



LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS, EL IMPACTO SOCIAL Y LA EDUCACIÓN

Scientist revolutions, social impact and education

ALEXANDER GONZÁLEZ CASTAÑO

Físico U. Nacional de Colombia
Docente-Investigador UNIMINUTO
Biosoft Research Group – COLCIENCIAS
Calle 2B 41 – 77
407 3728 – 317 224 0303
E-mail: algonzalez@uniminuto.edu

RICARDO BERNAL JIMÉNEZ

Ingeniero de Sistemas
Especialista en redes de alta velocidad y distribuidas
Especialista en Tecnologías de la información
Postulante al título de Maestro
Licenciatura en Filosofía U. Santo Tomas
Biosoft Research Group – COLCIENCIAS
E-mail: ribeji@hotmail.com

Fecha de recepción: 2 de noviembre de 2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de 2012

ABSTRACT

We present a review over science's history since its beginnings to our time, making clear the present position of human been with respect to knowledge, to both advance and dehumanize itself, giivng rise to nowadays complex social fabric. Taking into account that science is the best tool of the human been to solve your deep questions and problems, it is shown how we obtain all this huge knowledge. So we give to research work the importance it deserves to use it taking in mind its long-term consequences.

Key words

Consequences, history, knowledge, research work, science .

RESUMEN

Se expone un repaso sobre la historia de la ciencia desde sus inicios hasta nuestra época, evidenciando la posición actual del ser humano con respecto al conocimiento, tanto para avanzar como para deshumanizarse, dando lugar al complejo tejido social actual. Con la idea en mente que la ciencia es la mejor herramienta con la que cuenta el ser humano para solucionar sus preguntas y problemas mas profundos, se muestra como llegamos a la obtención de todo este basto conocimiento. De esta manera le damos al trabajo investigativo la importancia que merece para usarlo teniendo en mente, sus consecuencias a largo pazo.

Palabras Claves

Ciencia, conocimiento, consecuencias, historia, trabajo investigativo.

LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

Desde la perspectiva de la ciencias puras, sorprende en la historia de la construcción del conocimiento, la forma en que se ha llegado a este. En primera instancia, la barrera más difícil de superar es la de nuestros propios sentidos. Hasta muchas de las veces, nos resulta imposible comprender cómo nuestros propios sentidos nos engañan. Por simple observación, no podríamos deducir que la Tierra es redonda por ejemplo. O como otro ejemplo de nuestras limitaciones sensoriales, con raíces en los comienzos de nuestra civilización; vemos como para los antiguos griegos no era evidente que nuestro planeta Tierra estuviese en movimiento perpetuo sobre su propio eje. E inclusive para nosotros mismos hoy en día, aunque ya sabemos la respuesta, nos resultaría imposible mostrar a partir de nuestra observación, que la Tierra está efectivamente en movimiento. Si la Tierra está girando, nos podemos preguntar al igual que ellos, por qué no las nubes se mueven de este a oeste mientras la Tierra se mueve en sentido contrario? Por qué un objeto al ser lanzado verticalmente hacia arriba, vuelve a caer exactamente en el mismo lugar de donde se lanzó, si por el giro de la Tierra debería caer más adelante o más atrás? Por qué no sentimos un viento que nos golpea la cara si estamos en movimiento junto a la Tierra? Toda la evidencia sensorial apunta a que la Tierra no está en movimiento.

Preguntas como estas, están ancladas en la lógica que produce la experiencia; experiencia que percibe nuestros sentidos. Los paradigmas iniciales para la construcción del conocimiento, tienen esa característica; están hechos con base a la percepción directa y a la racionalidad que se deriva de esta. A partir de la observación se articulaba todo un complejo andamiaje conceptual que pretendía describir el mundo alrededor y al mismo tiempo explicaba dichos fenómenos y todos aquellos que guardaran relación de similitud con estos.

