

Mario Molina y el dilema fundamental de la ética científica: Virtudes epistémicas vs. virtudes morales

MTRO. LUIS AVELINO SÁNCHEZ GRILLET

FQ-UNAM

Bosquejo biográfico

- ❑ Nace el 19 de marzo de 1943, en la Ciudad de México
- ❑ 1960 – 1965, estudia ingeniería química en la Facultad de Química de la UNAM
- ❑ 1965, estudios de posgrado en la Universidad de Friburgo, Alemania
- ❑ 1968, ingresa al doctorado en fisicoquímica de la Universidad de California en Berkley



- ❑ 1973, investigador asociado en la Universidad de California en Irving, junto a Frank Sherwood Rowland
- ❑ 1974, artículo en la revista *Nature*, con Rowland, advirtiéndole de la amenaza de los gases CFC a la capa de ozono
- ❑ 1982 – 1989, trabaja en el Laboratorio de Propulsión de Jets de la NASA
- ❑ 1987, 56 países firman el Protocolo de Montreal para el control de los CFC y otros gases que destruyen la capa de ozono
- ❑ 1989, regresa a la academia, en el MIT, y adquiere la ciudadanía estadounidense
- ❑ 1994, asesor científico del presidente William Clinton



- ❑ 1995, Premio Nobel de Química, compartido con Frank Sherwood Rowland y Paul Crutzen, por descubrir el papel de los compuestos clorados y bromados en la destrucción de la capa de ozono
- ❑ 1995, Premio del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con Rowland, por alertar sobre el proceso de destrucción de la capa de ozono
- ❑ 2005, profesor en la Universidad de California en San Diego
- ❑ 2005, crea el Centro Mario Molina, para la investigación y promoción de políticas públicas sobre energía, medio ambiente, cambio climático y calidad del aire
- ❑ Fallece el 7 de octubre de 2020 en la Ciudad de México, de un infarto agudo al miocardio



Rarely does Nobel-prize-winning research galvanize worldwide political action. Yet the findings that have made chemistry laureates of Sherwood Rowland, Mario Molina and Paul Crutzen, did just that. Their discovery that manmade chemicals can damage the planet's protective ozone layer was instrumental in triggering the most successful global environmental treaty ever written: the 1987 Montreal Protocol limiting the use of chlorofluorocarbons, or CFCs. 'Crutzen's work came first, with his demonstration in 1970 that airborne chemicals called nitrogen oxides could damage the ozone gas... The real breakthrough, though, came in 1974, when Molina and Rowland determined that CFCs are highly efficient ozone destroyers, gobbling up many times their volume in ozone molecules.

Time, 23 de octubre, 1995



La parte no tan conocida de esta historia...

A 1986 news story looking back in time reported that Molina and Rowland had been roundly criticized by industry chemists for their 'exaggerated claims'. Moreover, the story noted, 'The two were viewed as something akin to renegades, traitors to their profession. Scientists and officials at DuPont, the world's largest producer of the chemicals involved, were particularly caustic, suggesting there was something inherently wrong with their colleagues' computer models.'

W. Froelich, "Ozone hole may be omen; South Pole discovery worries some scientists",
The San Diego Union Tribune, 9 de febrero de 1986.

La recepción de la “hipótesis” Molina-Sherwood en la prensa de los EE.UU.

- ❑ El artículo de *Nature* de junio de 1974 fue inicialmente ignorado, pero atrajo gran atención pública a partir de la reunión de la ACS en septiembre de ese año.
- ❑ Entre 1974-1975 los medios insistieron con mucho énfasis en que se trataba solo de una hipótesis, con datos controvertidos, muy especulativa, y necesitada de más evidencia más sólida. Algunos medios pusieron en duda, incluso, que la capa de ozono realmente fuera necesaria para la vida en la Tierra (*Business Week*, 17/02/75).
- ❑ A partir de 1975 la prensa da cobertura abundante al punto de vista de la industria, que es contundentemente en contra. Por ejemplo, *Chemical Week* (16/07/75) cita a un meteorólogo, que afirma que la teoría de la destrucción de la capa de ozono es un “cuento de ciencia ficción... un montón de basura... y un completo disparate”.
- ❑ En la reunión de abril de 1975 Rowland se enfrenta en debate público con el director técnico de la división de gas Freón (CFC) de la DuPont, Raymond McCarthy. La prensa tiende a enmarcar el tema como un debate entre científicos, en el que no existe certeza alguna



- ❑ A mediados de 1975 el tema es ya claramente una controversia entre ambientalistas e industria. El argumento de las pérdidas económicas y la pérdida de confianza de los consumidores en la seguridad de los productos se convierten en los argumentos centrales de la industria.
- ❑ La controversia alcanza su cenit hacia 1977-1978. La mala prensa efectivamente ha generado bajas sensibles en las ventas de productos en aerosol. Compañías como Gillete y Right Guard reportan bajas en el orden del 20% en esos productos (*Business Week*, 28/02/77).
- ❑ El comisionado de la FDA declara que la pérdida de la capa de ozono puede incrementar la incidencia de cáncer de piel en el mundo entero.
- ❑ A lo largo de 1977 aparecen varias normas y regulaciones de la FDA y de la EPA para eliminar los propelentes de aerosoles que puedan dañar la capa de ozono. Ello tiene el efecto paradójico de sacar el tema de la agenda pública, pues muchas personas asumen que con la eliminación de los aerosoles el asunto quedó ya arreglado.

KRYLON
backs you with powerful advertising in **LIFE**

No wonder KRYLON is 1st in SALES—1st in PROFIT

- Fast turnover on a 40% line
- Sales-stimulating display
- Eye-catching label... of C.S.M.A. aerosol award
- Top quality... the is still the pace setter
- Best-seller colors, (Clear and Varnish Spray)

Call your jobber or write to
KRYLON, INC. NORRISTOWN, PA.

