

La educación matemática:

Reflexión sobre su naturaleza y su metodología

(Segunda y Última Parte)¹

1. Otras disciplinas han seguido la misma tendencia

"Los lingüistas modernos comparten la fantasía —este es el término preciso— de creer que las "ciencias de la conducta" modernas han logrado, en un sentido fundamental, la transición de "especulación" a "ciencia" . . . lo que han logrado es simplemente imitar las características superficiales de las ciencias naturales; buena parte de su carácter científico proviene de restringir su objeto de estudio y de concentrarse en cuestiones periféricas."

N. Chomsky, 1968.

Los intentos por alcanzar un estatuto científico no son exclusivos de la educación matemática. Otras disciplinas —como son las llamadas ciencias sociales y de la conducta—, han seguido esta tendencia de intentar acceder a la "cientificidad", por la vía de abandonar la "especulación" y así alcanzar un mayor reconocimiento social.

En el campo de la educación, por ejemplo, se ha afirmado que: si la solución a los problemas educativos fuese a través de resultados científicos, este hecho aseguraría a la educación una madurez y un sentido de progreso, del cual carece por el momento². Un ejemplo de esto lo proporciona Borg (1963), quien afirma que:

"Quizás, una de las razones, de que el progreso de la educación sea lento e incierto, ha sido lo ineficiente y poco científico de los métodos usados por los educadores tanto en la adquisición de su conocimiento, como para la solución de sus problemas. La aceptación acrítica de opiniones autorizadas que no están fundamentadas en evidencias objetivas, así como la excesiva dependencia de su experiencia personal, han sido características de las técnicas para la resolución de problemas empleadas por los educadores."

Augusto Comte (1844) desarrolló una teoría para la jerarquización de las ciencias, en la cual, las matemáticas ocupan la posición más alta, justo por encima de las ciencias naturales; mientras que las disciplinas sociales —representadas por la sociología— ocupan la posición más baja. Desde entonces, las disciplinas sociales adoptaron a las ciencias naturales como modelo. La teoría de Comte, a la cual denominó Positivismo, asume la universalidad del método científico, independientemente de la diversidad de objetos de es-

Elisa Bonilla Rius
CINVESTAV-IPN
México, D.F., México

¹ La primera parte de este artículo apareció en Educación Matemática, Vol. 1, Núm. 2.

² Ver discusión en Cohen y Manion (1980).

tudio que existen en la investigación científica. Por otra parte, plantea que la ciencia no puede entenderse como una forma posible de conocimiento, sino que el conocimiento debe ser identificado con la Ciencia.

Así, ideas que fueron, originalmente, generadas en las ciencias naturales han sido extendidas a las ciencias sociales, ya que se considera indispensable conocer a las primeras para lograr un conocimiento más profundo de estas últimas. De aquí, que algunos científicos sociales se dieran a la tarea de diseñar experimentos al modo de las ciencias naturales y a aplicar métodos estadísticos a los resultados de dichos experimentos, con el fin de producir la "evidencia objetiva" y el "conocimiento sistemático", que, a su parecer, sus disciplinas requerían para poder ser denominadas ciencias.

Según este enfoque, tanto las disciplinas sociales como las ciencias naturales forman parte de una filosofía única, que abarca los mundos natural y humano.

Esta teoría considera a la búsqueda de leyes naturales como la tarea fundamental de la Ciencia. Supone a la naturaleza poseedora de secretos desconocidos por el hombre, cuyo descubrimiento da lugar a dichas leyes, que habrán de sumarse al acervo de conocimientos científicos, alejando así, la frontera de la ignorancia humana. Supone, además que el proceso científico no se detiene nunca, empezando en cada nueva frontera. La Ciencia es considerada, por tanto, como el universo de este conocimiento y su avance consiste en el proceso infinito de añadir nuevas certezas al universo de las ya existentes.

Este enfoque positivista, ha provocado y provoca todavía, controversias mayúsculas. La más interesante (y relevante para nuestros propósitos, aquí) es la que tiene lugar en el ámbito metodológico.

Cada metodología requiere de un cuerpo de premisas sobre las cuales fundamentarse. Tales premisas son, esencialmente, de naturaleza filosófica, por lo que la sola elección de un metodología lleva consigo la adopción de un punto de vista filosófico.

Uno de los debates sobresalientes de esta controversia, es el protagonizado por

dos escuelas del pensamiento filosófico: el *Racionalismo Crítico* (e.g. Popper, Albert) y la *Teoría Crítica* (e.g. Adorno, Habermas).

