

ACERCA DEL MÉTODO CIENTÍFICO

por Carlos Eduardo Núñez

Texto libre y gratis para usos no lucrativos nombrando la fuente.

www.cenunez.com.ar

Texto correspondiente al curso Ciencia e Historia dictado durante el XI Congreso de Estudiantes de Ingeniería Química CONEIQ MISIONES realizado en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - Universidad Nacional de Misiones. Posadas 2006

INTRODUCCIÓN

Hay para mí tres actividades importantes que hace la gente que tienen como fin principal el placer de realizarlas. Son el arte, la ciencia y el deporte. En estos tres casos no hay, en principio, más objetivo que la satisfacción que se siente al hacerlas.

Esta afirmación sirve también para realizar una divisoria acerca de en qué momento de la actividad se pasa de lo meramente placentero, vocacional o por afición, al interés por la fama, el poder o el beneficio económico. En la música popular por ejemplo, se nota en el momento que los grupos comienzan a hablar de 'discos' en vez de 'temas' y de 'meter tanta gente' en vez de la gente que los sigue y va a escuchar. Otro síntoma es cuando van sacando discos a intervalos periódicos y los acomodan al 'mercado' que ya han conseguido, es decir no modifican el estilo, ni se juegan en líneas nuevas creativas, por el riesgo de 'vender menos placas'. Lo mismo sucede con los intérpretes que eligen el repertorio en función a lo que le gusta a la gente, es decir que lo toman su trabajo musical como un 'producto' y no como expresión de sentimientos y formas musicales propias y originales, porque ello como 'estrategia comercial' es demasiado arriesgada.

En el deporte es un poco distinto en cuanto a los resultados, porque si a un pibe de quince años que milita en las inferiores de un club de provincia lo vienen a buscar del Barcelona y se va a vivir a España por mucho tiempo, es probable que no cambie su forma de jugar por eso, e inclusive capaz que se lesione igual o más que antes. En ese caso la pérdida no es por la calidad de los resultados sino por el hecho de 'traicionar' a su barrio y a su club, para ir a defender los intereses de gente extraña allá lejos, y de paso conseguir una enorme cantidad de dinero. Lo mismo puede suceder con los tenistas, que pasan de jugar por divertirse con los amigos a ingresar en el profesionalismo, haciendo una vida solitaria, cogiendo de un lugar a otro, a cambio de fama y dinero. Pero tampoco eso va a variar la calidad de su juego.

El caso del científico es distinto, porque si bien dedica su vida a avanzar en el conocimiento, con frecuencia la suma de conocimientos nuevos pueden tener aplicaciones de más o menos alto valor económico. Sin embargo no pareciera haber ninguna inmoralidad o engaño en el paso de lo meramente cognoscitivo a lo aplicado, mundano y rentable, salvo que se haga de forma solapada o clandestina. Ese sería el caso de alguien que consiga recursos de investigación científica para hacer aplicaciones, pero esto es solamente puntual y aparte está penado.

Es interesante hablar sobre las distintas formas de trabajar utilizando el método científico, no solamente por lo expuesto, sino también por otros motivos de formación, recursos e infraestructura.

TIPOS DE TAREAS EN LAS QUE SE UTILIZA EL MÉTODO CIENTÍFICO

La investigación

Dice el diccionario de la Real Academia Española en su primera acepción del término 'investigar':

Del lat. *investigare*.

1. tr. Hacer diligencias para descubrir una cosa

De esta manera general en el habla coloquial y en las disciplinas humanísticas se le llama investigación a la contestación de una pregunta inicial que se hace, que significa las tareas de ubicar y juntar información sobre el tema que se halla dispersa, y a través de su estudio llegar a conclusiones referidas a las preguntas que se hicieron. Hay muchos tipos de investigaciones de este tipo, como la criminalística, la periodística, de mercado, etc.. En todas ellas se siguen algunos lineamientos iguales a los de la investigación científica y tecnológica con algunas diferencias. La principal se refiere a los plazos, porque a todas ellas hay que realizarlas en tiempos acotados, particularmente la criminalística. La investigación científica no tiene tiempos.

Dice en su segunda acepción:

2. Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia.

En este caso se refiere a la investigación científica, y obsérvese que la gran diferencia se halla en que en este caso no sólo se junta información, sino que hay que hallar nuevos conocimientos para que sea llamada investigación. Con respecto a los tipos de investigación en los que se aplica el método científico es importante definirlos, porque cada una de ellas requiere distinta formación y distintos recursos e infraestructura.

Investigación 'Pura' o 'Básica'

Este es caso del trabajo de los científicos por el puro interés por el conocimiento, del que se habló anteriormente. No interesa la aplicación sino la comprensión de como funcionan las cosas. Es el caso, por ejemplo de un biólogo que le dedica su vida a estudiar cuales son los patrones genético que condicionan la morfología de las fibras de los tallos vegetales y su relación con los ecosistemas, es decir como cada especie consigue elevarse para conseguir la energía solar, y en una escala mucho mayor el proyecto del telescopio Hubble que está en órbita tratando de analizar la estructura, la astrofísica y la edad del universo. ¿Para qué sirve todo esto?. En realidad sirve de mucho pero mucho, es lo que nos diferencia del resto de las especies, y lo que nos hace cada vez entender mejor como funcionan las cosas, y alejarnos del miedo primitivo a la ignorancia. Sin embargo de manera directa no posee ninguna aplicación práctica.

