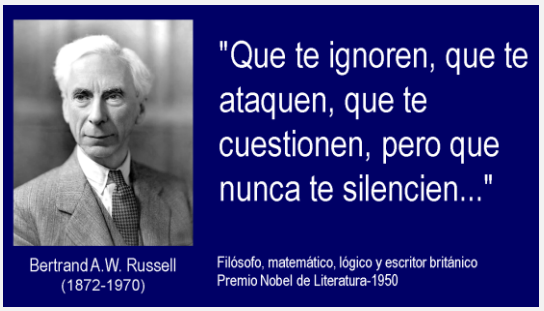
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENDODONCIA

Conferencia de actualidad
Febrero 15-2026

www.incoendo.com

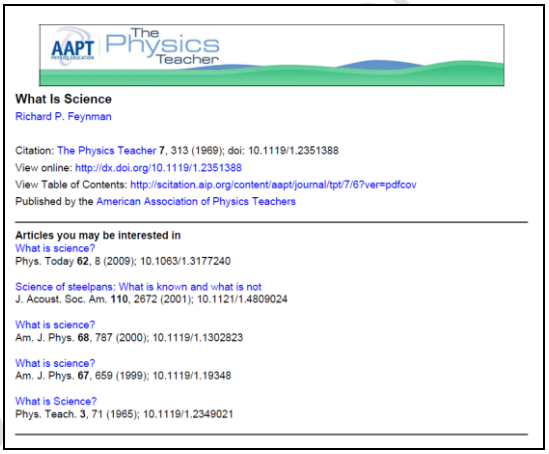
60 Años de la conferencia: ¿Qué es ciencia?
38 años de su fallecimiento



Tipo de publicación: ¿QUE ES CIENCIA?

Richard P. Feynman
Mayo 11, 1918 – Feb 15, 1988

Físico teórico
Estadounidense
Premio Nobel de Física-1965


The Physics Teacher

What Is Science
Richard P. Feynman

Citation: The Physics Teacher **7**, 313 (1969); doi: 10.1119/1.2351388
View online: http://dx.doi.org/10.1119/1.2351388
View Table of Contents: http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/tpt/7/6?ver=pdfcov
Published by the American Association of Physics Teachers

Articles you may be interested in
What is science?
Phys. Today **62**, 8 (2009); 10.1063/1.3177240

Science of steelpans: What is known and what is not
J. Acoust. Soc. Am. **110**, 2672 (2001); 10.1121/1.4809024

What is science?
Am. J. Phys. **68**, 787 (2000); 10.1119/1.1302823

What is science?
Am. J. Phys. **67**, 659 (1999); 10.1119/1.19348

What is Science?
Phys. Teach. **3**, 71 (1965); 10.1119/1.2349021

Autor-Presentación:

Jorge Orlando Cortés-Torres
Profesor Asociado de la Facultad de Odontología.
Departamento de medicina oral, ciencias básicas y cirugía.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia – Sur América
Correspondencia:
jocortest@unal.edu.co, incoendo@gmail.com

Odontólogo (1983); Especialista en Endodoncia (1988); Magister Evaluación en Educación (1999); Diplomado en Urgencias Odontológicas Ambulatorias (2012); Diplomado de entrenamiento de Implantología Básica y Avanzada (2013); Diplomado en Implantes.
Par académico del Ministerio de Educación Nacional; Profesor fundador de cinco postgrados de Endodoncia de los cuales, dos como creador y director.
Autor de 12 libros de Endodoncia. Practica clínica Institucional (Fuerza Aérea Colombiana durante 20 años) y practica clínica desde la graduación en 1983.
Profesor universitario en varias universidades de forma ininterrumpida desde 1986.

*Presentado en la decimoquinta reunión anual de la **Asociación Nacional de Profesores de Ciencias, 1966,** en la ciudad de Nueva York.*

*Reimpreso de The **Physics Teacher, vol. 7, número 6, 1969**, págs. 313-320, con autorización del editor y del autor.*

Phys. Teach. 7, 313–320 (1969)
https://doi.org/10.1119/1.2351388

[Palabras y símbolos entre paréntesis añadidos por Ralph Leighton].

Instituto Colombiano de Endodoncia

La física del siglo XX

Se define a menudo por un par de iconos de la naturaleza, imponentes y poderosos:

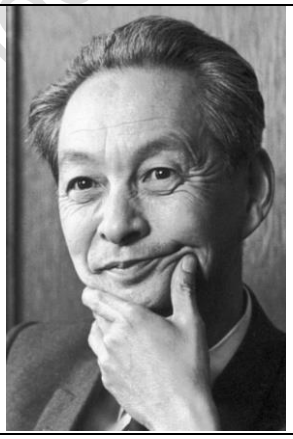
- Las teoría de la relatividad general (1915)
- La mecánica cuántica (1925)
  - ☞ Pero entre estas dos fechas nació otro ícono: **Richard P. Feynman** (11 de mayo de 1918 - 15 de febrero de 1988)

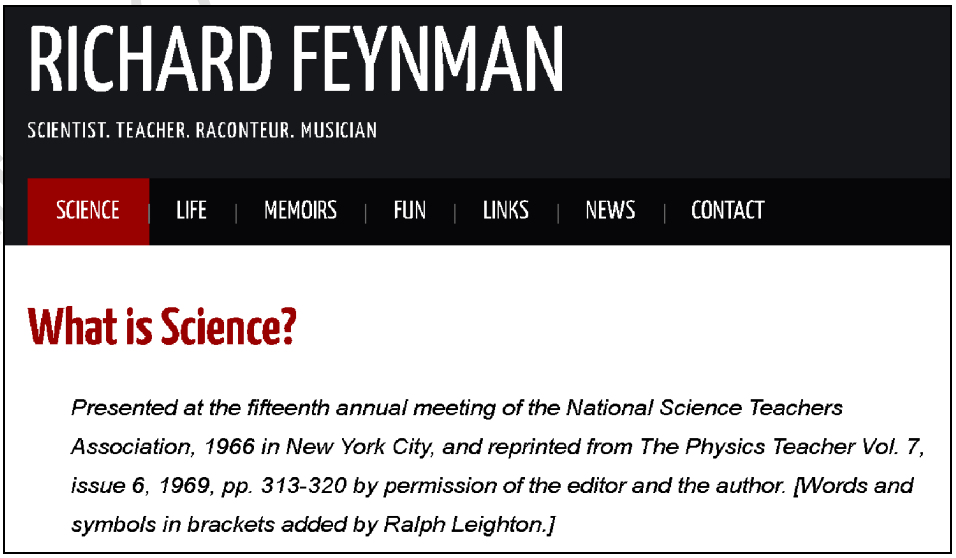
Richard Feynman, revisó todo el panorama de la **electrodinámica cuántica** y revolucionó el modo en que la ciencia entendía la naturaleza de las *ondas y las partículas elementales*.

