

***UNA MIRADA SOBRE DE LA CIENCIA Y LA MATEMÁTICA: SUS
CONCEPCIONES Y SU EVOLUCIÓN***

Cecilia Crespo Crespo

Instituto Superior del Profesorado "Dr. Joaquín V. González", Buenos Aires. Argentina
crrcrespo@gmail.com

Resumen

El progreso de la ciencia no ha sido ni es uniforme en el tiempo. A través de la historia algunos hechos que pueden considerarse puntos de inflexión en el desarrollo de la ciencia. Ellos hicieron que la ciencia tomara ciertos rumbos. Las concepciones acerca de la ciencia también han evolucionado. En cada escenario socioepistemológico, la ciencia está unida a fenómenos de cambio social y económico y se relaciona con las instituciones educativas. Proponemos analizar brevemente el origen de los algunos conocimientos científicos y los elementos y hechos que permitieron su aparición.

La ciencia a través del tiempo

En este trabajo proponemos presentar de manera breve algunas reflexiones sobre el origen de la ciencia y su evolución. Para ellos se realizará un breve análisis de la evolución de las concepciones de ciencia en la sociedad como reflejo de sus preocupaciones e intereses.

Resulta sumamente complejo definir de manera general la ciencia. Para lograrlo, es necesario hacer referencia al escenario particular en el que se desea analizar, ya que es una sociedad determinada la que establece cuáles son las características que debe poseer una disciplina para ser considerada ciencia en ella.

La ciencia, la técnica y la filosofía se encuentran relacionadas en la sociedad. La ciencia se sustenta en la técnica y la filosofía permitiendo comprender la realidad y actuar racionalmente sobre ella. La ciencia se encuentra fuertemente relacionada a los fenómenos de cambio social y económico. El progreso de una sociedad se une a los avances tecnológicos y científicos de la misma. Francis Bacon afirmó que la ciencia es poder y se preocupó por estudiar la manera en la que el conocimiento es justificado, cómo se amplía y cuál es su utilidad (Alvarez Céspedes, 2016).

Definir ciencia es muy complejo, ya que no se trata de una concepción universal. Depende del escenario sociocultural en el que se sitúa uno para comprenderla y para determinar sus características. A lo largo de la historia de la humanidad, es posible identificar ciertos sucesos que actúan como puntos de inflexión al respecto y que permitieron o propiciaron un cambio en la concepción de ciencia. Las ciencias no sólo avanzan, sino que en distintos escenarios se pueden reconocer como ciencias distintas ramas del saber humano.

Se ha escrito mucho acerca de los conocimientos científicos, de cómo evaluar si un conocimiento tiene esta categoría o no, de cuáles son los métodos de la ciencia. Pero, ¿cuándo empezó el hombre a hacer ciencia?, ¿cómo surgieron los elementos que posibilitaron la aparición de las ciencias?, ¿cuáles fueron los primeros conocimientos científicos?, ¿cómo se fueron conectando y relacionando hasta constituir las disciplinas que hoy consideramos ciencias?...

Si se analizan los significados usuales del término ciencia, podría afirmarse que no llegan a involucrar todo lo que en la actualidad es una ciencia, ya que claramente excluye a las denominadas ciencias sociales. Pero la humanidad debió recorrer un largo camino hasta considerarlas como tales. Veamos ahora algunos de los sucesos que acaecieron en este camino y que nos conducen a la visión que tenemos en la actualidad sobre la ciencia.

Algunos momentos y sucesos en la historia de la ciencia

a) Los orígenes del pensamiento científico

El lenguaje surgió como instrumento de la comunicación para el hombre primitivo. Las ideas codificaron la realidad en estructuras representacionales con el fin de ser comunicadas a otros. Si bien no se sabe exactamente cuándo surgió el lenguaje, se supone que en una etapa inicial el hombre se comunicó con gestos y vocalizaciones con otros miembros de su grupo; luego comenzó a hacer uso de un sistema de sonidos fijos que fueron siendo aceptados por convención de su grupo. El lenguaje se relaciona con la construcción del conocimiento y por lo tanto no podría haber surgido la ciencia sin lenguaje. En un principio fue oral y aún tardaría para comenzar a ser escrito con la finalidad de dejar memoria de lo sucedido.

