

Ciencia y Ética: patología y fraude en la investigación científica

JM Barandiarán, catedrático de la UPV/EHU y socio de número de la Real Sociedad
Bascongada de los Amigos del País

INDICE

1.- Introducción, glosario	1
2.- Casos clásicos de Buena Ciencia-Malas prácticas	2
3.- Ciencia Patológica	3
4.- Fraude Científico reciente	7
5.- Códigos de Ética en la investigación científica	9
6.- El fraude “cotidiano” en la enseñanza	11
7.- Bibliografía	13

1.- Introducción, glosario

El título de esta charla parece despertar la memoria de recientes polémicas sobre la clonación humana o el uso de células madre embrionarias y de otras no tan recientes, pero no por ello menos intensas, sobre la bomba atómica o la energía nuclear en general y su amenaza de destrucción del planeta y de la raza humana con él. Otras personas pueden ver en el título la sugerencia de un debate sobre la manida idea de que la ciencia, y la tecnología que de ella se deriva, son perversas, en el sentido pseudo-ecológico de que nos aparta del estado natural o de naturaleza para imponer un modo de vida artificial y por lo tanto (?) malsano y peligroso física, mental y emocionalmente.

Estas reflexiones se pueden condensar en una sola pregunta:

¿Son (somos) conscientes los científicos de las graves consecuencias que puede acarrear su actividad al desatar fuerzas desconocidas?

Pues no, no es mi intención adentrarme en estos temas sembrados de ideología y pasiones de carácter moral o religioso. La Ciencia es neutra. Su uso puede ser “bueno” o “malo”, pero no entramos en ello. (El mismo bisturí puede servir para sanar o para torturar). Tampoco quiero tocar aspectos éticos de la experimentación con personas o animales que están ampliamente tratados en otros foros (Bioética)

Estamos interesados en los aspectos éticos de la actividad cotidiana del científico, en tanto que productor de Ciencia (ética profesional) y en la repercusión que tienen estos aspectos en la calidad de la Ciencia producida, pero no en el uso posterior de la Ciencia para fines de cualquier tipo. Esta última es una cuestión política, religiosa, etc., (y sin duda más importante que la anterior) pero no científica.

De entre los diversos campos de la actividad humana La Ciencia es probablemente el menos influenciado por creencias, intereses o emociones particulares de los investigadores que la desarrollan. El proceso de admisión de resultados científicos se supone auto-corregido con mecanismos robustos que imprimen universalidad al conocimiento así adquirido.

En concreto las revisiones por colegas del mismo campo (peer review), exigidas para la publicación de los informes en revistas científicas, la libre discusión de ideas y métodos y la capacidad (o no) de reproducir los mismos resultados en otros laboratorios parecen suficientes para eliminar de la circulación conclusiones erróneas y asegurar la integridad del “corpus” científico a lo largo del tiempo.

Sin embargo, la actividad diaria de los científicos, es decir el desarrollo de la investigación, está sujeta a todas las complicaciones derivadas de las pasiones y debilidades de sus protagonistas, los investigadores de carne y hueso. El pecado capital del científico sería la soberbia, que se aviene mal a la admisión de los propios errores o a la rectificación de opiniones o ideas “originales” del “genio” que cada cual cree ser.

La situación se agrava cuando la investigación pasa a ser una actividad generosamente financiada por empresas u organismos públicos que fuerzan al investigador a conseguir prioridades en los descubrimientos para mantener su estatus o sus ingresos y que exigen de una u otra forma resultados acordes a los intereses del patrocinador.

La Ciencia es pues sensible a las debilidades de sus creadores, que vienen marcadas por la ideología e intereses de los científicos (salario, honores) y de sus patrocinadores (religión, política y negocios).

Por otro lado, la cultura científica, al contrario que la política y los negocios, se basa en la confianza, no en la sospecha, por lo que la gente de ciencia es más proclive a dejarse engañar por trucos realmente simples cuando alguien pretende obtener un beneficio de algún científico. Además, la confianza mutua entre investigadores y la reputación de científicos consagrados puede hacer que falsas ideas, experimentos y teorías entren en el sistema y queden sin descubrir por décadas. La Wikipedia por ejemplo, presenta un listado bastante extenso (casi 50 casos) de supuesta “mala conducta” científica

Las malas prácticas pueden ser de muy distinta índole y todas (o casi todas) llevan a “mala ciencia” aunque con grados de engaño o de “culpabilidad” distintos. Una clasificación de las desviaciones de la ciencia puede ser la utilizada por N J Turro, que distingue cuatro tipos principales:

- **Pseudociencia:** Sistemas de pensamiento irracionales o místicos “vestidos” con una jerga aparentemente científica, a menudo compleja pero nunca rigurosa

Un filósofo de la ciencia bien conocido, Mario Bunge, la define así: *Una pseudociencia es un montón de macanas que se vende como ciencia. Ejemplos: alquimia, astrología, comunismo científico, caracteriología, creacionismo científico, grafología, ufología, parapsicología y psicoanálisis*

- **Ciencia “basura” (junk science):** Investigación metodológicamente chapucera llevada a cabo frecuentemente para apoyar alguna proposición extra-científica o para ganar un litigio

- **Ciencia Patológica:** Investigaciones pretendidamente serias que llevan a conclusiones erróneas por autoengaño.

Irving Langmuir comenta: *“Son casos en que no hay evidencia de deshonestidad, pero en que la gente se engaña por no comprender lo que los seres humanos pueden hacerse a sí mismos, en cuanto a dejarse llevar por efectos subjetivos, prejuicios e ilusiones o sensaciones en el umbral de la percepción”*

- **Fraude:** Denunciado ya por Charles Babbage en el siglo XIX, que distinguía tres “categorías”, de menor a mayor culpabilidad: Trimming, Cooking, and Forgery (ajuste, cocinado y falsificación de datos)

Como nuestra intención es analizar los peligros de la ciencia no tocaremos siquiera la pseudociencia, que no es Ciencia sino superchería. Tampoco vamos a detenernos en la Ciencia basura pues es también de general conocimiento que puede estar sesgada por los intereses del cliente de la investigación. Nos limitaremos a la patología y el fraude

2.- Buena Ciencia ¿Malas prácticas?

Algunos científicos reputados han obtenido resultados relevantes, y ciertamente admitidos por todo el mundo, pero han sido también sospechosos de malas prácticas. Los casos más famosos son probablemente los de Mendel y Millikan.

Gregor Mendel: Los resultados experimentales de Mendel sobre la transmisión de caracteres entre generaciones de guisantes dieron nacimiento a la ciencia de la genética, pero han sido objeto de varias controversias. Análisis recientes de los resultados de la segunda generación han encontrado que la relación esperada de 3:1 para factores dominantes y recesivos se cumplía de manera demasiado perfecta para ser razonable estadísticamente. Pocos acusarían a Mendel de mala práctica o de fraude científico, pues sus resultados han sido ampliamente confirmados con experimentos posteriores. Sin embargo, estos resultados siguen siendo un misterio y son mencionados a menudo como un ejemplo de sesgo de confirmación.