Con respecto a la formación de las personas que se dedican a esto, se debe decir que es muy larga y única, es decir el que a los cuarenta años es biólogo marino no puede pasar a ser botánico, porque eso implica empezar de nuevo, aprender todo el conocimiento botánico, cambiar su biblioteca, sus colegas, sus contactos, sus laboratorios, su instrumental, su vestuario, etc..

Sucede lo mismo en cuanto a la infraestructura de una institución científica que necesita bibliografía específica, equipamiento especial y además un servicio de gente para crear las experiencias y las herramientas para indagar caminos que nadie recorrió todavía.

Investigación Aplicada

Hay otra clase de investigación, además de la meramente científica, que se llama investigación aplicada. En ella también se busca conocimiento nuevo, pero no sobre temas relacionados a los bordes del paradigma del conocimiento universal, sino a materiales, procesos, etc., que están o pueden ser aplicados a algún desarrollo productivo, o para favorecer o mejorar la calidad de vida. La investigación aplicada utiliza no sólo las herramientas científicas sino también las tecnológicas. Por eso éste área es parte de lo que se suele llamar el área tecnológica, aunque no de carácter puro.

Siguiendo el ejemplo anterior sería el caso de un investigador que estudie las variaciones de la morfología de las fibras de una especie de árbol que se usa para papel con el fin de mejorar su aptitud.

La formación necesaria para hacer investigación aplicada es de la misma clase que la de los investigadores científicos, aunque con frecuencia no requiere tanta especificidad, dado que la investigación aplicada es más versátil y con frecuencia necesita de conocimientos más generales y menos específicos.

Los recursos bibliográficos son mixtos, es decir que hay que tener información de temas científicos y también de los temas tecnológicos que se traten. El equipamiento y el instrumental necesario es bastante más convencional que el de los científicos. En general se utilizan equipos que en mayor o menor medida se producen comercialmente, y que corresponden a los de las disciplinas tecnológicas con las que se trabaje.

Desarrollo

Por desarrollo se entiende la utilización del conocimiento ya adquirido por uno o por otros para desarrollar un nuevo producto, un nuevo material, modificar algún proceso, crear nuevas técnicas, operaciones, equipos, instrumentos, etc.. El desarrollo es la actividad profesional creativa propia de los ingenieros, y es de carácter netamente tecnológico. En el ejemplo que seguimos sería el caso de desarrollar las condiciones de fabricación del papel para utilizar mejor la madera del árbol del ejemplo anterior .

El desarrollo es generalmente parte de los sistemas productivos, aunque no necesariamente lucrativos, porque pueden utilizarse para el desarrollo de elementos o productos de uso público, que es el caso de medicamentos, prótesis, etc..

Optimización

La optimización es una tarea creativa pero no investigativa que consiste en encontrar las formas de mejorar una operación, un equipo o una tarea industrial. Se fundamenta en realizar ensayos de modificación de variables, o de instalaciones. Es un trabajo propio de los técnicos e ingenieros que trabajan en los procesos industriales. La optimización, más aún que el desarrollo, no requiere sino de una formación de grado, y un particular interés e inventiva de parte de las personas que la realizan. Los recursos suelen ser los propios de los procesos en los que se efectúa, aunque con frecuencia haya necesidad de realizar algunas pruebas en laboratorios o talleres externos.

En el ejemplo que seguimos sería por ejemplo como mejorar el proceso de blanqueo para disminuir los efluentes a tratar.

Investigación Metodológica

Hay otra tarea sumamente importante en el área que genéricamente se llama Investigación y Desarrollo, que es la dedicada a los métodos, particularmente en cuanto a técnicas y normas se refiere. Suele ser hecho por las personas que están dedicadas a la investigación científica o a la investigación aplicada. El desarrollo en este área es un medida del carácter de vanguardia de un lugar, porque, en nuestro famoso ejemplo, los primeros que hallaron los parámetros de modificación de las fibras, tuvieron que desarrollar las técnica para medirlos y cuantificarlos.

La investigación metodológica, por otra parte, siempre debiera ser parte del trabajo técnico - científico, porque con frecuencia por no hacerlo utilizamos métodos desarrollados para otras cosas y hace mucho tiempo.

EL MÉTODO CIENTÍFICO

Voy a tratar de aclarar y definir a que se le llama 'método científico' de aquí en adelante. Empezaré por la definición de método que da la Academia. Utilizaremos la tercera acepción que es la que nos interesa.

Del lat. *methodus*, y este del gr. *mēthodōj*.

3. Fil. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. Puede ser analítico o sintético.

Esta definición me convence en cuanto explica que son los procedimientos que se siguen en las ciencias, pero es un tanto antigua en cuanto a eso de hallar la verdad, expresión propia del positivismo de siglos anteriores. El científico actual no busca la verdad porque sabe que no hay una verdad. La verdad es un término absoluto, que tiene sentido solamente en el pensamiento dogmático de la fe o en campos muy definidos como el de la matemática. Por ejemplo si un creyente dice que es verdad que su dios es todopoderoso, esa es una verdad para él, porque su pensamiento en este nivel necesariamente es dogmático y indemostrable. Lo mismo es verdad decir que 14 es mayor que 9, pero eso es por las definiciones previas que imaginamos, porque la matemática es solamente un conjunto de ideas abstractas. En la naturaleza no se observan verdades absolutas, todo es cambiante y relativo.

