

## REFLEXIONES ACERCA DE LA EVOLUCIÓN DE LA CIENCIA Y SUS CONCEPCIONES Y LA MATEMÁTICA

Cecilia Crespo Crespo

[crcrespo@gmail.com](mailto:crcrespo@gmail.com)

Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”. Buenos Aires, Argentina

Tema: III.6 - Educación Matemática e Historia de la Matemática

Modalidad: CR

Nivel: No específico

Palabras clave: ciencia – concepciones – evolución - matemática

### Resumen

*El objetivo de este trabajo es describir e interpretar algunas de las relaciones existentes entre el desarrollo y evolución de la ciencia. Para ello se realiza un breve análisis de la evolución de las concepciones de ciencia y la relación entre ella y la sociedad. Al referirnos a ciencia, no puede negarse que su naturaleza ha cambiado en el transcurso de la historia. No es posible, sin ubicarse en un escenario particular, dar una definición de ciencia y comprender qué características tiene una disciplina para ser considerada ciencia en él. La técnica y la filosofía se encuentran relacionadas con la ciencia e interaccionan dándole sustento. Encontramos a lo largo de la historia algunos hechos que pueden considerarse puntos de inflexión en el desarrollo de la ciencia. En cada escenario socioepistemológico, la ciencia está unida fuertemente a los fenómenos de cambio social y económico, y en consecuencia está relacionada con las instituciones educativas.*

### Introducción. Acerca de la ciencia

La ciencia ha evolucionado a través del tiempo, pero al referirnos a ciencia, no puede negarse que su naturaleza ha cambiado en el transcurso de la historia. No es posible dar una definición general de ciencia; debemos ubicarnos en un escenario particular para poder definir ciencia para una sociedad determinada y comprender qué características tiene una disciplina para ser considerada ciencia en ella.

La técnica y la filosofía se encuentran relacionadas con la ciencia e interaccionan entre sí dándole sustento. Encontramos a lo largo de la historia algunos hechos que pueden considerarse puntos de inflexión en el desarrollo de la ciencia. Tampoco en un momento determinado, es posible referirse a una visión de la ciencia común a todo el mundo. En cada escenario socioepistemológico, la ciencia está unida fuertemente a los fenómenos de cambio social y económico.

## Orígenes de la ciencia

Desde el inicio de la historia, el ser humano, comenzó a desarrollar aspectos técnicos e ideológicos que le permitieron desarrollar su cultura. La habilidad de aprender a manejar utensilios y técnicas y de transmitir ese conocimiento fue posible gracias al empleo del lenguaje.

En un inicio, en la Edad Paleolítica, frente a un fenómeno que no comprendía, como por ejemplo un eclipse o simplemente la sucesión de los días y las noches, buscó explicaciones a través de mitos. “La magia se desarrolló para llenar las lagunas dejadas por las limitaciones de la técnica” (Bernal, 2006, p.93). A través de la magia desarrolló rituales y mitos basados en símbolos, imágenes y danzas, como procedimientos e ideas que podrían considerarse los primeros antecedentes de los conocimientos científicos. Su transmisión, al igual que la de técnicas para cazar o cocinar, es considerada como la primera etapa de la educación formal en un intento de explicar el mundo y dominarlo.

La cultura involucraba además conocimientos adquiridos sobre el uso de herramientas, el fuego, los animales, las plantas y todo lo que rodeaba a aquella sociedad primitiva. Podría decirse que la ciencia primitiva da origen a un ordenamiento del medio, tanto desde lo natural como lo humano. El uso de la razón comienza a dar origen a la ciencia racional, surgida en la sociedad.

Es en esta época en que pueden identificarse los orígenes de la mecánica racional (Bernal, 2006), en las primeras formulaciones de las leyes del movimiento con fines prácticos como el manejo de la palanca, el arco y la flecha, a partir de la observación y la manipulación. Por otra parte, el fuego como generador de calor y causa de cambios y la caracterización y distinción de animales y plantas, constituyen los primeros indicios del nacimiento de la química y la biología. El lenguaje es primero oral y tardará en comenzar a ser escrito con la finalidad de dejar memoria de lo sucedido. En esa etapa se comienzan a plasmar las primeras representaciones del espacio tridimensional en el plano a través de pinturas rupestres, que en esa sociedad primitiva se suponen con carácter mágico, pero que constituyen los primeros registros históricos y artísticos.

