

<http://dx.doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.4.2.2018.174.128-151>

ENTRE FÍSICOS Y BIÓLOGOS. ¿DIFIEREN LAS OPINIONES RESPECTO A LAS REGLAS DE INVESTIGACIÓN?

Alfredo de la Lama García, Marco de la Lama Zubirán, Marcelo del Castillo Mussot,
Aline Magaña Zepeda y Jorge A. Montemayor-Aldrete
UAM, UNAM
México

RESUMEN

Debido a la controversia que existe en torno a que la ciencia natural forma un dominio unificado, frente a la idea de que no existe tal unidad, esta investigación busca aportar pruebas para contribuir a esclarecer tal discrepancia teórica, que afecta la enseñanza-aprendizaje y la práctica de la investigación científica. Este artículo examina las discrepancias en las opiniones de los investigadores de dos ramas del conocimiento: física-química-ingenierías, frente a biológica-salud-agropecuarias respecto a las reglas que ponen en práctica en sus respectivas investigaciones. Fueron encuestados 125 investigadores de ciencias naturales de tres universidades públicas de México. Los resultados indican que los investigadores de ambas ramas del conocimiento tuvieron diferencias de opinión en la mayoría de las reglas, que fueron producto del azar o la casualidad, de acuerdo con las pruebas de hipótesis de la ji cuadrada y la distribución de Bernoulli; excepto en una regla: "tener ética o bioética". Los resultados sugieren que los científicos logran esta uniformidad de opiniones independientemente del laboratorio, la facultad, la especialidad, el área del conocimiento, el país donde estudiaron, la teoría a la cual se vinculen, el método que practiquen o los instrumentos que usen.

Palabras Clave:

investigación científica, educación superior, sociología de la ciencia, cultura científica, estudios sociales de la educación.

BETWEEN PHYSICISTS AND BIOLOGISTS. DO OPINIONS DIFFER WITH RESPECT TO THE RULES OF INVESTIGATION?

ABSTRACT

Due to the controversy that exists about natural sciences forming a unified domain. Against the idea that there is no such unity, this research seeks to provide evidence to help clarify such theoretical discrepancy, which affects the teaching-learning, and practice of the scientific investigation. This article examines the discrepancies in the opinions of researchers from two branches of knowledge: physics-chemistry-engineering, as opposed to biological-health-agriculture, in relation to the rules that they put into practice in their respective investigations. 125 natural science researchers from three public universities of Mexico were surveyed. The results indicate that researchers, from both branches of knowledge, had differences of opinion, in most of the rules that were the product of chance, according chi square hypothesis tests and Bernoulli distribution, except for one rule: "have ethics or bioethics". The results suggest that scientists achieve this uniformity of opinions independently of the laboratory, the faculty, the specialty, the area of knowledge, the country where they studied, the theory to which they are linked, the method they practice or the instrument they use.

Keywords:

scientific research, higher education, sociology of science, scientific culture, social studies of education.

BITÁCORA DEL ARTÍCULO:

| Recibido: 4 de Mayo de 2018 | Aceptado: Noviembre de 2018 | Publicado en línea: Julio-Diciembre de 2018 |

AUTORÍA Y DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

ENTRE FÍSICOS Y BIÓLOGOS. ¿DIFIEREN LAS OPINIONES RESPECTO A LAS REGLAS DE INVESTIGACIÓN?

Alfredo de la Lama García, Marco de la Lama Zubirán, Marcelo del Castillo Mussot,
Aline Magaña Zepeda y Jorge A. Montemayor-Aldrete
UAM, UNAM
México



Alfredo de la Lama García
Depto. de Filosofía, UAM, Iztapalapa
Correo: adela2422@yahoo.com.mx

Economista y Dr. en Sociología por la UNAM, profesor investigador titular en la UAM-I. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Su interés académico gira en torno a la sociología de la ciencia y la historia económica global de los siglos XIX y XX.

[Ver más...](#)



Marco de la Lama Zubirán
Depto. de Economía, UAM, Iztapalapa
Correo: marcodelazub@gmail.com

Profesor Asociado de la UAM, Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSH) del Departamento de Economía. Ingeniero, con maestría en mecánica en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Responsable del Sistema Divisional de Información y Planeación de la DCSH, Iztapalapa.

[Ver más...](#)

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Alfredo de la Lama diseñó y desarrolló el proyecto de investigación y su instrumento, coordinó los tres trabajos de campo, escribió los apartados de introducción, resultados, discusión y conclusiones. | Marco de la Lama Zubirán se responsabilizó de escribir el método, hacer las operaciones de las pruebas de hipótesis y la prueba de Bernoulli y su análisis. | Marcelo del Castillo Mussot. dirigió el trabajo de campo en la UNAM, codificó los resultados cuantitativos, hizo las gráficas y esbozó el apartado de resultados. | Aline Magaña Zepeda. dirigió el trabajo de campo en la UAM y codificó la pregunta abierta. | Jorge Montemayor-Aldrete dirigió el trabajo de campo en la UAEM. | Todos contribuyeron a la revisión del artículo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las personas involucradas en la realización de esta investigación.

DATOS DE FILIACIÓN DE LOS AUTORES

Alfredo de la Lama García, Depto. de Filosofía, UAM, Iztapalapa | Marco de la Lama Zubirán, Depto. de Economía, UAM, Iztapalapa | Marcelo del Castillo Mussot. Instituto de Física, UNAM | Aline Magaña Zepeda, Depto. de Filosofía, UAM, Facultad de Economía, UNAM | Jorge A. Montemayor-Aldrete. Instituto de Física. UNAM.