Entonces hasta aquí me quedo con lo de los procedimientos que se siguen en las ciencias, a lo que hay que agregar que solamente en las ciencias, aunque hay algunas otras disciplinas que toman estos procedimientos en mayor o menor medida.

Me pareció que la mejor manera de tratar de comprender eso del método científico era tratar de pensar como actuamos las personas que trabajamos con él, es decir cuales son los caracteres de los procedimientos que utilizamos a diario en nuestros trabajos, ya sean científicos o tecnológicos. Por eso a continuación hago un listado de los mismos que debe tomarse como un borrador con cierta elaboración, y no como algo definitivo. Debo aclarar también que por lo que conozco no se hallan descritos de ésta manera en ningún lugar que conozca, aunque estén esbozados en varias obras como en "El Discurso del Método" de Descartes. Es posible también que no serían consensuados por muchos de los científicos a quien se los muestre, por lo que solamente debe tomarse como una visión personal sobre el tema, a través de mi experiencia y mi raciocinio.

CARACTERES DEL MÉTODO CIENTÍFICO

- 1) Su objetivo central es el conocimiento, es decir la comprensión de cómo son y de que manera funcionan las cosas. (carácter cognitivo)
- 2) Ello implica que consideran que en general el universo es inteligible, es decir que se puede comprender. (carácter intelectual)
- 3) Aceptan desde el comienzo los axiomas, las definiciones y el lenguaje existente con anterioridad en la disciplina en la que trabajan, aunque después lo desechen o modifiquen. Son además rigurosos en las definiciones que son de carácter "claro y distinto", según el concepto cartesiano.
- 4) Como herramienta de los mecanismos de explicación utilizan el sentido común y la lógica matemática, a través de principios como los de deducción e inducción. (Carácter lógico)
- 5) Van de lo particular a lo general. No se confirma un juicio o una hipótesis, si ella abarca conceptos más generales o particulares que no fueron estudiados o corroborados con anterioridad.
- 6) Poseen una actitud amoral ante los hechos, es decir al margen de su valoración: si hace bien o mal, si es buena o es mala. (Carácter amoral)

- 7) No utilizan dogmas o verdades reveladas, es decir que todo el sistema es dudable, criticable y exento de verdades absolutas. Lo que hoy parecía cierto mañana puede no serlo. (Carácter provisorio)
- 8) Indagan e investigan actuando sobre el objeto de su estudio, haciéndole sufrir modificaciones, divisiones, etc., o sea experimentando sobre el mismo, para lo cual se auxilian de aparatos e instrumentos de lectura y medición ajenos a los sentidos naturales, y que en todos los casos utilizan principios y leyes ya aceptadas por todos. (Carácter experimental)
- 9) Éstas experiencias se realizan de manera de mantener siempre el control sobre las variables en juego, dejando constantes algunas y haciendo variar otras. (Carácter sistemático)
- 10) Las conclusiones sobre éstas interacciones son siempre provisorias y poseen mayor certidumbre a medida que otros grupos de investigadores lleguen a resultados semejantes y ellas mismas posean coherencia con el resto del paradigma aceptado en ese momento del desarrollo de la investigación. (Carácter sistemático)
- 11) Se interesan por ir sumando estas conclusiones para formar un paradigma general o modelo global de como funcionan las cosas en el universo. (Carácter paradigmático)
- 12) Consideran que el conocimiento adquirido es de carácter público y forma parte del patrimonio de la especie humana. (Carácter público)

Voy a tratar, a partir de ahora, de desarrollar, en alguna medida, cada uno de los puntos expuestos.

1) Su objetivo central es el conocimiento, es decir la comprensión de cómo son y de que manera funcionan las cosas. (carácter cognitivo).

De ello ya se habló anteriormente, es decir cuando se dijo que había tres actividades que la gente hacía por solamente el placer de hacerlas. No se si es posible explicar a quién nunca lo sintió, la ansiedad y el placer de juntar cabos sobre algún tema y descubrir de *motu proprio* el por qué de algún hecho o la explicación de algún fenómeno. A mi me pasó desde chiquitito, pero hay que reconocer que muy rara vez tuve compañía en ese entusiasmo.

Esto es importante para hablar de que no hay que olvidar que los que pensamos así, es decir los que tenemos esa actitud natural por lo científico, somos minoría. Y por ende también es minoría la gente que nos va a alentar, ayudar o escuchar. Esto es propio de todas las otras actividades citadas. ¿Cuanta gente va a ver un torneo de lanzamiento de martillo, la obra de un teatro independiente, o la defensa de una tesis sobre la evolución de los sapos de la Puna?. Evidentemente minorías. Es por eso también que con frecuencia estas actividades son mantenidas en alguna medida por los estados, en la inteligencia de que a pesar de la poca convocatoria, la componente de todas estas actividades es beneficiosa para las comunidades que las desenvuelven.