Ambas escuelas afirman ser anti-positivistas, sin embargo la última acusa a la primera de ser positivista. Tal acusación ha dado lugar a un debate muy apasionado.

Los defensores del Racionalismo Crítico sostienen que todas las ciencias enfrentan problemas que requieren ser resueltos y que los procedimientos para su solución son comunes para todas ellas. Los defensores de la Teoría Crítica de la sociedad, argumentan que la metodología debe estar relacionada con el objeto de estudio y que el conocimiento del mundo difiere dependiendo de los intereses cognoscitivos.

Dentro de la controversia encontramos diversas concepciones de "método", (Adorno, 1976). Para el racionalista crítico hay un único método científico, común a las ciencias sociales y naturales, cuyo propósito es experimentar con soluciones tentativas a los problemas. (Existiendo dos tipos de problemas: los que dan lugar a una investigación y los que surgen en el curso de una investigación).

En el caso de la otra escuela, se confiesan aristotélicos y afirman que "el método está necesaria e irrevocablemente referido a un objeto y que cada objeto impone una metodología específica". Sostienen que no debe hablarse de Ciencia sino de Ciencias, en plural, porque cada ciencia está determinada por su objeto; y siendo la naturaleza del objeto de las ciencias sociales tan distinto de aquel de las ciencias naturales, no es posible considerar a las distintas disciplinas como un solo cuerpo de conocimiento.

Los distintos modos de proceder ensamblados bajo el apelativo de Ciencias Sociales están unidos, en tanto disciplinas académicas, por una abstracción, es decir, que tratan, de una u otra manera, con la sociedad. Pero ni su objeto de estudio, ni su método es uniforme.

En algunos casos se abarca la totalidad social; en contraposición, en otros el foco de atención es el fenómeno social indivi-

dual. De manera análoga los métodos varían. Por otra parte, los enfoques pueden ser tanto de corte teórico como empírico. Ambas tendencias se rehúsan a ser reducidas a un denominador común: lo empírico y lo teórico no pueden registrarse en un continuo.

En ciertos ámbitos, el enfoque empírico ha tenido preponderancia sobre el enfoque teórico. Paradójicamente, los métodos empíricos, cuyo poder de atracción reside en su supuesta objetividad, favorece lo subjetivo, al enfocar su atención en la conducta de los sujetos. Adorno (1976), por ejemplo, afirma con respecto a la objetividad de la investigación social empírica que:

"En general, la objetividad de la investigación social de corte empírico, es una objetividad referida a los métodos y no a lo que se investiga... Los métodos empíricos... han ignorado la objetividad social, la entidad de todas las condiciones, instituciones y fuerzas dentro de la cual los seres humanos actúan, a lo sumo las han tomado en cuenta como accidentes."

El mismo Popper confirma la crítica de Adorno, cuando afirma que:

"La así llamada objetividad de la ciencia reside en la objetividad del método crítico"³.

Así, según Adorno y la Teoría Crítica, el problema de la objetividad está relacionada con el objeto, mientras que para Popper, está en el método.

Esta controversia surge de los principios mismos de cada enfoque y por ende, no puede ser resuelta: parten de puntos opuestos y llegan a lugares opuestos. Por lo mismo, aquellas investigaciones que heredan las características esenciales de uno de estos enfoques, heredan también sus consecuencias; independientemente de

que el investigador esté al tanto de ello o no.

Este debate se ha dado en el seno de las ciencias sociales y adopta características particulares en el ámbito de la investigación educativa, mismas que serán analizadas a continuación.

2. Investigación cualitativa vs cuantitativa. El modelo de la agricultura vs el de la antropología

En el caso de la investigación educativa, la controversia se presenta entre, lo que se ha denominado, el "modelo de la agricultura" y el "modelo de la antropología". Los supuestos de las escuelas discutidos arriba no pueden ser trasladados directamente a los supuestos de estos modelos, sin embargo, la dicotomía agricultura-antropología comparte rasgos esenciales con la dicotomía Racionalismo Crítico-Teoría Crítica.

El racionalismo Crítico y el modelo de la agricultura comparten la noción de la unidad del conocimiento; así como la creencia de que dicho conocimiento, el conocimiento científico, sólo puede ser alcanzado a través de la implementación del Método Científico.

El enfoque antropológico, tanto como la teoría crítica, consideran al objeto de estudio estructuralmente; es decir que, independientemente de lo que trate el problema, éste sólo tendrá sentido si se analiza en términos estructurales.

