

Nota manuscrita de Juan Campos: *Techniques of effective Sc. Pedagogy*.

XI. La Invisibilidad de las Revoluciones

Aun tenemos que preguntar cómo cierran revoluciones científicas. Antes que lo hagamos, sin embargo, parece indicado hacer un último intento de reforzar la convicción de su existencia naturaleza. Hasta aquí he intentado presentar las revoluciones a través de ilustraciones, y los ejemplos se podrían multiplicar *ad nauseam*. Pero obviamente, la mayoría, que se seleccionaron deliberadamente por su familiaridad, habitualmente no se consideraban revoluciones sino adiciones a conocimientos científicos. Esto podría decirse de cualquier ilustración adicional, y estos probablemente serían ineficaces. Sugiero que existen buenas razones por qué las revoluciones resultaron tan casi invisibles. Tanto los científicos como los laicos toman gran parte de su imagen de la actividad científica creativa de una fuente de autoridad que sistemáticamente disfraza—en parte por importantes razones funcionales—la existencia e importancia de revoluciones científicas. Solamente cuando la naturaleza de esta autoridad es reconocida y analizada podemos tener la esperanza de que los ejemplos históricos tengan plena efectividad. Además, aunque el punto sólo puede ser desarrollado en la sección de la conclusión, el análisis requerido ahora empezará indicando uno de los aspectos del trabajo científico que lo diferencia más claramente de cualquier otra ocupación creativa con la excepción quizás de la teología. Como fuente de autoridad tengo en mente principalmente libros de texto de ciencia junto a los de divulgación y las obras filosóficas que los toman de modelo. Las tres categorías—hasta recientemente ninguna otra fuente significativa de información sobre la ciencia estaba a mano con excepción de la actividad investigadora misma—tienen una cosa en común. Se dirigen a un cuerpo ya articulado de problemas, datos, y teoría, muy a menudo a un conjunto particular de paradigmas con los que la comunidad científica está comprometida en el momento el texto se escribe. Los libros de texto mismos intentan comunicar el vocabulario y la sintaxis del lenguaje científico contemporáneo. La divulgación intenta describir estas mismas aplicaciones en un lenguaje más cercano a la vida diaria. Y la filosofía de la ciencia, particularmente la del mundo anglosajón, analiza la estructura lógica de este mismo cuerpo de conocimiento científico completado. Aunque un tratamiento más amplio necesariamente se ocuparía de la verdadera diferencia entre estos tres géneros, es su parecido que más nos interesa aquí. Todos relatan el *resultado* estable de revoluciones pasadas y de esta manera muestran las bases de la tradición normo-científica actual. Para cumplir con su función no necesitan proveer información auténtica en relación a cómo estas bases fueron primero reconocidas y después asumidas por la profesión. En el caso de libros de texto, al menos, existen hasta buenas razones por qué, en estos asuntos, estos deban ser sistemáticamente engañosos. Hemos apuntado en la Sección II que una dependencia cada vez mayor de libros de texto o su equivalente fue una concomitante

invariable de la aparición de un primer paradigma en cualquier campo de la ciencia. La sección de conclusión de este ensayo mantendrá que la dominación de una ciencia madura por tales textos diferencia de manera significativa su patrón de desarrollo del de otros campos. Por el momento simplemente supongamos que, en una extensión sin precedentes en otros campos, el conocimiento de ciencia tanto del laico como del profesional se basa en libros de texto y algo de otro tipo de literatura derivado de estos. Libros de texto, sin embargo, siendo vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal, tienen que re-escribirse entero o en parte siempre cuando cambien el lenguaje, la estructura de problemas, o los estándares de la ciencia normal. En resumen, tienen que re-escribirse como resultado de cada revolución científica y, una vez re-escrito, inevitablemente disfrazan no sólo el rol pero la existencia misma de la revolución que los produjo. A menos que personalmente experimentó una revolución durante su propia vida, el sentido histórico, ya sea del científico activo ya sea el lector laico de literatura de libros de texto, se extiende sólo hasta los resultados de la revolución más reciente en el campo.