Pero hay otra faceta referente a que el objetivo central es la búsqueda de conocimiento, y es el hecho de que todos los otros intereses, la obtención de fama, poder social, capital, etc., quedan relegados a segundo plano. Esta es una característica de las personas que se desenvuelven como científicos, es decir que generalmente tienen bajo perfil social y no les interesa demasiado la figuración.

2) Consideran que, en general, el universo es inteligible. (carácter intelctivo)

Este punto posee gran importancia. Inteligible quiere decir que puede ser comprendido, que permite el uso de la inteligencia para analizarlo y estudiarlo, y es lo que diferencia al concepto de dogma, es decir una verdad revelada e ininteligible, que debe tomarse como tal sin análisis.

Este carácter es una actitud ante la vida y ante el mundo, que costó muchos mártires y sufrimientos en siglos anteriores. Es una actitud moderna y valiente que debe ser destacada. El científico cree en la posibilidad de entender y explicar todo, pero como se verá después, lo hace de una manera muy gradual y discutida.

3) *Aceptan desde el comienzo los axiomas, las definiciones y el lenguaje existente con anterioridad en la disciplina en la que trabajan, aunque después lo desechen o modifiquen. Son además rigurosos en las definiciones que deben ser de carácter "claro y distinto", según el concepto cartesiano.*

Esta es una característica que distingue a las ciencias de las disciplinas humanistas como la historia, la antropología o la filosofía. Si uno toma el diccionario de filosofía de Ferrater Mora, una obra extraordinaria, puede buscar una definición cualquiera y enterarse lo que significó para los pensadores a lo largo de la historia, lo que comprende definiciones de lo más de diversas y hasta contradictorias. Esto también tiene que ver con el punto 4.

Por ejemplo para toda persona que utilice el método científico, *masa* es una y solo una cosa, es decir la relación entre la fuerza aplicada a un cuerpo y la aceleración que ésta le imprime.

Por el contrario, y utilizando la misma palabra, masa en repostería posee límites bien inciertos, por ejemplo ¿debe llevar huevo?, ¿el engrudo es una masa?, ¿hasta que consistencia se la considera como tal?. Si se inicia ésta discusión entre reposteros seguramente habrá distintas opiniones y hasta confrontaciones.

De forma similar se podría decir del término *masa* entre los sociólogos y los políticos. Aunque en este caso las opiniones serían más argumentadas, lo importante es que no hay consenso sobre la noción de una manera biunívoca como entre los científicos

El concepto de 'claro y distinto', frase de Descartes, es uno de los fundamentos del método científico. Quiere decir que cada afirmación, cada ley, cada supuesto, debe ser expresado de una manera que seas absolutamente clara al entendimiento, lo que en filosofía se dice 'patente' o 'evidente'. Y distinto en el sentido que no debe superponerse a conceptos similares o cercanos, es lo que por acá coloquialmente se dice 'una cosa es una cosa y otra cosa es otra cosa'.

Sobre René Descartes. Nació en Francia en 1596. Es considerado uno de los fundadores del pensamiento científico moderno, conjuntamente con Bacon y Hobbes que eran ingleses. Escribió un obra clásica llamada 'El discurso del Método', que es esencialmente un intento de crear una nueva forma de pensamiento ante el descrédito en el que habían caído las ideas medioevales. Para ello se basó en las matemáticas, lo que llevó a fundamentar el método en conceptos absolutos, dando cabida a lo que después se llamó 'racionalismo'.

Trascribo a continuación algunos párrafos de la monografía sobre el tema de: Renatus DESCARTES ©2002-2006 Academia de Ciencias Luenticus – Rosario
. <http://www.luenticus.org/articulos/02A036/descartes.html>.

“Con el fin de superar el escepticismo —y no considerando sostenibles ante los avances de la Ciencia ni a la Filosofía Escolástica ni a la filosofía aristotélica — Descartes se preguntó qué es aquello que podemos conocer con certeza, aquello de lo que no podemos dudar. Entendiendo que el único modo de salir de la duda es llevándola al extremo, la utilizó como método para alcanzar una certeza a partir de la cual se pudiese reconstruir el edificio de la verdad (duda metódica). Por ello, para transitar este camino de búsqueda, decidió rechazar como falsa toda afirmación que no fuese indudable: ““Por cuanto la razón me convence de que a las cosas que no sean enteramente ciertas e indudables debo negarles crédito con tanto cuidado como a las que me parecen manifiestamente falsas.””

““He experimentado varias veces que los sentidos son engañosos, y es prudente no fiarse nunca por completo de quienes nos han engañado una vez.””

”Descartes se preguntaba qué era él, quien sabía que pensaba. No podía definirse como un ser corporal, porque había puesto en duda todo dato de los sentidos. Sí estaba seguro de que pensaba. Por ello se definía a sí mismo como una "cosa que piensa" o una "substancia pensante".

”Una vez que hubo hallado su primera verdad, Descartes la analizó para descubrir sus notas distintivas. Así descubrió que esta afirmación se le presentaba a la conciencia con claridad y distinción, por lo que estableció a éstas como criterio de verdad. Aceptaba como verdaderas las ideas claras y distintas”.