Entre las primeras manifestaciones de la ciencia primitiva, es importante mencionar el fuego, el movimiento y la utilización de animales y plantas. El fuego es generador de calor y causa de cambios; hizo que el hombre primitivo comprendiera que se producían mediante su uso cambios que actualmente denominaríamos químicos; el calor generado cambiaba el color de los alimentos, su aspecto, su gusto. Se trata de fenómenos irreversibles. Pero también producía fenómenos reversibles como el cambio de estado de la materia. El fuego debe haber intrigado al hombre, lo debe haber llenado de interrogantes, quizá las primeras preguntas científicas que le condujeron a investigar para tratar de comprender y de aprovechar. Por otro lado, fueron los objetos arrojados por el hombre primitivo, al principio piedras y luego flechas, los que le condujeron a analizar los movimientos. Necesitó comprender que según los ángulos y la fuerza con que los arrojaba, llegaban a distintas distancias para poder dar en el blanco, en animales que cazaba para vivir. Se dio cuenta, también, de la importancia de la utilización de la palanca para facilitar el movimiento. Se dice que este fue el origen de la mecánica racional (Bernal, 2006) en las primeras formulaciones de las leyes del movimiento con fines prácticos como el manejo de la palanca, la lanza, el arco y la flecha, a partir de la observación y la manipulación. Comenzó a distinguir entre plantas y animales comestibles y aquellos que no lo eran. Aprendió que de algunas plantas se extraían sustancias que eran beneficiosas para la vida y de otras,

venenos. Se trata de los primeros indicios de conocimientos que correspondían a la química y la biología.

Por otra parte, en aquellos tiempos, el hombre comenzó a realizar pinturas en cuevas, piedras y paredes rocosas. Las que actualmente conocemos como pinturas rupestres fueron los primeros registros históricos y artísticos de la humanidad. En ellas se comenzaron a plasmar las primeras representaciones del espacio tridimensional en el plano, de animales, plantas y objetos; escenas de la vida cotidiana, signos y figuras geométricas, con el sentido de narraciones, vivencias, pensamientos y creencias. Aunque no se conozca con exactitud el significado original de estas manifestaciones, se cree que muchas veces otorgaban a esos lugares propiedades mágicas. Lo que sí se sabe es que fueron el comienzo de producciones escritas, fundamentales para la transmisión del conocimiento. De la misma manera aparecieron los petroglifos y las pictografías. El hombre ya utilizaba herramientas y sabía obtener pigmentos.

El surgimiento del número, uno de los conceptos fundamentales en la matemática, debió transitar un largo proceso. Los primeros vestigios de este conocimiento aritmético datan de la Edad Neolítica, con el devenir de la agricultura y el pastoreo. El hombre, en aquellas épocas se vio en la necesidad de llevar cierto control de sus pertenencias. Se dice que uno de los conceptos matemáticos que surgieron con este fin fue el de correspondencia uno a uno o biyección. Los antropólogos afirman que contabilizó que tenía tantos animales como piedritas, haciendo corresponder a cada animal de su pertenencia una piedra que guardaba. De esta manera si sobraba una piedra al establecer una biyección entre estos elementos, significaba que había perdido un animal. Posteriormente al manipular cada piedra, iba emitiendo un sonido, dando lugar así a los nombres de los números. La propiedad básica de los números naturales puesta en juego era la ordinalidad, relacionada con la sucesión de números naturales. Finalmente aparecieron los distintos sistemas de numeración para representar los números. Este proceso en relación a los números, no fue inmediato, fue producto de siglos. Pero es básico para el desarrollo de las ciencias. La aritmética apareció con anterioridad a la escritura. Fue necesario realizar cálculos u operaciones matemáticas. Para ello se usaron los primeros ábacos formados por guijarros (calculi). Unida a la agrimensura y a la construcción se empezó a desarrollar la geometría. La construcción de ladrillos condujo a la concepción de superficies y volúmenes. Podemos mencionar como sustento, por ejemplo, a tablillas babilónicas y papiros egipcios que llegan a nosotros plasmando los conocimientos matemáticos de estas culturas.

El hombre primitivo identificó la existencia de regularidades relacionadas con fenómenos climáticos y celestes como la sucesión de los días y las noches, las estaciones, los ciclos de la luna, los períodos de lluvia y sequía. Estas regularidades también estaban matizadas por fenómenos inesperados. En un inicio dio explicaciones mitológicas, luego éstas fueron cambiando. Para organizar el tiempo dividiéndolo con el fin de aprovecharlo en su beneficio por medio de la previsión para la agricultura y viajes comerciales, surgieron los calendarios. Observó el cielo nocturno identificó astros, analizó sus movimientos, reconoció constelaciones y las utilizó para orientarse. De esta manera sentaba las bases de lo que después sería la astronomía.