Los libros de texto de esta manera truncan el sentido del científico de la historia de su disciplina y después proceden a suministrar un sustituto de lo que han suprimido. Característicamente, libros de texto de ciencias contienen sólo un poco de historia, ya sea en el capítulo introductorio o, más a menudo, en referencias dispersas sobre los grandes héroes de un tiempo lejano. Debido a tales referencias tanto alumnos como profesores llegan a sentirse como participantes en una tradición histórica de largo recorrido. Sin embargo, la tradición derivada de libros de texto en que los científicos se sienten partícipes, es, de hecho, una que no existió nunca. Por razones que son tan obvias como altamente funcionales, libros de texto de ciencias (y demasiadas de las historias de la ciencia viejas) sólo hacen referencia a aquella parte del trabajo de científicos pasados que fácilmente se pueden considerar como contribuciones a la formulación y solución de los problemas de paradigma del texto. En parte por selección y en parte por distorsión, los científicos de una edad temprana son implícitamente representados como habiendo trabajado con el mismo conjunto de cánones fijos que la revolución más reciente en teoría y método científicos ha hecho parecer científico. No sorprende que los libros de texto y la tradición histórica que implican han de re-escribirse después de cada revolución científica. Y no sorprende que, a medida que se re-escriben la ciencia una vez más parece ser mayoritariamente acumulativa.

Científicos no son, desde luego, el único grupo que tiende a ver el pasado de su disciplina desarrollándose linealmente hacia su posición presente. La tentación de escribir la historia al revés es omnipresente y perene. Pero los científicos se ven más afectados por la tentación de re-escribir la historia, en parte porque el resultado de la investigación científica muestra ninguna dependencia obvia del contexto histórico de la investigación, y en parte porque, excepto durante crisis y revoluciones, la posición contemporánea del científico parece tan segura. Mas detalle histórico, sea del presente o del pasado de la ciencia, o más responsabilidad respecto los detalles históricos que se presentan, sólo podría dar un estatus artificial a la idiosincrasia, el error y la confusión humanos. ¿Por qué dignificar lo que los esfuerzos mejores y más persistentes de la ciencia han hecho posible descartar? El desprecio del hecho histórico es profundamente, y probablemente de manera funcional, arraigado en la ideología de la profesión científica, la misma profesión que otorga el valor más alto de todos al detalle fáctico de otro tipo. Whitehead recogió el espíritu no-histórico de la comunidad

científica cuando escribió: “Una ciencia que vacila en olvidar sus fundadores, está perdida”. Aunque no tenía razón del todo porque las ciencias, como otras empresas profesionales, necesitan sus héroes y guardan sus nombres. Afortunadamente, en vez de olvidar estos héroes, los científicos fueron capaces de olvidar o revisar sus libros.

El resultado es una tendencia persistente de hacer la historia de la ciencia parecer lineal o cumulativa, una tendencia que afecta hasta a los científicos que miran hacia atrás a sus propias investigaciones. Por ejemplo, todos los tres relatos incompatibles de Dalton del desarrollo de su atomismo químico hacen ver que él estaba interesado desde una fecha temprana en justamente estos problemas químicos de combinar proporciones que más tarde se hizo famoso por haber resuelto. De hecho, estos problemas solamente parecen haberle ocurrido con sus soluciones, y entonces tampoco hasta su propio trabajo creativo estaba casi completo. Todo lo que omiten los relatos de Dalton son los efectos revolucionarios de aplicar a la química un conjunto de cuestiones y conceptos anteriormente limitados a la física y la meteorología. Esto es lo que hizo Dalton, y el resultado fue una reorientación hacia este campo, una reorientación que enseñó a los químicos de hacerse preguntas nuevas al propósito y sacar conclusiones nuevas de datos antiguos.

