

UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA/CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Por: Roberto Figueroa Molina, Ed. D.

INSTRUMENTOS.

A pesar de las diferencias que existen sobre el contenido específico en los saberes de ciencia y sobre los métodos y estrategias de enseñanza que deben utilizarse en estos cursos, los científicos, diseñadores de currículo y maestros de ciencia están de acuerdo en que el entendimiento de la naturaleza de la ciencia es un objetivo importante de la educación en ciencias (Lederman, 1992). Según la Sociedad Nacional para el Estudio de la Educación (1960), el entendimiento de la naturaleza de la ciencia como un propósito de la educación en ciencia se remonta a 1920.

Durante los inicios del siglo XX, los objetivos relacionados con la naturaleza de la ciencia se expresaban en términos de un marcado énfasis en el método científico “...de tal manera que se entrenaran mejor las facultades mentales de los estudiantes” (Hurd, 1960). En la década de los años sesenta, este objetivo estaba ligado al énfasis en el proceso científico y en la indagación, aspectos que se defendían en esa época (Welch, 1979). En la década de los años ochenta, este objetivo se incluyó como un componente crítico de la cultura científica que se espera que los estudiantes desarrollen como resultado de su participación en los cursos de ciencia (N.S.T.A., 1982; A.A.S.S., 1990).

Desde 1955, Saunders describió el entendimiento de la naturaleza de la ciencia como uno de los propósitos de mayor importancia de la educación en ciencia. Cuatro décadas más tarde, la historia demuestra la persistencia de los científicos y los maestros de ciencia al defender este objetivo educativo.

Si consideramos la longevidad de los objetivos relacionados con la naturaleza de la ciencia, es intrigante que el primer instrumento formal, para evaluar las concepciones de los estudiantes, se desarrollara hace menos de cuarenta años (Lederman, 1992). Wilson (1954), desarrollo el instrumento conocido como “Science Attitude Questionnaire” (SAQ) para estudiar las opiniones, de una muestra de 43 estudiantes de la escuela secundaria en Georgia, sobre la naturaleza de la ciencia y su propósito en la sociedad.

Mead y Metraux (1957), realizaron un esfuerzo gigantesco para evaluar las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia. En su trabajo utilizaron los datos recopilados a través de una muestra nacionalmente distribuida de 35,000 ensayos sobre la pregunta “What Do You Think About Science and Scientist”. La muestra aleatoria que utilizaron era representativa con respecto a edad, género, distribución geográfica y nivel socioeconómico. Es importante señalar que esta investigación tiene un enfoque cualitativo que la diferencia de las restantes examinadas.

Klopfer y Cooley (1961), desarrollaron el instrumento Test on Understanding Science” (TOUS) que consiste de 60 ítems de selección múltiple con cuatro posibles alternativas. Los ítems se clasificaban de acuerdo con tres subescalas: entendimiento acerca de la empresa científica, el científico y métodos y propósitos de la ciencia. Durante los años 60 y 70 la forma W del TOUS se convirtió en el instrumento más utilizado para evaluar la concepción que tienen los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia (Aikenhead, 1972) citado por Aquino, 1994). López-Tosado (1992), tradujo, adaptó y validó la forma W de TOUS al español para utilizarse en Puerto Rico, Miller (1963), realizó un estudio en el que comparó las puntuaciones obtenidas en el TOUS para maestros de escuela secundaria con la que obtuvieron sus estudiantes.

Kimball (1965), desarrolló la escala conocida como “Nature of Science Scale” (NOSS) como parte de su tesis doctoral en Stanford University. Se propuso evaluar las opiniones acerca de la naturaleza de la ciencia de estudiantes universitarios. La escala consta de 29 ítems de selección múltiple con tres posibles alternativas. El autor estableció la validez empírica mediante la habilidad del ítem de discriminar entre estudiantes universitarios cuya concentración es ciencia y aquellos de otras concentraciones. Este criterio estricto para retener un ítem redujo el tamaño del NOSS. El coeficiente de confiabilidad fue de 0.72 en su estudio preliminar con una muestra de 97 estudiantes y de 0.54 en un estudio extenso con una muestra de 712 estudiantes. El desarrollo, validación y medidas de confiabilidad del NOSS se realizaron con estudiantes universitarios. El contenido del NOSS se validó más tarde por nueve educadores de ciencia que juzgaron si los ítems se relacionaban con el modelo o no.

Welch (1966) diseñó el “Science Process Inventory” (SPI). Con el propósito de inventariar el conocimiento sobre los procesos de la ciencia que poseen los estudiantes de escuela superior. La forma C del instrumento consiste en 150 afirmaciones relativas a los supuestos, actividades, producto y ética de la ciencia. Los estudiantes reaccionan a las afirmaciones con las alternativas de acuerdo o en desacuerdo (Welch y Pella, 1967-1968). El “Scientific Literary Reserch Center” (1967) desarrolló el “Wisconsin Inventory of Science Process” (WISP). Este instrumento evalúa las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que tienen los estudiantes de escuela secundaria y maestros de ciencia. El contenido del WISP es casi idéntico al contenido del SPI (Aquino 1994).