Este sesgo puede deberse a que obtuviera la relación aproximada de 3:1 en sus primeros experimentos con una muestra pequeña, y continuara recogiendo datos hasta confirmar con más exactitud esta relación. Se ha sugerido que en este proceso pudiera haber censurado los resultados que no se ajustaban a lo esperado.

Robert A. Millikan: En 1910, Millikan midió la carga del electrón (e) mediante su famoso experimento de la “gota de aceite”. En 1923, ganó el Premio Nobel de Física por este trabajo.

En su artículo de 1913 (*"On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant," Phys. Rev. 2, (1913) 109*), el más completo informe de sus medidas, Millikan afirmaba haber utilizado absolutamente todos los datos recogidos durante 60 días de investigación:

"It is to be remarked, too, that this is not a selected group of drops but represents all of the drops experimented upon during 60 consecutive days."

Sin embargo, el cuaderno de laboratorio de Millikan parece contradecir dicha afirmación. De 175 observaciones realizadas en el período en cuestión, solamente 58 aparecen reflejadas en el artículo. Algunas notas al margen de Millikan en su cuaderno decían:

"Good one. Keep this!"

"Publish. Fine for showing two methods..."

"Won't work"

Lo curioso del caso es que, como se ha demostrado posteriormente (*"In defense of R.A. Millikan" by David Goodstein, Engineering & Science 4 (2000) 30*), el resultado para la carga del electrón hubiera sido el mismo de haber incluido TODAS las gotas para el cálculo!

3.- Ciencia Patológica

Irving Langmuir, premio Nobel en 1932, trató este tema en una charla famosa, "Coloquio en el Laboratorio de Investigación Knolls de la General Electric", el 18 de diciembre de 1953. En dicha charla previene contra los peligros del autoengaño y clasifica varios **"Errores experimentales"** famosos, entre ellos:

- **Los Rayos N, Blondlot (1903)**
- **Una prueba experimental contraria a la teoría de la Relatividad, Kaufmann (1906)**
- **Radiaciones mitogenéticas o rayos Gurwitsch (1923)**
- **Una verificación prematura del "corrimiento al rojo" gravitacional, Adams (1924)**
(La primera confirmación "fiable" aparece en los años 60)
- **Experimentos dudosos sobre rayos canales, Rupp (1926)**

Rupp tuvo que admitir finalmente que sus extraordinarios resultados se debían, en parte, a una falsificación de datos.

Aunque no citado por Langmuir me parece igualmente "patológico" el caso de **Percival Lowell** y los **"canales" marcianos**, que él distinguía perfectamente, aunque no existían, y a los que dedicó la mayor parte de su actividad en su observatorio privado de Flagstaff (Arizona).

Un caso clásico que merece la pena comentar es el de René Blondlot, pretendido descubridor de los **rayos N**. Éste era un reputado investigador, uno de los 8 físicos miembros de la Académie de France y profesor de la Universidad de Nancy. Siempre observó los rayos N (N por Nancy) en condiciones de visión muy débil y por tanto bastante subjetivas. En sus primeras observaciones pensó que los tubos de rayos X también producían rayos N y usaba una pequeña chispa cuya intensidad variaba ligeramente con ellos. Luego encontró muchas otras fuentes de rayos N, incluidos sólidos en compresión, como bastones, y nuevos detectores fosforescentes, todos los cuales emitían cantidades de luz en el límite de la percepción. Un profesor de Biofísica de la misma universidad, también conocido y respetado, resultó estar especialmente dotado para estas observaciones, y ¡publicó siete artículos en el tema en un solo mes!

Por supuesto mucha gente, Rayleigh, Langevin, Rubens y Drude, entre otros, fueron incapaces de reproducir sus resultados. Uno de estos científicos, el americano R. W. Word que también había fracasado en su laboratorio de la universidad John Hopkins, visitó Nancy en 1904. Mientras el descubridor en persona le mostraba sus experimentos, y en concreto las líneas del espectro de un haz, refractado en un prisma de aluminio, Word se las arregló para retirar el prisma en la oscuridad sin que Blondlot lo advirtiese, ¡y sin que las líneas del pretendido espectro se alterasen! El informe de Word demostró fehacientemente la falacia de los rayos N y terminó con la saga, pero para entonces se habían publicado cerca de 300 artículos entre 1903 y 1906 escritos por unos 120 científicos.

Los **rayos Gurwitsch** "descubiertos" por Alexander Gavrilovich Gurwitsch en los años 20, son un caso similar pero que ha derivado en un caso de pseudociencia y aún pervive como tal, bajo el nombre de biofotónica. Las pretendidas radiaciones se explican con el experimento de las cebollas, Gurwitsch 1923, según el cual el meristemo apical de una raíz de cebolla, en que se

encuentran muchas células en división, emite una radiación electromagnética que induce a su vez divisiones (mitosis) en otras raíces de cebolla. De aquí su denominación de "radiaciones mitogenéticas". No hay que decir que el experimento no pudo ser reproducido con ningún grado significativo de credibilidad y el efecto fue rápidamente desechado por la comunidad científica, aunque algunos tuviéramos que estudiarlo, como uno de los factores que influyen en la división celular, en la asignatura de Biología del curso Selectivo, en la Universidad Complutense ¡en 1967-68! Los seguidores de Gurwitsch han seguido sin embargo manteniendo la realidad de tales rayos con pretensiones de ciencia "ortodoxa" y han llegado mucho más lejos. Hoy en día se puede incluso "oír" una grabación de dichas radiaciones, a la que han llamado la "armonía de los biofotones", en:

<http://21sci-tech.com/articles/summ01/Biophysics/Biophysics.html>

Un caso reciente, con las mismas características que las descritas por Langmuir, y que ha sido muy aireado es el de **La Fusión Fría**. En 1989, Martin Fleischmann y Stanley Pons anunciaron en una conferencia de prensa que tuvo lugar en la Universidad de Utah, que habían conseguido la fusión nuclear a temperatura ambiente en una célula electroquímica, es decir mediante electrólisis con un electrodo de Paladio.