El modelo de la agricultura supone una distancia entre el investigador y su objeto de estudio, así mismo, enfatiza la objetividad que supuestamente caracteriza a su método científico. Llevan a cabo experimentos "... con el propósito de mejorar los productos a través de tratamientos manipulativos", (Nisbet, 1974). Mientras que en el modelo antropológico, la atención recae sobre el objeto, el cual determina el método que se usará para su estudio; la elección del objeto está determinada, a su vez, por los intereses cognoscitivos del investigador. La frase "Ve y vive allí para que puedas dar cuenta del lugar", caracteriza adecuadamente este modelo.

³ Por "método crítico" Popper entiende el método científico sujeto al criticismo lógico.

Espectro de Nisbet:

1 <i>Método Experimental</i>	2 <i>Reseña Exploratoria</i>	3 <i>Desarrollo Curricular</i>	4 <i>Investigación en Acción</i>	5 <i>Investigación Abierta</i>
Ciencia Educativa Empírica	Exposición de hechos como base para la toma de decisiones	Nuevos contenidos y métodos	De carácter intervencionista	Observación participante

Modelo de la agricultura

"Experimentos para mejorar productos a través de tratamientos manipulativos"

Modelo de la antropología

"Ve y vive allí para que puedas dar cuenta del lugar"

Nisbet (1974), ha propuesto un espectro para situar a la variedad de métodos empleados en la investigación educativa. Cada uno de estos dos modelos está localizado en uno de los extremos del espectro y el desarrollo curricular está al centro, ya que se supone que éste puede ser influenciado por resultados de investigación que procedan de cualquiera de los dos extremos.

La relevancia de la investigación educativa se "mide" a través de su impacto en los sistemas educativos, es decir, si el desarrollo curricular se ve afectado por los resultados de dicha investigación.

Es cierto que en épocas de apogeo de la investigación educativa, ésta no estaba necesariamente encaminada a influenciar el desarrollo curricular, sin embargo, problemas que se investigaban, entonces (como el "aprendizaje por descubrimiento", la importancia de las diferencias individuales en el aprendizaje de las matemáticas, o la medida en que aspectos ambientales y culturales modifican la capacidad de aprender matemáticas) resultaron ser fundamentales para el desarrollo curricular; (Griffiths y Howson, 1974).

Paulatinamente, los resultados de la investigación educativa han empezado a incorporarse al desarrollo curricular, sin

que dicha incorporación siga, necesariamente, una estrategia determinada. La creación de instituciones como el IOWO en Holanda, los IREM's en Francia, el Proyecto Nuffield en Gran Bretaña, o la Sección de Matemática Educativa en México⁴, confirman este hecho. Por otra parte, el que a mediados de los años setenta no se sintieran aún los efectos de esta investigación, puede deberse a las dificultades de asimilación de los resultados al proceso de desarrollo curricular y no a que los resultados fuesen irrelevantes.

Quizá esta influencia se ha sentido, fundamentalmente, en la fase del desarrollo curricular que se refiere a la producción de nuevos materiales. En la fase que se refiere a la evaluación curricular, la investigación juega un papel crucial, ya que es conveniente tener una evaluación lo más amplia posible que dé cuenta de los efectos que se hayan producido al introducir el nuevo curriculum (Howson et al., 1981).

La dicotomía agricultura-antropología se ha identificado también con otra dico-

⁴ Al igual que las otras instituciones mencionadas, la Sección de Matemática Educativa del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, surge a partir de impulsos derivados del diseño curricular. En su caso particular, estos impulsos derivaron de la reforma educativa Echeverrista: específicamente de la escritura de los libros de texto gratuito en el área de matemáticas.

tomía, investigación cuantitativa vs investigación cualitativa, ya que la primera se apoya fundamentalmente en la aplicación de métodos estadísticos, de donde obtiene su tan alegada objetividad. Mientras que la segunda, enfoca y trata los problemas desde una óptica cualitativa, dando lugar a una concepción distinta de objetividad.

A continuación se analizarán algunas de las características de estos tipos de investigación.

2.1 Investigación Cuantitativa

Como ya se había mencionado, en su intento por alcanzar la cientifidad, las disciplinas sociales adecuaron la metodología de las ciencias naturales. También el enfoque cuantitativo considera al Método Científico como único y a su implementación como el único camino para alcanzar el conocimiento científico. Esta consideración asume, por supuesto, la unidad del conocimiento y supone como fin último de la Ciencia la producción de Teoría. Esta tiene cuatro características:

i) Es determinista, ya que supone que todo evento es resultado de una causa. El proceder científico supone la posibilidad de dejar al descubierto y explicar dichas causas. Así mismo, hay regularidad en el modo en que se determinan y es la meta final del científico formular leyes que expliquen los fenómenos que lo rodean.

ii) Es empirista, implicando que la validez de una teoría o hipótesis se mantiene gracias a la naturaleza de la evidencia empírica. Cohen y Manion (1980) mencionan cinco pasos en el proceso seguido por la ciencia empírica: a) experiencia, b) clasificación, c) cuantificación, d) descubrimiento de relaciones y e) aproximación hacia la verdad.

iii) Sigue el llamado Principio de Parsimonia, puesto que los fenómenos deben ser explicados de la manera más económica posible.

iv) Finalmente generaliza, porque el científico, comenzando con sus observaciones de lo particular, busca generalizar sus conclusiones para el mundo entero.