Korth (1975), citado por Aquino (1994), desarrolló el “Test of the Social Aspects of Science” (TSAS). El propósito de este instrumento es evaluar las concepciones de los estudiantes de escuela secundaria sobre las interacciones entre ciencia y sociedad, y sobre

aspectos relacionados con la naturaleza social de la empresa científica. El instrumento consta de 52 ítems de selección múltiple con cinco posibles alternativas. Se compone de tres subescalas: interacción entre ciencia, tecnología y sociedad; naturaleza social de la empresa científica; y responsabilidad social y política de los científicos.

Rubba (1968) desarrolló y validó el “Nature of Scientific Knowledge Scale” (NSKS) como parte de su tesis doctoral en la Universidad de Indiana (Rubba y Andersen, 1978). El instrumento consta de 48 ítems que se contestan con una escala tipo Likert de cinco alternativas. Incluye seis subescalas correspondientes a seis factores del modelo de la naturaleza del conocimiento científico (A Model of the Nature of Scientific Knowledge) establecido por Showalter en 1974 y revisado por Rubba en 1977. Las subescalas del NSKS son: amoral, creativo, desarrollista, parsimonioso, verificable y unificado. Para cada subescala se incluyen cuatro ítems positivos y cuatro negativos. El instrumento fue validado con estudiantes de escuela secundaria y estudiantes universitarios.

Meichtry (1992) desarrolló una versión modificada del NSKS llamada “Modified Nature of Scientific Knowledge Scale” (MNSKS). Este instrumento se utilizó para evaluar el efecto del primer año de programa “Biological Science Curriculum Study” (BSCS), sobre el entendimiento y conocimiento de la naturaleza de la ciencia que tenían estudiantes de la escuela intermedia. El MNSKS consta de cuatro subescalas y 32 ítems.

Serrano (1989) tradujo al español el “Science Attitude Questionnaire” desarrollado y validado por “National Foundations for Educational Research” de Inglaterra. Este instrumento consta de 58 ítems de selección múltiple con cinco posibles alternativas. El conjunto original de ítems se obtuvo de la información recopilada de entrevistas con estudiantes de escuela secundaria de Inglaterra. Las cinco subescalas del instrumento están diseñadas para medir la actitud de los adolescentes jóvenes hacia varios aspectos de la

ciencia y la escuela. El instrumento se recomienda para tres usos: como instrumento guía que provee algunas indicaciones sobre los sentimientos de los estudiantes hacía las carreras relacionadas con la ciencia; para medir diferencias en actitudes entre grupos de estudiantes con los que se utilizan diferentes metodologías o enfoques de enseñanza; y para evaluar las actitudes hacía la ciencia de un grupo, antes y después de un curso de acción y determinar sí hubo cambio de actitud (Serrano, 1989).

Rivera(1992) desarrolló y validó un instrumento para determinar el grado o nivel de cultura científica que poseen los estudiantes que ingresan a la escuela secundaria. El instrumento consta de 65 ítems de selección múltiple con cinco posible alternativas. Las tres subescalas son las siguientes. Naturaleza de la ciencia, la indagación y la actividad científica.

Aquino (1994) desarrolló validó una escala con el propósito de medir el conocimiento que tiene los maestros de ciencia de Puerto Rico sobre la naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico. La última versión del instrumento desarrollado por Aquino consistió de 39 ítems que se contestaban con las categorías de acuerdo o en desacuerdo. El análisis de consistencia interna arrojó un alfa de Cronbach de 0.85. La validez de contenido estuvo a cargo de un panel de expertos. Para determinar la validez de constructo se llevó a cabo un análisis factorial. Se hizo una prueba con tres factores y cuatro factores. Luego de los análisis correspondientes se aceptó el de tres factores ya que éstos se distribuían de acuerdo con los diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia. Algunos de los aspectos lo son: la ética en la ciencia; el carácter tentativo del conocimiento científico; la diferencia entre ciencia y ciencia aplicada; y la metodología científica.

Recientemente Rivas (1997) utilizó dicho instrumento para determinar el conocimiento que tienen los maestros de ciencia del nivel secundario de la Región

Educativa de San Juan Puerto Rico sobre la naturaleza de la ciencia. Los resultados de la investigación sugieren que la mayoría de los maestros de ciencia del nivel secundario de la Región Educativa de San Juan no tiene un conocimiento aceptable acerca de la naturaleza de la ciencia. Se encontró que el aspecto de la naturaleza de la ciencia en que mayor dominio demuestran los maestros es el que trata sobre el carácter tentativo del conocimiento y ciencia básica. El segundo aspecto en orden de dominio resultó ser la ética y ciencia aplicada y por último el que trata acerca del conocimiento científico. La consistencia interna del instrumento fue de 0.72 y se logró mediante el alfa de Cronbach.