Muchos físicos rechazaron de plano esta pretensión pues la Física Nuclear establece claramente que las reacciones de fusión solamente pueden tener lugar a altísimas temperaturas (millones de grados) y presiones como las que reinan en el interior de las estrellas, aunque aparecieron confirmaciones experimentales de muchos laboratorios que parecían indicar lo contrario. Poco a poco estas confirmaciones se fueron diluyendo y otros laboratorios informaron de la imposibilidad de obtener los resultados de Fleischmann y Pons. Finalmente, un comité nombrado por el departamento de Energía de los EEUU concluyó que no había nada que mereciera la pena seguir investigando en el campo de la fusión fría. En dos años los científicos que seguían trabajando en fusión fría se habían separado de los cauces normales y tenían sus propios congresos y revistas. Aún recientemente quedaban restos de actividad en lo que se ha venido en llamar *Low Energy Nuclear Reactions (LERN)*, por ejemplo en: <http://freeenergynews.com/Directory/ColdFusion/index.html>, aunque mi última visita al sitio ya no ha funcionado.

Puede decirse que, a menudo, la ciencia se vuelve patológica cuando los científicos se aventuran fuera de su campo de trabajo habitual. La fusión fría es un buen ejemplo, pues dos electroquímicos como Pons y Fleischmann tenían poca experiencia con la emisión de rayos gamma y neutrones para interpretar correctamente sus resultados y debieron de buscar consejo en algún físico nuclear, lo que les hubiera ahorrado bastante de su descrédito posterior.

Langmuir ya dio unos “Síntomas para descubrir lo patológico de un descubrimiento”

1. El máximo efecto que se puede observar es producido por una causa de baja intensidad y el efecto es esencialmente independiente de la intensidad de la causa.
2. El efecto en sí tiene una intensidad cercana al límite de lo detectable, o son necesarios muchas medidas pues los resultados no son estadísticamente significativos.
3. Se hacen reivindicaciones de gran precisión en las medidas.
4. Las teorías son fantásticas y contrarias a la experiencia previa.
5. Las críticas se contestan con excusas “ad hoc” producidas en el momento y sin mucha reflexión.
6. La proporción de informes favorables a los desfavorables aumenta hasta aproximadamente el 50% y luego cae hasta el olvido.

En el artículo “Cómo juzgar Ciencia Patológica” (IK Shuller, JL Vicent e Y Bruynseraede, Revista Española de Física, **21**(2007) 2) los autores reproducen un seguimiento durante tres años de artículos relativos a un episodio de ciencia patológica, probablemente el de la fusión fría, y los resultados son esclarecedores: Mientras los **experimentos** favorables y contrarios parecen en principio estar equilibrados, rápidamente desautorizan la ciencia patológica. Los **trabajos teóricos** en cambio, parecen dar la razón al nuevo fenómeno hasta que desaparecen bruscamente, cuando el experimento demuestra la falsedad del hallazgo (ver figura 1)

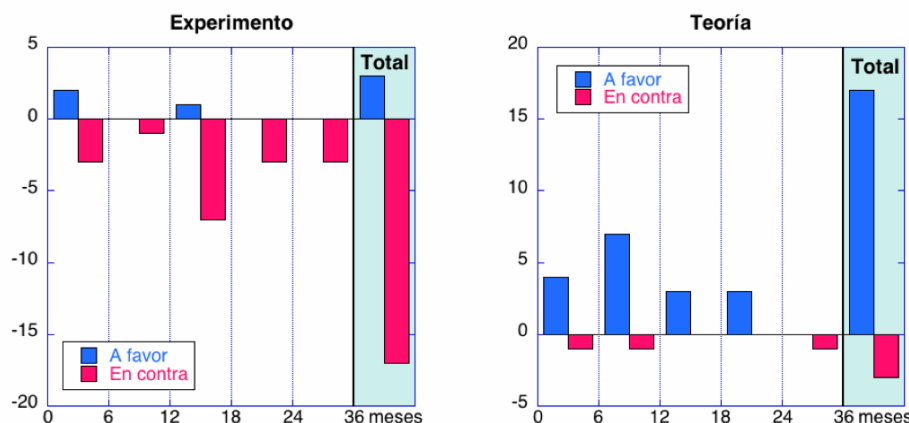


Figura 1.- Seguimiento de un episodio de ciencia patológica a lo largo de las publicaciones en revistas de primera línea durante tres años. Mientras los experimentos se muestran contrarios desde el comienzo, los trabajos teóricos tienden a justificar el fenómeno patológico hasta que se demuestra falso, momento en que desaparecen (adaptado de Shuller, Vicent y Bruynseraede, 2007)

Visto que el papel lo soporta todo, no tenemos por qué asombrarnos de las siguientes patologías teóricas recientes, todas ellas previsibles al aventurarse sus autores en terrenos ignotos respecto a su campo de actuación tradicional:

Fred Hoyle (1915-2001)

Fue un destacado astrofísico que hizo grandes contribuciones en los años 40 a la teoría de la **nucleosíntesis**, es decir la formación de núcleos de los elementos químicos pesados a partir de Hidrógeno y Helio en las estrellas. Muchos pensaron que fue injusto que se concediera el premio Nobel a su colaborador William A Fowler, pero se excluyera a Hoyle. Posteriormente Hoyle desarrolló la teoría del **estado estacionario**, que exigía la creación continua de materia en el universo para explicar la expansión del mismo, y se opuso vivamente a la teoría del universo en expansión a partir de un acontecimiento primitivo violento. Fue él quien acuñó el término Big Bang, para ridiculizar la aparición instantánea del Universo a partir de la nada. El término es ahora ampliamente utilizado con carácter divulgativo y sin ninguna connotación peyorativa. Durante muchos años sus propuestas novedosas estimularon la astrofísica al excitar a sus colegas a buscar los fallos de dichas propuestas (Probing Fred wrong!).

En los años 80 Hoyle, junto a Chandra Wickramasinghe, director del Instituto de astrobiología de Cardiff (Gales), ha desarrollado la idea de la **panspermia**, originalmente propuesta por Anaxágoras (en el siglo V antes de Cristo) y retomada posteriormente por muchos autores, y especialmente por Svante Arrhenius a comienzos del siglo XX, para explicar el origen de la vida y su aparición en la tierra. Según su teoría, expuesta en los libros "Evolution from Space" y "**El Universo inteligente**" (Grijalbo, Barcelona, 1984), el desarrollo de la vida en la tierra no tiene nada que ver con la teoría de la evolución de Darwin, que califica de "superstición" e "impresentable", sino que es el resultado de frecuentes llegadas de virus y bacterias desde el espacio exterior a través de los cometas o al cruzar la tierra nubes interestelares que los contienen. La conclusión final es que los seres vivos (y el Universo en general) son el resultado de un "diseño inteligente". Esta línea de razonamiento ha sido vivamente criticada por la comunidad científica y se le conoce como "la falacia Hoyle".

