



CONSIDERACIONES ACERCA DEL DISEÑO DE UN INSTRUMENTO QUE PERMITA INDAGAR SOBRE LAS CONCEPCIONES Y CREENCIAS DE LOS PROFESORES ACERCA DE LA MATEMÁTICA

Sastre Vázquez, P.; Rey, G.; Boubée C.; Scempio, V.
Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul.
Argentina

psastre@faa.unicen.edu.ar, grey@faa.unicen.edu.ar, cboubee@faa.unicen.edu.ar,
vivianas@faa.unicen.edu.ar

Nivel Educativo: Terciario, Universitario

Palabras clave: encuesta, creencias, concepciones, matemática.

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación Acreditado por SECyT: *Concepciones y creencias sobre la Matemática en una Facultad de Agronomía: docentes, alumnos, graduados* que se realiza en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos, Argentina. El interés se centra en conocer cómo conciben la Matemática los diferentes actores de la comunidad universitaria de la Facultad de Agronomía y cómo influye esta idea en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. También, se pretende indagar sobre la utilización de la Matemática en la carrera de Ingeniería Agronómica y sobre las posibilidades de integración de contenidos de Matemática con los de otras asignaturas del ciclo superior.

Ni las concepciones ni las creencias ni las actitudes, por su naturaleza subjetiva, son susceptibles de observación directa, por lo que han de inferirse de la conducta manifiesta, en este caso a través de la expresión verbal de los sujetos de investigación.

En este trabajo se analizan los distintos aspectos que deben ser considerados al momento de diseñar un instrumento que permita medir variables y constructos que sean observables a través de expresiones verbales o manifestaciones conductuales, con el propósito de caracterizar de forma contrastable las diferentes valoraciones que realizan los profesores acerca de la Matemática, su enseñanza, su aprendizaje y su uso.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación Acreditado por SECyT: *Concepciones y creencias sobre la Matemática en una Facultad de Agronomía: docentes, alumnos, graduados* que se realiza en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos, Argentina. El interés se centra en conocer cómo conciben la Matemática los diferentes actores de la comunidad universitaria de la Facultad de Agronomía y cómo influye esta idea en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática se incrementan cuando el trabajo matemático se realiza con personas cuyo principal interés no está centrado en esta ciencia. Los alumnos y los docentes pueden poseer diferentes concepciones y creencias sobre esta ciencia, y sobre la importancia y necesidad de esta disciplina en su carrera universitaria, particularmente en carreras “no matemáticas”. Incluso pueden presentarse miradas diferentes entre los docentes que dictan esta asignatura y los docentes que son usuarios de la misma o podrían serlo.

Los estudios que se refieren a las concepciones y creencias de los profesores, son muy importantes puesto que: a) tienen cierta relación con el modelo de enseñanza que se lleva a cabo y con lo que se entiende por enseñar (Lederman y Zeidler, 1987; Porlán, 1989); b) guardan alguna coherencia con las concepciones que se refieren a cómo aprenden ciencias los



alumnos (Porlán, 1989; Brickhouse, 1990); c) influyen en las concepciones científicas de los alumnos y d) contribuyen a formar y/o reforzar la imagen de ciencia del público en general (Lederman, 1992).

Así es de interés conocer cómo conciben la Matemática los diferentes actores de la comunidad universitaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, y cómo influye esta idea en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. También, se pretende indagar sobre la utilización de la Matemática en la carrera de Ingeniería Agronómica y sobre las posibilidades de integración de contenidos de Matemática con los de otras asignaturas del ciclo superior. Interesa, además, considerar algunos de los posibles orígenes de estas actitudes y creencias, con el objetivo de proponer estrategias encaminadas a modificar las prácticas no adecuadas y con la finalidad de lograr una mayor integración entre las asignaturas de la carrera.

Ni las concepciones ni las creencias ni las actitudes, por su naturaleza subjetiva, son susceptibles de observación directa, por lo que han de inferirse de la conducta manifiesta y/o de la expresión verbal de los sujetos de investigación.

En este trabajo se analizan los distintos aspectos que deben ser considerados al momento de elegir y diseñar un instrumento que permita medir variables y constructos que sean observables a través de expresiones verbales o manifestaciones conductuales, con el propósito de caracterizar de forma contrastable las diferentes valoraciones que realizan los profesores acerca de la Matemática, su enseñanza, su aprendizaje y su uso.