El racionalismo de Descartes se opuso al empirismo de los filósofos ingleses, en una puja que viene desde la época de los filósofos griegos, que opone la importancia de las ideas, la razón, y los conceptos puros, a lo empírico, práctico y experimental. De ello se hablará en el desarrollo de los puntos 4 y 8.

Una de las maneras de explicar por qué la astrología no es científica, es que en sus pronósticos no utiliza definiciones claras y distintas. Por ejemplo dice los nacidos bajo el signo de Leo son introvertidos y de carácter fuerte, y puedo asegurar que la mayoría de las personas se pueden considerar poseyendo estos atributos en función de como se analicen los hechos. Así los astrólogos pueden decir que dos personas nacidas en Leo los tienen aunque tengan personalidades bien distintas, porque según ellos hay diversas formas de ser introvertido o de carácter fuerte.

4 Como herramienta de los mecanismos de explicación utilizan el sentido común y la lógica matemática, a través de principios como los de deducción e inducción. (Carácter lógico)

No se puede concebir el trabajo científico sin la base de la matemática, que es la que le da claridad, seguridad, justificación y manejo de los errores. Y la matemática es parte de la lógica, por lo que necesariamente se usan sus principios, dentro de los cuales los de deducción e inducción son los más conspicuos

El principio de deducción es aquel que dice: dado que esto es así y aquello otro asao y esto y aquello de esta manera, se deduce que lo otro será de esta forma. Es el que se usa en forma pura los teoremas y en los silogismos de la filosofía clásica. El principio de inducción es el que dice si todo esto funciona de esta manera esto otro que está al lado, o que parece igual, deberá funcionar de la igual forma.

El principio de deducción es propio del pensamiento racionalista cartesiano y el principio de inducción está más ajustado al empirismo, dado que tiene que ver con el sentido común y la observación. No es necesario decir que tanto en la ciencia como en la tecnología contemporánea se utilizan ambos de forma complementaria

5) Van de lo particular a lo general. No se confirma un juicio o una hipótesis, si ella abarca conceptos más generales o particulares que no fueron estudiados o corroborados con anterioridad.

Este es un concepto tan obvio que uno no lo suele reconocer, y solamente se percibe en oportunidad de trabajar con personas que no poseen una formación científica. Es como se habla de manera familiar o coloquial, y como lamentablemente opinan las personas en los medios, emitiendo juicios a diestra y siniestra sin estar seguros, sin haber deducido y sin contar con la mínima información necesaria.

6 Poseen una actitud amoral ante los hechos, es decir al margen de su valoración: si hace bien o mal, si es buena o es mala. (Carácter amoral)

Debo aclarar que amoral no es un concepto malo o bueno, solamente quiere decir que carece de moral. Dice la Academia:

Amoral: 2. Aplicase también a las obras humanas, especialmente a las artísticas, en las que de propósito se prescinde del fin moral.

Esta definición es la que voy a utilizar, pero dirigida a las obras científicas y diciendo que no es a propósito sino que la moral no posee interés en este caso. En cuanto a inmoral dice:

Inmoral: 1. adj. Que se opone a la moral o a las buenas costumbres.

Para completar citaré una definición de **moral** que me satisface: “*Moral (< latín mos = griego ἦθος costumbre) Conjunto de costumbres, creencias, valores y normas de un individuo o grupo social determinado que ofician de guía para el obrar, vale decir, que orientan acerca de lo bueno o malo — o bien, correcto o incorrecto — de una acción*”. es.wikipedia.org/wiki/Moral

Es decir que en pocas palabras la moral es la que me dice si mis conductas son buenas o malas, están bien o están mal, particularmente en lo que refiere al resto de las personas. Difiero de la definición en cuanto dice que ‘orientan’. En realidad la moral ‘te obliga’, lo que está mal está mal y lo que está bien está bien. La moral no puede tener grises.

Digo que los científicos poseemos una actitud amoral ante los hechos, porque no analizamos si está bien o mal que sea sí, porque la naturaleza es la que es amoral, dado que la moralidad es una concepción solamente humana. Capaz que suene a poco importante este punto para los que están acostumbrados a trabajar con elementos inertes como reactores, cañerías, estrellas o fallas tectónicas, pero es importante en el sentido de limitar las disciplinas científicas de otras que no lo son. Cuando estudiaba historia observaba que en general los docentes y alumnos no hacían esta división, es más podía tomarse como un defecto y hasta una falta de compromiso que uno no se comprometiera con los valores morales del objeto de su estudio. Esto no está bien o está mal, no es bueno ni malo, pero no es ciencia y los historiadores no son científicos, pero no porque los hechos pasados no sean científicables, sino porque no les interesa.

El límite a todo esto es cuando el conocimiento sale de las esferas de los gabinetes y laboratorios, y surge la posibilidad de aplicaciones. Cuando Röntgen descubrió los rayos X se copó todo, como diríamos ahora, porque eran una excelente herramienta para comenzar a entender como estaba estructurada la materia subatómica. Sin embargo, cuando el descubrimiento trascendió se empezó a utilizar en ferias para que la gente viera su esqueleto, sin tener una idea cabal de sus consecuencias, lo que redundó en muchas personas con serios problemas y hasta la muerte de alguna de ellas.