En **1965 compartió el Premio Nobel de Física** con:

- Julian S. Schwinger (Estadounidense)
- Tomonaga Shinichiro (Japonés)

https://feynman.com/science/what-is-science/

		
Richard P. Feynman mayo 11, 1918 – Feb. 15, 1988	**Julian S. Schwinger** Feb. 12, 1918 - Julio 16, 1994	**Tomonaga Shinichiro** Marzo 31, 1906 – julio 8, 1979
Premio Nobel en1965 por su trabajo fundamental en trabajo fundamental en **electrodinámica cuántica** (Quantum ElectroDynamics, QED), con profundas consecuencias para la física de partículas elementales».		



https://feynman.com/science/what-is-science/

Instituto Colombiano de Endodoncia

Agradezco al **Sr. DeRose** la oportunidad de unirme a ustedes, profesores de ciencias.

- Yo también soy profesor de ciencias.

Tengo mucha experiencia enseñando únicamente a estudiantes de posgrado en física, y gracias a esa experiencia, sé que no sé enseñar.

Estoy seguro de que ustedes, que son verdaderos profesores que trabajan en el nivel más bajo de esta jerarquía de profesores, instructores de profesores, expertos en currículos, también están seguros de que no saben cómo hacerlo; *de lo contrario, no se molestarían en venir a la convención*.

El tema "¿Qué es la ciencia?" no fue mi elección. - Fue el tema del Sr. DeRose.

Pero quisiera decir que creo que "qué es la ciencia" no es en absoluto equivalente a "cómo enseñar ciencias", y debo llamar su atención sobre esto por dos razones.

1. **En primer lugar**, por la forma en que me preparo para dar esta conferencia, podría parecer que estoy tratando de explicarles cómo enseñar ciencias; no es así en absoluto, porque no sé nada sobre niños pequeños. Tengo uno, así que sé que no sé.

2. **La otra es** que creo que la mayoría de ustedes (debido a la cantidad de conversaciones, artículos y expertos en el campo) tienen cierta falta de confianza en sí mismos.

De alguna manera, *siempre están siendo sermoneados* sobre cómo las cosas no van muy bien y cómo deberían aprender a enseñar mejor.

No voy a reprenderlos por el mal trabajo que están haciendo ni a indicarles cómo definitivamente se puede mejorar; esa no es mi intención.

> ☞ De hecho, tenemos muy buenos estudiantes que ingresan a Caltech,(https://www.caltech.edu/about) y con el paso de los años los hemos visto mejorar cada vez más.

Ahora bien, no sé cómo se hace. Me pregunto si lo saben.
No quiero interferir con el sistema; es muy bueno.

Hace apenas dos días, celebramos una conferencia en la que decidimos que ya no es necesario impartir un curso de **mecánica cuántica** elemental en los estudios de posgrado.

- Cuando era estudiante, ni siquiera existía un curso de mecánica cuántica en los estudios de posgrado; se consideraba una materia demasiado difícil.
- Cuando empecé a enseñar, sí existía.
- Ahora lo impartimos a estudiantes de pregrado.
- Ahora descubrimos que ya no es necesario impartir mecánica cuántica elemental a los graduados de otras universidades.

¿Por qué se está postergando?

- Porque podemos enseñar mejor en la universidad, y eso se debe a que los estudiantes que se incorporan están mejor capacitados (*Physics Teacher, vol. 7, número 6, 1969*).

Instituto Colombiano de Endodoncia

¿Qué es la ciencia?

Claro que todos deben saberlo si la enseñan. **Es sentido común.**
¿Qué puedo decir?

Si no lo saben, todas las ediciones para profesores de todos los libros de texto ofrecen un análisis completo del tema.
Hay una especie de destilación distorsionada y palabras diluidas y confusas de **Francis Bacon** de hace siglos, palabras que entonces se suponía que representaban la filosofía profunda de la ciencia.

Comentarios JO Cortés-Torres

Francis Bacon
(1561–1626)

Filósofo, político, abogado y escritor inglés, padre del **empirismo filosófico y científico**.
En su **Novum organum (1620)** precisó las reglas del método científico experimental, y desarrolló en su De dignitate et augmentis scientiarum (Sobre la dignidad y progresos de las ciencias) (1620) una teoría empírica del conocimiento, lo que hizo de él uno de los pioneros del pensamiento científico moderno.
Introdujo el género del ensayo en Inglaterra.
En su obra Novum Organum (1620), propuso el razonamiento inductivo basado en la experimentación y observación para el control de la naturaleza.
También fue Lord Canciller de Inglaterra.
https://es.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon

Pero uno de los **científicos experimentales más importantes de la época**, que realmente estaba haciendo algo, William Harvey, dijo que lo que ***Bacon*** decía que era la ciencia era la ciencia que haría un ***Lord canciller***.

Bacon habló de hacer observaciones, pero **omitió el factor vital** del juicio sobre qué observar y a qué prestar atención.

> supposed to be the deep philosophy of science. But one of the greatest experimental scientists of the time who was really doing something, William Harvey, said that what Bacon said science was, was the science that a lord-chancellor would do. He spoke of making observations, but omitted the vital factor of judgement about what to observe and what to pay attention to.
> And so what science is, is not what the philosophers

William Harvey
(1578–1657)

Médico inglés
Se le atribuye describir correctamente, por primera vez, la circulación y las propiedades de la sangre al ser distribuida por todo el cuerpo a través del bombeo del corazón.

Este descubrimiento confirmó las ideas de ***René Descartes***, que en su libro Descripción del cuerpo humano había dicho que las arterias y las venas eran tubos que transportan nutrientes alrededor del cuerpo.
https://es.wikipedia.org/wiki/William_Harvey
https://es.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes

René Descartes
(1596–1650)
Filósofo, matemático y físico francés considerado el padre de la geometría analítica y la filosofía moderna

Fin de los comentarios JO Cortés-Torres

Instituto Colombiano de Endodoncia

Así pues, la ciencia no es lo que los filósofos han dicho que es, ni mucho menos lo que dicen las publicaciones para profesores.

- Es un problema que me planteé después de anunciar que daría esta charla.

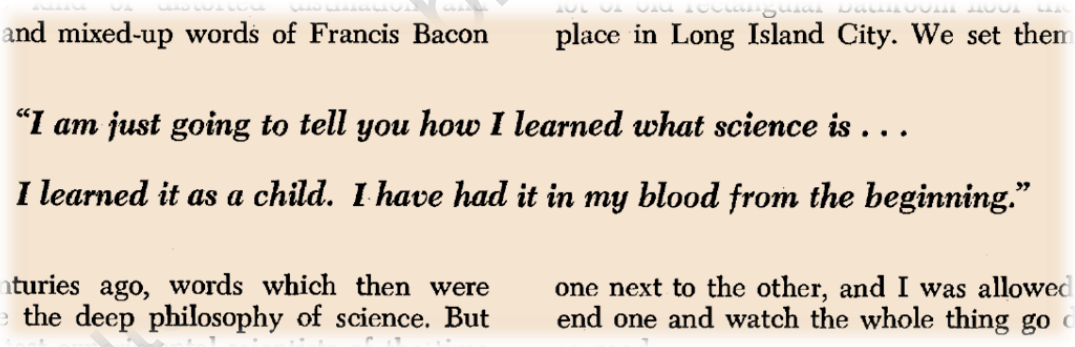
Después de un tiempo, me acordé de un pequeño poema:

> Un ciempiés estaba muy contento, hasta que un
> sapo, burlándose, le dijo: "Dime,
> ☞ ¿qué pata viene después de cuál?".
> Esto aumentó sus dudas a tal punto
> que cayó distraído en la zanja
> sin saber cómo correr.