Roger Penrose

Es un matemático muy conocido por su descubrimiento, en 1974, del **teselado no periódico** del plano, con simetría pentagonal, que se encontró luego experimentalmente en la disposición atómica de los **cuasi-cristales** en 1984. Otra contribución destacada es la de las "redes de espín" muy utilizadas en la descripción de la geometría del espacio-tiempo en la teoría de gravedad cuántica de lazos (**loop quantum gravity**). Sus aportaciones se conocen ahora como "diagramas de Penrose". Sus aportaciones le han hecho merecedor del **premio Nobel** de 2020 "for the discovery that black hole formation is a robust prediction of the general theory of relativity." Penrose ha escrito también algunos libros muy controvertidos sobre el origen de la conciencia. En "**La nueva mente del Emperador**" argumenta que las leyes conocidas de la Física no pueden explicar la **conciencia humana** y el **libre albedrío**, pues son esencialmente lineales y predictivas o "deterministas", mientras que el comportamiento humano no lo es. En un ejercicio de "reducción" se muestra partidario de explicar la conciencia por la gravedad

cuántica. No es que tenga ninguna explicación plausible, pero es la única teoría aún no bien desarrollada (por problemas de infinitos no cancelables que arruinan casi cualquier cálculo) y por lo tanto la única que no le da problemas en el aspecto del determinismo, ¡por ahora! El ejercicio de búsqueda de causas no deterministas tiene también un lado biológico, más recalcitrante si cabe. Como los mecanismos de funcionamiento de las neuronas son bastante simples y no hay ninguna reacción química o efecto fisiológico que parezca afectado por la gravedad, sea ésta cuántica o no, se dirige a los microtúbulos; unos elementos que desarrollan un papel activo en la reproducción celular, pero como las neuronas no se reproducen, no parecen tener un papel claro en ellas. Así postula (que no prueba) que el libre albedrío es el efecto de la **Gravedad Cuántica sobre los microtúbulos de las neuronas** cerebrales. Aunque al parecer nadie en la profesión (neurofisiólogos) ha tomado en serio a Penrose (El fin de la ciencia, J Horgan, Ediciones Paidós, 1998), algunos físicos han calculado un posible efecto de la gravedad en las neuronas y encontrado que sería 10.000 millones de veces más débil que los mecanismos químico-físicos conocidos. Esto parece terminar con la teoría, pero sin embargo se siguen publicando opiniones controvertidas sobre el asunto.

Frank J. Tipler

Es un físico con publicaciones perfectamente serias en revistas de gran prestigio como "Reviews on Progress on Physics", "Science" y otras. Sin embargo, en su libro "**La Física de la Inmortalidad**" se descuelga con afirmaciones fantásticas. Su análisis de la evolución del Universo le lleva a predecir un instante final en que todo el Universo colapsa en un punto, el "**Punto Omega**", que identifica con **Dios**. Aunque esta predicción parece contradecir la posibilidad misma de la inmortalidad, su discurso para asegurarla es bastante peculiar. Según su idea la evolución de la especie humana (y quizá de otras especies inteligentes) hará crecer el desarrollo técnico de manera exponencial con lo que será posible incorporar todas nuestras vivencias, pensamientos y emociones en un **supercomputador cósmico** en el que viviremos "in Silico", tanto nuestros descendientes como nosotros y nuestros antepasados, "recreados" o "emulados" por el supercomputador (**la resurrección de los muertos**). Además, como dicho supercomputador avanzará exponencialmente en capacidad de cálculo y de almacenamiento de datos, superará el tiempo finito hasta el colapso del Universo, proporcionando un "**tiempo de experiencia**" infinito para cada uno de nosotros (la inmortalidad, ¡claro que virtual!). Semejante sarta de idioteces ha merecido la calificación de "pieza maestra de la pseudociencia" en la revista Nature, pero hay quien se ve en la necesidad de argumentar en su contra. Así M. Shermer, dedica un capítulo entero de su libro "Why people believe weird things" a refutarle.

Para confirmar la trayectoria científica, en su libro de 2007 "La Física de la Cristiandad", Tipler identifica el "punto Omega" no ya con una idea panteísta de Dios, sino con el Dios judeo-cristiano tal como aparece en la Biblia, y analiza los milagros de Jesucristo descritos en el Evangelio, y cómo pudieron tener lugar sin violar las leyes físicas, aún suponiendo que no vivamos en una "simulación por ordenador" tipo Matrix. En tal caso (no descartado completamente por él) los milagros serían triviales de programar en la realidad virtual, aunque seguirían siendo chocantes para nuestra percepción (también virtual, claro).

Todos estos autores, como Blondot con los rayos N, parecen ser perfectamente sinceros en sus argumentaciones, lo que no les exime de caer en la acientificidad más absoluta, incluso rayando la locura.

4.-Fraude Científico

La primera mención del fraude científico y sus implicaciones en el desarrollo de la ciencia aparecen en un célebre ensayo de Charles Babbage, inventor del primer computador mecánico (la máquina de diferencias). En su célebre ensayo "Causes of the decline of Science in England", publicado en 1830, Babbage clasifica el fraude en tres categorías principales:

Trimming "clipping off little bits from those observations which differ most in excess from the mean, and sticking them on to those which are too small." It merely reinforces the average results and is not so injurious

Cooking "is the selective reporting of a group of results, picking out the data from among several measurements that most supports the desired conclusion".

Forgery "record observations which never were made". Para Babbage este era el tipo de fraude más vil

Como complemento de estas categorías clásicas de fraude podemos añadir el plagio, la falsa autoría (autoría regalada) y otras que se comentarán posteriormente.

Un caso clásico de fraude es el famoso “**hombre de Piltdown**”: Un cráneo humano y una mandíbula de simio fueron colocadas juntas y “descubiertas” por Hinton y Dawson en un yacimiento de fósiles de Piltdown, Inglaterra, en 1912. Esto revolucionó la antropología con la inclusión de un nuevo “homo” británico, el *Eoanthropus dawsoni*. ¡Los expertos tardaron 40 años en descubrir el engaño y aún hoy no se sabe quién fue el responsable del mismo!

Más cerca de nosotros tenemos las falsas pinturas prehistóricas de Zubialde, y el extraño caso de los **grafitos de Iruña-Veleia**, que habían levantado bastantes sospechas de “fabricación” como se han confirmado recientemente.

Algunos casos muy sonados a nivel mundial, aparecidos en años recientes son, por ejemplo:

Hwang Woo Suk: “clonación humana” (2005)

El éxito de este investigador coreano, de la Universidad Nacional de Seúl, al obtener 11 líneas de células madre a partir de embriones humanos clonados, fue recogido con grandes titulares por la prensa de todo el mundo, fundamentalmente por las promesas de nuevas terapias que abría. Hwang se convirtió en héroe nacional, se le prometió un nuevo Instituto de investigación y todo parecía de ensueño.