El tema de la moral, que algunos llaman ‘ética científica’, tiene relevancia en aquellas disciplinas cuyo objeto de estudio son los seres vivos, y cuanto más complejos más relevante, dado que en ese caso lo dicho en el punto 8 está referido a seres o personas. Sin embargo la idea central de este punto está aplicada a la actitud del científico ante la indagación, que no le va a hacer modificar sus conclusiones de acuerdo a que si le parecen moralmente buenas o malas..

Es conveniente explicar la diferencia entre ética y moral. En general la gente habla de ética pero no de moral que parece una palabra muy fuerte. A lo que a mi respecta nunca he hallado diferencias evidentes entre los términos, salvo que el primero es de origen griego y el segundo latino. Sin embargo con frecuencia se usa ética para las cosas puntuales, por ejemplo decir que no es ético que el médico cobre un ‘plus’, y moral para los conceptos generales, como la moral que te enseñaron en tu familia.

7) No utilizan dogmas o verdades reveladas, es decir que todo el sistema es dudable, criticable y exento de verdades absolutas. Lo que hoy parecía cierto mañana puede no serlo. (Carácter provisorio)

El carácter de conocimiento provisorio y la perseverancia de los científicos en no aceptar verdades reveladas, prácticamente eliminó avances en el conocimiento desde la antigüedad clásica hasta el siglo XVII, y aún entonces con mucha dificultad hasta la última mitad del XIX. Entre estas dos épocas Occidente estuvo en poder de las iglesias que no permitieron la libertad de pensamiento, dado que el principal dogma cristiano es que ‘toda la verdad y la única verdad está en la Biblia’.

La Biblia es un libro de una étnia de pastores relativamente primitivos, que fueron juntando en ella todo su acervo folclórico y escritos adjudicados a su única divinidad, omnipotente y omnipresente que no admite otras religiones ni otra forma de entender las cosas. Fue escrita entre los siglos diez al seis a.C..

Pero hay otra manera de dogmatismo en que se puede caer con frecuencia, dado que la persona tiende a crearse un mundo seguro y predecible. De esta manera con frecuencia nos pasa que una vez que nos hacemos, generalmente con esfuerzo y después de varios años, un paradigma de como funciona algo, nos cuesta pensar que lo que nos dice un colega o alguien menor que nosotros, refu-

tando nuestras ideas, deba ser tomado en consideración. Es necesario que para todo evento y a lo largo de nuestra carrera de investigador, mantengamos claro el concepto de que no hay nada permanente ni seguro, ni aún las cosas que debieran serlo.

Esto se cumple inclusive en el caso de normas internacionales, o técnicas y procedimientos generales y muy utilizados. En realidad para el científico todo funciona hasta que deja de hacerlo, todo es válido hasta que deja de serlo, todo tiene coherencia hasta que deja de tenerla. Lo que hoy parece cierto mañana puede no serlo.

8 Indagan e investigan actuando sobre el objeto de su estudio, haciéndole sufrir modificaciones, divisiones, etc., o sea experimentando sobre el mismo, para lo cual se auxilian de aparatos e instrumentos de lectura y medición ajenos a los sentidos naturales, y que en todos los casos utilizan principios y leyes ya aceptadas por todos. (Carácter experimental)

Este punto tiene que ver con lo que se llama el 'carácter experimental' del trabajo científico. En contrapartida, hay disciplinas que no lo hacen, como la filosofía, y la matemática. La primera por definición, dado que si se inicia en la investigación experimental pasa a ser una ciencia, la segunda porque el objeto de su estudio son ideas o sea una creación meramente intelectual.

Hay otros casos diversos por ejemplo la historia, la arqueología y la paleontología, que se dedican a indagar el pasado. Este es un caso intermedio porque el objeto de estudio consiste solamente en una fracción bien limitada de lo que fue, o sea restos, escritos, conformaciones, residuos de viejos ambientes, etc.

Otro caso es el de la astronomía, que no tiene el objeto de estudio a su alcance, sino solamente una fracción de la emisión su luz de tiempos lejanos en el pasado. Pero en este caso, como el de la geología, se auxilian de las otras disciplinas básicas que si tienen el objeto de estudio a disposición.

Por último las disciplinas que cuentan con la posibilidad de experimentar de cualquier forma con su objeto de estudio, son la física con todas sus divisiones, la química y la biología.

También ese interés de experimentar directamente con el objeto de estudio fue perseguido en el pasado, cuando los estudiantes de medicina, hartos de las clases teóricas o de los antiquísimos dibujos, presionaron para trabajar con especímenes verdaderos. Por mucho tiempo la Iglesia se opuso, y recién en el siglo XVII esta práctica se hizo corriente.

Experimentación y modificación de los sistemas

Una de las características del trabajo experimental es que debe mantenerse al margen del objeto de estudio. Ese es el caso normal en las ciencias físicas y químicas, donde estos objetos son materiales inanimados. No pasa lo mismo con la biología, en el que el mero hecho de actuar sobre el objeto de estudio puede modificar sus conductas dado que son seres vivos. Esta circunstancia tiene su importancia en las plantas y es realmente significativo con los animales y cuanto más complejos peor. Demás está decir que en el caso de las personas es prácticamente imposible no interactuar, salvo que sea observándolas con la seguridad de que no se den cuenta, pero sólo observar.