Toda mi vida he estado haciendo ciencia y sabía lo que era, pero lo que he venido a contaros –qué pie viene después de cuál– no lo puedo hacer, y además, me preocupa la analogía del poema que cuando vuelva a casa ya no podré hacer ninguna investigación.

Ha habido muchos intentos por parte de los distintos periodistas de ***conseguir una especie de resumen*** de esta charla; la preparé hace poco, así que fue imposible; pero ahora puedo verlos a todos corriendo a escribir algún tipo de titular que diga: **"El profesor llamó sapo al presidente de la NSTA".**

Dadas las circunstancias de la dificultad del tema y mi aversión a la exposición filosófica, lo presentaré de una manera muy inusual.



and mixed-up words of Francis Bacon — place in Long Island City. We set them

"I am just going to tell you how I learned what science is . . .

I learned it as a child. I have had it in my blood from the beginning."

turies ago, words which then were — one next to the other, and I was allowed
the deep philosophy of science. But — end one and watch the whole thing go

Simplemente **les contaré cómo aprendí** qué es la ciencia.

- Eso es un poco infantil.
- Lo aprendí de niño.
- Lo llevo en la sangre desde el principio.
- Y me gustaría contarles cómo lo adquirí.
- Parece que intento explicarles cómo enseñar, pero no es mi intención.
- Les voy a contar cómo es la ciencia según cómo la aprendí.

Instituto Colombiano de Endodoncia

☞ **Mi padre me lo hizo.**

Cuando mi madre me llevaba en el vientre, según cuentan —no estoy al tanto de la conversación—, **mi padre dijo:** «Si es niño, será científico».	¿Cómo lo hizo? ↓ Nunca me dijo que debía ser científico.	Él no era científico; era empresario, gerente de ventas de una empresa de uniformes, pero leía sobre ciencia y le encantaba.

Cuando era muy pequeño (la historia más antigua que conozco), cuando todavía comía en una silla alta, mi padre jugaba conmigo después de la cena.
Había traído un montón de baldosas rectangulares viejas para el baño de algún lugar de Long Island City.
Las pusimos de pie, una al lado de la otra, y me permitieron empujar la del extremo y ver cómo se desmontaban.

- Hasta ahí, todo bien.

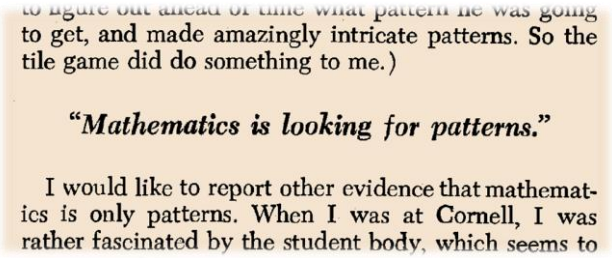
Luego, el juego mejoró.
Las fichas eran de diferentes colores.

Debía poner una blanca, dos azules, una blanca, dos azules, otra blanca y luego dos azules; quizá quisiera poner otra azul, pero debe ser blanca.	→	**Ya reconoces la astucia** insidiosa habitual: primero, deléitalo con el juego y luego, ↓ poco a poco, **inyéctale** material de valor educativo.

Bueno, mi madre, que es una mujer mucho más sensible, empezó a darse cuenta de la insidia de sus esfuerzos **y dijo:** «Mel, por favor, deja que el pobre niño ponga una ficha azul si quiere».

Mi padre respondió:
«**No**, quiero que preste atención a los patrones.
Es lo único que sé hacer que sean matemáticas en este nivel inicial».

Si estuviera dando una charla sobre «qué son las matemáticas», ya te habría respondido.


to get, and made amazingly intricate patterns. So the tile game did do something to me.)

"Mathematics is looking for patterns."

I would like to report other evidence that mathematics is only patterns. When I was at Cornell, I was rather fascinated by the student body, which seems to

- Las matemáticas buscan patrones.

(**Lo cierto es que esta educación tuvo algún efecto**.

- Teníamos una prueba experimental directa cuando llegué al jardín de infancia.
- En aquella época teníamos tejido.
- Lo han quitado; es demasiado difícil para los niños.
- Solíamos tejer papel de colores a través de tiras verticales y hacer patrones.
- La maestra de jardín de infancia estaba tan sorprendida que envió una carta especial a casa para informar que este niño era muy peculiar, porque parecía capaz de adivinar de antemano qué patrón iba a obtener y creaba patrones increíblemente intrincados.
- Así que **el juego de las fichas sí me afectó).**

Instituto Colombiano de Endodoncia

Me gustaría presentar otra evidencia de que las matemáticas son solo patrones.

Cuando estaba en Cornell (https://www.cornell.edu/), me fascinaba bastante el alumnado, que me parecía una mezcla diluida de *gente sensata en una masa de gente tonta* que estudiaba economía doméstica, etc., incluyendo a muchas chicas.

Solía sentarme en la cafetería con los estudiantes a comer e intentar escuchar sus conversaciones para ver si decían alguna palabra inteligente.
Pueden imaginarse mi sorpresa cuando **descubrí algo extraordinario**, **me pareció**.

> Escuché una conversación entre dos chicas, y una explicaba que, para dibujar una línea recta, hay que desplazarse un número determinado hacia la derecha por cada fila que se sube; **es decir,** si se desplaza la misma cantidad cada vez que se sube una fila, se forma una línea recta.

☞ **¡Un principio fundamental de la geometría analítica!**

Y seguía.

> Me quedé bastante asombrado.
> No me había dado cuenta de que la mente femenina fuera capaz de comprender la geometría analítica.

Ella continuó y dijo:

> "Supongamos que tienes otra línea que viene del otro lado y quieres averiguar dónde se van a intersectar.
> Supongamos que en una línea vas dos a la derecha por cada uno que subes, y la otra línea va tres a la derecha por cada uno que sube, y comienzan a veinte pasos de distancia", etc.
> Me quedé atónito.

Imagen tomada de internet

▪ **Ella averiguó** dónde estaba la intersección.
Resultó que una chica le estaba explicando a la otra cómo tejer calcetines de rombos.

Por lo tanto, aprendí una lección:

> La mente femenina es capaz de comprender la geometría analítica.

- Quienes llevan **años insistiendo** (frente a toda la evidencia obvia de lo contrario) en que el hombre y la mujer son igualmente capaces de pensar racionalmente pueden tener algo de razón.
- La dificultad puede ser simplemente que aún no hayamos descubierto una forma de comunicarnos con la mente femenina.
- Si se hace correctamente, se puede obtener algo de ello.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Ahora continuaré con mi propia experiencia de joven en **matemáticas.**

Otra cosa que me dijo mi padre —y no puedo explicarlo bien, porque era más una emoción que una narración—

> ☞ Fue que la razón entre la circunferencia y el diámetro de todos los círculos siempre era la misma, sin importar su tamaño.