Copyright: © 2018 de la Lama García, A., de la Lama Zubirán, M., del Castillo Mussot, M., Magaña Zepeda, A., & Montemayor, J. A. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#), por lo que su contenido gráfico y escrito se puede compartir, copiar y redistribuir total o parcialmente sin necesidad de permiso expreso de sus autores con la única condición de que no se puede usar con fines directamente comerciales y los términos legales de cualquier trabajo derivado deben ser los mismos que se expresan en la presente declaración. La única condición es que se cite la fuente con referencia a la [Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social](#) y a sus autores.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	24
MARCO TEÓRICO	24
MÉTODO	26
Participantes, 26	
La muestra, 26	
El cuestionario, 27	
Procedimiento, 27	
Mediciones, 28	
Análisis estadísticos, 28	
HALLAZGOS	29
Análisis de las reglas mencionadas de modo espontáneo por campo de conocimiento, 29	
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS	34

INTRODUCCIÓN

La ciencia natural agrupa a muy diversos campos del conocimiento, y aunque todos hallan su cientificidad en el valor de los hechos, muchas disciplinas tienen orientaciones teóricas, hipótesis, métodos, procedimientos, equipos e instrumentos que difieren significativamente del resto; por ello, son susceptibles de dividirse en dos grandes campos: ciencias físicas y ciencias biológicas. Así lo hizo Asimov (1984) para hacer su conocido compendio de ciencia natural. Además, algunas universidades sostienen esta división; por ejemplo, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) divide a las ciencias naturales en dos grandes divisiones académicas: ciencias básicas e ingeniería y ciencias biológicas y de la salud (UAM, 2017). El microbiólogo Pérez Tamayo (2008) también divide las ciencias naturales en dos áreas, aunque admite que la división entre ciencias físicas y ciencias biológicas es muy burda. Menciona que se designa como ciencias “exactas o duras”, la física, la química, la geología y la astronomía, y (a veces) las matemáticas, y por otra parte están las denominadas “inexactas o blandas”, que serían la botánica, la zoología, la arqueología, la fisiología y (pocas veces) la medicina. Elías, sociólogo alemán, también divide la naturaleza en dos ramas: la físico-cosmológica y la biológica, que comprende la sociedad y el ser humano (Romero Moñivas, 2017).

Es posible apreciar que estas propuestas para dividir las ciencias naturales en dos grandes áreas no pretenden más que ordenar y clasificar una unidad que se produce en la naturaleza; en oposición, esta división tiene consecuencias profundas y polémicas para la etnóloga Knorr Cetina (1999), quien afirma, a partir de la teoría constructivista de la ciencia, que la diferenciación entre los científicos en estas dos ramas empieza desde los primeros niveles educativos, el habitus, según Bourdieu (2000: 81) y Martínez García (2017), y se extiende a todos los niveles de sus actividades profesionales: teórica, metodológica, instrumental, técnica y forma de trabajo colectivo, por lo que la comunicación no existe entre ambos campos del conocimiento. Knorr Cetina (1999) hizo una serie de observaciones etnológicas en dos prestigiosos laboratorios; uno de Física de Altas Energías, en Suiza (CERN), y el otro de biología molecular, el Max Plank Institute, en Alemania. El resultado, argumenta: “Revela las fragmentaciones de la ciencia contemporánea; muestra diferentes arquitecturas de los

enfoques empíricos, construcciones específicas del referente, ontologías particulares de instrumentos y diferentes máquinas sociales. En otras palabras, se pone de manifiesto la diversidad de culturas epistémicas” (curivas de la autora; 1999). Este enfoque radical ha tenido mucha aceptación, si se considera que google scholar menciona que este libro registra 5 481 citas.

La división constructivista de las ciencias naturales tiene un significado filosófico profundo, porque desafía la unidad de las ciencias naturales como un campo de conocimiento monolítico con un método único (Zavala, 2000). Unidad que, afirma Knorr Cetina (1999), fue propuesta por “El Círculo de Viena cincuenta años atrás”; creencia también seguida por los metodólogos, quienes consideran que el método científico se aplica en todas las ciencias, sean físicas, biológicas e incluso sociales (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Por su parte, los científicos sociales aún no tienen un acuerdo pleno respecto a cuáles son los problemas centrales y los métodos de su disciplina (Rosenberg, 2008; De la Lama, Daturi y De la Lama, 2016).

Esta polémica tiene implicaciones profundas para la filosofía de la ciencia, los procesos de enseñanza aprendizaje de la investigación y para el conocimiento de la ciencia misma. Con la finalidad de enriquecer dicho conocimiento se buscaron nuevas evidencias para determinar si los científicos de la física y de la biología se guían por reglas diferentes en sus investigaciones. En consecuencia, el objetivo de esta investigación busca establecer: Si entre los investigadores de las ciencias físicas, y los de las ciencias biológicas, ¿difieren las opiniones respecto a las reglas de la investigación?

MARCO TEÓRICO

La relevancia de acumular un conjunto de opiniones para comprender y explicar el comportamiento de individuos, comunidades y sociedades tiene su validez en la ciencia de la psicología social, que ha probado que las opiniones tienen una relación probable con las disposiciones para la acción y las conductas de las personas, e implican actitudes, creencias y valores (Edward y Harold, 1980; Fiske, Gilbert y Lindzey, 2010). Una encuesta relevante, cuyo pronóstico se cumplió, fue la elección del presidente francés Macron (Samuel, 2017).

Existe un problema adicional al desafío de recoger opiniones de los científicos respecto a las reglas de la investigación, advertido por varios de ellos (Brezinski, 1993; Holton, 1985), entre los cuales se puede citar a Medawar (2013), premio Nobel, el cual indica que “Los científicos observan sus reglas inconscientemente, y en

el sentido de que no son capaces de expresarlo claramente en palabras, no lo saben" (p. 32) (cursivas nuestras); y también Schrödinger (1997), otro premio Nobel, quien ofrece una razón para este pretendido desconocimiento: el estudio de la realidad tal cual es, "Constituye la actitud fundamental de la ciencia hasta nuestros días [sin embargo] es una actitud que para nosotros se ha convertido en actitud común, hasta el punto de olvidar que alguien tuvo que plantearla, hacer de ella un programa y embarcarse en él" (p. 80). Para el físico Spirin (Keldysh, 1982), este olvido se explica porque "Una escuela científica [...] es una determinada cultura en el trabajo que se percibe, se educa y se asimila" (p. 154); en otras palabras, una buena parte del aprendizaje que realizan los futuros científicos es intuitivo de acuerdo con el psicólogo Kedrov (Keldysh, 1982).