**KILLS SMELLS
KILLS GERMS**

The modern Disinfectant, Deodorizer, Air Freshener and Germicide, with finger tip control.

**Scentinel
QUIFF
AEROSOL**

TRADE MARK

5/6 Sweetens the air in kitchen, sickroom, smoke-room, bar, restaurant.

At Boots, Timothy Whites, Mence Smith, and other Chemists, Ironmongers, Grocers.

NEW HYGIENE LTD., 266 Holloway Road, London, N.7



Get **INSECT-O-BLITZ** at **WALGREEN'S**

Kill 'em ALL...with
HIGH-PRESSURE
INSECT-O-BLITZ *AEROSOL

LOOK FOR HIGH-PRESSURE ON THE LABEL...
your assurance of a most effective 100% kill-Aerosol

179
A FULL 12 OUNCE CONTAINER
SUFFICIENT FOR WEEKS UNDER NORMAL USAGE

100% KILL
INSECT-O-BLITZ High Pressure Spray achieved 100% kill in 24 hours.

100% Killer!

Get INSECT-O-BLITZ TODAY . . . at Walgreen's

Walgreen DRUG STORES

Chis Tubb



PUBLIC HEALTH ENEMY No. 1
The common house fly is called "Public Health Enemy No. 1" by health authorities. It is a known spreader of more than 20 diseases. It breeds in filth. It carries germs into your home. Guard your family's health against this dangerous insect with High Pressure Aerosol Insect-O-Blitz...the 100% killer!

Now is the time to kill 'em! With warm weather approaching—KILL that first infestation of these household pests before they have a chance to multiply.

All flying insects such as gnats, flies, mosquitoes, moths, etc.—insects that carry disease and are a constant danger to children and adults in the home—ants, fleas, roaches, carpet beetles, bed bugs and silver fish... all are easily killed with the NEW HIGH PRESSURE INSECT-O-BLITZ.

HIGH-PRESSURE Aerosol INSECT-O-BLITZ IS THE

100% Killer!
HIGH-PRESSURE Aerosol INSECT-O-BLITZ KILLS 'EM QUICK AND SURE—IS ABSOLUTELY HARMLESS TO HUMANS WHEN USED AS DIRECTED.

*AEROSOL is the scientific term for a fine dispersion and suspension of solids in the air—as an Aerosol example, fine particles of carbon, suspended in air, we recognize as smoke.

Actually Aerosol is far less expensive to use than old fashioned spraying methods which were messy, wasteful and ineffective—HIGH PRESSURE Aerosols are most effective because this increased pressure makes the spray finer. This finer spray or mist actually floats into every crack and corner of the home—under furniture, behind curtains—to knock down and kill even flying insects you can't see.

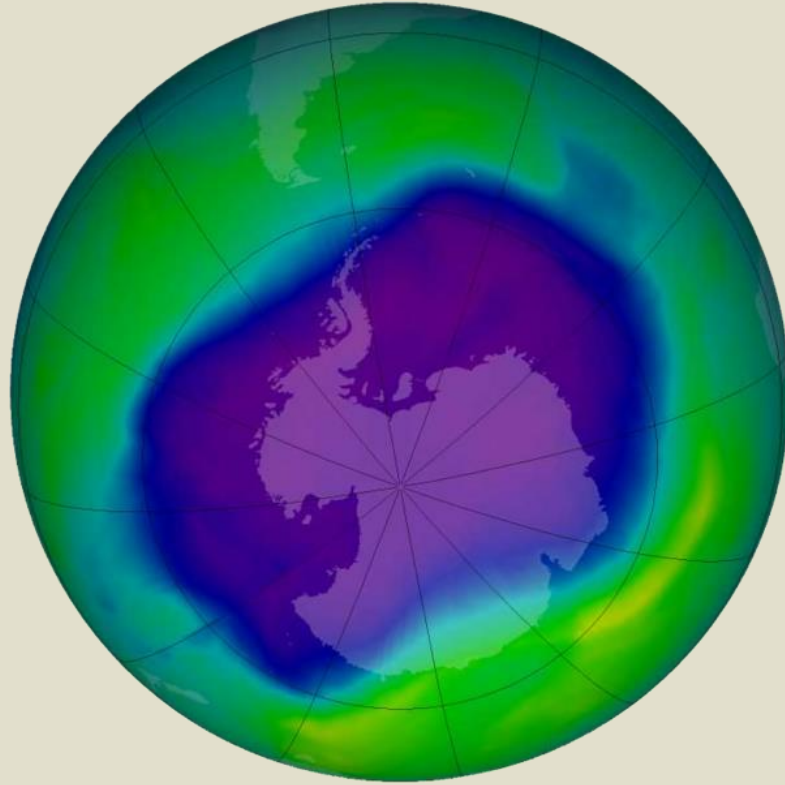
AEROSOL INSECT-O-BLITZ GIVES YOU HIGH PRESSURE EFFICIENCY AT LOW PRESSURE PRICE



- ❑ La controversia prosigue con menor intensidad. Molina, Rowland y ambientalistas señalan que se debe prohibir el uso de CFC como refrigerantes. La industria responde enfatizando el carácter de su investigación como “hipótesis” sin sustento empírico contundente.
- ❑ En 1982 el satélite Nimbus 7 realiza mediciones de la capa de ozono. No detecta nada anormal, debido a que sus instrumentos están programados para descartar resultados muy bajos como erróneos.
- ❑ Shigeru Chubachi, de la estación japonesa en la Antártida, reporta en 1984, la existencia de un agujero en la capa de ozono. La noticia pasa desapercibida, pero el tema se impone en la prensa al año siguiente cuando un equipo británico confirma la existencia del agujero en la capa de ozono y lo publica en *Nature*.
- ❑ La respuesta de la industria ante los reportes del agujero en la Antártida va en la línea de cuestionar si ese agujero en la capa de ozono es producto de la acción humana.
- ❑ 1986-1987, la expedición liderada por la química Susan Solomon prueba que el agujero existe, y que su causa principal son los CFC, cuyas concentraciones en la Antártida son del orden de 100 veces superiores a lo estimado.