Otra disciplina que surgió por necesidad fue la medicina. Su origen se remonta a la observación del propio cuerpo y el de los animales, sus enfermedades y el efecto de tallos, hojas, frutos, flores, semillas y raíces que recolectaban. “Los sabios de la antigüedad fueron los brujos” (Taton, 1985, p.15), se trataba de personas con gran prestigio debido a sus conocimientos. Ellos sentaron las bases, aún elementales, de la anatomía, la fisiología y la farmacéutica. Ya en el Neolítico se tienen vestigios de cirugías, pues se han encontrado cráneos trepanados y cicatrizados que datan de esa época.

No es posible hablar de una ciencia prehistórica, pero la curiosidad por la naturaleza, la búsqueda de soluciones a problemas y su transmisión, fueron el germen de la ciencia que se iría desarrollando en las distintas culturas.

b) La ciencia prerracional

En las culturas de la antigüedad, la ciencia estuvo en manos de los sacerdotes, siendo éstos los únicos que tenían acceso al conocimiento a través de registros y cálculos. El conocimiento se unió al poder, tener conocimiento daba poder. Por ello quienes accedían al conocimiento científico pertenecían a las clases más poderosas.

En Egipto, se lograron avances matemáticos que llegan a nosotros por medio de papiros. Cabe destacar el uso de un sistema de numeración no posicional pero con algoritmos para las operaciones, logrados por medio de la aplicación de propiedades aritméticas de los números. En medicina, realizaban tratamientos a enfermos de acuerdo a prescripciones de célebres médicos antiguos y libros sagrados sin realizar grandes cambios terapéuticos por miedo a ser condenados en caso de fracasar (Taton, 1985). Sin embargo, los médicos egipcios gozaron de gran prestigio en Oriente y sentaron las bases de la medicina hipocrática. Los griegos les atribuyeron la invención de la geometría, nacida de la necesidad por las crecientes del río Nilo. Esta rama de la matemática tuvo en Egipto aplicaciones a las construcciones.

Otro aporte de esta cultura fue la confección de calendarios, a través del reconocimiento del ciclo anual y el desfase periódico de un día, que identificaron como día vago, que tuvo el significado de los años bisiestos aunque no lo intercalaban como se hace en la actualidad, logrado a través de observaciones y cálculos astronómicos. También diseñaron relojes de sol y de agua para medir el tiempo y determinar la hora durante el día.

Otra cultura empírica antigua fue la babilónica desarrollada en la Mesopotamia asiática. En Oriente fueron conocidos en la antigüedad por sus conocimientos de herboristería tanto de uso farmacéutico como en la preparación de perfumes y ungüentos, que eran comercializados con otros pueblos. También poseían conocimientos médicos generando especialidades. La matemática babilónica desarrolló un sistema de numeración posicional sexagesimal. En tablillas babilónicas es posible encontrar planteos y resoluciones de problemas geométricos resolubles con ecuaciones de primer y segundo grado y sistemas de

ecuaciones. Sin embargo cada uno era resuelto de forma particular, no existiendo generalizaciones.

Los babilonios midieron distancias angulares entre estrellas y poseían instrumentos de observación y medición astronómica que posteriormente perfeccionaron los romanos. Con ellos pudieron estudiar con precisión los movimientos del sol y la luna. Diseñaron un calendario lunar que era utilizado para la agricultura y el pastoreo.

Tanto la ciencia egipcia como la babilónica tuvieron una diferencia sustancial con la griega: no tuvieron aspiraciones teóricas ni metafísicas; se trataron de técnicas con aplicaciones prácticas. Sin embargo fueron base para el desarrollo de la ciencia griega. Muchos griegos accedieron a los conocimientos egipcios a través de viajes y estudios realizados en Egipto, entre ellos Hipócrates, Thales y Pitágoras.

c) La ciencia en el lejano Oriente

A orillas del Río Indo se desarrolló una cultura que dará origen a la India. Tres movimientos filosóficos se dieron en ella: el vedismo, el jainismo y el budismo. El periodo védico se caracterizó por la escritura de los Vedas, textos sagrados y los Sutas que resumían técnicas prácticas para los ritos védicos. La astronomía védica se basa en el sol y la luna e influyó en los periodos posteriores. Estudiaron sus movimientos e identificaron constelaciones. Su división del tiempo fue realizada con gran precisión, utilizaron instrumentos astronómicos similares a los de los babilónicos. La geometría fue utilizada para la construcción de altares, si bien aparecen ciertos razonamientos deductivos. Su sistema de numeración fue decimal y posicional, constituyendo una de los mayores aportes a la matemática de Occidente.