Pronto se levantaron sospechas sobre falta de ética en la adquisición de óvulos humanos para los experimentos y se abrió una investigación. En diciembre de 2005 la Universidad estableció que las 11 líneas de células madre eran un fraude y que los artículos publicados en *Science* en 2004 y 2005 también eran falsos. En enero de 2006, Hwang dio una rueda de prensa y reconoció el fiasco, aunque no admitió que el fraude le salpicara. Descargó las culpas en otros miembros de su equipo y denunció una conspiración en su contra. Sin embargo, los fiscales de Seúl registraron su casa en busca de datos y pruebas para empezar una investigación criminal sobre sus actividades. En mayo fue acusado formalmente de fraude, malversación y violación de las leyes de bioética de su país. Al parecer había desviado cerca de 3 millones de dólares de sus contratos de investigación para fines particulares y para adquirir ilegalmente óvulos para sus experimentos.

Jan Hendrik Schön: “transistores de una única molécula” (2000-02)

Entre 1998 y 2002 Schön, trabajando en el laboratorio de la compañía Bell (AT&T), el laboratorio industrial más famoso del mundo, publicó más de 100 artículos científicos, con resultados que suponían grandes descubrimientos en muchos campos de semiconductores y superconductores. En muchos de ellos figuraba como co-autor un investigador del mismo laboratorio (AT&T) con una larga y prestigiosa carrera. Poco a poco se vio que era imposible reproducir sus resultados y un comité de investigación de los propios Laboratorios Bell, concluyó que se habían usado los mismos datos en distintos artículos, atribuyéndolos a distintos experimentos. El caso más evidente era el de un artículo publicado en *Science* (2000, 289, 599) y otro en *Nature* (2001, 410, 189), que contenían exactamente las mismas curvas. Los artículos habían pasado las revisiones y fueron aceptados por estas prestigiosas revistas, después de haber superado también los controles internos del laboratorio de la AT&T. Claramente los revisores fueron poco críticos porque los trabajos venían firmados también por un investigador consagrado y provenían de un laboratorio “que siempre ha hecho muy buenos trabajos”, como admitió el editor de *Nature*.

Victor Ninov: Elementos químicos nº 116 y 118 (2000-01)

Era un investigador búlgaro que trabajaba en el Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Fue acusado de fabricar las evidencias experimentales del descubrimiento de los elementos nº 116 y 118, pues era el único capaz de “traducir” los complejos datos experimentales a un lenguaje “comprensible” para el resto del equipo investigador del LBNL. Ninov se había formado en el GSI (Instituto Helmholtz de Investigación en Iones Pesados) en Darmstadt, Alemania donde había participado en el descubrimiento de los elementos 110, 111 y 112, y era tenido como un experto, pero sus resultados en Berkeley no podían reproducirse ni tampoco pudieron otros laboratorios por todo el mundo. Un comité interno de Berkeley llegó a la conclusión de que el trabajo de Ninov había sido “fraudulento” y lo echaron en el año 2001. Después de re-analizar su trabajo en Alemania se vio que también allí se habían manipulado los datos.

Casos menos sonados, pero más frecuentes

Con mucho menor nivel de publicidad, por no estar involucrados descubrimientos tan mediáticos, hay muchos casos que también afectan Universidades de gran renombre. Por ejemplo:

- V. Soman, profesor ayudante en Yale, recibió un trabajo de Helena Wachslicht-Rodbard para revisar por encargo de una revista. Envío un informe negativo para retrasar la publicación, y mientras tanto envió el mismo trabajo con su nombre a otra revista. La casualidad hizo que esa revista lo enviara a su vez a revisar a Helena Wachslicht-Rodbard, que reconoció su propio trabajo y descubrió el plagio.

- J. Darsee (Harvard) publicó docenas de artículos con datos totalmente inventados, pero hizo un trabajo muy malo al inventárselos. En un artículo, por ejemplo, informaba de un padre con 4 hijos, concebidos cuando él tenía 8, 9, 11, y 12 años respectivamente. Para cubrirse, Darsee practicaba la "autoría regalada", añadía gente como coautores que no habían hecho absolutamente nada en sus trabajos. Fue descubierto por sus ayudantes post-doctorales al cabo de tres años. Incluso entonces la Universidad tardó cinco meses en admitir el fraude.

La denuncia de casos de fraude es un problema delicado, pues la comunidad académica y científica no está dispuesta a admitir que estas prácticas suceden en su propio entorno, en todo caso será cosa de "otros", por lo que desconfía de las denuncias y las trata como molestias de su tarea cotidiana. El caso típico puede ser el siguiente:

Los denunciantes presentan evidencia de fraude al rector de su Universidad pero éste no les hace caso porque: "Esto no sucede aquí" y además "la Ciencia se auto-corrige".

Se hace público el nombre del denunciante y se le expulsa por haber montado un alboroto que deja en mal lugar a la Universidad. Incluso si se demuestra el fraude, el caso es recurrido y cae en manos de un bufete de abogados. Ni éstos ni los jueces entienden de ciencia ni tienen acceso a los documentos originales y al final el caso se sobreescribe. El fraudulento puede que tenga que irse a otra Universidad e incluso retirarse, si el caso es muy grave, pero el director del Departamento que dejó que sucedieran los hechos no es acusado de nada y no tiene ningún incentivo para que las cosas cambien.

Un caso real que ilustra esto es el siguiente (H F Judson "The Great Betrayal: Fraud in Science" Harcourt, Orlando, 2004)

Stephen Breuning (Universidad de Pittsburgh) estudió los efectos de ciertos tranquilizantes y encontró serios efectos secundarios que hicieron cambiar los protocolos de los hospitales. Dos años más tarde su supervisor en Illinois, Sprague, empieza a sospechar que Breuning no tiene tiempo para hacer todo el trabajo que dice que hace y está seguro de que se lo inventa. Sprague (jesta vez un "senior"!) envía un informe al Instituto Nacional de Salud Mental (NIMH), que pagaba la investigación. Breuning es obligado a renunciar y el NIMH contrata un investigador, ¡Que se pone a investigar a Sprague!. Viendo que el trabajo de Breuning ni se investiga ni se corrige, Sprague hace público el caso. Cancelan su proyecto de investigación federal y tiene que testificar ante el Congreso. En respuesta, la Universidad de Pittsburgh le pone un pleito por libelo.

Algunos casos sin embargo resultan tan graves que terminan con **implicaciones penales**.

Veamos uno concreto ("An Unwelcome Discovery" - New York Times, 22/10/2006): En el otoño del 2000, Eric Poehlman, profesor permanente de la Universidad de Vermont (USA), estaba trabajando en los niveles de lípidos en la sangre y su evolución con la edad. Poehlman esperaba que los niveles de LDL (colesterol de baja densidad, "malo") aumentaran con la edad mientras los de HDL (colesterol de alta densidad, "bueno") disminuyeran, una hipótesis que venía apoyada por evidencias circunstanciales desde hacía tiempo y que quería probar inequívocamente mediante un estudio clínico riguroso, siguiendo la evolución del colesterol en una serie de pacientes a lo largo de su vida.