En diferentes latitudes, varias culturas mediante observaciones, se daban una idea hasta teñida con un matiz antropocéntrico, de lo que era el universo; la inexorable tendencia a describir los fenómenos físicos en términos de la actividad inherente al ser humano. Es importante destacar el papel de la cultura Griega en la construcción del pensamiento; las evidencias históricas muestran su interés profundo por este tema, dando los primeros pasos en la construcción de la actitud científica, relacionada con la concatenación entre lo observado y las teorías, pudiendo marcar el destino de la humanidad en forma más completa y acertada que por otras personas. Aunque también hubo inciertos, a pesar de ellos incorporaron un elemento importante en esta tarea; al ser imposible separar lo divino y trascendental con la descripción de lo observado, tomaron la "Matemática" como la herramienta básica para este cometido, intentando acoplar la observación con sus postulados; en primera instancia, el resultado fue una intrincada demostración de los fenómenos mediante estructuras geométricas complejas, avalando, en caso particular de Tolomeo, la teoría de que la Tierra, "Estática", era el centro del universo y que todo giraba alrededor de ella; postulado en total concordancia con la evidencia que mostraba los sentidos: tras un largo periodo de observación de los cielos, encontrábamos que los cuerpos celestes se movían de este a oeste incluyendo el Sol.

En contraposición a Tolomeo, Aristarco negándose a las pruebas observacionales, propuso de una forma matemática más sencilla, armoniosa y hermosa una Tierra en movimiento alrededor de su propio eje y del Sol.

Aristarco y su particular manera de describir los fenómenos, fue el presagio de cómo en adelante se iría a construir el conocimiento; la descripción del universo con la estética matemática más armoniosa y sencilla; es decir, entre todas las posibilidades de descripción de los fenómenos usando la argumentación matemática, la de mayor belleza, armonía y sencillez se impondría

ante todas las demás. Sorprende como, a pesar de la evidencia contraria de los sentidos, la construcción del conocimiento se basa en un ingrediente de mayor peso, la racionalidad pura compatible con la belleza estética proporcionada por postulados matemáticos.

Pero la aprehensión de la verdad no se contentaba con la belleza estética de la matemática. De alguna manera esa armonía debía ser compatible con la observación, con la experiencia. Es imposible limitar la verdad a únicamente a una argumentación matemática. El uso de herramientas en la observación, fue una ventaja tecnológica sin precedentes en la construcción del conocimiento científico, marcando una diferencia abismal con relación a lo observado a simple vista y por tanto, aportando sólida evidencia experimental a una teoría. El modelo heliocéntrico de movimiento planetario de Copérnico, publicado en su libro póstumo [1], tenía esa belleza matemática, pero los sentidos seguían mostrando lo contrario. El uso del telescopio por parte de Galileo Galilei, coloca ese ingrediente que hacía falta en la aprehensión de la verdad; la descripción matemática de un fenómeno avalada por las pruebas observacionales. Galileo en su libro [2], ponía los cimientos del método científico, mostraba el camino apropiado para obtener la verdad. Estas discusiones demuestran la invalidez de la elegante teoría unificada de los cielos que los filósofos tradicionales sostenían, creada para probar que la Tierra era inmóvil; por ejemplo, la existencia de montañas en la Luna, de las mismas lunas de Júpiter y de las manchas solares, no podía ser explicada por la vieja astronomía. Los filósofos tradicionales no podían entender como objetos de la esfera celeste y por ende perfectos, la luna y el Sol, tenían tantas irregularidades e imperfecciones como la Tierra. Además, no entendían cómo alrededor de un cuerpo celeste giraban otros cuerpos, si sus postulados argumentaban que absolutamente todo giraba únicamente alrededor de la Tierra.

Inmediatamente devino la polémica en los estamentos sociales del momento. Se le acusó de hereje al autor ante la inquisición, con los mismos argumentos con que se defendía la verdad bíblica sobre la obra de Copérnico. Toda una cultura había sido construida durante siglos sostenida, es su descripción del mundo, en este marco de referencia, en este paradigma aristotélico. Cómo podría ser mentira toda esta argumentación? Cómo podían ser falsos los conocimientos transmitidos a las personas y las premisas enseñadas durante tanto tiempo?