Para resolver el contrasentido entre el trabajo de investigación de los científicos y su aparente desconocimiento de las reglas de la investigación se recurrió a la Teoría de los Recuerdos Auxiliados (aided recall). Esta teoría identifica y separa dos tipos de recuerdos cualitativamente diferentes: 1) los recuerdos espontáneos, son las opiniones que libremente expresa el encuestado acerca del problema tratado por la investigación, y 2) los recuerdos ayudados, donde el encuestado es auxiliado para recordar el problema indagado (Danaher y Mullarkey, 2003; Reinares-Lara, Reinares-Lara & Olarte-Pascual, 2016).

Si la unicidad de la ciencia no existe tal como lo aseguran Knorr Cetina (1999), Latour (2001) y otros constructivistas (Edison, 1998), se esperaría que cuando los científicos naturales opinen acerca de las reglas que orientan la elaboración de sus investigaciones científicas hubiese importantes discrepancias, si se les divide en dos grandes campos: la física y otras ciencias articuladas con el mundo inerte, y la biología y las ciencias relacionadas con la vida y el entorno que las rodea (Asimov, 1984). Por tanto, el primer supuesto de esta investigación afirma que la mayoría de opiniones de los investigadores de las ciencias físicas y afines diferirán de las biológicas y similares cuando mencionen espontáneamente las reglas de la investigación que consideren se ajustan a su respectiva práctica profesional. El segundo supuesto plantea que, al presentarse —por medio de la técnica del recuerdo auxiliado— a la consideración de los científicos encuestados determinadas reglas de la investigación científica, se produciría una diferencia estadísticamente significativa entre los investigadores, si les dividen en dos campos: ciencias físicas y ciencias biológicas, porque ambas ramas del conocimiento difieren en sus enfoques empíricos, referentes teóricos, instrumentos, técnicas y ambientes de trabajo.

Las reglas de la investigación científica que se presentó a los investigadores encuestados por medio del recuerdo auxiliado fueron cuatro, sugeridas por algunos científicos y filósofos, es decir, a partir de apreciaciones cualitativas. La primera regla respaldada por algunos destacados personajes: (Thuillier, 1991) "La ciencia nos revela la Realidad tal como es" (p. 8); Pérez Tamayo (2008): "Desde luego todos [se refiere a su grupo de trabajo] creíamos en la existencia de un mundo real" (p. 48); Wigglesworth (citado en Duncan y Miranda, 1987): "Se funda en la fe incuestionable en que los fenómenos naturales se conforman a las 'leyes de la naturaleza'" (p. 291), fue descubierta por los filósofos jonios, hace 2 500 años, y la plantearon de la siguiente forma: "el mundo tal como es, posee leyes o regularidades que se comprenden por medio de la observación" (Schrödinger, 1997, p. 80).

La segunda regla presentada a los científicos fue la Actitud Crítica, definida como "la capacidad para analizar de manera objetiva, racional, verificable y sistemática la información que proporciona la realidad"; como Thuillier (1991) afirma: "El investigador debe [...] ejercer sus sentidos críticos" (p. 16); Bachelard (1974) cree que es una conducta general de la comunidad científica: "La crítica [...] ésta sí, es necesariamente un elemento integrante del espíritu científico" (p. 21); Popper (Holton, 1988) la limita a la posibilidad de falsear una teoría: "llegué a la conclusión de que la actitud científica era la actitud crítica, que no buscaba verificaciones sino pruebas decisivas, pruebas que pudieran refutar la teoría probada, aunque nunca pudieran establecerla" (p. 190); Ayala (Dobzhansky et al., 1980) enfoca tal actitud en la prueba: "El elemento crítico que diferencia a las ciencias empíricas de las demás formas de conocimiento es la exigencia de que las hipótesis científicas puedan ser desestimadas empíricamente, no pueden resultar coherentes con todos los estados posibles del mundo empírico" (p. 477). La actitud crítica hacia el objeto de estudio supuestamente permite que las pruebas aportadas sean independientes de los intereses, las emociones y las aspiraciones de los hombres; en consecuencia, abre la posibilidad de comprender la realidad tal como es.

Pero no basta tener actitud crítica para que el científico sea capaz de estudiar la realidad; es necesario hacerla operativa, convertirla en acción investigativa; de ahí nace la tercera regla. Esbozada por muchos científicos, está relacionada con las capacidades conceptuales y operativas para resolver el problema indagado. Se trata de la habilidad para diseñar y utilizar las más exigentes pruebas para probar o rechazar los supuestos de la investigación. Es el conjunto de habilidades, conocimiento y experiencia necesarios para

tender el puente entre el anteproyecto de investigación y el experimento o la observación controlada.

A este conjunto de destrezas aún no se le ha definido; apenas y se le menciona como amor al trabajo (Berg, Spirin, Kedrov, en Keldysh, 1982); Artovolevski (Keldysh; 1982) lo resume: “Sin trabajo, nada hay verdaderamente elevado. Estas palabras de Goethe definen de un modo cabal una cualidad más, de la que no puede prescindir un hombre de ciencia verdadero: el amor al trabajo” (p. 43). Pérez Tamayo (2008) hace un acercamiento más preciso: “El trabajo científico experimental [...], es el proceso cíclico continuo de tener ideas y ponerlas a prueba, usando los resultados de esas pruebas para ir modificando las ideas iniciales” (cursivas nuestras). Esta última explicación describe de modo sintético la clase de trabajo al cual nos referimos, y se le ha definido como tener aptitud metodológica. En síntesis, es la capacidad para aplicar los procedimientos, los instrumentos y las técnicas necesarias para poner a prueba los supuestos de la investigación.

La cuarta y última regla presentada en el cuestionario está relacionada con la necesidad de publicar los resultados de la investigación. Esta clase de comunicación demanda una actitud especial porque implica estar dispuesto a publicar de manera abierta los resultados. Se destaca que ninguna otra actividad humana demanda tal exigencia. Vizcaíno Sahagún (2002), editor científico, aclara la importancia que esta regla tiene para la ciencia: “Investigar es crear, descubrir conocimientos nuevos; ‘publicar correctamente’ estos descubrimientos permite a los demás investigadores de un área en particular, de hoy y del mañana, entender, reproducirlos y utilizarlos”. Esta idea es compartida por Lyttleton (Duncan y Miranda, 1987): “Al publicar la investigación científica, se debe hacer de manera tal que el lector pueda seguir todos los pasos que llevaron a los resultados de que se traten, para que de ser necesario verifique por sí mismo las conclusiones” (p. 28).