En la Edad Neolítica, surge la agricultura y el pastoreo. Asociados a esos oficios y artes y sus prácticas, se construyeron nuevos conocimientos aritméticos y geométricos. La aparición de regularidades, las formas y números de hilos implicados. Formas planas y

volumétricas asociadas a significados religiosos sociales o simplemente estéticos, fueron transmitidas de generación en generación.

La aritmética apareció antes que la escritura a través de los sistemas de numeración, el uso de los primeros ábacos formados por guijarros (calculi) para realizar cálculos, o sea operaciones matemáticas. Unida a la agrimensura y a la construcción apareció la geometría. La construcción de ladrillos condujo a la concepción de superficies y volúmenes. Tablillas babilónicas y papiros egipcios llegan a nosotros plasmando los conocimientos matemáticos de estas culturas.

En relación con la astronomía, el hombre primitivo comenzó detectando regularidades y fenómenos inesperados. Sus explicaciones iniciales fueron mitológicas. Entre las aplicaciones de la organización del tiempo por medio de calendarios, podemos citar la agricultura y la organización de viajes comerciales. La medicina, aunque elemental y primitiva en sus orígenes y unida a la hechicería, se convirtió en una de las profesiones de mayor prestigio en las distintas culturas. Sus conocimientos se organizaron en disciplinas como la anatomía y la fisiología. El estudio de efectos de plantas y otras sustancias en el ser humano dio origen a la botánica y luego a la farmacéutica. La química en esta época no tuvo existencia como tal, sino asociada a la metalurgia y la orfebrería. Podría decirse que las ciencias de las civilizaciones antiguas son la matemática, la astronomía y la medicina, unidas a la magia y como fuentes de poder. La ciencia primitiva estuvo en manos de los sacerdotes, siendo éstos los únicos que tenían acceso al conocimiento a través de registros y cálculos.

Tras la fundación de las ciudades surgen organizaciones sociales de acuerdo con las actividades realizadas. La actividad bélica surgió de desequilibrios económicos y fue justamente la economía la que incentivó a dominar otros pueblos y organizar ejércitos, fortalecer ciudades y desarrollar técnicas para fabricar armamentos. La profesión de ingeniero surgió con estos fines. Imperios, invasiones, guerras, dominación... y como uno de sus resultados, los prisioneros y la esclavitud. Esos también son aportes de la Edad de Hierro. Otro de los legados de esta edad es el dinero metálico.

Los conocimientos de aquella época llegan a nosotros a través de la arqueología. Se pierden los orígenes exactos de los descubrimientos, son transmitidos en carácter de técnicas y constituyen las bases de conocimientos científicos posteriores.

## Ciencia en Grecia

Los griegos aprovecharon las condiciones creadas en la Edad de Hierro transformándolas a través de la razón. Su economía dependió básicamente del cultivo de viñas y olivares y la pesca.

La ciencia tuvo su base en lo abstracto y racional, orientándose a la búsqueda de principios generales, de sistematización del conocimiento y fundamentación racional. Sus orígenes se ubican en las ciudades jónicas, en particular en Mileto, a partir del contacto con las antiguas culturas y buscando respuestas nuevas a las preguntas sobre los principios del universo, en las que no interviniera dioses ni mitos.

La escuela pitagórica marca en la cultura griega la fusión entre elementos abstractos y lógicos tomados de Parménides y elementos místicos de origen platónico (Bernal, 2006). Las magnitudes físicas son reducidas a mediciones y números. En la visión griega, los conocimientos matemáticos se validan a través de la deducción.

Parménides realiza un ataque a la observación a los sentidos como fuente del conocimiento. Empédocles, por su parte, también reconoció la falibilidad de los sentidos, pero defendió el uso crítico de la evidencia que suministran (Farrington, 1969).

Para Platón, el conocimiento del mundo las ideas, que se alcanza mediante la razón. Distingue dos tipos de conocimiento: la ciencia y la opinión. La ciencia se divide en ciencia en sentido estricto y pensamiento discursivo, siendo el primero producto de la inteligencia. La opinión es producto del conocimiento sensitivo y se divide en creencia y conjetura. Para Platón sólo la filosofía llega a la ciencia en sentido estricto, debiendo obtenerse como resultado de la actividad racional un conocimiento universal y necesario de lo eterno y absoluto. La matemática es la ciencia verdadera en esta visión.

Para Aristóteles la ciencia es una conjunción de saberes. Las ciencias tienen un objeto determinado y no entran en consideraciones acerca del ser de los mismos, ni de su esencia. La explicación científica se basa en observaciones y debe llegar a principios generales o principios explicativos. De esta manera impulsó el estudio, por ejemplo, de la astronomía.