Pero esta no fue la única revolución científica ni cambio de paradigma en la historia; el método científico que nació con Galileo dio origen a nuevos marcos de referencia, a nuevas aproximaciones a la verdad por parte de otros pensadores. Newton demostraba el movimiento de los planetas alrededor del Sol, incluida la Tierra, por medio de la ley de gravitación universal; primera gran unificación. Los demás planetas y la Tierra, con respecto al sol tienen un movimiento, y todo este conjunto un movimiento con relación al espacio absoluto, al éter, al espacio totalmente inamovible. Dejaba en claro que no había forma de apreciar si un movimiento en línea recta con velocidad constante, a través del espacio absoluto, podía diferenciarse de uno que estuviera en reposo con relación a dicho sistema; en cualquiera de los dos casos, se podían observar los mismos fenómenos naturales, estudiarlos y no encontrar diferencia alguna. La noción de que el tiempo transcurre con igual ritmo para todos los observadores, bien sea en un sistema en movimiento o uno en reposo, se deriva de esta apreciación.

Pero esta noción del tiempo empieza a perder peso ante las nuevas evidencias. El Físico escocés James Maxwell creó la segunda gran unificación de todos los fenómenos electromagnéticos con sus famosas ecuaciones. Sus predicciones plenamente corroboradas experimentalmente, mostraban la velocidad de propagación de la luz como una invariante universal.

Con respecto a qué sistema esta velocidad de la luz era siempre la misma? justamente con relación al éter postulado por Newton. Siendo así, se podría medir la velocidad del movimiento de la Tierra con respecto al éter teniendo en cuenta esta invarianza.

En el mismo instante en que la Tierra se mueve respecto al éter, se envía un haz de luz en dirección opuesta y se mide el tiempo en alcanzar un punto determinado. Puesto que dicho punto se mueve con la Tierra y la velocidad de la luz es invariante con respecto al éter, por suma de velocidades se podía determinar la velocidad de la Tierra. El resultado sorprendente de este famoso experimento realizado por Michelson y Morley, fue que nunca se encontró diferencia alguna en los tiempos que la luz se demoraba en recorrer la distancia estipulada para medir la rapidez de la Tierra respecto al éter. En vista de no poderse encontrar una solución aceptable a dicha contradicción, por parte de los defensores del paradigma newtoniano, como Lorentz, el experimento de Michelson-Morley se convirtió en el principio del derribo de la teoría newtoniana.

La dicotomía observada entre el planteamiento de Newton, de que no existía experimento mecánico alguno que fuera capaz de demostrar la velocidad relativa con el éter y el planteamiento de las ecuaciones de Maxwell con respecto a la velocidad de la luz; daban la razón suficiente a Einstein para prescindir de la existencia del éter, en la formulación de su teoría. De los cuatro artículos publicados en 1905, por parte de Einstein, en la revista Annalen der Physik, uno sería el que cambiaría por completo la historia de la física [3], proporcionando un duro golpe sobre las bases mismas de la estructura del paradigma newtoniano.

DE LOS PRINCIPIOS PLANTADOS POR EINSTEIN:

- Todo observador inercial puede considerarse marco de reposo absoluto. Es decir, un observador en

movimiento rectilíneo uniforme o en reposo obtienen los mismos resultados experimentales en sus mediciones.

- La rapidez de la luz es independiente de la fuente emisora y es siempre constante.

La implicación mas importante es que el tiempo deja de ser absoluto y se convierte en una cantidad relacionada con un sistema de referencia. Para diferentes observadores, la medida del tiempo es relativa y diferente para cada uno de ellos, acentuándose la diferencia a medida que la velocidad de uno de los sistemas se acercara a la velocidad de la luz. Al igual que Tolomeo y Copérnico, la belleza encontrada en la sencillez y armonía en la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein, que lograba una explicación menos compleja de los fenómenos, era la carta de entrada y aceptación en la comunidad científica y el punto de referencia para ganar la batalla ante sus mas serios rivales. Su belleza y sencillez eran tan contundentes que aunque la sustentación experimental no podía llevarse a cabo en ese momento por limitaciones tecnológicas, su trabajo marcó el comienzo de la Física Teórica.