NATURALEZA DE LA CIENCIA

Según Collette y Chiappetta (1986), Cooley y Klopfer (1963) y NSTA(1982), un atributo distintivo de un individuo que posee cultura científica es que éste posea una concepción adecuada de la naturaleza de la ciencia. Los educadores de ciencia se han relacionado con el término Naturaleza de la Ciencia por más de tres décadas, definiéndolo de varias formas. Para Lederman (1987), la definición del término Naturaleza de la Ciencia más común es la siguiente: se refiere a las hipótesis, valores y suposiciones inherentes al desarrollo del conocimiento científico. Por ejemplo un individuo que piense que el conocimiento científico es amoral, tentativo, empírico o producto de la creatividad humana está reflejando su concepción individual sobre la naturaleza de la ciencia. En 1951 James B. Conant, señaló que no es suficiente estar informado sobre la ciencia, sino más bien entender la naturaleza de esta disciplina (Cobern, 1989). Para Cobern, lo que es necesario entender de la naturaleza de la ciencia son sus suposiciones, sus métodos, sus estructuras y sus limitaciones. El documento Estándares del Programa de Ciencia del Departamento de

Educación de Puerto Rico (p. 138), define la Naturaleza de la Ciencia como el conjunto de principios sobre los cuales se fundamenta la producción de conocimiento en ciencia. Los medios utilizados para desarrollar esas ideas son formas particulares de observación, pensamiento, experimentación y validación. Estas formas representan los aspectos fundamentales de la naturaleza de las ciencias y demuestran cómo las ciencias difieren de otras formas de conocimiento.

Muchos científicos, educadores y filósofos de la ciencia han planteado que las ciencias son mucho más que una colección de hechos, conceptos y principios (Wood, 1972). Smith (1980), Kimball (1967) y NSTA (1972), plantean que la naturaleza de la ciencia se caracteriza por los siguientes atributos: el conocimiento científico es tentativo, histórico, público, empírico, probalístico, limitado, establece relaciones de causa y efecto y no puede responder a todas las preguntas del ser humano.

En la actualidad se hace imprescindible que el maestro conozca y comprenda los atributos de la naturaleza y el quehacer científico (Lederman, 1987). Según este autor, no se puede esperar que el maestro enseñe lo que no comprende. Por otro lado Duchl (1985) y Gallagher (1984), enfatiza la importancia que tiene para la educación en ciencia que el maestro tenga el dominio de la naturaleza de la ciencia. Bybee (1995), señala que el conocimiento del quehacer científico es fundamental en la sociedad actual. El conocimiento que tengan los individuos de una sociedad sobre la ciencia dependerá en gran medida de las experiencias provistas por los maestros de ciencia en el salón de clase. Por eso, es de suma importancia que el maestro comprenda la naturaleza de la ciencia para que pueda hacer un modelaje y una representación genuina de ésta en el salón de clases. La noción que tengan

los docentes sobre la naturaleza de la ciencia indudablemente, influenciará a los estudiantes en la comprensión de esta disciplina; es decir, el docente de ciencia tiene que comprender la naturaleza de la ciencia porque es responsabilidad transmitir ese conocimiento a sus estudiantes.

La comprensión del quehacer científico es un aspecto crítico en nuestra sociedad. Según Bybee (1986), la educación científica en el salón de clase es el medio principal por el cual se desarrollan los valores, los métodos, los procedimientos y conceptos de la empresa científica. Según este autor, el conocimiento fundamental que adquieren los individuos sobre la naturaleza de la ciencia se da en el salón de clase. Por lo tanto, lo que se enseña y se experimenta en el salón de clase de ciencia, estará basado o influenciado por el conocimiento que tenga el maestro sobre la naturaleza de esta disciplina.

El docente de ciencia debe ser capaz de comprender las fortalezas y limitaciones del quehacer científico. En el salón de clase se debe crear un balance entre el énfasis que ofrezca a la ciencia como un banco de conocimiento, como proceso y como una empresa humana. El profesor debe estar claro en la estructura del conocimiento científico y cómo éste se desarrolla de manera que se pueda garantizar de una forma genuina un conocimiento científico legítimo. En otras palabras el educador en ciencia debe conocer la naturaleza de esta disciplina para proveer una enseñanza auténtica. A tal efecto señala Anderson (1986), que es importante que los educadores de futuros maestros de ciencia determinen ocasionalmente la conceptualización que éstos poseen antes de graduarse de sus programas y recibir certificaciones de maestros cualificados.