Estas cuatro reglas las expuso el encuestador a los investigadores participantes después de explorar sus recuerdos espontáneos respecto a esta problemática. A su vez, los científicos evaluaron y determinaron si correspondían o no a reglas que aplican en sus investigaciones.

Para entender el funcionamiento de estas reglas es menester comprender que se trata de acuerdos sociales desarrollados por la comunidad científica (Cohen, 1988) mediante una práctica que se remonta al siglo XVI (podemos mencionar como sus iniciadores a Copérnico, Tycho Brahe y después a Galileo), acuerdos que los científicos han interiorizado de manera auténtica y no como un lema o un acto voluntarioso, por la sencilla

razón de que se han mostrado eficaces para resolver los complejos problemas de la naturaleza y la sociedad.

Los límites a dichas reglas son estrictamente sociales y personales. Cuando la comunidad científica o algún segmento estratégico de la sociedad, o el propio investigador, no las considera relevantes para su actividad debido, entre otras cosas, a la exigencia por publicar, al respeto excesivo por la autoridad académica, civil, política, empresarial o incluso militar, acaban por privilegiar al autoritarismo, las patentes, la seguridad nacional, la opacidad política, la falta de democracia, y acotan, censuran o prohíben las respuestas verificables y objetivas que demanda la sociedad civil, el periodismo crítico y la investigación científica, entonces la evasión de la realidad se convierte en una constante social, se consolida el desinterés por verificar las declaraciones o las explicaciones oficiales y languidecen, o incluso desaparecen, la actitud crítica y la comunicación abierta, es decir verificable.

MÉTODO

Participantes

Para probar los supuestos del estudio se recurrió a preguntar a las personas que son los representantes clásicos de los que investigan en ciencias naturales, es decir, los cuestionarios se aplicaron sólo a las personas que reconocieron ser investigadores o profesores-investigadores de tiempo completo adscritos a facultades, institutos o departamentos de ciencias naturales de instituciones de educación superior. Entre sus actividades profesionales, estas personas efectúan investigaciones de su disciplina.

La muestra

Para responder a la problemática de este estudio se hizo un sondeo de opinión piloto, no representativo e intencional (los miembros del estudio no tuvieron similares grados de probabilidad de ser seleccionados (Weiers, 1986)), pero que se ciñeran a las exigencias de los supuestos, o sea, encuestar sólo a investigadores de tiempo completo o profesores investigadores de la escuela, instituto, facultad o laboratorio seleccionado.

Los lugares donde se hicieran las encuestas fueron tres universidades: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus ciudad universitaria; la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), campus Iztapalapa, y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM, Campus ciudad universitaria de Toluca). Dadas las limitaciones de la muestra, los resultados son exploratorios y provisionales.

El cuestionario

Para conocer las opiniones de los científicos naturales frente a la investigación científica se recurrió a un cuestionario que las recopiló, por medio de un encuestador debidamente capacitado. Previamente, al encuestado se le informó que la cédula recogería opiniones acerca de su trabajo profesional. El instrumento registra las opiniones de los encuestados de acuerdo con la teoría de las ciencias de la conducta humana, (Edward y Harold, 1980; Fiske, Gilbert y Lindzey, 2010). El instrumento se diseñó de acuerdo con las recomendaciones de la teoría y técnica denominada “recuerdo auxiliado” (Danaher & Mullarkey, 2003), ambas explicadas en el marco teórico de este estudio. El cuestionario se presenta en el apéndice 3, para su eventual reproducción por algún lector interesado en replicar el estudio.

Debido a que la naturaleza de las preguntas se refiere al trabajo profesional de los encuestados (algo que supone conocen profundamente) y que a estas personas se les encuestó en sus horarios de trabajo, se consideró prudente no hacer preguntas de control para no alargar la encuesta y para que los rechazos a responder el cuestionario fueran menores. Los ítems están contruidos en condicional (cree Ud., estima, considera, podría), buscando eliminar presiones adicionales a los encuestados. Además, en la tabulación se dio especial relevancia a los comentarios adicionales de los encuestados, y de esta manera determinar si condicionaban la respuesta afirmativa; de ser así, invariablemente se calificaba como negativa; por ejemplo, “Sí, pero es positivista”, “Sí se debería, sólo que una cosa es deber y otra es poder”. Sin embargo, el sesgo potencial preocupa a los autores y queda pendiente de resolver una comparación con otro instrumento similar.

Las dos primeras preguntas identifican si los científicos del área física y la biológica coinciden o no en mencionar de manera espontánea las reglas de investigación que consideran rigen sus investigaciones, e incluso registra si creen o no que existen reglas en la investigación de su campo. En seguida, el encuestador pregunta si las cuatro reglas puestas a su consideración representan reglas de la investigación científica. De nuevo la división entre “físicos” y “biólogos” permitirá saber si coinciden o no en sus respectivas evaluaciones de dichas reglas.

Procedimiento

El trabajo de campo.

Los investigadores o profesores investigadores fueron localizados en cubículos, talleres, laboratorios, aulas, de institutos o facultades o departamentos académicos de ciencias naturales de prestigiadas universidades (UNAM, UAM y la UAEM), como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1.

Distribución de investigadores encuestados de ciencias naturales

ÁREA DE FÍSICA, INGENIERÍA Y QUÍMICA AGRUPA A INVESTIGADORES ENCUESTADOS EN:	ÁREA DE BIOLOGÍA, DE LA SALUD Y AGROPECUARIA AGRUPA A LOS INVESTIGADORES ENCUESTADOS EN:
La UNAM (Ciudad universitaria) Instituto de Ciencias Nucleares. Instituto de Física. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas. Facultad de Ciencias (Física). La UAM (Campus Iztapalapa) División Académica de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI), que ofrece 10 licenciaturas, ocho posgrados y una especialidad. La UAEM Facultades de Física e Ingeniería.	La UNAM (Ciudad Universitaria) Ciencias Biológicas. Ciencias del Mar y Limnología. Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias (Biología). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. La UAM (Campus Iztapalapa) División Académica de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS), que oferta seis licenciaturas, cinco posgrados y una especialidad. La UAEM Facultades de Biología, Biotecnología, Veterinaria y Zootecnia, y Medicina.
Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.	