Los que siguen la escuela cuantitativa dirían que: el estado de desarrollo de una disciplina en particular determina la calidad de sus teorías. Es el trabajo empírico, así como la acumulación y clasificación de datos, los que dominan en las primeras etapas de la ciencia. Mucha de la investigación educativa es por lo tanto, descriptiva.

2.2 Investigación Cualitativa

Dentro de este tipo de investigación están considerados enfoques de corte antropológico, fenomenológico y etnográfico y todos aquellos que se caractericen por ser una variedad de la "observación participante".

Este enfoque representa, fundamentalmente, diferentes afirmaciones sobre la naturaleza del comportamiento humano y la mejor manera para llegar a comprenderla (ver Wilson, 1977). Ofrece una visión alternativa de la objetividad y de los métodos adecuados para estudiar el comportamiento humano. Tales métodos son parte de una tradición de investigación desarrollada por antropólogos. Algunos de ellos, como señala Wilson (1977), afirman que tales

"técnicas pueden recopilar información sobre el comportamiento humano, que sería imposible obtener a través de métodos más cuantitativos."

Según ellos, no existe un único método correcto; el método debe adecuarse al estudio.

Esta metodología supone que el comportamiento humano se ve afectado de manera muy compleja por el ambiente en el que se encuentra. Los eventos psicológicos deben, por lo tanto, ser estudiados en sus ambientes naturales. Tales ambientes generan regularidades en el comportamiento humano que muchas veces trascienden las diferencias entre individuos. Si se estudia el mismo fenómeno en el laboratorio y en el contexto en que éste se presenta, los resultados pueden diferir. Existen fuerzas generadas por las condi-

ciones físicas del medio ambiente y por nociones⁵ internalizadas por la gente.

"Puesto que este conjunto de hipótesis presenta un reto fundamental al modo en que mucha de la investigación educativa tradicional es llevada a cabo, surgirán sin duda muchas preguntas y protestas." (Ver Wilson, 1977).

Puede temerse que la información se vea contaminada por un prejuicio subjetivo del observador. Pero los investigadores se defienden diciendo que su empresa depende de su habilidad para convertirse en instrumentos de investigación, al trascender su propia perspectiva e irse familiarizando con la perspectiva de aquellos que están siendo estudiados. Llamamos a esto una técnica de "subjetividad disciplinada", que es, desde su punto de vista, tan minuciosa e intrínsecamente objetiva como la de otros tipos de investigación. Esta creencia se basa en la hipótesis fenomenológica que supone que: las acciones humanas tienen más significado que simplemente los hechos concretos de quién, qué, cómo y cuándo.

El enfoque de las ciencias naturales con respecto a la objetividad, requiere de que, con anterioridad, el investigador imponga restricciones a los datos. Un hecho, que desde su punto de vista, dificulta el descubrimiento de las perspectivas de los sujetos. Las críticas principales que tienen hacia los empiristas clásicos son las siguientes:

i) La manera de adoptar un marco teórico particular para la interpretación y codificación del comportamiento es arbitraria y se podría seleccionar cualquiera de varios sistemas de significados.

ii) Los marcos teóricos más importantes de interpretar pudieran ser los de los sujetos, más que los de los investigadores.

iii) El científico social "objetivo", al estandarizar la interpretación, puede destruir alguna información valiosa.

IV. Conclusión

En la introducción de este ensayo⁶ se señalaba como propósito, hacer una revisión del estado actual de la educación matemática y contrastarlo con la afirmación de Freudenthal de que nuestro quehacer no es una ciencia sino una ingeniería educativa en matemáticas. Según él, los educadores de las matemáticas no son científicos, sino "ingenieros". Es decir, que lo que tenemos a nuestro alcance, no son teorías sino, cuando mucho, técnicas, de las cuales, eventualmente, podrían surgir teorías científicas. Estas técnicas son instrumentos valiosos, pero debemos distinguir las de la ciencia, puesto que pueden cumplir su propósito sin que requieran de una "envoltura científica".