En el área de anatomía, identificaron elementos del cuerpo no visibles desde el exterior, como la sangre, la médula ósea, el aliento. Estudiaron enfermedades, sus causas y síntomas y prácticas terapéuticas para su curación. Los tratados médicos de la India tuvieron validez durante siglos.

En China se originó una cultura que se mantuvo en total aislamiento respecto del resto. En ella se desarrollaron conocimientos con un ritmo propio. En la prehistoria surgieron los números, sus nombres y sistemas de representación, en procesos similares a los descriptos anteriormente. El papel que desempeñaron en Occidente las piedritas (cálculi), lo tienen en esta cultura pedacitos de junco que dieron origen a un sistema de numeración, conocido como de palitos o junquillos que coexistió en paralelo con otros destinados y que fue muy utilizado para operar. Con este sistema y manipulando junquillos, llegaron a resolver sistemas de ecuaciones lineales. La geometría fue utilizada para cálculo de superficies y volúmenes. Unidas a características filosóficas relacionadas con la contemplación, aparecieron demostraciones gráficas de propiedades geométricas. Los conocimientos en esta cultura estaban al servicio del estado: astronomía, geografía, historia, arqueología, brindaban ayuda a tareas oficiales. Se organizó el tiempo en un calendario basado en observaciones astronómicas, reconociendo un año de 365 días y cuarto. Hicieron catálogos

de estrellas y generaron varios modelos del universo basados en distintas cosmogonías. En física, estudiaron los movimientos, las imágenes formadas por espejos esféricos. Consideraban científicas las técnicas adivinatorias basadas en astrología, geomancia y uso de palitos de distintas longitudes.

En medicina, reconocieron relaciones existentes entre órganos como el corazón, los pulmones, el hígado, el páncreas y el riñón. Sus tratamientos se basaban en sustancias farmacológicas, purgas, lavajes y cirugía.

Los chinos consideraban que el conocimiento se obtenía por oído, inferencia, observación directa y acción voluntaria, es decir experimentación. De esta manera, fueron los primeros en describir las etapas de lo que consideraban método científico. “Tuvieron una visión científica y racional del mundo: para ellos no hay nada trascendente ni inexplicable; para ellos el hombre y la sociedad son objetos de conocimiento; pero no han llegado a la demostración matemática basada en definiciones a priori. Esto parece probar que las ideas y los métodos de la ciencia no surgieron de las técnicas sino del conjunto de la praxis social” (Taton, 1985, p. 214). A pesar de estos avances en relación con otras culturas contemporáneas a ellos, no influyeron debido a su aislamiento.

d) La razón y la ciencia

Grecia es sin lugar a dudas la cultura que es base de la nuestra. Se caracterizó por el reconocimiento de la razón como base del pensamiento humano. Esto le permitió sustentar la ciencia en lo abstracto y lo racional. La ciencia griega se orientó a buscar principios generales de las disciplinas, a sistematizar el conocimiento y a lograr fundamentaciones racionales. La razón desplazó a los mitos para explicar los fenómenos de la naturaleza. El pensamiento griego se nutrió de las culturas que la precedieron, pero intentó dar respuestas racionales a los cuestionamientos acerca del universo.

Tras la aparición de las primeras demostraciones racionales, atribuidas a Thales, la escuela pitagórica imprimió a la cultura griega características que le permitieron combinar elementos abstractos y lógicos tomados de Parménides y elementos místicos de origen platónico (Bernal, 2006). La necesidad de demostrar afirmaciones más allá de comprobaciones para casos particulares, generó la necesidad de una lógica deductiva que permitiera demostrar los resultados de las generalizaciones. La medicina también se separó de la magia, erigiéndose sobre las bases hipocráticas. En distintas áreas elaboraron teorías y doctrinas que pusieron a prueba a través de la razón. La matemática fue considerada como la ciencia por excelencia en la visión griega, ya que sus conocimientos eran los que se validaban a través de la deducción. Las magnitudes físicas eran reducidas a mediciones y números.