No me pareció tan obvio, pero la razón tenía una propiedad maravillosa.
Era un número maravilloso, un número profundo: **pi.**

El **número π (pi)** es la relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro en geometría euclidiana. Es un número irracional y una de las constantes matemáticas más importantes. Se emplea frecuentemente en matemáticas, física e ingeniería. El valor numérico de π, truncado a sus primeras cifras: 3.141\;592\	**Arquímedes de Siracusa (287-212 aC)** Físico, ingeniero, inventor, astrónomo y matemático griego. Aunque se conocen pocos detalles de su vida, es considerado uno de los científicos más importantes de la Antigüedad.

Había **un misterio** en torno a este número que no entendía del todo de joven, pero era algo grandioso, y como resultado, **busqué pi por todas partes**.

"There was a mystery about this number that I didn't understand as a youth, but this was a great thing, and the result was that I looked for pi everywhere."

Más tarde, en la escuela, cuando aprendí a formar los decimales para las fracciones y a formar 3 1/8, escribí 3.125 y, creyendo reconocer a un amigo, escribí que era igual a **pi**, la razón entre la circunferencia y el diámetro de un círculo.
La maestra lo corrigió a 3.1416.

Ilustro estas cosas **para mostrar una influencia.**
La idea de que hay un misterio, de que **hay una maravilla en el número**, era importante para mí, no el número en sí.
Mucho después, cuando hacía experimentos en el laboratorio —me refiero a mi propio laboratorio casero—, trasteando —no, perdón, no hacía experimentos, nunca los hacía; solo trasteaba—.

Poco a poco, a través de libros y manuales, empecé a descubrir que había fórmulas aplicables a la electricidad para relacionar la corriente y la resistencia, etc.

Un día, mirando las fórmulas en algún libro, descubrí una fórmula para la frecuencia de un circuito resonante. [¿Falta algo aquí?] que era f = 1/2 **pi** LC, donde L es la inductancia y C la capacitancia del círculo.

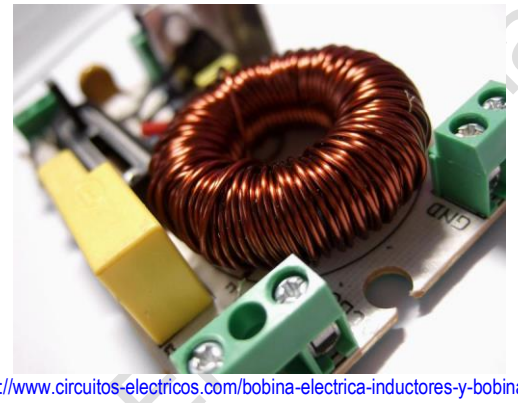
- Te ríes, pero entonces hablaba muy en serio.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Pi era algo con círculos, y aquí está **pi** saliendo de un circuito eléctrico.
¿Dónde estaba el círculo?
¿Los que se rieron saben cómo se produce eso?

Tengo que amarlo. Tengo que buscarlo. Tengo que pensar en ello.

▪ **Y entonces me di cuenta**, claro, de que las bobinas están hechas de círculos.



https://www.circuitos-electricos.com/bobina-electrica-inductores-y-bobinados/

Como medio año después, **encontré otro libro** que explicaba la inductancia de las bobinas redondas y cuadradas, y había otros números **pi** en esas fórmulas.

Volví a pensarlo y me di cuenta de que el **pi** no provenía de las bobinas circulares.
Ahora lo entiendo mejor; pero en el fondo todavía no sé dónde está ese círculo, de dónde viene ese **pi**.

Cuando era muy pequeño —no sé cuántos años exactamente—, tenía una pelota en una carreta que tiraba y noté algo, así que **corrí hacia mi padre y le dije**:

«Cuando tiro de la carreta, la pelota corre hacia atrás, y cuando corro con la carreta y me detengo, la pelota corre hacia adelante.

¿Por qué?».
¿Cómo responderías?

Dijo: «Eso nadie lo sabe».

Dijo:

«Es muy general, sin embargo, le pasa a todo el tiempo;
todo lo que se mueve tiende a seguir moviéndose;
todo lo que permanece quieto intenta mantener esa condición.
Si te fijas bien, verás que la pelota no corre hacia la parte trasera del vagón donde empiezas estando quieto.
También avanza un poco, pero no tan rápido como el vagón.
La parte trasera del vagón alcanza a la pelota, que tiene dificultades para ponerse en movimiento.

Se llama inercia, ese principio».

Volví a comprobarlo y, efectivamente, la pelota no retrocedió.

Él puso muy claramente la diferencia entre lo que conocemos y lo que llamamos.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Respecto a este asunto de los **NOMBRES Y LAS PALABRAS**, les contaría otra historia.

Imagen tomada de internet

'Solíamos ir a las montañas Catskill de vacaciones.
En Nueva York, se va a las montañas Catskill de vacaciones.
Los pobres maridos tenían que ir a trabajar entre semana, pero salían corriendo los fines de semana y se quedaban con sus familias.

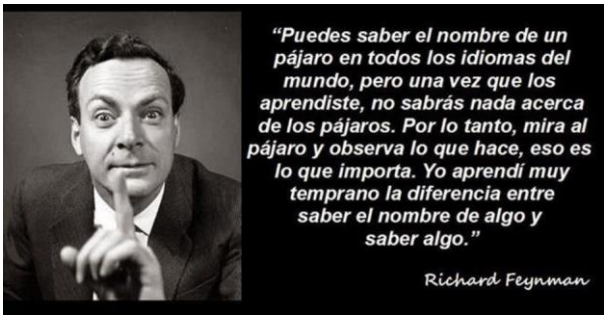
▪ Los fines de semana, mi padre me llevaba a pasear por el bosque.
▪ A menudo me llevaba a pasear, y aprendimos todo sobre la naturaleza, y así sucesivamente, en el proceso.
Pero los otros niños, amigos míos, también querían ir, e intentaron que mi padre los llevara.

- Él no quería, porque decía que yo era más avanzado.
- No estoy tratando de decirles cómo enseñar, porque lo que mi padre hacía era con una clase de un solo alumno; si tenía una clase de más de uno, era incapaz de hacerlo.

☞ Así que fuimos solos a dar un paseo por el bosque.

Pero las madres eran tan **poderosas** en aquellos tiempos como ahora, y convencieron a los demás padres de que debían llevar a sus hijos a pasear por el bosque.

☞ Así que todos los padres llevaron a sus hijos a pasear por el bosque un domingo por la tarde.



Al día siguiente, lunes, estábamos jugando en el campo y **un niño me dijo**:

"¿Ves ese pájaro parado en ese tocón?
¿Cómo se llama?".
Dije: "No tengo la menor idea".
Dijo: «Es un zorzal de garganta marrón. Tu padre no te enseña mucho de ciencias».

Sonreí para mis adentros, porque mi padre ya me había enseñado que [el nombre] no me dice nada sobre el ave.
Me enseñó: "¿Ves ese pájaro?
Es un zorzal de garganta marrón, ***pero***
- en Alemania se llama halsenflugel
- en chino lo llaman chung ling

https://es.wikipedia.org/wiki/Turdus_philomelos

Y aunque conozcas todos esos nombres, sigues sin saber nada del ave; solo sabes algo sobre la gente; cómo se llama ese pájaro.
Ahora ese zorzal canta, y enseña a sus crías a volar, y vuela a tantos kilómetros durante el verano por todo el país, y nadie sabe cómo encuentra su camino", y así sucesivamente.