Todavía faltaba otro cataclismo. La naturaleza empezaba a tomar una faceta no determinista. La estadística en la descripción de los fenómenos, es la herramienta fundamental para dar una aproximación a la posición de las partículas que giran alrededor del núcleo de los átomos. Ya no existe la certeza total de su posición en el tiempo; no es fácil determinar ya, sólo aproximadamente, el comportamiento futuro de la materia microscópica. A través de toda la historia, después de un arduo camino en la articulación de cada paradigma, se había logrado una descripción de los fenómenos que garantizaba la determinación del comportamiento futuro. La **Mecánica Cuántica**, a pesar de la armonía matemática en su estructura, rompía este esquema y solo podía brindar una aproximación del comportamiento. Eran innegables los excelentes resultados y comprobaciones

experimentales, pero dejaba la sensación de que la verdad se había obtenido incompleta. Aunque no rompía la teoría especial y general de la relatividad de Einstein, dejaba claro que la base fundamental de la construcción de toda la masa del universo, los átomos, tenían un comportamiento totalmente diferente al encontrado en toda la historia de la construcción del conocimiento. Para Einstein, quien inicialmente ayudó en la construcción de la mecánica cuántica, este duro golpe amenazaba su idea de un universo totalmente accesible, predecible, diáfano, armónico, simple y bello; compatible con las cualidades de una deidad superior.

EL IMPACTO SOCIAL Y LA EDUCACIÓN

Cada nuevo paradigma, genera un nuevo cambio en la visión de la realidad; esta nueva visión hace tambalear los preceptos establecidos, aceptados en general por

todas las personas; cambian su visión del ser, la vida, el universo, Dios, etc., en esencia, un nuevo paradigma trae un cambio social profundo para la humanidad en todos los ámbitos. Al igual que ha sucedido en la Física, en las demás ramas del conocimiento, la Química, la Medicina, la Biología, la Matemática, la Ingeniería, las Ciencias Sociales y la Filosofía; han ocurrido similares revoluciones encausadas por las revoluciones de la construcción científica de la Física. Ante cada nuevo paradigma sucede una reeducación de las personas sobre la nueva visión de la realidad. La percepción hoy en día de Dios es en esencia, totalmente diferente a la que se tenía en sus comienzos; de tal manera que a nivel general se entiende que en la ciencia no hay cabida para el concepto de un creador. La perspectiva relativística de Einstein aplicada a la cuántica, generó una teoría cosmológica muy bien fundamentada que argumenta que a partir del caos, se



generó este universo, así que si existe un Dios, este no tuvo nada que hacer.

Nuestra generación actual tiene a su disposición el conocimiento construido en toda la historia de la humanidad; un conocimiento basto. La cantidad de conocimiento acumulado es tan basto, a comparación del conocimiento acumulado hasta antes del siglo XVII, que no alcanzaría toda la vida para incorporarlo, para aprenderlo. Así que la fragmentación del conocimiento en disciplinas y ramas, inicialmente es lógica, y las especializaciones en las ramas de cada disciplina coherentes. Lo que si no es coherente ni lógico, pedazos de fragmentos aislados, desconectados, sin los vínculos de procedencia, sin interconexiones con las demás disciplinas; fragmentos y especializaciones que sólo sirvan para cumplir tareas laborales específicas, sin peso ético, que no permitan pensar, investigar y crear.

Nuestra generación trae sobre sus hombros las consecuencias sociales encausadas por cada uno de los nuevos paradigmas. Los trabajos de Maxwell, Einstein, y teóricos cuánticos como Schrodinger, Dirac, Borh, Fayman, etc., sentaron las bases de esta civilización en lo que a la revolución de la información y a toda tecnología se refiere. Dispositivos electrónicos de toda índole, radio, televisión, computadores, automóviles, aviones, satélites e internet. Dichas bases teóricas, con el apoyo de la ingeniería dieron como resultado el desarrollo de todos estos dispositivos. Es muy importante en este punto, tener en cuenta que existe una diferencia muy grande, casi abismal, entre la creación de un dispositivo tecnológico y el uso que se le dé a este. Las ideologías de toda índole simplemente encontraron un medio para difundir sus intereses. Una sociedad moderna, con síndrome de impaciencia, que quiere a toda costa complacer sus mas diversos deseos inmediatamente, que no acepta compromisos, sin prácticamente fundamentos éticos; que ve la educación como otro bien que sólo sirve para tener el medio que sustente económicamente la complacencia

inmediata de sus deseos sin sentido; es simplemente una sociedad que raya en la irracionalidad al ser victimas de un uso inapropiado de la información que aparece en los diferentes medios de comunicación. Una sociedad que no ha aprendido a discernir ni reconocer la forma en que esta siendo manipulada. El problema esta sencillamente en el interior de cada cual.