La necesidad de que estas técnicas sean justificadas científicamente tiene una explicación más bien ideológica que de otra índole. Esta justificación científicista denota, según Freudenthal, una comprensión deficiente del alcance de tales técnicas. Esto no es sólo un malentendido, sino una controversia profundamente enraizada. Dicha controversia se presenta con mayor violencia en el nivel metodológico; es decir, cuando los acercamientos a la situación a investigarse se dan de maneras totalmente opuestas. En un extremo, los elementos de la situación son vistos como disjuntos y por ende son analizados por separado. En el otro extremo, la situación a investigarse es vista como una totalidad y sus elementos son por ende analizados como partes componentes de ella.

Por ejemplo, en un extremo están el análisis de habilidades o la discusión sobre coeficientes intelectuales, frente a la visión del estudiante como un individuo completo. O bien, el fraccionamiento del contexto del aula en elementos aislados vs la concepción de un medio ambiente donde suceden una variedad de procesos, al mismo tiempo y en el mismo espacio.

En su afán de producir teorías generales, el enfoque científicista ha dejado de lado muchos aspectos importantes. Tales generalizaciones no han demostrado ser

⁵ Tradiciones, papeles, valores y normas que son parte de la vida dentro de organizaciones. Ver Wilson (1977).

⁶ Ver primera parte de este artículo en Educación Matemática, Vol. 1, núm. 2.

ventajas, sino más bien obstáculos para el entendimiento y no por su generalidad sino porque: a) se llega a tales generalizaciones no de lo fundamental sino de aspectos más bien periféricos y b) porque han intentado sumarlas, asumiendo que la totalidad es equivalente a la suma de las partes.

Lo que resulta dudoso no es el esfuerzo por alcanzar la cientificidad, sino la manera cómo ha sido implementado este esfuerzo; así como, las razones que se aducen para ello. La pretensión de que las investigaciones empíricas que tenemos

pueden desembocar en teorías científicas, es privilegiar una postura metodológica, cuyas premisas están ampliamente apoyadas en fuerzas ideológicas que consideran a la ciencia como la Suprema Corte del Conocimiento.

Lo que necesitamos, por una parte, es una revisión más extensa y continua de la metodología que utilizamos y por otra, concientizar plenamente a los educadores de las matemáticas sobre estos problemas y sobre los peligros de adoptar principios en nombre de su carácter científico.

Bibliografía

- ADORNO, T. et al** (1976) *The Positivist Dispute in German Sociology*, Heinemann Educational, Londres
- ALBERT, H.** (1964) "Social Science and Moral Philosophy: A critical approach to the value problem in the social sciences", en Bunge, M. (ed) *The Critical Approach to Science and Philosophy, Essays in Honor of Karl R. Popper*, Glencoe, Nueva York
- BORG, W.R.** (1963) *Educational Research: an introduction*, Longmans, Londres
- COHEN, L. MANION, L.** (1980) *Research Methods in Education*, Croom Helm, Londres
- COMTE, A.** (1844) *Discurso sobre el Espíritu Positivo*, Revista de Occidente, Madrid (Edición española de 1934)
- FREUDENTHAL, H.** (1978) *Weeding and Sowing*, Dordrecht: Reidel Pub Co.
- GRIFFITHS, H.B. Y HOWSON, G.** (1974) *Mathematics: Curricula and Society*, Cambridge: Cambridge University Press
- HABERMAS, J.** (1972) *Knowledge and Human Interests*, Heinemann, Londres
- HOWSON, A.G., KEITEL, C. Y KILPATRICK, J.** (1981) *Curriculum Development in Mathematics*, Cambridge University Press, Cambridge
- NISBET, J.** (1974) *Educational Research: The state of the art*", en Dockrell, W.B. y Hamilton, D. (eds) *Rethinking Educational Research*, Hodder & Stoughton
- POPPER, K.R.** (1972) *Objective Knowledge*, Oxford University Press, Oxford
- WILSON, S.** (1977) "The use of Ethnographic Techniques in Education Research", *Review of Educational Research*, vol 47 (1), (245-265)

Educación Matemática

es una publicación que surge de la necesidad y el interés de varios sectores de la comunidad educativa de México, por tener un medio de comunicación adecuado y continuo para difundir ampliamente reflexiones, sugerencias didácticas, ensayos y reportes de investigación en torno a los aspectos de la Educación Matemática, propiciando su conocimiento, discusión y estudio para contribuir así, en forma significativa, al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los diferentes niveles educativos, tanto de nuestro país como del resto de Latinoamérica.

NO SE PIERDA DE NINGUN NUMERO DE LA REVISTA.