Para Platón, la razón alcanza el conocimiento del mundo las ideas.. Distinguía dos tipos de conocimiento: la ciencia y la opinión. La primera, de carácter racional y la segunda sustentada en conocimientos sensitivos. El conocimiento científico en esta visión era universal, necesario, eterno y absoluto.

Aristóteles identifica la ciencia como una conjunción de saberes con un objeto determinado al que se accede por medio de la observación y que debe ser comprendido por medio de principios generales.

Además de reflexionar sobre las características de la ciencia, es en el periodo alejandrino, que los griegos definen lo que debe ser el método científico riguroso. Esto se debe a Hiparco, quien al decidir diferenciarse de Eratóstenes por haber confiado en mediciones de viajeros y militares para determinar la longitud del radio terrestre. A Hiparco se le atribuye haber dado a la cartografía su base matemática y astronómica, línea que después continuó Ptolomeo.

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).

e) La ciencia de la modernidad

La concepción de ciencia que, muchas veces, se tiene aún en la actualidad se forjó en la Edad Moderna. Comenzó a cimentarse a fines de la Edad Media, en el Renacimiento y se consolidó durante el Siglo XVIII. La influencia de Galileo con la inclusión de la experimentación como estrategia válida para obtener conocimiento permitió a Newton formular las leyes de la física, sobre las bases de la aceptación de un único modo racional de construir conocimiento. La ciencia moderna se contrapuso al dogmatismo imperante en el pensamiento medieval y se consolidó hacia fines del siglo XIX. La ciencia adquirió de esta manera la característica de poder predecir para poder operar sobre la realidad, además de explicar los fenómenos de los que se ocupa.

El hombre de ciencia tomó frente al mundo una actitud activa en la que experimenta para conocer (Heler, 2005) y reflexiona sobre la acción, a la luz de la razón. La investigación se caracteriza por ser metódica y sistemática en búsqueda de la verdad, que es considerada única y universal. 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.

f) La ciencia de la posmodernidad o posciencia

A fines del Siglo XIX, sin embargo, comienzan a surgir disciplinas en las que el objeto de estudio es el hombre y sus interacciones en sociedad. No calzaban con la visión de la ciencia moderna y tardaron en ser reconocidas como ciencias, incluso no todos las aceptan como tales. En el siglo XX, se reconoció que no existen leyes inmutables, atemporales y universales. Las ciencias, aún la matemática, debieron incorporar conceptos como el azar, el caos, la inestabilidad, el indeterminismo, la indecibilidad y la incertidumbre. “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 sociales

intentaron vanamente regirse por la definición dominante de ciencia para lograr su legitimidad. Finalmente, la concepción de ciencia debió cambiar.

Desde las ciencias sociales, surgieron términos como postmodernidad y 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).

Cabe preguntarnos qué ocurre con la matemática educativa. Su reconocimiento como ciencia ha sido reciente. En estos últimos años, muestra su consolidación por medio de la aparición de publicaciones, congresos y reuniones en las que investigadores y docentes comparten y discuten sus experiencias, resultados y teorías. El estudio de los distintos fenómenos didácticos ha generado diversas visiones y marcos teóricos en los que se combinan las componentes de la construcción del conocimiento matemático.

Comentarios finales

Los hechos que hemos mencionado en este trabajo encauzaron los caminos de la ciencia permitiéndole su avance y los rumbos que tomó. No fueron los únicos, son sólo algunos y hemos intentado centrarnos en aquellos que favorecieron el desarrollo en particular de la matemática-

Es posible comprender que la ciencia no solo avanza sino que esos mismos avances provocan cambios en las concepciones acerca de qué es ciencia, cuáles son sus métodos y objetos de estudio. La aparición de distintas visiones del mundo, de diversos intereses de las disciplinas y elementos y nociones que deben involucrarse en los estudios realizados por la sociedad, hacen que evolucionen las concepciones de ciencia. Debemos, como docentes, permitir que nuestros alumnos comprendan esa dinámica y asuman la manera en la que se desarrolla en forma continua.

Referencias bibliográficas

- Alvarez Céspedes, J. (2016). La ciencia y el poder en el pensamiento de Francis Bacon: ¿una propuesta pública que iguala los entendimientos? *Revista Versiones* 9, pp. 44-61
- Bernal, J. (2006). *La ciencia en la historia*. México: Nueva Imagen.
- 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.

Taton, R. (Comp.) (1985). *La ciencia antigua y medieval*. Barcelona: Ediciones Destino.