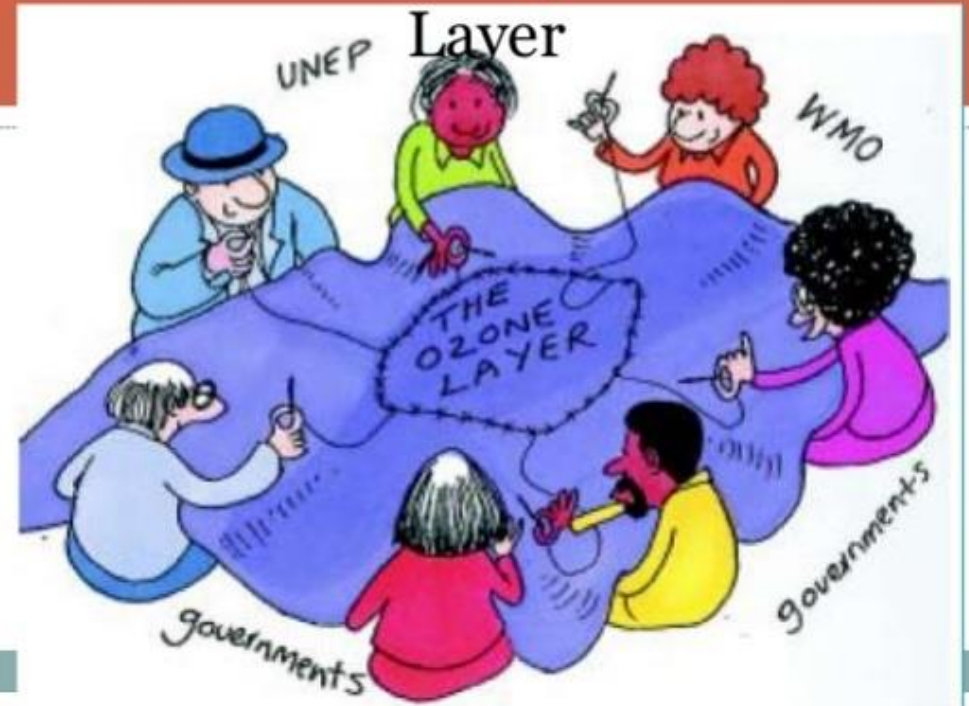
Shigeru Chubachi



Susan Salomon en
la Antártida



1987 Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone




**MONTREAL
PROTOCOL**
 caring for all life under the sun

Posibles lecturas de esta historia I: ciencia “buenas vs. industria “mala”

**"Give your throat a vacation...
Smoke a
FRESH
cigarette"**

If the cigarette you have been smoking stings or burns your throat, switch to Camels and see the difference.
It's the peppery dust left in tobacco by inefficient drying methods that makes you cough.
It's the unkindly hot smokes of harsh, dried-out tobacco that burns and irritates your throat.
There is no peppery dust in Camels—that's whisked away by a special vacuum-clearing process.
There are no stale, crumbly, parched tobaccos—the fine Turkish and mild Domestic tobaccos of which Camels are blended come to you in prime, factory-fresh condition, thanks to the Humidor Pack.
This scientific germicide wrapping—not plain ordinary Cellophane, but moisture-

proof Cellophane which cuts nearly twice as much—seals in all the natural aroma and freshness, seals it so tightly that wet weather cannot reach. Camels' damp, air drought weather makes them dry.
Camels are milky and never-throat-friendly because they are dust-free and fresh.
Give your throat a vacation, switch to Camels for just one day. Then leave them—if you can.

There is a CAMEL 100 CIGARETTE Humidor Pack in every pack of Camels. Camels are made in the U.S.A. by Philip Morris Inc., New York, N.Y. © 1964 Philip Morris Inc.