Consideraciones generales acerca de los instrumentos de recolección de datos

Cuando se desea indagar sobre los pensamientos de las personas, parecería que los métodos cualitativos son los más adecuados. Aunque tienen la desventaja de introducir sesgos y pueden ocultar algunos aspectos claves de la investigación, en particular, las interpretaciones del investigador de los registros obtenidos (Lederman, 1992), su utilización puede ser considerada atendiendo a las finalidades de la investigación y algunas cuestiones propias de los instrumentos de recolección de datos.

Las entrevistas son herramientas puramente cualitativas que aportan mucha riqueza de datos y, si su grado de estandarización es leve o moderado, su finalidad de uso es sólo de naturaleza exploratoria o descriptiva. La mayor virtud de estas entrevistas reside en la profundidad de los datos, es decir, permiten obtener mucha información aunque de pocas unidades de análisis.

Por su parte, las entrevistas con estandarización o encuestas, a diferencia de las anteriores se caracterizan por la extensión de los datos (muchas unidades de análisis) y por su capacidad de cuantificarlos y compararlos. Es decir, la encuesta no sólo permite la recolección de amplia variedad de datos, también los clasifica y, por lo tanto, los mide. En este caso, la medición exige la construcción de un parámetro acorde al objetivo establecido; por otra parte, la relación de lo que se pretende medir con dicho parámetro debe estar contextualizada por una teoría precisa.

Otro aspecto de la encuesta que se debe considerar está referido a que al ser una herramienta bb b b bbbbbbbbbbbbn bzssx zzzzzzsi se encontrara exenta de todo marco teórico. Pero esto no es así.

La encuesta supone unas determinadas concepciones que no pueden ser obviadas sin correr el riesgo de invalidar la utilización de sus resultados.

Los principales supuestos básicos de la encuesta según Bordieu, Chamboredon y Passeron, (1993), (citado por Mayo, 2004), pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- la encuesta supone una sociedad compuesta por individuos atomizados, aislados, a los que es necesario interrogar para conocer acerca de un determinado fenómeno social.
- la encuesta supone que cada individuo es consciente de sus actos y puede dar cuenta de sus motivos de un modo imparcial y transparente.



- la encuesta supone que el lenguaje es un instrumento neutral que puede ser tratado de forma unívoca, sin considerar que por su naturaleza simbólica siempre queda abierto a múltiples interpretaciones y que además, en el contexto de la encuesta, el lenguaje se desarrolla en una relación intersubjetual en la que la expresión del encuestado está influenciada o limitada por la forma en que se pregunta.

Decidir la utilización de la encuesta como herramienta de investigación no significa necesariamente adherir a estos supuestos en la medida en que se sea consciente de ellos.

Se trata de utilizar la encuesta reconociendo que no es un elemento neutral y que para su correcto uso no se pueden obviar las cuestiones mencionadas.

La encuesta como estrategia de investigación basada en un cuestionario estandarizado tiene precisamente en esa estructura su arma más poderosa: la fiabilidad. Ésta remite a la posibilidad de usar la misma técnica para distintas unidades sin variar significativamente los resultados. La fiabilidad, o confiabilidad, depende sobre todo de la estandarización pero también está determinada por la forma en que se pregunta: a mayor estandarización de las preguntas más estandarizadas serán las respuestas y a mayor claridad en la pregunta mayor posibilidad de que todos los encuestados la comprendan en el mismo sentido y por lo tanto mayor será la fiabilidad del instrumento.

Respecto a la validez de esta herramienta, es decir su verdadera utilidad, está determinada por el planteo del problema y del marco teórico utilizado. Por lo tanto, la validez en la encuesta depende en gran parte de que las preguntas efectuadas sean indicadores de las variables de interés. Para ello es fundamental el proceso de operacionalización, que garantiza la correspondencia de los indicadores con los conceptos teóricamente planteados.

La confiabilidad y la validez de la encuesta son cuestiones de fundamental importancia para comprender el funcionamiento de esta herramienta. La validez supone la fiabilidad pero la fiabilidad no depende de la validez. Es decir que se puede formular un cuestionario con alto nivel de fiabilidad pero puede resultar inválido por el problema planteado.

Una tercera vía muy valiosa, que combina las ventajas de los instrumentos cerrados, con la riqueza de las entrevistas, son los cuestionarios empíricamente desarrollados a partir de preguntas abiertas y entrevistas previas (Aikenhead 1988).

Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo (2006), señalan que los cuestionarios cerrados empíricamente desarrollados tienen numerosas deficiencias metodológicas: las creencias de los investigadores se imponen implícitamente a los participantes, mediante las opciones ofrecidas (Lederman, 1992); la hipótesis de la percepción inmaculada, que presupone que el investigador y la persona participante perciben y comprenden el texto de un cuestionario de la misma manera (Aikenhead y Ryan, 1992); los instrumentos normalizados limitan mucho la posibilidad de extraer conclusiones significativas y evaluar los cambios actitudinales, o viola la unidimensionalidad de constructo, necesaria en cualquier instrumento para validar los resultados métricos y las correspondientes interpretaciones (Aikenhead, 1988; Shrigley y Koballa, 1992). Por otra parte, la validez y fiabilidad de los instrumentos utilizados para indagar sobre las creencias dependen, en gran medida, de los aspectos metodológicos que se utilizan en la evaluación de los resultados.

Sin embargo, investigaciones recientes han conducido a la obtención de mejoras metodológicas. Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo (2006), señalan tales mejoras metodológicas que permiten aplicaciones estadísticas inferenciales y la comparación de grupos en la investigación con ítems CTS, así como progresar en técnicas propias de la investigación cualitativa, como es el caso de los diagnósticos personalizados (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003a, 2003b, 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000; Vázquez y Manassero, 1999; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005, 2006.)

Entre las nuevas líneas metodológicas para mejorar la validez y fiabilidad, se destacan:



- 1) El uso de un modelo de respuesta múltiple (MRM), que permite utilizar toda la información disponible en cada ítem.
- 2) La creación de una nueva métrica, que permite extraer de las respuestas múltiples toda la información que contienen.
- 3) La definición de un índice actitudinal global normalizado, con un significado métrico invariante que sintetiza con validez el conjunto de todas las respuestas emitidas.
- 4) La clasificación de todas las frases del cuestionario en tres categorías, mediante la valoración por un panel de jueces especialistas. Esto permite la aplicación de una métrica adecuada para calcular el índice actitudinal, (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006).

Un aspecto importante a considerar en el MRM es el de la cantidad de alternativas de respuestas, que según sea par o impar, omite o no la categoría de respuesta central, que suele ser *“Ni de acuerdo ni en desacuerdo”*. Sobre este tema existe debate. Edwards, 1957; Sudman y Bradburn, 1989, sostienen que es recomendable el uso de la categoría de respuesta central argumentando que es preferible no forzar las respuestas de los sujetos indecisos hacia un polo (acuerdo o desacuerdo) que podría no describirles, mientras que, Worthy, 1969; Kaplan, 1972; Dubois y Burns, 1975, cuestionan el uso de las categorías centrales porque éstas pueden atraer a las personas que las seleccionan por razones diferentes de cuál es su posición en la actitud medida.

Por su parte, los trabajos de Espejo y González-Romá, 1999, han revelado que casi un 50% de los sujetos que responde mediante diferentes tipos de categorías de respuesta centrales lo hace por razones diferentes a la de estar en el punto medio de la dimensión medida.

Otros estudios han mostrado que incluso los sujetos con niveles medios en la dimensión medida, tiene una probabilidad muy pequeña de contestar utilizando la categoría central, y es más probable que respondan utilizando otras categorías de respuesta adyacentes, como *“En desacuerdo”* o *“De acuerdo”* (Andrich, de Jong y Sheridan, 1997; Espejo y González-Romá, 2001).

Consideraciones particulares acerca de un instrumento para indagar concepciones y creencias sobre la Matemática

Para decidir qué instrumento para la recolección de datos se utilizará en el marco de la investigación acerca de las concepciones y creencias sobre la Matemática en una Facultad de Agronomía resulta imprescindible establecer la relación entre las consideraciones generales de las distintas metodologías e instrumentos, expresadas anteriormente, y los objetivos planteados para este proyecto en particular.

En la búsqueda de las creencias más compartidas por los profesores del ciclo superior sobre la Matemática, su enseñanza, su aprendizaje y su uso, se define la necesidad de caracterizar, en forma contrastable, las diferentes valoraciones que realizan los profesores. La intención es lograr una descripción del sistema conceptual en el cual se encuadran, y a partir de este marco conceptual delimitar los grupos de profesores que comparten creencias y concepciones similares.