☞ **Hay una diferencia** entre el nombre y lo que sucede.

Instituto Colombiano de Endo

El resultado de esto es que no puedo recordar el nombre de nadie, y cuando la gente habla de física conmigo a menudo **se exasperan** cuando dicen "the Fitz-Cronin effect"

- Y les pregunto **"¿Qué es el efecto?"** y no puedo recordar el nombre.

Me gustaría decir una o dos palabras –permítanme interrumpir mi pequeño relato– sobre las palabras y las definiciones, porque es necesario aprender las palabras.

No es ciencia.

- Eso no significa que, solo porque no sea ciencia, no tengamos que enseñar las palabras.
- No hablamos de qué enseñar; hablamos de qué es la ciencia.
- No es ciencia saber cómo cambiar de grados centígrados a Fahrenheit.
- Es necesario, pero no es exactamente ciencia.

> ***"It is not science to know to Fahrenheit. It's necess exactly science."***

Del mismo modo, si hablaras de qué es el arte, no dirías que el arte es saber que un lápiz 3-B es más blando que uno 2-H. **Es una diferencia clara.**

Eso no significa que un profesor de arte no deba enseñar eso, ni que un artista se desenvuelva bien si no lo sabe. (De hecho, puedes descubrirlo en un minuto intentándolo; pero es una forma científica que a los profesores de arte tal vez no se les ocurra explicar).

PARA COMUNICARNOS, NECESITAMOS PALABRAS, y eso está bien.

Es buena idea intentar ver la diferencia, y es buena idea saber cuándo estamos enseñando las herramientas de la ciencia, como las palabras, y cuándo estamos enseñando la ciencia misma.

Para aclarar mi punto, elegiré un libro de ciencias para **criticarlo desfavorablemente**, lo cual es injusto, porque estoy seguro de que, con un poco de ingenio, puedo encontrar cosas igualmente desfavorables que decir sobre otros.

Hay un libro de ciencias de primer grado que, en la primera lección, comienza de forma desafortunada para enseñar ciencias, porque **parte de una idea errónea** de lo que es la ciencia.

Hay una imagen de un perro —un perro de juguete al que se le puede dar cuerda— y una mano se acerca a la cuerda, y entonces el perro puede moverse.

- Debajo de la última imagen, dice "¿Qué lo hace moverse?".
- Más adelante, hay una imagen de un perro de verdad y la pregunta: "¿Qué lo hace moverse?".
- Luego hay una imagen de una motocicleta y la pregunta: "¿Qué lo hace moverse?",

Y así sucesivamente…

Instituto Colombiano de Endodoncia

Al principio pensé que se estaban preparando para explicar de qué se trataría la ciencia: **FÍSICA, BIOLOGÍA, QUÍMICA**, pero no era eso.

La respuesta estaba en la edición del libro para profesores:

☞ La respuesta que intentaba aprender es que «la energía lo mueve».

Ahora bien, la energía es un concepto muy sutil.

- Es muy, muy difícil de entender.

Lo que quise decir es que no es fácil comprender la energía lo suficientemente bien como para usarla correctamente, de modo que se pueda deducir algo correctamente usando la idea de la energía; es algo que va más allá del primer grado.

Sería igualmente correcto decir que **«Dios la hace moverse»**, o **«el espíritu la hace moverse»**, o **«la movilidad la hace moverse».**

(De hecho, se podría decir igualmente que «la energía la hace detenerse».)

Míralo así:
Esa es solo la definición de energía; debería invertirse.

Podríamos decir que cuando algo se mueve tiene energía, pero no que lo que lo mueve es energía.

Esta es una diferencia muy sutil.

Lo mismo ocurre con la **proposición de la inercia**.

Quizás pueda aclarar la diferencia de esta manera:

Si le preguntas a un niño qué hace que el perro de juguete se mueva, piensa en la respuesta de una persona común.

La respuesta es que le diste cuerda al resorte; este intenta desenrollarse y empuja el engranaje.

¡Qué buena manera de empezar un curso de ciencias!

- Desmonta el juguete; observa cómo funciona.
- Observa la ingeniosidad de los engranajes;
- observa los trinquetes.
- Aprende algo sobre el juguete, cómo está armado, el ingenio de quienes idearon los trinquetes y otras cosas.
- Eso está bien.

La pregunta está bien.
La respuesta es un poco desafortunada, porque lo que intentaban hacer era enseñar una definición de qué es la energía.

- **Pero no se aprende nada**.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Supongamos que un estudiante dijera:

"No creo que la energía lo haga moverse".
¿Hacia dónde se dirige la discusión a partir de ahí?

Finalmente descubrí una forma de comprobar si has enseñado una idea o sólo has enseñado una definición.

Pruébalo así: dices:

«Sin usar la palabra nueva que acabas de aprender, intenta reformular lo que acabas de aprender en tu propio idioma».
«Sin usar la palabra «energía», dime qué sabes ahora sobre el movimiento del perro».

No puedes. Así que no aprendiste nada de ciencia.

Puede que esté bien. Quizás no quieras aprender algo de ciencia de inmediato.

Tienes que aprender definiciones.

Pero para la primera lección, ¿no es eso posiblemente destructivo?

Creo que, para la primera lección, aprender una fórmula mística para responder preguntas es **muy malo**.

El libro tiene otras:

«La gravedad lo hace caer»;
«Las suelas de los zapatos se desgastan por la fricción».

El cuero de los zapatos se desgasta porque roza contra la acera, y las pequeñas muescas y protuberancias de la acera atrapan piezas y las arrancan.

- Decir simplemente que es por la **fricción** es triste, porque no es ciencia.

Mi padre se ocupó un poco de la energía y usó el término después de que yo captara un poco su concepto.

Sé lo que él habría hecho, porque de hecho hizo esencialmente lo mismo, aunque no el mismo ejemplo del perro de juguete.

Diría: «Se mueve porque brilla el sol», si hubiera querido dar la misma lección.

Yo decía: «No. ¿Qué tiene que ver eso con que brille el sol?
Se movió porque le di cuerda a los resortes».

"¿Y por qué, amigo mío, eres capaz de moverte para dar cuerda al resorte?"
"Yo como."
"¿Qué comes, amigo mío?"
"Yo como plantas."
"¿Y cómo crecen?"
"Crecen porque brilla el sol".
Y lo mismo ocurre con el perro real.
¿Y qué hay de la gasolina?

Instituto Colombiano de Endodoncia

La energía solar acumulada, que las plantas captan y conservan en el suelo.

- Otros ejemplos terminan con el sol.

Así, la misma idea sobre el mundo que nuestro libro de texto propone se expresa de una manera muy emocionante.
Todas las cosas que vemos que se mueven, se mueven porque brilla el sol.
Esto explica la relación entre una fuente de energía y otra, y el niño puede negarlo.