CAMELS
MILD... NO CIGARETTE AFTER-TASTE

I should say not! My Dad would never smoke anything but a **Marlboro**

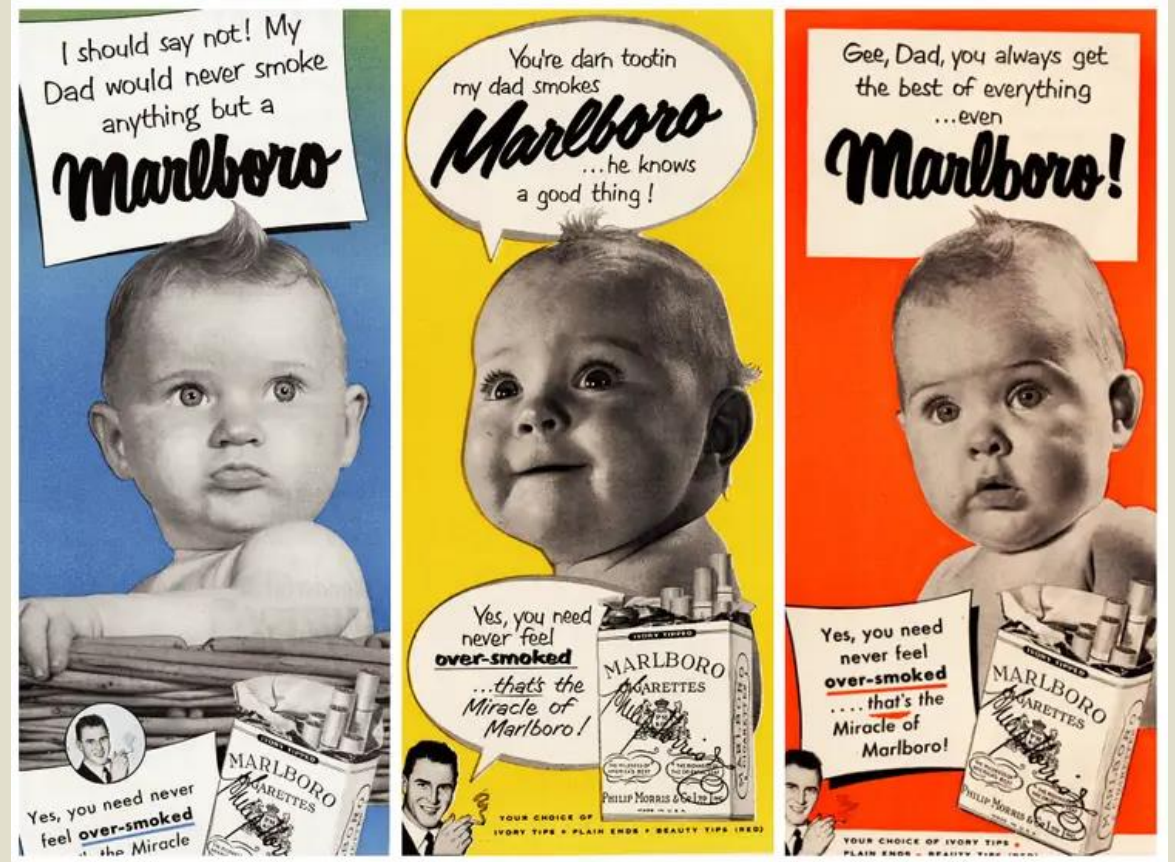
You're darn tootin' my dad smokes **Marlboro**... he knows a good thing!

Gee, Dad, you always get the best of everything...even **Marlboro!**

Yes, you need never feel **over-smoked**...that's the **Miracle of Marlboro!**

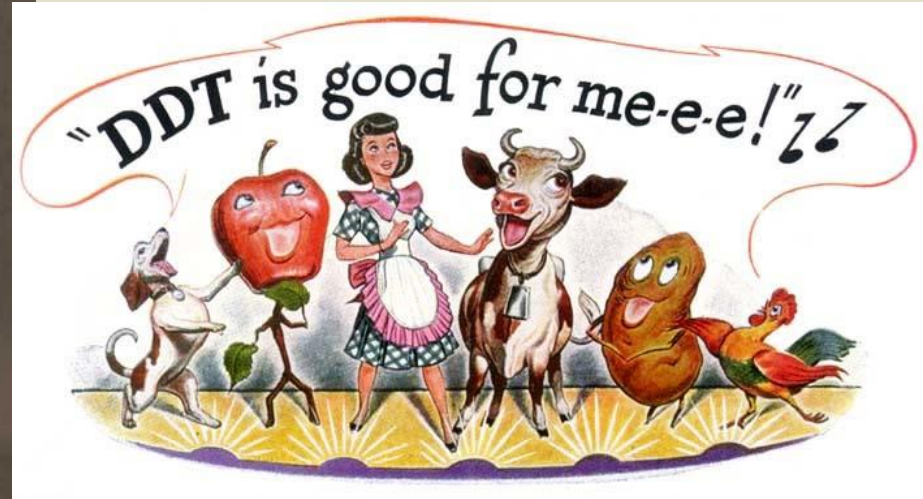
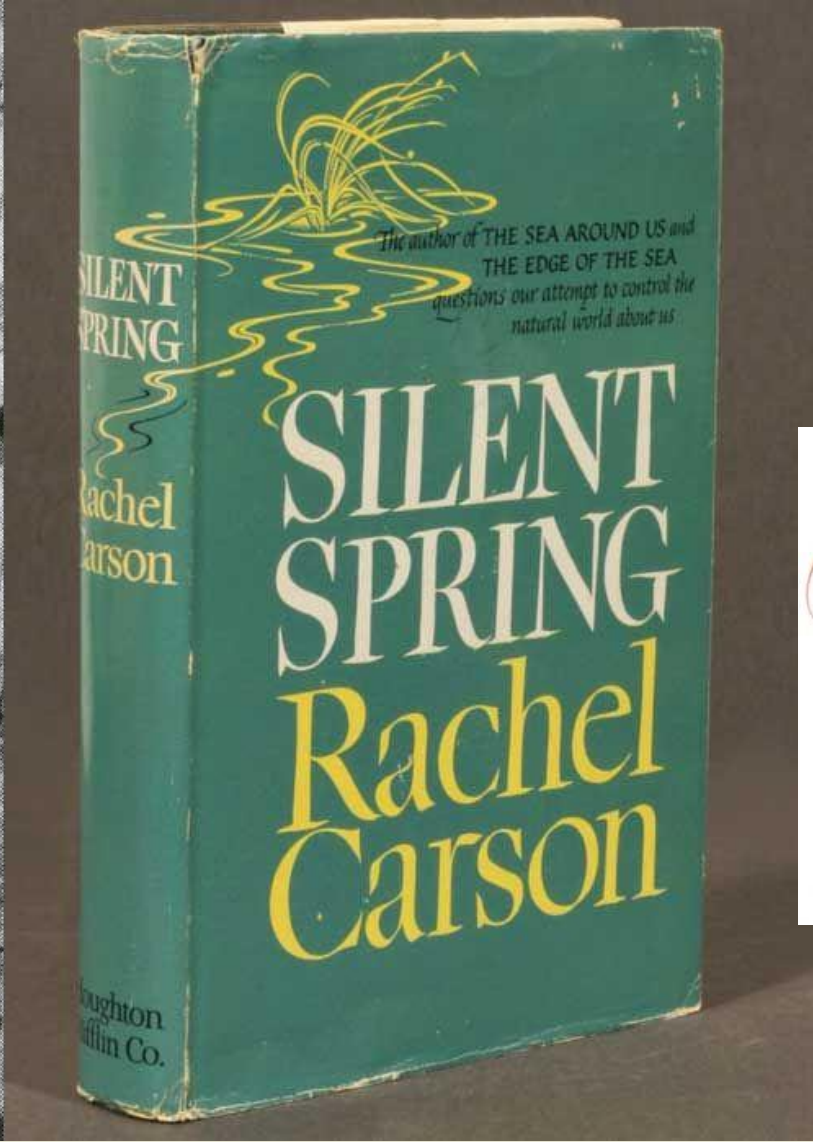
Yes, you need never feel **over-smoked**...that's the **Miracle of Marlboro!**