Para su estudio, los encuestados se dividieron en dos grupos; los de ciencias físicas agrupan a los físicos, químicos e ingenieros de diversas especialidades, como programadores, mecánicos, químicos, civiles etcétera; en este estudio, a ellos se les denominó “los físicos”. Los encuestados de ciencias biológicas fueron biólogos de diferentes especialidades, médicos, veterinarios y zootecnistas, entre otros; a este conjunto de investigadores les identificó como “los biólogos”.

El trabajo de campo se efectuó en los meses de febrero y mayo de 2012, y de mayo a septiembre de 2013; el cuestionario se aplicó a 125 científicos (56 investigadores relacionados con el área de “Física” y 69 del área “Biológica”) (tabla 2).

Tabla 2.
Encuestados por campos científicos

ENCUESTADOS	FÍSICA	BIOLOGÍA
UNAM	39%	30%
UAM	25%	30%
UAEM	36%	40%
Total	100%	100%
Encuestados	56	69

Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

Los científicos encuestados dijeron que hicieron sus últimos estudios en diferentes facultades e institutos; los que afirman que esos estudios los hicieron en México forman mayoría, tanto en el caso de “los físicos” como de “los biólogos” (56 y 55% respectivamente); en el caso de los que estudiaron en el extranjero, predomina en ambos casos la Unión Europea (tabla 3).

Tabla 3.
Facultades, institutos o laboratorios de procedencia de los últimos estudios de los encuestados

FACULTADES O REGIÓN DE PROCEDENCIA	“FÍSICOS”	“BIÓLOGOS”
UNAM	32%	21%
UAM	12%	8%
Otros en México	12%	25%
Unión Europea	34%	23%
USA*	7%	18%
Latinoamérica	2%	5%
Total	100%	100%
Frecuencia	56	69

* Incluye Canadá.
Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

Los encuestados destacan por su nivel académico; en las ciencias biológicas y afines, 95% dice tener posgrado en alguna especialidad, y en las de ciencias físicas y similares, 96% (tabla 4).

Tabla 4.
Nivel académico de los estudios de los encuestados

NIVEL ACADÉMICO	“FÍSICOS”	“BIÓLOGOS”
Doctorado	88%	76%

Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

NIVEL ACADÉMICO	“FÍSICOS”	“BIÓLOGOS”
Maestría	8%	19%
Licenciatura	4%	5%
Total	100%	100%
Encuestados	56	69

Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

El ambiente en que se desarrolló el trabajo de campo fue cooperativo, y en ocasiones hubo camaradería; incluso uno de los encuestados recibió una invitación para integrarse a un grupo de investigación. Uno de cada cuatro científicos amplió sus respuestas en las preguntas dirigidas, uno de ellos indicó que el tema es interesante, pero está descuidado, y el resto se limitó a responder las preguntas. Los rechazos a responder el cuestionario fueron siete (5.6%), y ningún entrevistado interrumpió la aplicación de la cédula, lo que le otorga al estudio y al instrumento una gran aceptación (94.4%).

Mediciones

Con la finalidad de responder a los objetivos de la investigación, los encuestados se dividieron en dos categorías. La primera, “los físicos”, agrupa a investigadores de dicha profesión, pero también a químicos, ingenieros químicos e ingenieros de otras especialidades. La segunda, “los biólogos”, concentra a investigadores de ciencias de la tierra, biólogos de diferentes especialidades, veterinarios y médicos; en estas dos categorías se midieron las reglas de la investigación científica, que fueron mencionadas de manera espontánea o por medio de las preguntas dirigidas.

Análisis estadísticos

Los resultados, además de tabularse y graficarse, se sometieron a un análisis probabilístico para determinar si las diferencias de opinión observadas entre las variables seleccionadas (científicos del área de la física y afines, y de la biología y similares) eran producto del azar. Se tomó en cuenta que los resultados son “dicotómicos”, el número de casos 125, y las muestras son independientes, por lo que se procedió a comparar los hallazgos con la prueba ji cuadrada, de acuerdo con las sugerencias de Siegel y Castellan (1998), “Cuando $N > 40$, utilice la prueba X^2 , corregida para la continuidad” (p. 143). La fórmula y el procedimiento se presentan a continuación.

$$X^2 = \frac{(N(|AD-BC| - N/2))^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$$

Tabla 5.

Tabla de contingencia de la prueba χ^2 corregida para la continuidad

TABLA DE CONTINGENCIA 2 x 2			
Variable	Grupo 1	Grupo 2	Combinación
De acuerdo	A	B	A + B
Desacuerdo	C	D	C + D
Total	A + C	B + D	N

La fórmula tiene la característica de resolver hipótesis expresadas en una tabla 2 x 2; cuando la frecuencia de cada casilla es mayor a cinco (todas las tablas 2 x 2 tienen sólo un grado de libertad ($GL = 1$), donde hay dos variables dicotómicas y una escala nominal que expresa el acuerdo o desacuerdo del encuestado frente a cada una de las reglas científicas mencionadas de modo espontáneo.

El valor crítico de la distribución ji cuadrada, esto es, la frontera o el límite para aceptar que las variaciones son debidas al azar o la casualidad, es cuando la χ^2 tiene un valor menor o igual a 3.84 ($\chi^2 \leq 3.84$), y se acepta que es posible que exista un error de 5% en los resultados (Siegel y Castellan, 1998). Los procedimientos específicos para las pruebas de hipótesis de las preguntas 1 y 2 se encuentran en el anexo 1.