En la nueva concepción de ciencia, nacida en Grecia, “la razón nos pone en contacto directo con la mente que impone orden a la materia” (Farrington, 1969, p.131).

### **Ciencia moderna**

Al hablar de ciencia moderna, se hace referencia a la forma de saber que comenzó a ponerse de manifiesto hacia fines de la Edad Media, en el Renacimiento y que alcanzó su consolidación durante el siglo XVIII. A partir de las ideas de Galileo y hasta la formulación de la física de Newton transcurrió un período en el que se sentaron las bases de la concepción moderna de ciencia, basada en un único modo racional de construir el conocimiento. Los escenarios medievales dieron paso a la formación de las ciudades modernas, la sociedad feudal evolucionó hacia la aparición de la autoridad monárquica. Las ideas de la modernidad se consolidaron hasta fines del siglo XIX.

En contraposición con el dogmatismo imperante en la ciencia medieval, la ciencia moderna asume la falibilidad humana como base del progreso de las ciencias. La ciencia adquiere una característica particular que se suma a la finalidad de explicación de los fenómenos: el poder de predicción con el fin de operar sobre la realidad. La posibilidad de contrastación con los fenómenos mediante la experimentación permite poner a prueba conjeturas. La ciencia moderna puede caracterizarse como ciencia experimental.

La modernidad posee rasgos distintivos, como la secularización del conocimiento y el reconocimiento de un orden basado en este mundo (Heler, 2005). La posición del hombre frente al mundo no es en esta época pasiva, su posición se torna activa y predominante. El sujeto necesita ganarse la vida y busca su lugar en el cosmos. El sujeto constituye al objeto, se vuelve reflexivo, imponiendo su libertad de pensamiento como derecho y deber. Para la modernidad primero hay que saber, luego que actuar. La pérdida del lugar central en la creación divina se compensa por el postulado de la libertad y la igualdad de los individuos, que permite la reflexión, iluminada por la razón. La racionalidad científica se constituye en el nuevo paradigma de las ciencias, la razón sustenta la garantía de verdad y la objetividad. La actividad científica se caracteriza por la búsqueda desinteresada de la verdad, y su utilidad no solo refleja el deseo humano por el saber, sino la utilidad teórica y práctica. La investigación es metódica y sistemática, organizando teorías, mostrando su fundamento y las implicaciones de la verdad. Como la ciencia se refiere a la realidad, posee referencias

empíricas precisas: lo empírico asegura la conexión con los hechos, la lógica asegura su fundamentación y consistencia.

Desde el siglo XVII, el problema del conocimiento se centró en salir de la dependencia de la razón humana respecto de la verdad revelada del medioevo, el método hipotético deductivo se presenta como única garantía de validez del conocimiento, relacionando la racionalidad con la experiencia.

En la modernidad, el término objetivo significa intersubjetividad, subjetivo significa que es distinto para cada uno. El paradigma reinante tiene, por lo tanto, un origen sociológico. La ciencia es la encargada de la producción social del conocimiento, o sea de la producción del conocimiento con utilidad social.

### **Posciencia o ciencia de la modernidad**

Desde las ciencias sociales, ha comenzado a hablarse de la postmodernidad y la posciencia (Díaz, 2000). No existe consenso en el uso de esos términos, pero sí en la consideración de que existe un cambio en la concepción de ciencia y en las características de la sociedad. Esta manera de pensar la ciencia no se limita a su análisis en cuanto a estructura formal, sino a partir de prácticas concretas y con una inserción cultural, puede ser pensada como una “postepistemología” (Díaz, 2000, p.18).

En cierta manera, la matemática educativa, a través de la socioepistemología, ha realizado un cambio similar en su enfoque del estudio de los fenómenos didácticos. La aceptación del conocimiento matemático como construcción sociocultural, el papel preponderante de las prácticas sociales y los escenarios socioculturales, hace que no podamos ignorar los cambios que se producen en el escenario actual y pensar la manera en la que éstos pueden influir en la construcción del conocimiento matemático en el aula.

Antes del siglo XX, la ciencia buscó leyes inmutables y universales que explicaran el orden del cosmos a través de una objetividad atemporal. Ese ideal de ciencia había sido construido durante siglos. Pero al llegar al siglo pasado, los científicos encontraron la necesidad de incorporar a la ciencia conceptos como el azar, el caos, la inestabilidad, el no determinismo, la indeterminación. *“El científico, a partir de su nueva ubicación deberá declinar el moderno dominio de la naturaleza e intentará, más bien, dialogar con ella”* (Díaz, 2000, p.19).