Yes, you need never feel **over-smoked**...that's the **Miracle of Marlboro!**



MARLBORO CIGARETTES
Philip Morris Inc. New York, N.Y.

YOUR CHOICE OF
IVORY TIPS • PLAIN ENDS • BEAUTY TIPS (RED)





La "defensa de los 4 perros"

1. "Sí tengo un perro, pero mi perro no muerde"
2. "Bueno, sí tengo un perro y el perro sí muerde, pero no te mordió a ti"
3. "Bueno, sí tengo un perro, el perro muerde, y sí te mordió a ti, pero realmente no te hizo daño"
4. "Bueno, sí tengo un perro que muerde, te mordió a ti y te hizo daño, pero fue tu culpa"

Posibles lecturas de esta historia II: Ni ciencia totalmente “buena” ni industria necesariamente “mala” en un mundo incierto



La naturaleza dual de la idea de una “ciencia buena”

Dos modos distintos de entender la virtud de la ciencia, de caracterizar a la “buena ciencia”:

1. Ciencia “buena” en el sentido de ser metodológicamente estricta y dar los resultados más certeros posibles. “Buena” en el sentido de ser “verdadera”.
2. Ciencia “buena” en el sentido de generar efectos positivos y moramente deseables en la sociedad. “Buena” en el sentido de ser éticamente correcta.

Las dos “virtudes” exigibles a la ciencia: “virtudes epistémicas” y “virtudes morales”

- ❖ Llamamos “virtudes epistémicas” a aquellas que tienden a garantizar en una práctica humana la generación del mejor conocimiento posible: capacidad de autocrítica, honestidad intelectual, rigor académico, escepticismo metodológico, etc.
- ❖ Llamamos “virtudes morales” a aquellas que tienden a lograr que los resultados de la acción humana consigan el mayor bienestar posible para la mayor cantidad de personas, por medios éticamente aceptables. En el caso de la ciencia: compromiso social, solidaridad, empatía con las necesidades de grupos vulnerables, etc.

La “ética interna” y la “ética externa” de la ciencia

La existencia de estos dos órdenes de virtudes han dado lugar a un doble estándar de exigencia ética y un doble estándar de evaluación de las prácticas e intervenciones tecnocientíficas:

- ❑ Una “ética interna” de las buenas prácticas de investigación, guiadas a asegurar las virtudes epistémicas de la ciencia: la ética de la ciencia “bien hecha” en términos metodológicos y de consecución de conocimiento certero.
- ❑ Una “ética externa” de la ciencia socialmente útil, guiada por ideales de justicia social, equidad y democracia, que garantice que los productos e intervenciones de la ciencia no causen daños y sean moralmente aceptables en sus medios.

Incertidumbre y desajustes entre estos dos órdenes de virtudes

Estos dos órdenes de virtudes tienen, cada uno, problemas con respecto a la fundamental existencia de diversos órdenes de incertidumbre en la realidad. El imperativo epistémico se enfrenta al hecho esencial de que nuestro conocimiento es finito, limitado e incierto. Mientras el imperativo moral confronta el problema de que los resultados de nuestras acciones no son siempre predecibles, y poseen el riesgo de generar resultados adversos no deseados.