A las preguntas 3, 4, 5 y 6 del cuestionario no se les aplicó la prueba ji cuadrada porque algunas de sus casillas —negativas a las reglas propuestas— no reunieron el mínimo de cinco respuestas; por ello se les aplicó una prueba binomial (distribución de Bernoulli) para medir la variabilidad de los acuerdos, gracias a que se diseñó una escala dicotómica de sus respuestas. El parámetro p (respuestas afirmativas a dichas reglas) se estimó con un intervalo de confianza de 95% (Miller y Freund, 2004).

HALLAZGOS

Análisis de las reglas mencionadas de modo espontáneo por campo de conocimiento

De acuerdo con las respuestas proporcionadas por los encuestados a la pregunta 1, un grupo casi similar proporcionalmente, en ambos campos del conocimiento (física y biología) afirmaron que no hay reglas en la investigación científica (18 y 16% para cada caso); en contraposición, el resto considera que sí existen reglas en la investigación científica. Dada la similitud de proporciones, se estimó que las diferencias están dadas por el azar (tabla 6).

Tabla 6.

Pregunta 1. En su opinión, ¿cree que existan reglas dentro de la investigación científica que sigan la mayoría de los científicos en activo?

RESPUESTAS	"FÍSICOS"	"BIÓLOGOS"
No hay reglas	18%	16%
Sí existen reglas	82%	84%
Total	100%	100%
Encuestados	56	69

Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

La pregunta 2 del cuestionario permitió conocer las opiniones espontáneas que los investigadores encuestados tienen de las reglas de la investigación científica; las respuestas se agruparon en 10 reglas generales relacionadas con: 1) seguir el método científico; 2) tener que publicar; 3) tener actitud crítica; 4) difundir el conocimiento logrado; 5) seguir los lineamientos institucionales; 6) poseer principios éticos o bioéticos; 7) tener aptitud metodológica; 8) producir resultados originales; 9) formar recursos humanos, y 10) estudiar la realidad; se mencionaron otras reglas, pero como no tuvieron eco en otros investigadores se agruparon en "otras reglas".

La regla más mencionada entre "los biólogos" encuestados fue seguir el método científico o alguna manifestación semejante a este concepto (36%) contra 23% de "los físicos" encuestados. La prueba ji cuadrada = 1.90 indicó que las diferencias entre "los biólogos" y "los físicos" encuestados se deben al azar, porque no sobrepasa el límite de $\chi^2 = 3.84$, con un GL y 95% de confiabilidad (tabla 6).

Por su parte, "los físicos" encuestados mencionaron de manera espontánea como la regla más importante tener que publicar sus resultados de la investigación (27%), en tanto que para "los biólogos" encuestados esta regla registró 17% de respuestas. La prueba ji cuadrada = 1.10 indicó que las diferencias entre "los físicos" y "los biólogos" encuestados se debieron a la casualidad, porque el límite de $\chi^2 = 3.84$, con GL y 95% de confiabilidad no fue rebasado (tabla 6).

Las respuestas más significativas de los encuestados a tener que publicar fueron: "Veracidad de los datos reportados", "[Hay] Acuerdos sobre la reproducibilidad de los resultados", "Reproducibilidad [y agrega] que sean verificables los trabajos de investigación", "Absoluta honestidad en el reporte de datos experimentales, [pero agrega] Debería serlo, aunque no estoy cierto de que sea así" y "Publicar y no presentar resultados falsos".

La regla Tener actitud crítica entre los "biólogos" y los "físicos" encuestados tuvo una diferencia de 10% (23

Tabla 7.

Respuestas a la pregunta 2. ¿Podría mencionar alguna de estas reglas?

REGLAS	FÍSICOS, QUÍMICOS E INGENIERÍAS			BIÓLOGOS Y C. DE LA SALUD Y ZOOTECNISTAS			χ^2
	MENCIONAN LA REGLA	NO LA MENCIONAN	TOTAL*	MENCIONAN LA REGLA	NO LA MENCIONAN	TOTAL*	
Seguir el método científico.	23%	77%	100%	36%	64%	100%	1.90
Publicar resultados.	27%	73%	100%	17%	83%	100%	1.10
Tener actitud crítica.	13%	88%	100%	23%	77%	100%	1.69
Vincularse a la sociedad.	11%	89%	100%	6%	94%	100%	0.46
Seguir los reglamentos.	16%	84%	100%	17%	83%	100%	0.28
Poseer principios éticos o bioéticos.	13%	88%	100%	38%	62%	100%	8.83
Tener aptitud metodológica.	9%	91%	100%	9%	91%	100%	0.13
Ser originales.	11%	89%	100%	1%	99%	100%	*
Formar recursos humanos.	11%	89%	100%	1%	99%	100%	*
No las recuerdo.	0%	100%	100%	4%	96%	100%	*
Estudia la realidad.	2%	98%	100%	1%	99%	100%	*
Otras reglas.	21%	79%	100%	7%	93%	100%	4.15

Las sumas de las reglas mencionadas de modo espontáneo siempre son iguales a 56 en el caso de los "físicos" y 69 en el de los "biólogos", porque incluyen en "no la mencionan" los que dijeron que no había reglas. Nota*: para revisar las pruebas ji cuadrada véase el anexo 1, y no aplica esta prueba en las reglas marcadas con (*), porque una de las casillas para el cálculo tiene menos de cinco frecuencias. Fuente: Encuesta a 125 investigadores de ciencias naturales.

y 13% respectivamente). Se le hizo la prueba ji cuadrada = 1.69; como tuvo un resultado menor que $X^2 = 3.84$, con GL y 95% de confiabilidad, fue posible indicar que las diferencias estuvieron dadas por el azar (tabla 6).

Las respuestas espontáneas de los investigadores encuestados respecto al término "tener actitud crítica" fueron indirectas, pero remiten a esta clase de actitud: "[Tener] Honestidad en la investigación, honradez de los resultados, investigación de calidad", "Principalmente hay que demostrar lo que se afirma, sea área teórica o experimental", "Es usual presentar los resultados de las investigaciones en seminarios, congresos y/o talleres con

la idea de darlos a conocer, pero también someterlo al escrutinio de los colegas" y "Resultados reproducibles".