Las disciplinas como la etnografía y la antropología en general tienen este tema como central de su problemática, y hay quienes han postulado una especie de 'principio de incertidumbre' similar al de Heisenberg, es decir que no se puede estudiar un sistema de personas sin modificarlo.

Un caso corriente es el de las encuestas. Los que se dedican a estas cosas saben bien que es realmente difícil no interferir en las respuestas por cualquier motivo. La actitud, el lugar, el momento, etc., seguramente influirán en las contestaciones y no permitirán saber realmente lo que la gente piensa en general al margen de las circunstancias.

Hay últimamente muchas encuestas y de muy diversos tipos, porque es parte de la dinámica contemporánea poder predecir como va a actuar la gente. Están las encuestas para el bien común, por ejemplo las que hacen en los centros de salud para conocer aspectos sanitarios de la población y tomar las medidas futuras en consecuencia. A esas hay que contestar con la mayor veracidad y exactitud. Y están las encuestas para beneficio de un grupo o de unos pocos. En este caso desde estas líneas propongo una

cruzada general para mentir. Por ejemplo el día antes de una veda eleccionaria que un candidato está demasiado ansioso para saber si lo van a elegir y contrata una empresa para que investigue. En este caso pido mentir para que le salga todo al revés y escarmiente de querer predecir como va a funcionar la gente antes de empezar su gestión.

Lo mismo en las encuestas esas de que te preguntan que perfume te gusta más, mientras estás en la calle intentando llegar a algún lado, o aquellas otras en las que te captura un movilero con su camarógrafo, en el momento en el que vos estás pensando en la inmortalidad del gorrión, y te pregunta así nomás que pensás de como va el país. Que las hacen en la villa tumbera cuando les conviene económicamente hablar mal del gobierno y en el barrio cheto de bancarios y arquitectos si la gente compra diarios para confirmar lo que cree es decir que el país anda al pelo. En esos casos mienta, mienta por favor. No hay un peligro mayor en una sociedad sesgada hacia el lucro indiscriminado que se utilice la ciencia y la tecnología para manipular a la gente

9) *Éstas experiencias se realizan de manera de mantener siempre el control sobre las variables en juego, dejando constantes algunas y haciendo variar otras. (Carácter sistemático)*

Con frecuencia uno en la vida cotidiana se aleja de esta característica, porque saca conclusiones sin tener control sobre todas las variables en juego, hecho que también suele ser frecuente en ambientes técnicos o fabriles. Estas situaciones se dan por la falta de importancia o de tiempo en hacer todas las experiencias necesarias y elaborar los instrumentos necesarios para que las experiencias sean controladas.

Es también corriente que sea lo que se pregunta en las defensas de tesis o en la exposición de trabajos en congresos, es decir si tuvo en cuenta tal factor o como hizo para mantener constante cierta variable. En los últimos tiempos han aparecido métodos de cálculo que permiten hacer diariamente cálculos o análisis que anteriormente eran imposibles, como el análisis multivariante que permite trabajar con más de una variable a la vez, y que da estadísticamente qué cantidad de experiencias se requiere hacer para determinado nivel de confianza. Al margen de que esto es una extraordinaria herramienta, he observado que frecuentemente se abusa de ella y que muchos creen que reemplaza el trabajo experimental. Ciertamente muchos creen que con la estadística se obtiene información experimental, y este es un grave error metodológico. Esto sucede comúnmente en personas que no poseen los laboratorios necesarios o los conocimientos requeridos para el trabajo experimental, y tratan de obviar esa dificultad por medio de la estadística. Por ello lo voy a decir otra vez: **con la estadística no se consigue información experimental**. La estadística solamente llega a optimizar el número de experiencias, y a sistematizar los resultados, particularmente el nivel de error o de confianza.

Otro error frecuente es correlacionar todo con todo aprovechando la posibilidad que dan los programas actuales que te hacen los cálculos mientras uno pestañea. Recuerdo un trabajo sobre maderas en el que el autor correlacionó todos los datos de composición química y de la morfología de las fibras y de otras variables externas entre sí y halló que el contenido de cenizas y la longitud de fibras tenían una alta correlación, y lo puso como parte de las conclusiones. Esto no sirve de nada, porque no hay forma de explicar el por qué de esta supuesta relación dado que por lo que se sabe esas dos variables son absolutamente independientes entre sí.

10) *Las conclusiones sobre éstas interacciones son siempre provisorias y poseen mayor certidumbre a medida que otros grupos de investigadores lleguen a resultados semejantes y ellas mismas posean coherencia con el resto del paradigma aceptado en ese momento del desarrollo de la investigación. (Carácter sistemático)*

Este punto está relacionado con el número siete sobre la carencia de verdades absolutas. Generalmente sucede que ni los mismos investigadores que hallaron algo nuevo se lo crean demasiado, un poco porque lo nuevo siempre es incierto y otro poco porque siempre se duda de que si se trabajó

bien o si se está viendo algo que en realidad no existe. De ahí la importancia de la transparencia, para que cualquiera pueda reproducir las experiencias y refutarlas o corroborarlas.