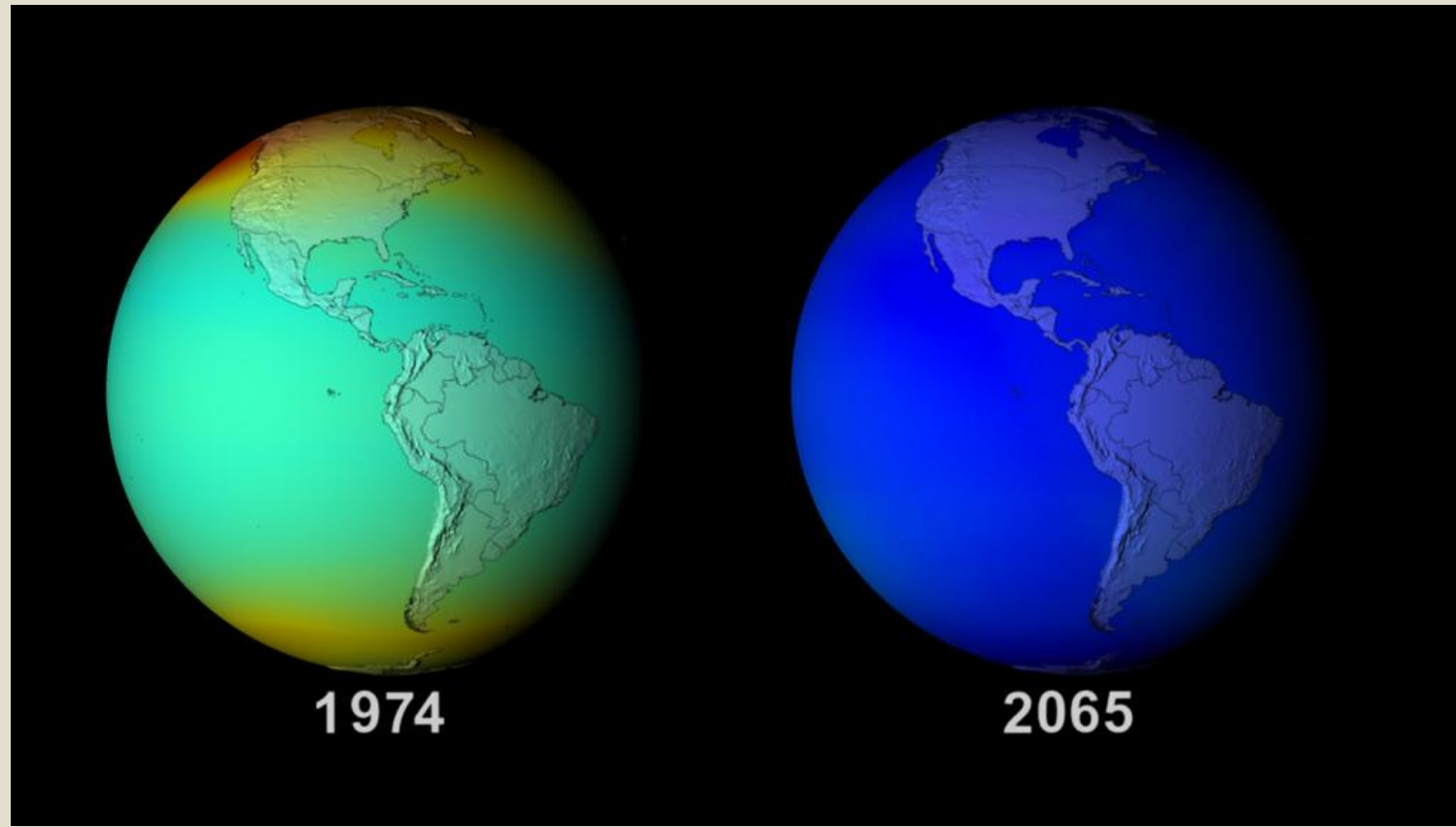
Además, las exigencias epistémicas y las exigencias morales de la ciencia no siempre se alinean bien entre sí.

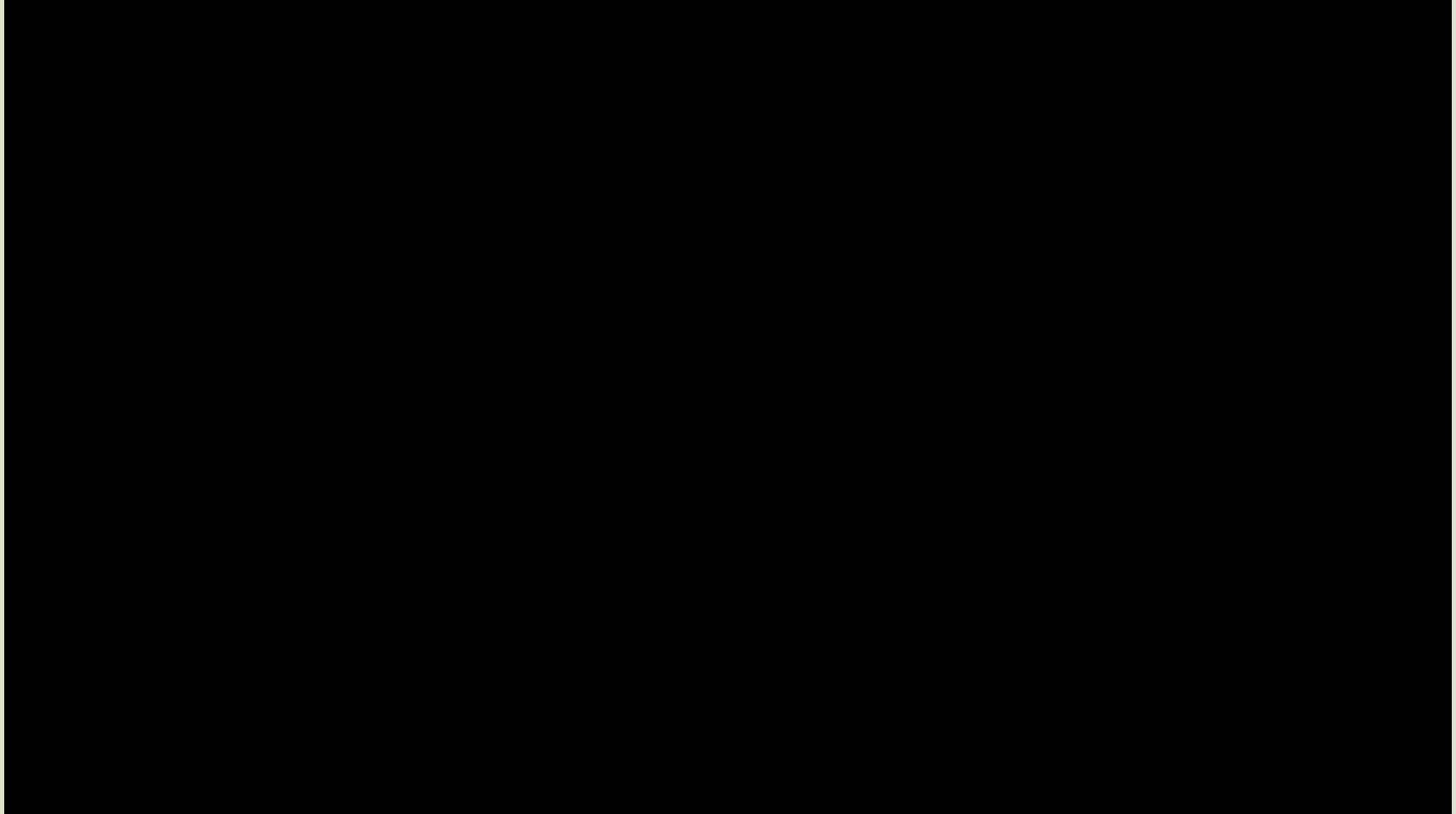
Otra lectura del trabajo de Molina-Rowland: ciencia efectivamente incierta, sin base empírica adecuada

Principales faltas a la ética –interna- de la investigación científica, según Om Sharma (2015):

Plagio, falsificación de datos, generación de publicaciones redundantes, inferir conclusiones apresuradas con datos insuficientes para poder publicar pronto, falta de reconocimiento y trato inadecuado a colegas y post-docs, autopromoción a costa del trabajo del equipo, tratar a colegas –especialmente jóvenes- de manera feudal y despótica, y conducta maquiavélica en pos del poder.