Su ayudante, Walter DeNino estaba encargado de comparar estos niveles en muestras de sangre de un gran número de pacientes, tomadas con varios años de diferencia. Cuando hizo sus primeros análisis DeNino encontró que los datos reales contradecían la hipótesis. Cuando Poehlman vio los resultados se llevó el fichero de datos a casa y, a la semana siguiente se lo devolvió a DeNino, explicándole que había corregido algunos datos erróneos y le pidió que volviera a hacer un análisis estadístico del fichero. ¡Ahora los datos estaban totalmente de

acuerdo con la hipótesis inicial! El cambio era tan claro que no podía deberse a unas pocas correcciones de datos sueltos como pretendía Poehlman, sino a una falsificación masiva. DeNino consultó entonces con algunos estudiantes de tesis e investigadores post-doctorales y descubrió que tenían o habían tenido problemas parecidos con Poehlman. Tras una serie de incidentes DeNino se atrevió a denunciar los hechos a las autoridades académicas.

Eric Poehlman fue procesado por un juez federal en la Corte de Burlington, Vermont. Durante 5 años negó todos los cargos, mintió bajo juramento y trató de desacreditar a sus acusadores, convirtiendo el caso en uno de los más largos y caros de fraude científico en la historia de los EEUU. Finalmente, Poehlman se declaró culpable de mentir en una solicitud de fondos federales y admitió haber fabricado datos falsos, relativos a obesidad, menopausia y envejecimiento, durante más de una década. Presentó estos datos fraudulentos en congresos, los publicó en artículos científicos y los utilizó para obtener millones de dólares en contratos federales con el Instituto Nacional de la Salud, un delito castigado con hasta 5 años de prisión. Con sus éxitos Poehlman había conseguido ser uno de los profesores mejor pagados de su Universidad (unos 140.000 \$ al año)

La única esperanza de Poehlman era evitar una última humillación: ser el primer investigador sentenciado a prisión por fraude científico. Basándose en los 200.000 \$ que había pagado como restitución, Poehlman pidió cumplir la pena en libertad bajo vigilancia, pero el juez dictó un año y un día de prisión en una cárcel federal y dos años más bajo vigilancia.

Estos son solamente unos pocos ejemplos. Una recopilación más exhaustiva puede encontrarse en Schulz y Katime (2003).

5.- Códigos de Ética en la investigación científica

Los casos graves de fraude que puedan acabar con penas de prisión son realmente escasos. La mayor parte son casos "de menor cuantía". Algunos puntos delicados a los que se ha enfrentado todo investigador son :

- Quiénes figuran como autores en el artículo y cómo ordenarlos
- Resulta imposible reproducir datos que se han obtenido antes
- Incluir o no valores extremos o atípicos
- Citar artículos que solo se conocen de otras citas

Se estima que el fraude — falsificar evidencias, omitir o distorsionar evidencias, plagio, etc. — está muy extendido. Incluso estudios más bien conservadores lo cifran en valores tan altos como el 10% de lo que se publica.

Los jóvenes investigadores son conscientes de que las malas prácticas se dan en muchas ocasiones y estudios sociológicos [K Kirby, F Houle: *"Ethics and the Welfare of the Physics Profession"*] muestran que cerca del 40% de ellos han detectado varios tipos de fraude en su entorno (ver figura 2)



Figura 2: Casos de mala conducta científica relatados por jóvenes científicos

Aparte de la manipulación o falsificación de datos, hay dos aspectos importantes y muy extendidos de mala conducta relacionados con la autoría y con los revisores de los trabajos. El aspecto más destacable referente a la autoría es que, junto al plagio y el no incluir como autores a los que se lo merecería, es tan corriente o más incluir autores que no han contribuido al trabajo. Esta práctica está en muchos casos destinada a "agradar" a los jefes de los que

depende el contrato de los jóvenes investigadores, pero otras veces es una treta para poder publicar trabajos "dudosos" a base de incluir como autor a algún investigador consagrado que "avala" así el contenido del trabajo. Este era el caso de Shön y de algunos otros falsarios, aunque está claro que el autor "invitado" tiene también una grave responsabilidad.

Las publicaciones científicas son en definitiva las depositarias del fraude científico. Los principales problemas éticos en la publicación de la investigación están relacionados con la autoría de los trabajos y la revisión por pares, que propicia información privilegiada que no siempre se usa correctamente. Esto ha llevado a las editoriales científicas a incluir unas cláusulas éticas para editores, autores y revisores (véanse por ejemplo las de la American Chemical Society en: <http://pubs.acs.org/userimages/ContentEditor/1218054468605/ethics.pdf>)

Referente a los **autores**, está claro que todos los investigadores que han contribuido "significativamente" a los resultados de un trabajo tienen derecho a figurar como co-autores del mismo, pero **¿Cuál es la responsabilidad de un co-autor?**

Los investigadores que no desean o son incapaces de hacerse responsables de un trabajo NO deben de figurar como co-autores, pues compartir el crédito viene acompañado con compartir la responsabilidad". Esto implica:

- Mantener un registro completo de la investigación
- Comprobar los resultados de los demás autores
- Verificar completa y cuidadosamente cada manuscrito que lleva su nombre
- Circulación del manuscrito entre todos los autores antes de someterlo a publicación
- Indicar las correcciones necesarias (y exigir las)

Incluso compartiendo la responsabilidad hay una serie de razones objetivas o "contribuciones significativas" que dan derecho a compartir la autoría de un trabajo. Pero **¿Cuáles son las contribuciones que dan derecho a ser co-autor?** Las siguientes contribuciones son generalmente admitidas como totalmente válidas para figurar como co-autor de un trabajo:

- Generación y análisis de los datos
- Aportación de material crítico
- Análisis de datos tomados por otros
- Construir aparatos o escribir programas usados en el trabajo

Sin embargo, es DUDOSO que otras aportaciones sean suficientes para figurar como autor de un trabajo, como:

- Interpretación de datos obtenidos y analizados por otros
- Aportar financiación al proyecto
- Ser miembro de un equipo con múltiples proyectos relacionados
- Prestar equipo o programas de ordenador
- Consultas y discusiones acerca del proyecto
- Tener la idea original del proyecto, pero muy poca participación en su ejecución

Y finalmente las siguientes razones NO son en absoluto válidas para justificar la co-autoría

- Co-autoría honoraria por prestigio
- Ser el director de la Institución
- Relacionar entre sí a los autores y gestionar sus aportaciones

En cuanto a los **revisores**, algunas de sus obligaciones éticas son.