Sobre el particular existe el famoso fiasco de la fusión nuclear realizada a temperatura ambiente, según lo expresado por un grupo de la universidad de Utah. Reproduzco a continuación un comentario (<http://www.geocities.com/escepticosvenezuela/Park.htm>).

Las siete señales de alerta de la falsa ciencia. Por Robert L. Park. Traducido de *The Chronicle Review*, 31 de Enero 31 de 2003.

“Un ejemplo notable de esto es el anuncio, presentado en 1989 por dos químicos de la universidad de Utah, Stanley Pons y Martin Fleischmann, de haber descubierto la fusión fría –un método para producir fusión nuclear sin equipos costosos. La comunidad científica no supo de este hallazgo hasta que leyeron la reseña de una rueda de prensa. Peor aún, esta información se enfocaba básicamente en el potencial económico del descubrimiento, y estaba desprovista de aquellos detalles que le hubieran permitido a otros científicos juzgar su validez o repetir el experimento. (Ian Wilmut anunció que había clonado con éxito una oveja tan públicamente como lo hicieron Pons y Fleischmann, pero en este caso la abundancia de detalles científicos le permitió a otros investigadores juzgar el valor del trabajo).”

11 Se interesan por ir sumando estas conclusiones para formar un paradigma general o modelo global de como funcionan las cosas en el universo. (Carácter paradigmático)

La definición que da la Wikipedia (<http://es.wikipedia.org/wiki/Paradigma>), es: *Un paradigma es un conjunto de teorías generales, suposiciones, leyes o técnicas de que se vale una escuela de análisis o comunidad científica para evaluar todas las cosas.*

Efectivamente se le llama paradigma de la ciencia al conjunto de conocimientos, leyes, relaciones, etc., que permiten tener todo junto el conocimiento adquirido acerca de cómo funcionan las cosas de forma global y particular.

El término modelo es prácticamente un sinónimo de paradigma, pero habría que agregarle la palabra general, porque modelo es también cualquier expresión matemática o modelizable. Así el diccionario de la real Academia Española dice:

5. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja (por ejemplo, la evolución económica de un país), que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

De esta manera se puede decir que paradigma o modelo general es esa estructura teórica pero basada en hechos experimentales, con la que se trata de realizar una síntesis general de cómo funcionan las cosas. En el caso del paradigma científico, hay algunas conceptos generales que son el armazón del mismo, como la ley de la gravitación universal, el concepto de masa, los principios de la termodinámica, la ley general de los gases, la teoría de la relatividad reducida, para citar solamente algunos. Estos elementos están unidos por una gran cantidad de información particular y de leyes menos específicas.

Hay que señalar que como un todo no está expresado en ningún lado, es decir que no hay un Libro Gordo de Petete que uno se pueda comprar o bajar de Internet en que se encuentra todo esto, porque sería una meta imposible realizarlo, dada su complejidad y extensión.

Lo que se halla publicado, particularmente en los libros de texto académicos son sectores parciales del paradigma, y es interesante seguir a lo largo del tiempo como éste fue cambiando. Se puede ver, además, que como muchas otras obras humanas el cambio no es constante o monótono, sino que por el contrario hay épocas de quietud y otras de grandes revoluciones. En la física ello es muy notorio, porque por ejemplo en la época de Newton, fin del siglo XVII, se produjo un gran salto con sus principios y teorías que son el fundamento de toda la física moderna, habiendo un gran espacio en el que solamente se fue modificando y completando ese conocimiento Recién en la primera mitad del siglo XX , entre otros motivos porque se dio la conjunción de la existencia de extraordinarias escuelas de físicos con nombres como los de Rutherford, Bohr, Einstein, Heisenberg, De Pauli, Fermi

Schrödinger y Plank, que crearon una nueva física, y desde ese momento hace ya casi cien años, lo que se ha hecho es completar, discutir y comprobar ese nuevo paradigma de la física.

12) Consideran que el conocimiento adquirido es de carácter público y forma parte del patrimonio de la especie humana. (Carácter público)

Que la gente que está trabajando en los medios científicos considere que lo que hace es público le da a todo el ambiente características muy especiales, porque ello implica que en general no se trabaja para entidades con fines de lucro, sino por el placer de hacerlo, y en último caso por ambiciones personales de fama y reconocimiento.

Por ello también la investigación científica está unida indisolublemente a la docencia y a la extensión del conocimiento.

No debe entenderse que entonces no haya competencia, celos, luchas entre grupos, mezquindades y robo de información, porque los hay en cantidades. No hay que olvidarse que estamos hablando de personas, y la historia de los científicos está plagada de todas estas cosas que inclusive han limitado de forma significativa los avances y los logros obtenidos. Los ocultamientos del conocimiento o de la información se dan con frecuencia pero ello solamente a nivel del tiempo hasta el próximo congreso, para que los rivales no se adelanten y quedarse uno con la 'gloria del descubrimiento'.

Sin embargo el resultado general, el promedio de todo ello es que el conocimiento científico se vuelca a las sociedades en general, y es uno de los motores del desarrollo humano.

Versión de marzo de 2008