¿Y si Molina y Rowland hubieran sido bien correctos, y se hubieran guardado sus resultados hasta contar con **TODA** la evidencia necesaria?





El dilema Molina-Rowland

El imperativo de la ética interna de la ciencia te ordena no dar a conocer hipótesis especulativas que no cuentan aún con evidencia sólida. Pero al mismo tiempo el imperativo de la ética externa de la ciencia te ordena dar la voz de alarma, pues las consecuencias de no hacer nada a este respecto podrían ser muy graves, catastróficas quizás.

	ESFERA DE LA ÉTICA INTERNA	ESFERA DE LA ÉTICA EXTERNA
CONSECUENCIAS DE ACTUAR	<p>Personales: descrédito y pérdida de posiciones académicas y profesionales, sanciones académicas, si la hipótesis finalmente resulta falsa.</p> <p>Colectivas: distracción de recursos materiales y de capital humano de las instituciones científicas, investigando sobre una pista falsa, si la hipótesis finalmente fuese falsa.</p>	<p>Con hipótesis finalmente falsa: pérdidas millonarias en las industrias químicas, posible pérdida de confianza ciudadana en la ciencia.</p> <p>Con hipótesis finalmente verdadera: gestión eficaz de los riesgos implicados, preservación de las condiciones de habitabilidad de la biósfera y de la salud humana.</p>
CONSECUENCIAS DE <u>NO</u> ACTUAR	<p>Personales: posibles sentimientos de culpa, si la hipótesis finalmente fuese verdadera.</p> <p>Colectivas: ninguna previsible, aún si la hipótesis finalmente fuera verdadera.</p>	<p>Con hipótesis finalmente falsa: ninguna</p> <p>Con hipótesis finalmente verdadera: fin de la vida en la Tierra como la conocemos, caída de la civilización humana.</p>

	ESFERA DE LA ÉTICA INTERNA	ESFERA DE LA ÉTICA EXTERNA
CONSECUENCIAS DE ACTUAR	<p>Personales: descrédito y pérdida de posiciones académicas y profesionales, sanciones académicas, si la hipótesis finalmente resulta falsa.</p> <p>Colectivas: distracción de recursos materiales y de capital humano de las instituciones científicas, investigando sobre una pista falsa, si la hipótesis finalmente fuese falsa.</p>	<p>Con hipótesis finalmente falsa: pérdidas millonarias en las industrias químicas, posible pérdida de confianza ciudadana en la ciencia.</p> <p>Con hipótesis finalmente verdadera: gestión eficaz de los riesgos implicados, preservación de las condiciones de habitabilidad de la biósfera y de la salud humana.</p>
CONSECUENCIAS DE <u>NO</u> ACTUAR	<p>Personales: posibles sentimientos de culpa, si la hipótesis finalmente fuese verdadera.</p> <p>Colectivas: ninguna previsible, aún si la hipótesis finalmente fuera verdadera.</p>	<p>Con hipótesis finalmente falsa: ninguna</p> <p>Con hipótesis finalmente verdadera: fin de la vida en la Tierra como la conocemos, caída de la civilización humana.</p>

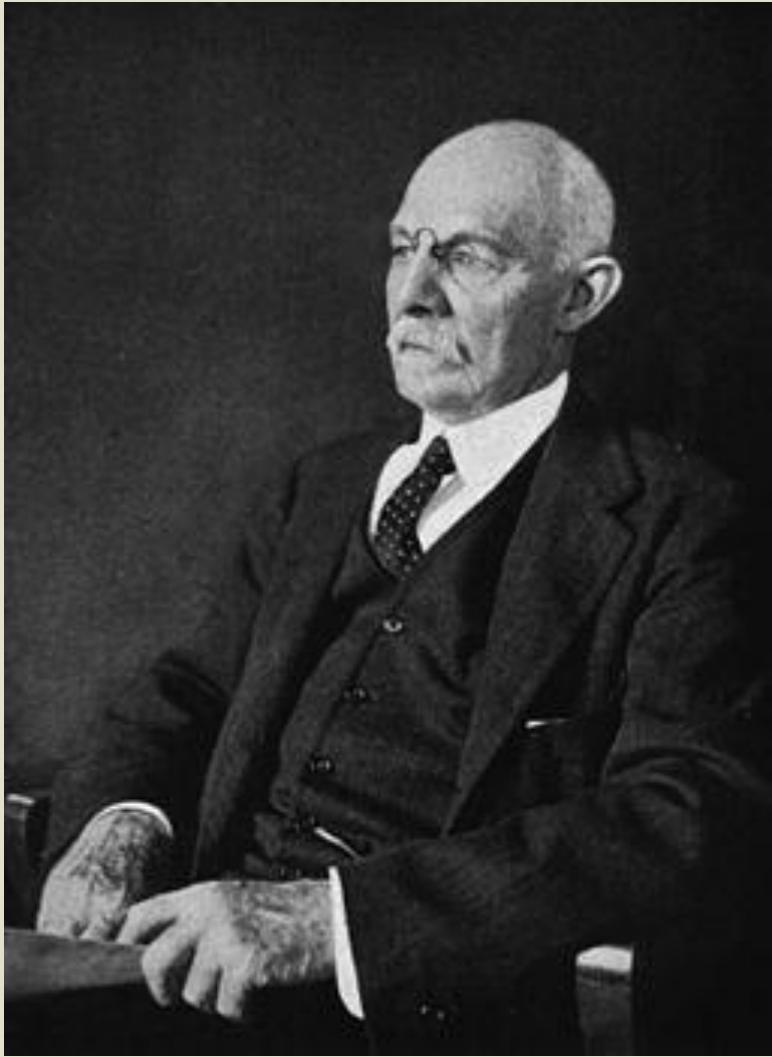
Un dilema central en la ética de la ciencia: ¿se debe actuar cuando no se cuenta con certeza suficiente, pero las consecuencias potenciales de no actuar son graves?