Podría decir:
«No creo que sea por el sol», y así se puede iniciar una conversación.
Así que hay una diferencia. (Más tarde podría retarlo con las mareas y lo que hace girar la Tierra, y volver a tener el misterio en mis manos).

Este es solo un ejemplo de la diferencia entre las definiciones (que son necesarias) y la ciencia.

- **La única objeción** en este caso particular fue que se trataba de la primera lección.

Sin duda, debe incluirse más adelante, explicando qué es la energía, pero no a una pregunta tan simple como

> "¿Qué hace que un perro [de juguete] se mueva?".

A un niño se le debe dar la respuesta de un niño. "ÁBRELO; VEÁMOSLO".

Durante esos paseos por el bosque, aprendí muchísimo.

En el caso de las aves, por ejemplo, ya mencioné la migración, pero les daré otro ejemplo de aves del bosque.

En lugar de nombrarlas, **mi padre decía**:

> «Miren, fíjense que el pájaro siempre se picotea las plumas.
> Se picotea mucho las plumas.
> ¿Por qué creen que se picotea las plumas?».

Supuse que era porque las plumas estaban erizadas y él intentaba alisarlas.

Dijo:
"Bueno, ¿cuándo o cómo se erizarían las plumas?".
Cuando vuela. Cuando camina, está bien; pero cuando vuela, altera las plumas.

Entonces decía:
«Supongo que cuando el pájaro acaba de aterrizar, tendrá que picotearse más las plumas que después de haberlas enderezado y de haber estado caminando por el suelo un rato. **Bien,** veamos».

Entonces ***OBSERVÁBAMOS Y OBSERVÁBAMOS***, y resultó, hasta donde pude ver, que el pájaro picoteaba casi lo mismo y con la misma frecuencia sin importar cuánto tiempo estuviera caminando en el suelo y no inmediatamente después del vuelo.

Así que mi suposición era errónea y no pude adivinar la razón correcta.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Mi padre me la reveló.

- Es que los pájaros tienen piojos.

Mi padre me enseñó que se desprende una pequeña escama de la pluma, algo comestible, **y el piojo se la come**.
Y luego, al soltarla, hay un poco de cera en las articulaciones entre las secciones de la pata que sobresale, **y hay un ácaro** que vive ahí que puede comer esa cera.
El ácaro tiene tan buena fuente de alimento que no la digiere muy bien, así que por la parte trasera sale un líquido con demasiada azúcar, y en ese azúcar vive una criatura diminuta, etc.

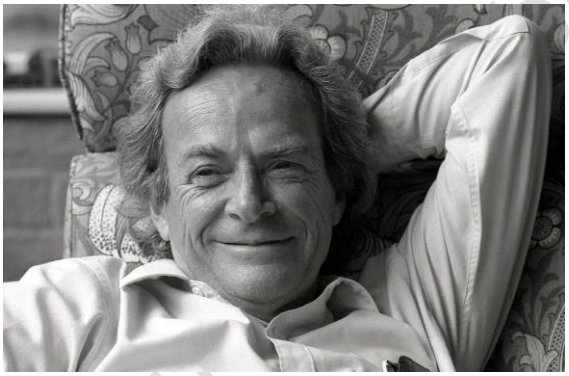
- Los hechos no son correctos; el espíritu sí.

Primero, aprendí sobre el parasitismo, uno sobre otro, sobre otro, sobre otro.
Segundo, continuó diciendo que, en el mundo, siempre que existe una fuente de algo que pueda alimentarse para vivir, alguna forma de vida encuentra la manera de aprovecharla; y que cada pequeño resto es consumido por algo.

Ahora bien, la cuestión es que el resultado de la observación, aunque no pudiera llegar a la conclusión definitiva, fue una joya de oro, con resultados maravillosos. Fue algo maravilloso.

Supongamos que me pidieran observar, hacer una lista, anotar, hacer esto, mirar, y que, al escribir mi lista, esta se archivara con otras 130 listas en el fondo de un cuaderno.

- Descubriría que el resultado de la observación es relativamente *aburrido, que no aporta gran cosa*.



Creo que es muy importante —al menos para mí— que, si vas a enseñar a la gente a observar, demuestres que algo maravilloso puede surgir de ellos.

Entonces aprendí lo que era la ciencia:
Paciencia.

Si observabas, observabas y prestabas atención, obtenías una gran recompensa, aunque quizás no siempre.

Como resultado, cuando me convertí en un hombre más maduro, trabajé concienzudamente, hora tras hora, durante años, en problemas —a veces muchos años, a veces menos; muchos de ellos fracasando, muchas cosas terminando en la papelera—, pero de vez en cuando me encontraba **con el oro** de una nueva comprensión que había aprendido a esperar de niño, fruto de la observación.

times—many of them failing, lots of stuff going into the wastebasket; but every once in a while there was the gold of a new understanding that I had learned to expect when I was a kid, the result of observation. For I did not learn that observation was not worthwhile.

Incidentally, in the forest we learned other things. We would go for walks and see all the regular things,

Porque no aprendí que la observación no valía la pena.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Por cierto, en el bosque aprendimos otras cosas.

Salíamos a caminar y veíamos todo lo normal, y hablábamos de muchas cosas:

- Sobre el crecimiento de las plantas
- La lucha de los árboles por la luz
- Cómo intentan alcanzar la mayor altura posible
- Y cómo solucionar el problema de llevar agua a más de 10 o 12 metros de altura
- Las plantitas del suelo que buscan los pequeños destellos de luz que llegan a través de todo ese crecimiento, etc.

Un día, después de haber visto todo esto, **mi padre me llevó nuevamente** al bosque y me dijo:

> "En todo este tiempo que hemos estado mirando el bosque solo hemos visto la mitad de lo que está pasando, exactamente la mitad".

Dije: "¿Qué quieres decir?"

Dijo:
«Hemos estado observando cómo crecen todas estas cosas; pero por cada pequeño crecimiento, debe haber la misma cantidad de descomposición; de lo contrario, los materiales se consumirían para siempre:

Los árboles muertos quedarían allí, habiendo consumido todo lo del aire y la tierra, y no volvería a la tierra ni al aire, así que nada más podría crecer porque no hay material disponible.
Debe haber por cada pequeño crecimiento exactamente la misma cantidad de descomposición».

Luego **siguieron muchos paseos** por el bosque, durante los cuales rompimos tocones viejos, vimos bolsas de frizz y hongos creciendo; no pudo mostrarme bacterias, pero vimos sus efectos suavizantes, etc.
[Así] vi el bosque como un proceso de constante rotación de materiales.

Había muchas cosas así, descripciones de cosas, de maneras extrañas.
A menudo **empezaba a hablar** de cosas como esta:

«Supongamos que un hombre de Marte bajara a observar el mundo».

Por ejemplo, cuando jugaba con mis trenes eléctricos, me contó que hay una gran rueda que gira gracias al agua, conectada por filamentos de cobre que se extienden y se extienden en todas direcciones; y luego hay ruedas pequeñas, y todas esas ruedas pequeñas giran cuando la rueda grande gira.

- La única relación entre ellas es que hay cobre y hierro, nada más; no hay partes móviles.
- Giras una rueda aquí, y todas las ruedas pequeñas giran, y tu tren es una de ellas.