O de nuevo, Newton escribió que Galileo había descubierto que la fuerza constante de la gravedad produce un movimiento proporcional al cuadrado del tiempo. De hecho, el teorema kinemático de Galileo toma esta forma cuando se empotra en la matriz de los conceptos dinámicos del propio Newton. Pero Galileo no decía nada parecido. Su discusión de cuerpos que se caen raramente hace referencia a fuerzas, y mucho menos a una fuerza uniforme gravitacional que causa que los cuerpos caigan. Al dar crédito a Galileo por la respuesta a una pregunta que el paradigma de Galileo no permite, el relato de Newton encubre el efecto de una pequeño aunque revolucionaria reformulación en las preguntas que los científicos hacen respecto tanto al movimiento como las respuestas que se sentían capaces de aceptar. Pero, es precisamente este tipo de cambio en la formulación de preguntas y respuestas que cuenta, más que el descubrimiento empírico nuevo, en la transición de la dinámica de Aristóteles a la de Galileo y de la de Galileo a la de Newton. Al disfrazar estos cambios, la tendencia de libros de texto de hacer el desarrollo de la ciencia lineal encubre un proceso que se encuentra en el corazón de los episodios más significativos del desarrollo científico.

Los ejemplos que anteceden muestran, cada uno en el contexto de una revolución singular, el comienzo de una reconstrucción de la historia que regularmente se completa con textos de ciencia postrevolucionaria. Pero este acto de completar implica más que una multiplicación de una tergiversación comentada más arriba. Estas tergiversaciones vuelven las revoluciones invisibles; el arreglo del material aún visible en los textos científicos implica un proceso que, si existiera, negaría a las revoluciones una función. Debido a que intentan rápidamente familiarizar al alumno con lo que la comunidad científica contemporánea piensa que sabe, los libros de texto tratan separados los varios experimentos, conceptos, leyes, y teorías de la ciencia corriente normal y, tan parecida como sea posible, a una serie. Como pedagogía esta técnica de presentación es intachable. Pero cuando combinado con el aire no-histórico general de los escritos científicos y las tergiversaciones ocasionales discutidas más arriba, una de las impresiones fuertes y sobrecogedoras es como sigue: La ciencia ha llegado a su estado presente a través de una serie de descubrimientos e invenciones individuales que, cuando

recogidos juntos, constituye un cuerpo moderno de conocimiento técnico. Desde el principio de la empresa científica, una presentación de libro de texto implica que los científicos han luchado por los objetivos particulares que están incorporados en los paradigmas de hoy. Uno por uno, en un proceso a menudo comparado con añadir ladrillos a un edificio, los científicos han ido añadiendo otro hecho, concepto, ley o teoría al cuerpo de información provisto en el texto de la ciencia contemporánea.

Pero esto no es la manera que una ciencia se desarrolla. Muchos de los puzles de la ciencia normal contemporánea no existían hasta la revolución científica más reciente. Muy pocos de estos se pueden trazar su desarrollo hasta los principios históricos de la ciencia por donde discurren ahora. Generaciones más tempranas seguían sus propios problemas con sus propios instrumentos y sus propios cánones de solución. Tampoco son sólo los problemas que han cambiado. Más bien ha cambiado toda la red de hechos y teoría que el paradigma del libro de texto adapta a la naturaleza. ¿La constancia de la composición química, por ejemplo, es un puro hecho de experiencia que los químicos hubieran poder descubrir por experimento en cualquiera de los mundos en los que los químicos practicaron? ¿O, se trata más bien de un elemento—y uno indudable además—en un tejido de hechos y teoría asociados que Dalton acopló a la experiencia química anterior como un todo, cambiando esta experiencia en el proceso?

O, de la misma manera, ¿es la aceleración constante producida por una fuerza constante sólo un hecho que los estudiosos de la dinámica siempre estaban buscando, o más bien es la respuesta a una pregunta que primero de todo surgió dentro de la teoría Newtoniana y que esta teoría podía contestar desde el cuerpo de información a mano antes que la pregunta fuera hecha?

Estas preguntas son hechas aquí ante lo que parecen hechos “descubiertos-sin orden ni concierto” de una presentación de libro de texto. Pero obviamente, tienen sus implicaciones también para lo que el texto presenta como teorías. Estas teorías, sin duda, “se adaptan a los hechos”, pero sólo a través de transformar información accesible con anterioridad a hechos que, para el paradigma precedente, o existieron en absoluto. Y esto significa que teorías también no se desarrollan “trozo a trozo” para adaptarse a hechos que estaban allí todo el tiempo. Más bien, surgen juntas con los hechos con los que concuerdan desde una reformulación revolucionaria de la tradición científica precedente, una tradición dentro de una relación mediada por el conocimiento entre el científico y la naturaleza y que no era exactamente la misma.