Las ciencias formales también enfrentaron un cambio en el siglo pasado. La lógica bivalente aristotélica debió dar paso al surgimiento de lógicas polivalentes que nacieron en muchas oportunidades desde dentro de la matemática y que no fue posible determinar a una de ellas como la correcta, o la mejor de todas. El surgimiento de estas lógicas, mostró que aún en escenarios de la matemática occidental, en escenarios académicos nacidos dentro de la tradición aristotélica, fue posible construir otras lógicas que generan argumentaciones que no respetan los principios aristotélicos (Crespo Crespo, 2010). Las aplicaciones de estas formas de argumentar en la ingeniería y en la técnica en general, son múltiples.

En la matemática, el teorema de Gödel rompió el sueño ideal de la seguridad de poder demostrar todo enunciado matemático. Este teorema marcó un punto de inflexión en el pensamiento de los matemáticos, restringiendo su omnipotencia racional. Sin embargo, algunos investigadores consideran que *“una vez pasado el shock inicial, los matemáticos se dieron cuenta de que el teorema de Gödel, al negarles a ellos la posibilidad de un algoritmo universal que ordenara todas las preguntas, les daba, en lugar de ello, la garantía de que las matemáticas no morirían jamás”* (Dyson, 191, p.57).

La tecnología pasó en el siglo pasado a tener un lugar prioritario en el desarrollo de la ciencia. Este cambio ocasionó también una ruptura en la concepción moderna de ciencia reflejada en una forma de conocer y relacionarse con el mundo e el que la informática es central. Algunos autores denominan a esta nueva concepción la posciencia (Díaz, 2000). Hacia fines del siglo XIX, las ciencias sociales reclamaron la legitimación de sus conocimientos como científicos. Su actividad se orientó a producir conocimientos sobre los seres humanos y sobre la sociedad. Son conocimientos útiles, pero reciben críticas de falta de científicidad basadas en la baja capacidad predictiva y objetividad.

Las ciencias sociales intentaron regirse por la definición dominante de ciencia enfrentando el desafío de luchar por el reconocimiento de su producción y su legitimidad. En algunas áreas se produjo una conexión más directa, en otras esto resultó realmente complejo. La predictividad en ciencias sociales es en esencia distinta de lo que ocurre en ciencias naturales.

En la época actual, nos encontramos en un período que implicó la pérdida de los ideales de conocimiento de la modernidad, es decir, cuestionándose la verdad sostenida por la filosofía moderna. El conocimiento no es simplemente acumulativo, sino que tiene una gran componente social, se trata de construcciones socioculturales. Existe un cuestionamiento a la ciencia y al cientificismo, es decir, se critica al desarrollo y adoración sin límite de la ciencia, lo que da lugar a la reducción de la razón a una simple racionalidad científica. La posmodernidad amplía la idea de razón y verdad, porque hay quienes sostienen la existencia de otras formas de racionalidad como el arte.

### **Algunos comentarios**

En esta breve descripción del desarrollo de la ciencia, puede apreciarse que a través de la historia, las concepciones de qué es considerado ciencia han cambiado y siguen en constante evolución. Lo mismo ocurre en relación a la matemática. La matemática educativa debe ser consciente de que esta evolución muestra cómo la ciencia y en particular nuestra disciplina son construcciones humanas que se desarrollan en un escenario socioepistemológico determinado y por lo tanto esto debe ser tenido en cuenta al pensar en el aula.

### **Referencias bibliográficas**

- Bernal, J. (2006). *La ciencia en la historia*. México: Nueva Imagen.
- Crespo Crespo, C. (2010). *Reflexiones acerca de la ciencia y la enseñanza de la matemática en las postrimerías de la modernidad*. Revista Academia (Revista de Posgrado de la Universidad Mariano Gálvez, Guatemala) III (6), pp. 18-22.
- Dyson, F. (1991). *El infinito en todas direcciones*. Barcelona: Tusquets.
- Díaz, E. (Ed.) (2000). *La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*. Buenos Aires: Biblos.
- Farrington, B. (1969). *Ciencia Griega*. Barcelona: Icaria.
- Heler, M. (2005). *Ciencia incierta. La producción social del conocimiento*. Buenos Aires: Biblos.