Era un mundo maravilloso el que me **contaba mi padre.**
Quizás te preguntes qué sacó de todo esto.
☞ **Fui al MIT. Fui a Princeton.**

Instituto Colombiano de Endodoncia

Volví a casa y me dijo:

«Ahora tienes una educación científica.
Siempre he querido saber algo que nunca he entendido, así que, hijo mío, quiero que me lo expliques».
Dije que sí.

Dijo: "Entiendo que dicen que la luz se emite desde un átomo cuando pasa de un estado a otro, de un estado excitado a un estado de menor energía.
Dije: "Eso es correcto".
"Y la luz es una especie de partícula, un fotón, creo que lo llaman". **"Sí."**

> "Entonces, si el fotón sale del átomo cuando pasa del estado excitado al inferior, el fotón debe haber estado en el átomo en el estado excitado".

Dije: "Bueno, no".
Dijo: "Bueno, ¿cómo lo miras para poder imaginar que un fotón de partículas sale sin haber estado allí en estado excitado?"

Lo pensé unos minutos y dije: «Lo siento, no sé. No puedo explicártelo».

Estaba muy decepcionado después de todos estos años y años de intentar enseñarme algo y de que los resultados fueran tan pobres.

Creo que la ciencia podría ser algo así: En este planeta, la vida evolucionó hasta llegar a una etapa en la que aparecieron animales evolucionados, inteligentes.
No me refiero solo a los seres humanos, sino a animales que juegan y pueden aprender de la experiencia, como los gatos.
Pero en esta etapa, cada animal tendría que aprender de su propia experiencia.

Se desarrollaron gradualmente, hasta que algunos animales [¿primates?] pudieron aprender de la experiencia con mayor rapidez e incluso de la de otros observando, o uno pudo enseñárselo al otro, o vio lo que hacía el otro.

Así, surgió la posibilidad de que todos lo aprendieran, pero la transmisión fue ineficiente y morirían, y quizás quien lo aprendió también murió antes de poder transmitirlo a los demás.

La pregunta es:

> ¿Es posible aprender más rápidamente lo que alguien aprendió de algún accidente que la velocidad con la que se olvida la cosa, ya sea por mala memoria o por la muerte del aprendiz o de los inventores?

Así que llegó un momento, quizás, en que para algunas especies [¿los humanos?] el ritmo de aprendizaje aumentó tanto que, de repente, ocurrió algo completamente nuevo:

> Un animal podía aprender cosas, transmitirlas a otro, y a otro, con la suficiente rapidez como para que no se perdieran.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Así fue posible la acumulación de conocimiento de la especie.

A esto se le ha llamado "vinculación temporal" ("time-binding").

- No sé quién lo llamó así por primera vez.
- En cualquier caso, tenemos aquí [en esta sala] algunos ejemplos de esos animales, sentados aquí intentando conectar una experiencia con otra, cada uno intentando aprender del otro.

Comentarios JO Cortés-Torres

El atributo distintivamente humano de preservar recuerdos y registros de experiencias para el uso de las generaciones posteriores.

La «vinculación temporal», un concepto del campo de la semántica general.

Desarrollado por el filósofo y científico polaco-estadounidense Alfred Korzybski a principios del siglo XX.

Se vincula con la esencia misma de la historia humana.

https://halgill.substack.com/p/time-binding

Fin de los comentarios JO Cortés-Torres

Este fenómeno de tener memoria para la raza, de acumular conocimientos que se transmitían de generación en generación, era nuevo en el mundo, pero conllevaba una ENFERMEDAD:

- Era posible transmitir ideas que no eran provechosas para la raza.
- La raza tiene ideas, pero no son necesariamente provechosas.

Así llegó un tiempo en que las ideas, aunque se acumulaban muy lentamente, eran todas acumulaciones no sólo de cosas prácticas y útiles, sino grandes acumulaciones de todo tipo de prejuicios y creencias extrañas y curiosas.

☞ Entonces se descubrió una forma de evitar la enfermedad.

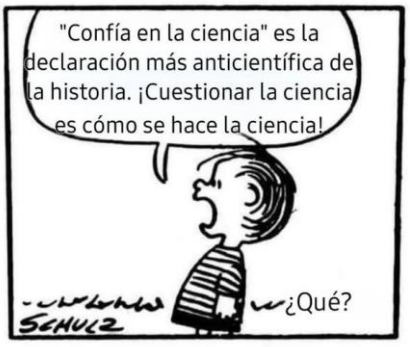
Esta consiste en dudar de la veracidad de lo que se transmite del pasado y en intentar descubrir desde el principio, a partir de la experiencia, cuál es la situación, **en lugar de confiar** en la experiencia del pasado tal como se transmite.

Y ESO ES LA CIENCIA:

El resultado del descubrimiento de que vale la pena volver a comprobarlo mediante nueva experiencia directa, y no necesariamente confiar en la experiencia pasada de la humanidad.

- Así lo veo.
- Esa es mi mejor definición.

Comentarios JO Cortés-Torres



Fin de los comentarios JO Cortés-Torres

Me gustaría recordarles cosas que saben muy bien para animarlos.

En religión, las lecciones morales se enseñan, **pero no solo una vez**, sino que se inspiran una y otra vez, y creo que es necesario inspirar una y otra vez, y recordar el valor de la ciencia para niños, adultos y todos los demás, de diversas maneras; no solo para que seamos mejores ciudadanos, más capaces de controlar la naturaleza, etc.

Hay otras cosas.

- Existe el valor de la cosmovisión creada por la ciencia.
- Existe la belleza y la maravilla del mundo que se descubre a través de los resultados de estas nuevas experiencias.

Es decir, las maravillas del contenido que acabo de recordarles: que las cosas se mueven porque brilla el sol.

Instituto Colombiano de Endodoncia

☞ (Sin embargo, no todo se mueve porque brilla el sol.

- La Tierra gira independientemente de la luz del sol
- Y la reacción nuclear produjo recientemente energía en la Tierra, una nueva fuente.
- Probablemente, los volcanes en general provienen de una fuente distinta a la del sol).

El mundo se ve muy diferente después de aprender ciencias.

Por ejemplo, los árboles están hechos principalmente de aire.
Al quemarse, vuelven a ser aire, y en el calor abrasador se libera el calor abrasador del sol, que se concentró para convertir el aire en árbol, y en la ceniza se encuentra el pequeño remanente de la parte que no provino del aire, sino de la tierra sólida.
Estas son cosas hermosas, y el contenido científico está maravillosamente lleno de ellas.
Son muy inspiradoras y pueden usarse para inspirar a otros.

"La mente que se abre a una nueva idea, jamás volverá a tu tamaño original"

Albert Einstein
1879-1955

Otra de las cualidades de la ciencia es que enseña el valor del pensamiento racional, así como la importancia de la libertad de pensamiento; los resultados positivos que surgen de dudar de la veracidad de las lecciones.
Aquí es necesario distinguir, especialmente en la enseñanza, la ciencia de las formas o procedimientos que a veces se utilizan en su desarrollo.
Es fácil decir:

«Escribimos, experimentamos, observamos y hacemos esto o aquello».
Se puede copiar esa forma exactamente.