Las revoluciones en la Biología, la Medicina y los medios masivos de producción de alimentos y energía prácticamente sobrepoblaron el planeta, de tal manera que la excesiva explotación de las fuentes de energía para suplir la cada vez mas creciente demanda, agotan los recursos naturales y destruyen la biodiversidad; consecuencia esta enmarcada en la problemática mencionada arriba con relación al mal manejo de la información. Adicionalmente, ante una perspectiva de visión sin solidades ética, minada por la ausencia de un hacedor universal, que marque las pautas de comportamiento apropiadas hacia nosotros mismos, los demás seres humanos, las demás especies y el planeta entero; no existirá una posición inquebrantable de rechazo o de cambio sustancial, ante toda idea que limite nuestros deseos mas profundos, nuestros sueños; que nos haga pensar y tener en cuenta en cada instante, lo inmensamente pequeños, limitados y mortales que somos ante este universo que nos muestra la ciencia; que nos permita ver que la realización de la vida no está en trabajar arduamente para obtener bienes y servicios materiales en un sistema, para el cual muchas de las veces trabajamos, que concibe y vende productos muchos de ellos totalmente innecesarios; que nos de la visión que el bien material mas importante es el conocimiento; que nos de el poder de discernimiento para comprender que cualquier empresa que emprendamos en el ámbito educativo, sea simplemente para el goce del conocimiento y no para seguirle el juego a un puñado de personas que aprovechan los medios masivos de información y sus políticas de explotación, para crear esclavos laborales; que entendamos

que el uso adecuado del conocimiento y el manejo de su poder nos puede brindar las pautas para la creación de nuestras propias empresas libres de ideologías de manipulación y explotación tanto de seres humanos como de la naturaleza en general.

La educación debe incorporar este pilar, sugiriendo a cada instante estas iniciativas. La última gran revolución esta dentro de nosotros mismo realmente. Por mas que se muestre constantemente un camino, sino se hace la reflexión interna, el cambio nunca llegará a suceder. Una vez realizado el cambio, el siguiente paso es encausar al ser en la búsqueda de su propia verdad, la búsqueda de la verdad común. En realidad la ciencia lo que busca es dar respuesta a los interrogantes mas profundos sobre la existencia.

La ciencia es la herramienta para obtener conocimiento, para entender nuestro entorno, para comprender el ser y la vida, no es una herramienta perfecta pero es lo mejor que tenemos. Todavía existen tantos misterios por descubrir que no podemos decir que a pesar de todo el desarrollo científico y tecnológico alcanzado hasta el momento, no hay nada más por descubrir. Existen misterios tan grandes como la conciencia; que la mecánica cuántica ni la relatividad general han podido desentrañar.

El mundo científico no ha podido explicar cómo a través de toda la evolución de la materia, desde el Big

Bang hasta nuestra era, un puñado de materia conformada por miles de millones de átomos, ha llegado a tener conciencia de si misma. Es mas, el mundo del caos desde la cuántica y la cosmología abren puertas a aspectos totalmente inesperados y desconocidos del universo como la formulación teórica de la existencia de dimensiones alternas a las existentes. La cuántica, en sus desarrollos teóricos mas avanzados, nos habla de una interconexión de todo con el todo. La intuición me lleva a pensar que toda esta creación, que el ser y la conciencia, están para propósitos mas profundos que los que simplemente podríamos alcanzar en nuestras vidas; que detrás de toda esta manifestación material existe una gran magia unificadora, consiente, que nos deparará muchas mas increíbles aventuras cuando decidamos ir en pos de su conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] Copernico, Nicolas, *"De revolutionibus orbium coelestium"*, Sobre el movimiento de las esferas celestiales, 1543.
- [2] Galilei, Galileo, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo, 1632.
- [3] Einstein, Albert, *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, *Annalen der Physik*, 1905.