de cada cuestión, un sistema local de significados y pesos que no sólo mejoran la eficiencia del COCTS (máxima información, medidas de alta fidelidad y posibilidad de estadística inferencial) sino que además evitan la objeción de la multidimensionalidad contra los instrumentos actitudinales. Esta valoración global de la actitud debe cumplir las condiciones de fidelidad en relación con el objeto que representa (la actitud), mantener el objetivo de permitir análisis estadísticos inferenciales y, si es posible, ofrecer una referencia invariante, es decir, que la medida de la actitud tenga un significado independiente de la cuestión (tema), del número de posiciones y del perfil de posiciones adecuadas, plausibles, ingenuas de la cuestión. Por ello, la valoración global que se construirá para el modelo de respuesta múltiple será un índice actitudinal, esto es, con rango de variación fijo (-1, +1) similar al de un coeficiente de correlación de Pearson.

10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia **PRINCIPALMENTE** es:

Para cada frase marque el número de la escala que represente mejor el grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.

| | | Grado de acuerdo | | | | | | | | |
|---|---|------------------|---|---|-------|---|---|------|---|---|
| | | Bajo | | | Medio | | | Alto | | |
| A. -p- | el estudio de campos tales como biología, química, geología y física. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| B. -p- | un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| C. -a- | explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y sobre como funcionan. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| D. -p- | realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| E. -i- | inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| F. -p- | buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| G. -p- | una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| H. -i- | no se puede definir la ciencia. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Si alguna de las frases siguientes puede aplicarse a alguna opción, escriba la letra al lado | | | | | | | | | | |
| 1. | No lo entiendo. | | | | | | | | | |
| 2. | No sé lo suficiente sobre este tema para elegir una opción. | | | | | | | | | |
| 3. | Ninguna de estas opciones satisface básicamente mi opinión. | | | | | | | | | |

Tabla 1. Ejemplo de una cuestión de opción múltiple del COCTS.

En la columna de la izquierda, al lado de la letra mayúscula que designa correlativamente cada alternativa, aparece una letra minúscula que indica la categoría (adecuada -a-, plausible -p- e ingenua -i-) asignada a la opción a través de una baremación y que constituye la base para la valoración numérica. En la columna de la derecha, se anexa una escala numérica de nueve puntos para valorar el grado de acuerdo con cada alternativa, en el modelo de respuesta múltiple.

Las actitudes valiosas y rechazables se calculan sobre la escala de nueve puntos tal como se indica en la tabla 1, donde también se refleja el método para

calcular las puntuaciones finales de la actitud global. El escalamiento para las posiciones adecuadas asigna la puntuación +4 a la valoración "total" y la puntuación -4 a la puntuación "nula", variando un punto entre cada posición, de modo que la posición central ("parcial") corresponde a una actitud neutra (cero). El escalamiento de las posiciones ingenuas es el inverso de la anterior, obteniendo también medidas contenidas en el rango (+4, -4). El escalamiento de las posiciones plausibles es más complejo, pues su punto más valioso es el central y los rechazables son los extremos, y se desea mantener la misma unidad de escalamiento que las otras posiciones (una unidad entre posiciones contiguas). En consecuencia, se asigna el valor +2 a la posición central y se disminuye de unidad en unidad hasta llegar al mínimo valor en los extremos (-2).

Desde estas puntuaciones, como se indica en la tabla 2, se obtiene un número comprendido en el rango (+1, -1), que tiene el mismo significado que los índices de actitud de posición, y que representa la actitud global en la cuestión; si el índice es positivo, la actitud es valiosa, tanto mejor cuanto más se acerca al valor unidad; si el índice es negativo, la actitud es rechazable, tanto peor cuanto más se acerca al valor unidad negativa.

CONCLUSIÓN

El índice de actitud global propuesto es independiente de la cuestión a responder, del número de alternativas o posiciones que tiene y del número de posiciones adecuadas, plausibles o ingenuas que posee y se dice que es un parámetro invariante puesto que es independiente de la cuestión y la estructura que posee esta. Cuando se aplica un conjunto de varias cuestiones COCTS se puede obtener un índice semejante, con el mismo significado, sumando los índices de actitud global en cada cuestión y dividiendo por el número de cuestiones aplicadas, lo cual permite comparaciones entre cualesquiera aplicaciones, cuestiones y número de cuestiones empleadas (Manassero & Vázquez, 1998, en prensa).

En suma, el MRM permite obtener de la aplicación de cuestiones COCTS información de evaluación muy rica y detallada, importante no sólo para la evaluación sino también para la enseñanza de los temas CTS. Al mismo tiempo, la operacionalización de esta información en índices actitudinales invariantes, no sólo permite, sino que favorece y hace intuitivas, las comparaciones e inferencias estadísticas.