Pero las grandes religiones se disipan al seguir la forma sin recordar el contenido directo de las enseñanzas de los grandes líderes.

De la misma manera, es posible seguir la forma y llamarla ciencia, pero eso es PSEUDOCIENCIA.

De esta manera, todos sufrimos la tiranía que tenemos hoy en día en las numerosas instituciones que han caído **bajo la influencia de…**

↓

ASESORES PSEUDOCIENTÍFICOS.

great leaders. In the same way, it is possible to follow form and call it science, but that is pseudoscience. In this way, we all suffer from the kind of tyranny we have today in the many institutions that have come under the influence of pseudoscientific advisers.

We have many studies in teaching, for example, in which people make observations, make lists, do statistics, and so on, but these do not thereby become established science, established knowledge. They are merely an imitative form of science—analogous to the South Sea islands airfields, radio towers, etc., made out of wood. The islanders expect a great airplane to

Tenemos muchos estudios en la enseñanza, **por ejemplo**, en los que las personas hacen observaciones, hacen listas, hacen estadísticas, etc., **pero estos no se convierten** por ello en ciencia establecida, conocimiento establecido.

Son simplemente una forma imitativa de ciencia análoga a los aeródromos de los isleños de los Mares del Sur: torres de radio, etc., hechas de madera.

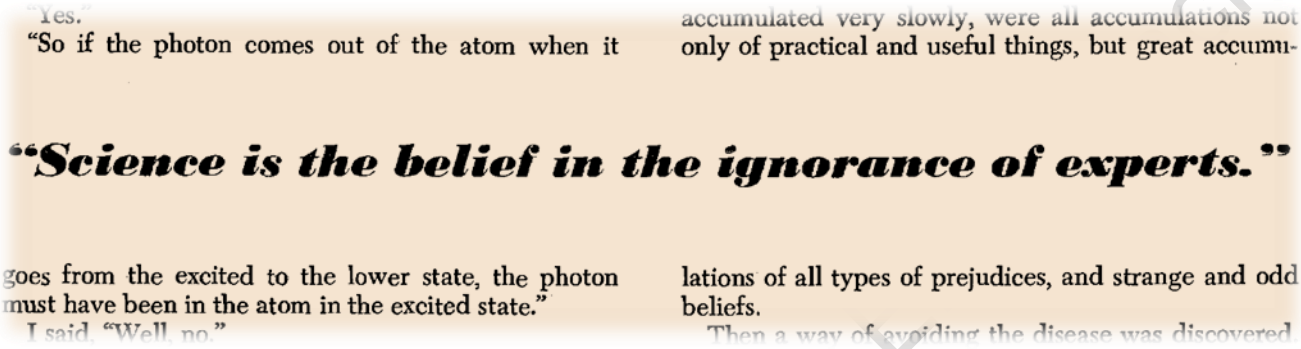
- Los isleños esperan la llegada de un gran avión.
- Incluso construyen aviones de madera con la misma forma que ven en los aeródromos extranjeros que los rodean, pero curiosamente, sus aviones de madera **no vuelan.**

El resultado de esta **imitación pseudocientífica** es producir expertos, como muchos de ustedes.

Instituto Colombiano de Endodoncia

[Pero] ustedes, los profesores, que en realidad están enseñando a niños de los niveles más bajos, tal vez puedan dudar de los expertos.

De hecho, también puedo definir la ciencia de otra manera:
La ciencia es la creencia en la ignorancia de los expertos.


"Yes."
"So if the photon comes out of the atom when it goes from the excited to the lower state, the photon must have been in the atom in the excited state."
I said, "Well, no."

accumulated very slowly, were all accumulations not only of practical and useful things, but great accumulations of all types of prejudices, and strange and odd beliefs.
Then a way of avoiding the disease was discovered.

"Science is the belief in the ignorance of experts."

Cuando alguien dice:

- «La ciencia enseña esto y aquello», está usando la palabra incorrectamente.
- La ciencia no enseña nada; la experiencia lo enseña.

Si te dicen:

«La ciencia ha demostrado esto y aquello», podrías preguntar:
«¿Cómo lo demuestra la ciencia?
¿Cómo lo descubrieron los científicos?
¿Cómo?
¿Qué?
¿Dónde?».

No debería decir
«la ciencia lo ha mostrado», **sino** «este experimento, este efecto, lo ha mostrado».

Y usted tiene tanto derecho como cualquier otra persona, al enterarse de los experimentos —pero tenga paciencia y escuche todas las pruebas— a juzgar si se ha llegado a una conclusión sensata.

En un campo tan complejo [como la educación] que la verdadera ciencia aún no ha logrado avances, debemos confiar en una especie de sabiduría tradicional, en una franqueza absoluta.

- Intento inspirar a los docentes de base a tener esperanza y confianza en el sentido común y la inteligencia natural.

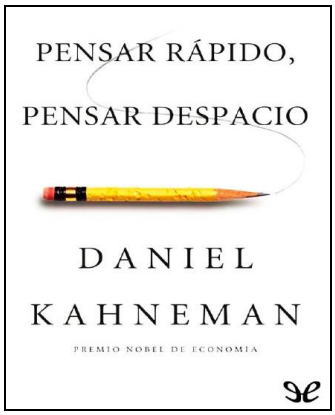
- **Los expertos que los dirigen pueden estar equivocados**.

Probablemente he arruinado el sistema, y los estudiantes que ingresan a **Caltech** ya no servirán para nada.

Instituto Colombiano de Endodoncia

Comentarios JO Cortés-Torres

Daniel Kahneman
(Marzo 5,1934 – Marzo 27, 2024)



Los expertos también se equivocan

Psicólogo
Premio Nobel de Economía en 2002.

Motivación del premio: «Por haber integrado los conocimientos de la investigación psicológica en la ciencia económica, especialmente en lo relativo al juicio humano y la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre».

Fin de los comentarios JO Cortés-Torres

Creo que vivimos en una era acientífica en la que casi todo el embate de las comunicaciones y la televisión —palabras, libros, etc.— carece de cientificidad.

Como resultado, existe una considerable tiranía intelectual en nombre de la ciencia.

> ***"I think we live in an unscientific age . . . . .***
> ***As a result, there is a considerable amount of***
> ***intellectual tyranny in the name of science."***

Finalmente, respecto a esta limitación temporal, el hombre no puede vivir más allá de la tumba.

Cada generación que descubre algo de su experiencia **DEBE TRANSMITIRLO,**

↓

Pero debe hacerlo con un delicado equilibrio entre respeto e irrespeto, para que la raza [humana] —ahora consciente de la enfermedad a la que está expuesta—

↓

No imponga sus errores con demasiada rigidez a su juventud, sino que transmita la sabiduría acumulada, además de la sabiduría que podría no ser sabiduría.

Comentarios JO Cortés-Torres

Fin de los comentarios JO Cortés-Torres

Es necesario enseñar tanto a aceptar como a rechazar el pasado con un equilibrio que requiere considerable habilidad.
De entre todas las disciplinas, solo la ciencia contiene la lección del **peligro** de creer en la infalibilidad de los grandes maestros de la generación anterior.

Así que sigue adelante. Gracias.

Instituto Colombiano de Endodoncia