En otras palabras, el instrumento deberá permitir la determinación y caracterización de la diversidad de concepciones y creencias que sustentan los profesores del ciclo superior, y la descripción de los factores en el sistema de concepciones y creencias compartidos por ellos en los diferentes grupos. Además interesa: 1) Caracterizar el componente cognitivo de la actitud de los docentes hacia la Matemática, 2) Describir el componente afectivo de la actitud, 3) Identificar las manifestaciones conductuales de la actitud hacia la Matemática por parte de los docentes universitarios del ciclo superior.

Atendiendo a tales objetivos se considera pertinente diseñar un cuestionario estructurado, cerrado de escala de valoración, que se apoye en la identificación empírica de los juicios de los



profesores, la generación inductiva de un sistema de categorías teóricamente fundamentado para clasificar tales juicios y el control del proceso por expertos.

Como primera instancia en el diseño se considera necesario realizar una entrevista semi estructurada exploratoria de las creencias y concepciones sobre la Matemática para aplicar a un grupo reducido de profesores. Dicha entrevista, intentará dar respuesta a las preguntas planteadas en este proyecto: los docentes de las asignaturas no matemáticas, ¿cómo ven a esta ciencia?, ¿qué conceptos, procedimientos y actitudes creen que deberían incluirse en las asignaturas con contenidos matemáticos?, ¿qué docentes usan la matemática en sus asignaturas?, ¿de qué manera?, ¿priorizan sus conceptos, sus procedimientos o las actitudes que fomenta?, ¿qué motivos tienen los docentes que podrían usarla pero no lo hacen?, ¿en qué grado ven factible la integración de su asignatura con Matemática?, ¿de qué manera?.

La finalidad de este instrumento es recoger algunas de las creencias de los profesores que sirvan como una de las bases para definir las dimensiones de las actitudes que se quieren medir.

Con la finalidad de obtener un conjunto suficientemente amplio de ítems o enunciados acerca de las actitudes y creencias en cuestión, para constituir el banco o base inicial de ítems, se impone como tarea inicial la examinación de la bibliografía existente sobre el tema, en un relevamiento de los instrumentos utilizados por otros investigadores y que puedan contribuir en ese sentido. En esta tarea se debe tener especial cuidado en recolectar un número de ítems suficientemente amplio, para prevenir complicaciones en caso de tener que eliminar alguno posteriormente. Con este material y los datos obtenidos de la primera entrevista, se aspira a elaborar un banco inicial de ítems organizados en diferentes dimensiones.

Todos los ítems del futuro cuestionario tendrán formato de elección múltiple para el grado de acuerdo, 1 (Total) hasta 6 (Nulo), evitando la categoría de respuesta central que está seriamente cuestionada.

Así, ante el planteo de un problema respecto al cual se desea conocer la actitud de la persona se listan, a continuación, varias frases que ofrecen diferentes justificaciones sobre lo planteado. Además de tres opciones que permitan esgrimir razones para no responder: 1) "No entiendo la cuestión", 2) "No sé lo suficiente sobre el tema para seleccionar una opción" y 3) "Ninguna de las opciones satisface básicamente mi opinión".

La mitad de los ítems, de cada dimensión y subcategoría consideradas, representan manifestaciones de actitudes positivas o favorables, y la otra mitad de los ítems constituyen manifestaciones de actitudes negativas o desfavorables, es decir, que no todos los ítems están redactados en el mismo sentido. Para lograr la clasificación de las frases se debe recurrir a la opinión de tres expertos.

Según la metodología desarrollada por Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo (2006), cada valoración directa se transforma después en índices actitudinales, conforme a una clasificación en categorías previamente asignada a cada frase por un panel de jueces. Así, por medio del cuestionario, se obtienen índices actitudinales normalizados (-1, +1) para cada frase, según la categoría que se le ha asignado. Las frases adecuadas se valoran más alto cuanto más cerca de 6 sea la puntuación otorgada, y las ingenuas, cuanto más cerca estén de 1. A partir de los índices de las frases de un ítem, se pueden calcular nuevos índices, para las categorías de frases, como promedio de los índices anteriores de las frases en cada categoría. Finalmente como indicador global de la actitud de cada persona hacia el tema de un ítem se puede calcular un índice actitudinal ponderado.

Consideraciones finales

Decidir la metodología a utilizar en una investigación y diseñar instrumentos adecuados a los fines que se persiguen no son aspectos exentos de marco teórico ni de rápida definición. Y esto es particularmente importante cuando el sujeto de la investigación es al mismo tiempo el objeto, es decir cuando el hombre forma parte de la sociedad que trata de conocer.