| CATEGORÍAS | Número de posiciones | ESCALA DE VALORACIÓN ACTITUDINAL: SIGNIFICADO DE LA PUNTUACIÓN DIRECTA | | | | | | | | CÁLCULO DE LAS PUNTUACIONES DIRECTAS | | | CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE ACTITUD (normalización) | | | | |
|----------------|----------------------|--|------------|------|--------------|---------|--------------|------|------------|---------------------------------------|---------|--------------|---|-----------------------------|---------------------------|------|--|
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Máximo | Formula | Mínimo | Máx. | Índices | Mín. | |
| Escala directa | | Total | Cast. alto | Alto | Parcial alto | Parcial | Parcial bajo | Bajo | Cast. bajo | Nulo | | | | | | | |
| ADECUADAS | N_a | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | $+4N_a$ | Σa_j | $-4N_a$ | +1 | $I_a = \Sigma a_j / 4N_a$ | -1 | |
| PLAUSIBLES | N_p | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | $+2N_p$ | Σp_j | $-2N_p$ | +1 | $I_p = \Sigma p_j / 2N_p$ | -1 | |
| INGENUAS | N_i | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | $+4N_i$ | Σi_j | $-4N_i$ | +1 | $I_i = \Sigma i_j / 4N_i$ | -1 | |
| Total | N | | | | | | | | | ÍNDICE DE ACTITUD GLOBAL DE CADA ÍTEM | | | +1 | $I = (I_a + I_p + I_i) / 3$ | -1 | | |

a_j : puntuación de valoración directa para la posición "adecuada" j;
 p_j : puntuación de valoración directa para la posición "plausible" j;
 i_j : puntuación de valoración directa para la posición "ingenua" j;
 Σ : suma las puntuaciones directas desde $j=1$ a $j=N$, ($j=N_a$ o $j=N_p$ o $j=N_i$) para las categorías "adecuadas", "plausibles" o "ingenuas".

Tabla 2. Significado y asignaciones de puntos en la escala de valoración para el modelo de respuesta múltiple (MRM) y esquemas de los procedimientos de cálculo para los índices actitudinales desde las puntuaciones directas.

La puntuación directa de cada alternativa se transforma en una puntuación actitudinal asignada por la tabla de significado, dependiendo de la categoría correspondiente (adecuada, plausible o ingenua); después se suman las puntuaciones actitudinales correspondientes a cada categoría y se normalizan para obtener su índice respectivo. El índice de actitud global en la cuestión se obtiene como media de los tres índices de cada categoría.

REFERENCIAS

AIKENHEAD, G.S. (1987) High School Graduates' Beliefs About Science--Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. *Science Education*, 71, 459-487.

AIKENHEAD, G.S. (1988) An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 607-627.

AIKENHEAD, G.S. (1997) Student views on the influence of culture on science. *International Journal of Science Education*, 19, 419-428.

AIKENHEAD, G. & FLEMING, R. (1975) *Science: A way of knowing* (Saskatoon, Saskatchewan, Canada: University of Saskatchewan, Department of Curriculum Studies).

AIKENHEAD, G.S., FLEMING, R.G. & RYAN, A.G. (1987) High School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society. I. Methods and Issues in Monitoring Students Views. *Science Education*, 71, 145-161.

AIKENHEAD, G.S. & RYAN, A.G. (1989) *The development of a multiple choice instrument for monitoring views on Science-Technology-Society topics. Final Report of SSHRCC Grant.* (Saskatoon, Saskatchewan, Canada: University of Saskatchewan, Department of Curriculum Studies).

AIKENHEAD, G.S. & RYAN, A.G. (1992) The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76, 477-492.

- ALTERS, B.J. (1997) Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 39-55.
- BLUNCK S.M. & YAGER, R.E. (1990) The Iowa Chautauqua Program: a model for improving science in the elementary school. *Journal of Elementary Science Education*, 71, 667-683.
- BYBEE, R.W. (1987) Science education and the Science-Technology-Society (S-T-S) theme. *Science Education*, 71, 667-683.
- FLEMING, R.G. (1987) High School Graduates' Beliefs About Science--Technology-Society. II. The Interaction among Science, Technology and Society. *Science Education*, 71, 163-186.
- FLEMING, R. (1989) Literacy for a technological age. *Science Education*, 73(4), 391-304.
- GARDNER, P.L. (1975) Attitude measurement: A critique of some recent research. *Education Research*, 17, 101-105.
- GARDNER, P.L. (1996) The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18, 913-919.
- MANASSERO, M.A. & VÁZQUEZ, A. (1998, en prensa). Response and scoring models for the "Views on Science-Technology-Society" instrument. *International Journal of Science Education*,
- RUBBA, P.A. & HARKNESS, W.L. (1993) Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77, 407-431.
- RUBBA, P.A. SCHONEWEG, C., & HARKNESS, W.L. (1996) A new scoring procedure for the Views on Science- Technology- Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18, 387-400.
- RYAN, A.G. (1987) High School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society.IV. The Characteristics of Scientists. *Science Education*, 71, 489-510.
- RYAN, A.G. & AIKENHEAD, G.S. (1992) Students' preconceptions about epistemology of science. *Science Education*, 76, 559-580.
- SCHONEWEG, C., RUBBA, P.A. & HARKNESS, W.L. (1995) Views about Science- Technology- Society interactions held by college students in general education physics and STS courses. *Science Education*, 79, 355-373.
- SEPUP Annual Report (1992) *Science Education for Public Understanding Program* (Berkeley, CA: University of California at Berkeley).
- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M.A. (1997). *Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes*. Memoria final de investigación. (Madrid: Ministerio de Educación).

YAGER, R.E. (1992) Science-technology-society as reform. In R.E. Yager (ed), *The status of STS: Reform efforts around the world ICASE 1992 Yearbook* (Petersfield, UK: International Council of Associations for Science Education), 2-8.