La regla vincularse a la sociedad también fue mencionada por una minoría de encuestados; "los físicos" la mencionaron más que "los biólogos" (11 y 6% respectivamente). La prueba ji cuadrada = 0.46, por lo que no alcanzó el límite de $X^2 = 3.84$, con GL y 95%. Tal vez las diferencias se debieron al azar (tabla 6).

La siguiente regla, seguir las leyes y los reglamentos de la universidad, del Conacyt, las reglas de cooperación interinstitucional e internacional (APA y de laboratorio), fue recordada de manera espontánea por 16% de

“los físicos” y 17% de “los biólogos”; por esta razón las diferencias de $X^2 = 0.28$ fueron escasas, por lo que no rebasa el límite ya conocido, y las diferencias se atribuyeron a la casualidad (tabla 6).

La regla poseer principios éticos, como honestidad, respeto al trabajo de los demás, etcétera, o también valores bioéticos, es decir, seguir conductas bioéticas internacionales, manejo adecuado de animales, hombres y ambiente, es una regla que preocupa sobre todo a una minoría significativa de “los biólogos” encuestados (38%), y otra minoría menos importante de “los físicos” encuestados (13%), también la consideró una regla de la investigación científica. La prueba ji cuadrada = 8.83 rebasa el límite de $X^2 = 3.84$ con GL y un error esperado en los resultados de 5%, por lo que es razonable concluir que las diferencias no se deben a la casualidad (tabla 6).

Tener aptitud metodológica fue otra regla que mencionó una minoría de “los físicos” y “los biólogos” encuestados (9% en ambos casos). Las diferencias, si las hubiera, se debieron al azar (tabla 6). Las referencias a la aptitud metodológica siguieron el mismo patrón de las reglas anteriores; se mencionaron de modo implícito: “Observación de los fenómenos, independientemente si se trata de física teórica o experimental”, “Metodología y herramientas de investigación”, “Corroborar experimentos”, “[Tener] Disciplina, constancia”, “Observación detallada”, “Hacer experimentos”, “[Están de acuerdo en] procedimientos estandarizados” y “Utilización de instrumentos”.

Otra discrepancia encontrada fue la regla ser original; una minoría de “los físicos” la mencionaron (11%), en tanto que sólo un “biólogo” la recordó (1%); caso similar incluso en proporciones fue la regla Formar recursos humanos. Debido a la baja cantidad de respuestas de “los biólogos”, en ambos casos no es factible hacer la prueba ji cuadrada; sin embargo, dada la diferencia se debe admitir la posibilidad de que las diferencias no se deban al azar. Otra regla apenas mencionada por ambos grupos fue: estudiar la realidad (tabla 6).

Otra categoría discordante es “otras reglas”; agrupa las reglas mencionadas de modo espontáneo, pero que no se pueden concentrar porque no las repitieron otros encuestados. “Los físicos” encuestados tuvieron una dispersión mayor (21%) que “los biólogos” (7%). El resultado de la prueba ji cuadrada = 4.15 fue mayor al límite crítico de $X^2 = 3.84$, con GL = 1 y 5% de error, por lo que se debe rechazar la hipótesis de que las diferencias se deben al azar (tabla 6).

Estudio de las respuestas través de la “recordación ayudada” (preguntas 3, 4, 5 y 6 del cuestionario), por área del conocimiento

Las preguntas 3, 4, 5 y 6 también se hicieron a todos los científicos encuestados (125), incluidos aquellos que en la pregunta 1 mencionaron que no hay reglas, y los que mencionaron alguna de ellas en la pregunta 2, y así identificar si se presentó alguna rectificación de su opinión.

La pregunta 3 indica: ¿Cree que una de las reglas sea pensar que en la naturaleza existen leyes o regularidades que pueden ser explicadas a través de la observación y el razonamiento?

Las respuestas afirmativas a este acuerdo por parte de “los físicos”, y “los biólogos” encuestados se elevaron a $91\% \pm 7.5$ y 94 ± 5.5 respectivamente; las respuestas que rechazan que este sea un acuerdo generalizado entre “los físicos” suman 9%; en el caso de “los biólogos”, 6% (figura 1; para observar el cálculo de la binomial).

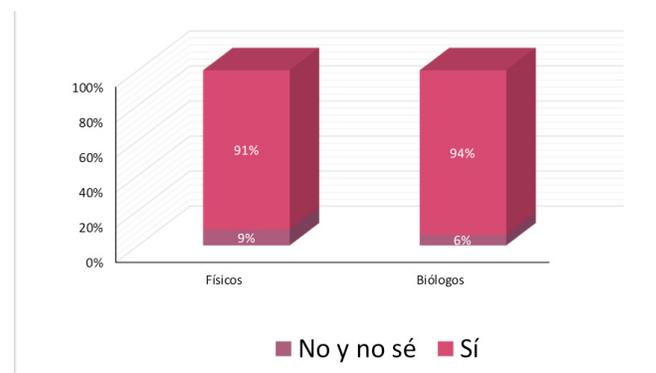


Figura 1.

Respuestas a la pregunta 3. ¿Cree que una de las reglas sea pensar que en la naturaleza existen leyes o regularidades que pueden ser explicadas a través de la observación y el razonamiento? Por área de conocimiento.

La diferencia entre ambos científicos es de 3%, que está entre los límites de las variaciones encontradas (\pm). Por ello es posible afirmar que son producto del azar. Algunos testimonios que los encuestados proporcionaron a esta pregunta fueron: “Eso es generalmente la ciencia”, “Se tiene la creencia de que hay reglas escritas en la naturaleza y que cada cosa tiene un orden y un arreglo” y “Debajo de leyes o regularidades hay fenómenos o condiciones”. También hubo comentarios escépticos: “Ves lo que quieres ver” y “Hay un grupo para quien sí cumple y para quien no”.

La pregunta 4 planteó a los científicos la siguiente regla: ¿Estima que otra de las reglas sería que el investigador tenga actitud crítica frente al objeto de estudio? Es decir, que desarrolle la capacidad de analizar de manera objetiva, racional, verificable y sistemática la información contenida en toda investigación.