En este trabajo se han realizado consideraciones sobre los instrumentos de recolección de datos, pero esto no significa que aquí se haya agotado el diseño metodológico del trabajo de investigación. Por el contrario, las fases de construcción de la muestra a la que se le aplicará el instrumento, el trabajo de campo propiamente dicho, y la ordenación y análisis de los resultados son etapas igualmente importantes y requieren de sus propios análisis por el sinnúmero de cuestiones que entran en juego en cada una de ellas.

Bibliografía

AIKENHEAD, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (8), 607-629.

AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. (1992). The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-492.

ANDRICH, D.; JONG, J. Y SHERIDAN, B. E. (1997). Diagnostic opportunities with the Rasch model for ordered response categories. En J. Rost y R. Langeheine (Eds.), *Applications of latent trait and latent class models in the social sciences* (pp. 58-68). Münster, Germany: Waxman Verlag

BRICKHOUSE, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.

BOURDIEU, P. ; J.C. CHAMBOREDON y J.C. PASSERON. *El oficio de sociólogo*. 15a. edición en español. México: Siglo XXI, 1993.

DUBOIS, B. Y BURNS, J. A. (1975). An analysis of the meaning of the question mark response category in attitude scales. *Educational and Psychological Measurement*, 35, 869-884.

EDWARDS, A. L. (1957). *Techniques of attitude scale construction*. New York:Appleton-Century-Crofts.

ESPEJO, B. Y GONZÁLEZ-ROMÁ, V. (1999). *El significado de las categorías centrales en las escalas tipo Likert*. Trabajo presentado al VI Congreso de Metodología de las CC. Sociales y de la Salud. Oviedo, España.

ESPEJO, B. Y GONZÁLEZ-ROMÁ, V. (2001). Orden y relevancia de las alternativas de respuesta "no estoy seguro", "término medio" y "?". Trabajo presentado al VII Congreso de Metodología de las CC. Sociales y de la Salud. Madrid, España.

KAPLAN, K. J. (1972). On the ambivalence-indifference problem in attitude theory: A suggested modification of the semantic differential technique. *Psychological Bulletin*, 77, 361-372.

LEDERMAN, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

LEDERMAN, N.G. y ZEIDLER, D. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education*, 71(5), 721-734.

MANASSERO, M. A. Y VÁZQUEZ, A. (2001). Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya*, 27, 27-56.



MANASSERO, M. A., VÁZQUEZ, A. Y ACEVEDO, J. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 299-312.

MANASSERO, M. A., VÁZQUEZ, A., Y ACEVEDO, J. A. (2003a). *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societát* (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service. Consultado el 18 de octubre de 2008 en: <http://www.ets.org/testcoll/>

MANASSERO, M. A., VÁZQUEZ, A., Y ACEVEDO, J. A. (2003b, 19-23 de agosto). *Views on science-technology-society questionnaire: Categories and applications*. Trabajo presentado en 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the Quality of Science Education. oordwijkerhout, Países Bajos. Consultado el 18 de octubre de 2008 en: <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>

MAYO, A. E. (2004). *Epistemología de las Ciencias Sociales*. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires, Argentina.

SHIRGLEY, R.L. Y KOBALLA, T.R. (1992). A decade of attitude research base don Hovland's learning theory model. *Science Education* 76 (1) pp. 17-42.

SUDMAN, S. Y BRADBURN, N. M. (1989). Measuring attitudes: recording responses. En Sudman, S. y Bradburn, N. M. (Eds.). *Asking questions: a practical guide to questionnaire design*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M. A. (1999). Response and scoring models for the "Views on Science-Technology-Society" instrument. *International Journal of Science Education*, 21 (3), 231-247.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A. Y ACEVEDO, J. A. (2005). Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (1). Consultado el 18 de octubre 2008 en: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-vazquez.html>

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A. Y ACEVEDO, J. A. (2006). An analysis of complex multiple-choice science-technology-society items: Methodological development and preliminary results. *Science Education*, 90 (4) 681-706.

VÁZQUEZ, ACEVEDO, MANASSERO Y ACEVEDO (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2). Consultado el 2 de octubre de 2008 en: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>.

WORTHY, M. (1969). Note on scoring midpoint responses in extreme response style scores. *Psychological Reports*, 24, 189-190.