- Todos los científicos deben aceptar realizar las revisiones que les correspondan proporcionalmente
- Si un revisor no se encuentra cualificado o no tiene tiempo de hacer una revisión debe devolver rápidamente el manuscrito
- Todo revisor debe juzgar objetivamente la calidad de un manuscrito
- Un revisor debe evitar conflictos de interés o relaciones personales y profesionales con los autores del manuscrito
- Un revisor debe tratar el manuscrito como un documento confidencial y no usar el material en su propia investigación
- Si un revisor encuentra evidencia de material plagiado, o datos falsificados, debe comunicarlo al editor, quien tomará las medidas apropiadas

Como vemos los **editores** científicos también tienen obligaciones éticas y realmente son responsables en última instancia de que lo que se publica en su revista.

El problema es cómo asegurarse de que autores, revisores y editores cumplen con sus deberes. ¿Deben los científicos someterse a controles e inspecciones para determinar si su comportamiento es ético? La idea de una "policía del fraude científico" parece bastante descabellada. Una vía mejor es sin duda el enseñar y entrenar a los jóvenes científicos en las prácticas éticas desde el comienzo de su educación.

6.- El fraude "cotidiano" en la enseñanza

Los estudiantes y jóvenes profesionales de la Medicina y otras ciencias Bio-sanitarias han recibido tradicionalmente cursos de ética y deontología, tanto por la indudable repercusión de sus trabajos, como porque en estas profesiones se dan con más frecuencia presiones e intereses que pueden comprometer el correcto desarrollo de sus tareas. Sin embargo otras ramas de la Ciencia han tenido muy poca atención a estos aspectos éticos.

¿Dónde aprenden ética los jóvenes físicos?

El trabajo de Kirby y Houle citado anteriormente de ("Ethics and the Welfare of the Physics Profession") pone de manifiesto que tanto estudiantes de Licenciatura como de tesis e investigadores post doctorales de Física reciben información y entrenamiento ético de manera totalmente informal a través del contacto con otros colegas y de discusiones en el seno de su propio grupo de investigación (más del 80%), probablemente con motivo de algún episodio conflictivo sobre autoría o referencia a trabajos de otros investigadores, acaecidos en su entorno. Solamente un 20% de los estudiantes de licenciatura tuvieron algún curso donde se trataron formalmente aspectos éticos. En doctorado el número estudiantes que reciben cursos formales de ética es de solamente el 5%. Sin embargo, como hemos comentado anteriormente, cerca del 40% de ellos ha tenido conocimiento de malas prácticas en la investigación.

El caso de la enseñanza secundaria es aún más grave. Sin duda el criterio de "malas prácticas" a este nivel (copiar en exámenes, plagios en trabajos para casa, etc.) es más laxo, pues tiene menos trascendencia que las del mundo de la investigación, pero están terriblemente extendidas y son sin duda el germen de las actitudes irregulares posteriores.

Hay resultados escalofriantes como los que obtuvo Don McCabe, que llevó a cabo una Investigación sobre trampas en los institutos (Cheating in Colleges) preguntando a más de 75.000 estudiantes en 125 instituciones durante varios años mediante encuestas anónimas, primero en papel y más tarde "on-line". Sus resultados, referidos al curso 2001-2002 en que contó con encuestas de casi 4.500 estudiantes de 25 "colegios" públicos y privados están resumidos en las siguientes tablas.

Tabla 1: ¿Qué entienden por hacer trampas?		
	Los estudiantes	Los profesores
Copiar y usar chuletas en exámenes	90%	98%
Plagio	91	98
Colaboración no autorizada	29	82
Cortar y pegar de otros trabajos	55	79
Cortar y pegar de Internet	56	81
Comprar los trabajos hechos ("paper mills")	91	98
NOTA: El 44% de los profesores han ignorado estas trampas alguna vez		

Es significativo que, aunque los profesores tienden a tener un concepto más estricto que los estudiantes de lo que deben de considerarse "trampas" o engaños, aún queda un porcentaje de ellos que disculpan prácticas claramente fraudulentas como es el plagio vía Internet (19%) o incluso copiar en un examen y la compra de trabajos (2%).

Un detalle curioso es que cerca del 90% de los estudiantes que utilizaron Internet como vía del plagio, ya habían copiado anteriormente de trabajos escritos. ¡Las nuevas tecnologías crean pocos "tramposos" nuevos!

Tabla 2: Trampas hechas por estudiantes el año anterior a la encuesta

1. **Trampas serias en exámenes, 23%**
(copiar a otros, chuletas, etc.)
2. **Trampas serias en trabajos, 50%**
(presentar trabajos de otros, cortar y pegar de Internet, etc.)
3. **Trampas serias 56%**
(alguno de los puntos anteriores: 1 ó 2)
4. **Todo tipo de trampas, 73%**
(punto 3 u otros tipos de trampas menos serias, como copiar en trabajos para casa)
5. **Reincidentes 8%**
(lo han hecho más de 3 veces)

En cuanto a la extensión de las malas prácticas, el panorama es desolador (y eso que se trata de un país anglosajón y bastante "puritano"). Como podemos ver en la tabla está tan extendido que parece imposible de erradicar. El mismo McCabe ofrece una serie de factores, tanto institucionales como personales que propician este nivel de trampas.

Factores Institucionales que favorecen las trampas

- Copiar es corriente en el Campus.
- El centro no tiene código o sistema de honor.
- Los estudiantes creen que a los profesores no les importa y hay poca probabilidad de que te cojan. Incluso si te cogen, los castigos no son muy severos.

Razones de los estudiantes para trampear

- Presiones de tiempo
- Miedo de fracasar; presiones para sacar buenas notas
- Desprecio por la asignatura
- Tareas sin sentido
- Profesores con pocas dotes para la enseñanza

Para corregir esta situación, recientemente, se ha dedicado mucha atención a la enseñanza ética en las ciencias, introduciendo cursos incluso en la enseñanza secundaria, especialmente en los países anglosajones.

Basándose en el tan comentado método del aprendizaje basado en problemas (PBL) he encontrado unos casos para comentar y discutir que ofrezco a continuación como colofón de este trabajo.

CASOS PRÁCTICOS sobre ética en las ciencias para discutir en el aula :

(Adaptados de: Abbott and Leacock, "Ethics in the Science Classroom")

Caso nº 1 (Inventar datos)

Nerea está haciendo medidas eléctricas en el laboratorio de Física. Es muy buena estudiante y está segura de haber montado bien el circuito. Cuando trata de hacer los cálculos para comprobar las fórmulas esperadas, encuentra que los datos no son correctos. Ella cree que esto se debe a que uno de los componentes del circuito estaba estropeado y no funcionaba como debía.

Su profesor está muy ocupado con un estudiante más flojo y Nerea decide no molestarle con el problema. Sabe que puede calcular matemáticamente cuáles deberían de ser los datos correctos y simplemente cambiar los datos que realmente ha tomado por los datos calculados.

¿Debe Nerea calcular sus datos en lugar de usar sus medidas?