No hay, por supuesto, ninguna respuesta simple al respecto, ni una fórmula para decidir. Y la experiencia histórica de la ciencia contiene tanto ejemplos de desenlaces afortunados en decisiones tomadas con datos insuficientes y gran incertidumbre, como también ejemplos de medidas tomadas con apremio y datos insuficientes, que terminaron en desastres queriendo prevenir males mayores.

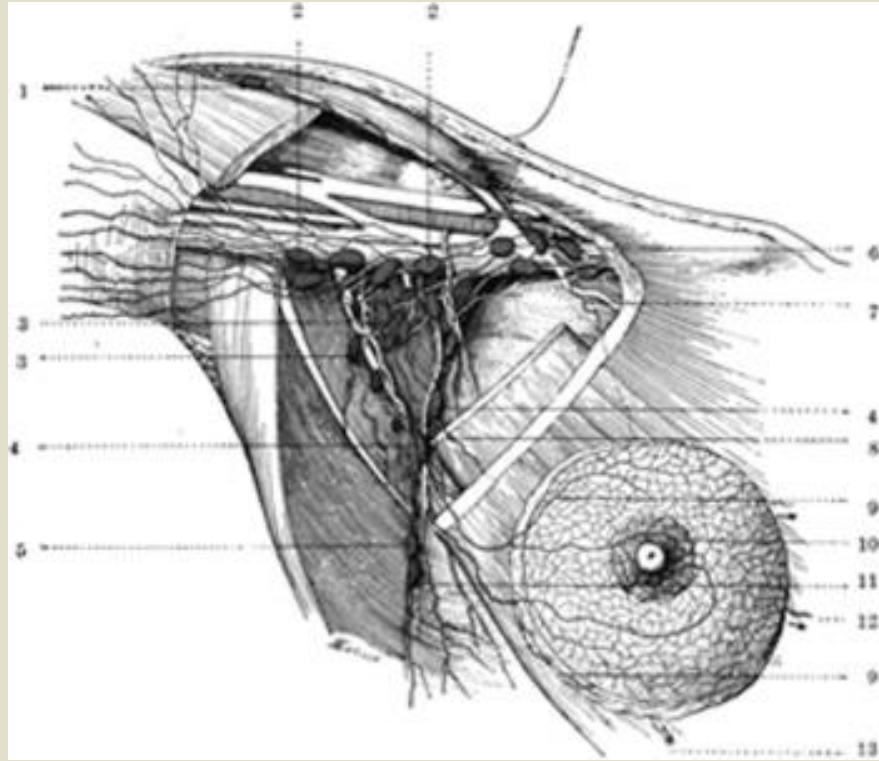


Frances Oldham Kelsey





William Halsted



¿La ciencia a juicio por un terremoto?

Susan Watts
BBC

17 septiembre 2011

Actualizado 18 septiembre 2011



La próxima semana, seis científicos y un funcionario serán enjuiciados en Italia por homicidio por el terremoto de L'Aquila, en el que hace dos años murieron 309 personas.

ITALIA | Científicos condenados

Seis años de cárcel por no haber previsto el mortal terremoto de L'Aquila



Un policía contempla las ruinas de edificios en la zona roja cerrada desde hace tres años. | Afp

Irene Hdez. Velasco (corresponsal) | Roma

Actualizado lunes 22/10/2012 17:35 horas



El valor civil como virtud de las personas de ciencia

Más allá de la posible existencia de criterios para decidir cuándo se tendría que dar una voz de alerta a partir de datos insuficientes y teorías científicas inciertas, el punto los hechos posteriores muestran sin lugar ya a dudas que Mario Molina y Sherwood Rowland tenían razón. Y su oportuna acción, a riesgo de sus propias carreras profesionales, evitó daños catastróficos, imposibles siquiera de estimar en toda su magnitud. El legado científico de Mario Molina va más allá de la propia ciencia. Es la “buena” ciencia en su doble sentido: ciencia epistémicamente bien hecha, y ciencia “buena” en sentido moral. Ciencia valiente, que en un sentido bastante literal salvó al mundo como lo conocemos.



¡Gracias Dr. Mario
Molina!

Referencias

- Andersen, Stephen O. & K. M. Sarma. (2003). *Protecting the Ozone Layer: The United Nations History*. London: Earthscan.
- Dotto, Lydia & Harold Schiff. (1978). *The Ozone War*. New York: Doubleday and Company.
- Gribbin, John R. (1988). *The Hole in the Sky: Man's Threat to the Ozone Layer*. New York: Bantam.
- NASA. (2011). A World without the Montreal Protocol. <https://svs.gsfc.nasa.gov/10824>
- Olivé, León. (2000). *El bien, el mal y la razón: Facetas de la ciencia y la tecnología*. México: UNAM – Paidós.
- Sharma, O. P. (2015). Ethics in science. *Indian journal of microbiology*, 55(3), 341-344.