Un último ejemplo podría clarificar este relato sobre el impacto de las presentaciones de manual en nuestra imagen del desarrollo científico. Cada texto de química elemental tiene que discutir el concepto de elemento químico. Casi siempre, cuando se introduce esta noción, el origen se atribuye al químico del siglo diecisiete, Robert Boyle, en cuyo *Sceptical Chymist* el lector interesado encontrará una definición de ‘elemento’ cercano al que se utiliza hoy en día. La referencia a la contribución de Boyle ayuda a concienciar el neófito que la química no empezó con las sulfamidas; además, le informa que una de las tareas tradicionales del científico es inventar conceptos de este tipo. Como parte del arsenal pedagógico que hace de un hombre un científico, la atribución es inmensamente exitosa. Sin embargo, ilustra una vez

más el patrón de errores históricos que engaña tanto a alumnos como a laicos en lo que se refiere a la naturaleza de la empresa científica.

Según Boyle, quien tenía razón, su “definición” de elemento era nada más que una paráfrasis de un concepto químico tradicional; Boyle lo ofrecía sólo en función de argumentar que no existía cosa tal como un elemento químico; como la historia, la versión de manual de la contribución de Boyle es bastante errónea. Este error, desde luego, es trivial, aunque no más que otras tergiversaciones de datos. Lo que no es trivial, sin embargo, es la impresión de una ciencia que se fomenta cuando este tipo de error primero se compone y después se incorpora en la estructura técnica del texto. Al igual que ‘tiempo’, ‘energía’, ‘fuerza’ o ‘partícula’, el concepto de un elemento es el tipo de ingrediente de manual que a menudo no es descubierto o inventado en absoluto. La definición de Boyle, en particular, puede trazarse hacia atrás al menos hasta Aristóteles y hacia delante por Lavoisier a los textos modernos. Sin embargo, esto no es decir que la ciencia poseía el concepto moderno de un elemento desde la antigüedad. Las definiciones verbales como las de Boyle, tienen poco contenido científico cuando se les considera por sí mismas. No son especificaciones de significado plenamente lógicas (si existe tal cosa), pero más bien se trata de ayudas pedagógicas. Los conceptos científicos a los que apuntan adquieren un significado pleno sólo cuando relacionados, dentro de un texto u otra presentación sistemática, con otros conceptos científicos, con procedimientos de manipulación, y aplicaciones de paradigma. Sigue de allí que conceptos como los de elemento casi no pueden ser inventados independientemente del contexto. Además, dado el contexto, raras veces requieren invención alguna porque ya se encuentran a mano. Ambos, Boyle y Lavoisier, cambiaron el significado químico de ‘elemento’ de manera importante. Pero no inventaron la noción y menos aun cambiaron la fórmula verbal que sirve como su definición. Ni, como hemos visto, Einstein tenía que inventar o explícitamente redefinir ‘espacio’ y ‘tiempo’ para darles un sentido nuevo en el contexto de su obra.

¡Qué, entonces, fue la función histórica de Boyle en esta parte de su obra que incluye la famosa “definición”? Fue un líder de una revolución científica que, al cambiar la relación de ‘elemento’ con la manipulación química y la teoría química, transformó la noción en un instrumento completamente diferente de lo que era antes y transformó tanto la química como el mundo del químico en el proceso. Otras revoluciones, inclusive la que se centra en Lavoisier, les tocó dar al concepto su forma y función modernas. Pero Boyle aporta un ejemplo típico tanto del proceso implicado en cada uno de estas etapas como lo que pasa a este proceso cuando el conocimiento existente es incorporado en un manual. Más que cualquier otro aspecto de la ciencia, esta forma pedagógica ha determinado nuestra imagen de la naturaleza de la ciencia y del rol de descubrimiento e invención en su progreso.