Caso nº2 (Copiar datos)

Javi, Naiara y Gustavo son compañeros de grupo en el Laboratorio de Química. Ayer Gustavo no estaba pues se encontraba enfermo. Javi y Naiara tuvieron que trabajar intensamente para acabar la práctica en el tiempo asignado y poder entregar el informe hoy.

Hoy Gustavo vuelve a clase ya recuperado. Encuentra a sus compañeros a primera hora y les pide los datos del experimento de ayer para poder escribir el informe durante las primeras horas y entregarlo luego, a tiempo. **¿Deben Javi y Naiara dejar a Gustavo que copie sus datos?**

Caso nº3 (Apropiarse del trabajo de otros)

Patricia está dedicando un gran esfuerzo a su trabajo final de Geología. Había descuidado previamente la asignatura y ha escogido un tema muy difícil para impresionar a su profesor y conseguir una buena nota.

Su amiga Ana, que es muy buena estudiante, está trabajando en el mismo tema. Patricia pregunta si puede trabajar conjuntamente con Ana, a lo que el profesor accede. A partir de aquí Patricia hace muy poco esfuerzo, pues sabe que puede confiar en que Ana hará un buen trabajo. **¿Debe Ana dejar que Patricia ponga su nombre en el trabajo?**

En conclusión, el futuro de la Ciencia está, previsiblemente, asegurado pues es necesario para el desarrollo y bienestar de la humanidad, pero su prestigio y eficacia puede depender de la correcta aplicación de las normas éticas por parte de las futuras generaciones de científicos e investigadores. Nuestro deber es prepararlas para ello. ¡No dejemos de hacerlo por pura desidia!

Bibliografía

- Robert T. Lagemann, "New Light on Old Rays: N Rays", *American Journal of Physics* **45** (3): (1977) 281-284
- Fred Hoyle "El Universo Inteligente", Grijalbo, Barcelona 1984
- Roger Penrose "La nueva mente del emperador", Mondadori, Madrid, 1991
- Federico di Troccio "Las mentiras de la Ciencia", Alianza, Madrid, 1995
- Frank J. Tipler "La física de la inmortalidad", Alianza Universidad, Madrid, 1996
- John Horgan "El fin de la ciencia", Paidós, Barcelona, 1998
- Robert L. Park "Ciencia o Vudú", De Bolsillo, Barcelona, 2001
- Eric J. Lerner, "Fraud Shows Peer-Review Flaws", *The Industrial Physicist*, December 2002/January 2003, pags 12-17
- Pablo C. Schulz e Issa Katime, "los fraudes científicos" *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Volumen 4(2), abril 2003
- Horace F. Judson "Anatomía del fraude científico", Crítica, Barcelona, 2006
- John Grant "Corrupted Science", Facts, Figures & Fun, Wisley, UK, 2007
- Michael Shermer "Why people believe weird things", Souvenir Press, London, 2007
- IK Shuller, JL Vicent e Y Bruynseraede, "Cómo juzgar Ciencia Patológica", *Revista Española de Física*, **21** (2007) 2
- John Grant "Discarded Science", Facts, Figures & Fun, Wisley, UK, 2008
- Kenneth Abbott, and William Leacock, "Ethics in the Science Classroom", lesson 2, <http://www.onlineethics.org/CMS/edu/precol/scienceclass/lessonplans/lesson2.aspx>
- American Chemical Society: "Ethical Guidelines to Publication of Chemical Research" <http://pubs.acs.org/userimages/ContentEditor/1218054468605/ethics.pdf>
- American Physical Society: "APS Guidelines for Professional Conduct" http://www.aps.org/policy/statements/02_2.cfm
- Charles Babbage "Reflections on the decline of science in England, and on some of its causes". Project Gutenberg (<http://www.gutenberg.org>) [EBook #1216] Release: February, 1998
- Kate Kirby and Frances A. Houle "Ethics and the Welfare of the Physics Profession" <http://www.hao.ucar.edu/Public/about/Staff/travis/seminar/ethics.pdf>
- I. Langmuir "Pathological Science" (Colloquium at The Knolls Research Laboratory, December 18, 1953) (<http://www.cs.princeton.edu/~ken/Langmuir/langmuir.htm>)
- Wolfgang Lillge, "Biophysics And the Life Process" *21st Century Science & Technology Magazine* (2001) <http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/summ01/Biophysics/Biophysics.html>
- Don McCabe "Academic Integrity - A Research Update " http://ethics.sandiego.edu/video/CAI/2001/McCabe/index_files/v3_document.html
- Nicholas J. Turro "Toward a general theory of pathological science" <http://www.columbia.edu/cu/21stC/issue-3.4/turro.html>
- Report of the Investigation Committee on the possibility of scientific misconduct in the work of Hendrik Schön and coauthors <http://publish.aps.org/reports/lucentrep.pdf>

APÉNDICE: Casos de mala conducta científica citados por la Wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_misconduct

-
- | | |
|---|--|
| • Emil Abderhalden (biochemistry, immunology) | • Sir Roy Meadow (medicine) |
| • Elias Alsabti (cancer immunology) | • Raghunath Mashelkar |
| • Steven F. Arnold (endocrinology) | • R. Meinertzhagen (ornithology) |
| • J. Michael Bailey (sexology/psychology) | • Gregor Mendel (genetics) |
| • David Baltimore (immunology) | • Robert Millikan (physics) |
| • Jacques Benveniste (immunology) | • Victor Ninov (physics) |
| • Bruno Bettelheim (psychology) | • Leo A. Paquette (chemistry) |
| • Procter & Gamble Actonel Affair (medicine) | • Luk Van Parijs (immunology) |
| • Bogdanov brothers (physics) | • Eric Poehlman (medicine) |
| • Stephen E. Breuning (medicine) | • Pons and Fleischmann (physics) |
| • Cyril Burt (psychology) | • Reiner Protsch (anthropology) |
| • Ranjit Chandra (nutrition) | • George Ricaurte (medicine), |
| • Inge Czaja (plant biology) | • Ruggiero (social psychology) |
| • John Darsee (medicine) | • Gerald Schatten (biotechnology) |
| • C. Dawson's Piltdown man (anthropology) | • Jan Hendrik Schön (physics) |
| • Jacques Deprat (geology) | • Hubertus Strughold (space medicine) |
| • Shinichi Fujimura (archaeology) | • Dalibor Sames (chemistry) |
| • Robert Gallo (virology) | • Iichiro Shimomura (medicine) |
| • Bruce Hall (immunology) | • Sudby and Dannenberg (cancer research) |
| • Woo-Suk Hwang (cloning) | • William Summerlin (cancer immunology) |
| • John Lott (sociology) | • Kazunari Taira (molecular biology) |
| • Trofim Lysenko (agriculture) | • Andrew Wakefield (medicine) |
| • Dănuț Marcu (mathematics) | • John B. Watson (child psychology) |
| • William McBride (medicine) | • Ian Wilmut (biotechnology) |
-