Las respuestas de los investigadores encuestados a esta pregunta también tienen pocas variaciones entre

áreas del conocimiento. “Los físicos” aceptaron esta regla en 96% de los casos, y “los biólogos” en 97%; las opiniones negativas fueron mínimas (figura 2).

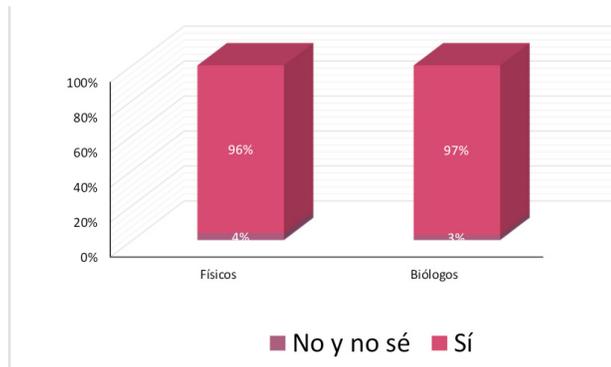


Figura 2.

Respuestas a la pregunta 4. ¿Estima que otra de las reglas sería que el investigador tenga actitud crítica frente al objeto de estudio? Es decir, que desarrolle la capacidad de analizar de manera objetiva, racional, verificable y sistemática la información contenida en toda investigación.

La diferencia entre ambos grupos de encuestados es menor respecto a la pregunta anterior (3), por lo que se puede afirmar que las diferencias son producto de la casualidad. Algunos comentarios que los encuestados dieron después de escuchar la pregunta 4 fueron: “Que tenga una actitud muy crítica y personal”, “Es indispensable”, “[Tener] Autocrítica del trabajo que se desarrolla”, “Es una característica del investigador” y “Diferencia entre un investigador y un científico o aficionado a la ciencia”. Asimismo hubo algunos comentarios escépticos a esta regla: “Depende de la disciplina”.

La pregunta 5 se planteó de la siguiente manera ¿Cree que otra de las reglas sea tener aptitud metodológica? Es decir, tenga la capacidad para recurrir a procedimientos, instrumentos y técnicas pertinentes para probar sus supuestos.

Las respuestas divididas por áreas del conocimiento indican una aceptación muy alta entre ambos grupos de científicos; los profesionales del área de la física encuestados consideraron a la aptitud metodológica como indispensable para ejercer sus actividades de investigación en 95% de los casos; los del área biológica la aceptaron en $94 \pm 5.9\%$; los rechazos a esta regla fueron escasos (5 y 6% respectivamente) (figura 3; para observar el cálculo de la binomial).

De nuevo se observa una gran similitud en las respuestas de ambos conjuntos de científicos (diferencia de 1%), por lo que esas desviaciones pueden ser obra del azar. Los rechazos a la regla tener aptitud metodológica rondan entre el 5 y 6%, a pesar de que se trata de un con-

cepto nuevo que define las tareas operativas de la investigación. Las acotaciones que hicieron los científicos a esta pregunta fueron elocuentes: “Eso es el método científico”, “Absolutamente” y “Siempre y cuando no se case con un método. No existe el método científico como tal [único] Existen metodologías científicas [...] Estas metodologías dependen del objeto de estudio”. Sin embargo, existen los escépticos “No se cumple cuando los resultados de la investigación afectan a la iniciativa privada o el gobierno” y “Aunque no es el único camino”.



Figura 3.

Respuestas a la pregunta 5 ¿Cree que otra de las reglas sea tener aptitud metodológica? Es decir, posea la capacidad para recurrir a procedimientos, instrumentos y técnicas pertinentes para probar sus supuestos.

La pregunta 6 del cuestionario plantea: ¿Considera que otra de las reglas sería que el científico esté dispuesto a comunicar los resultados encontrados de manera abierta? Es decir, verificable o replicable.

Las respuestas positivas de los encuestados, por área de conocimiento, vuelven a ser altas; $91\% \pm 6.7\%$ para los de biología y 93 ± 6.6 para los de física; en contrapartida, quienes niegan que la comunicación abierta sea un signo distintivo son 6 y 2% para cada caso (figura 4).

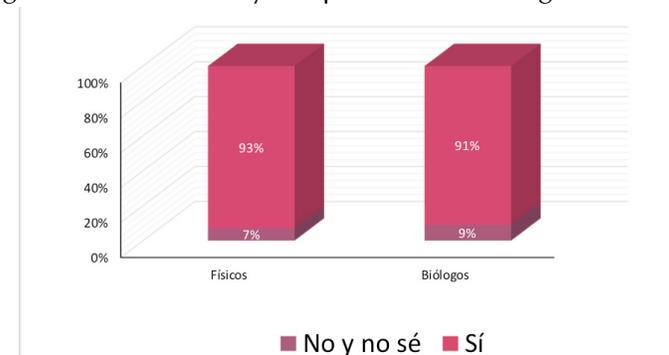


Figura 4.

Respuestas a la pregunta 6 ¿Considera que otra regla sería que el científico esté dispuesto a comunicar los resultados de manera abierta? Es decir, verificable o replicable.

Las diferencias entre ambos grupos de investigadores encuestados vuelven a ser mínimas (2%) y quedan dentro de sus variaciones estimadas (\pm). Sin embargo, de las cuatro reglas planteadas a los científicos, comunicar de manera abierta es la que tiene más rechazos; “los físicos” y disciplinas similares la contradicen en 7% de los casos, y “los biólogos” y ciencias similares la objetan en 9 por ciento.

Los argumentos esgrimidos por algunos científicos de ciencias naturales a la pregunta 6 fueron desde los que consideraron que era imperativo publicar: “Es una obligación”, “Así tiene que ser”, “Es un deber hacerlo”, “Si no, no hay avance” y “Sí, con cuidado”; hasta comentarios que condicionaron esta regla: “No siempre se da de forma abierta, por ejemplo, la gente de la NASA no lo hace”, “Las revisiones de las revistas se hacen sin conocer el tema, se confía en los autores” y “Siempre y cuando se busque la propiedad intelectual”.

DISCUSIÓN

Es preciso destacar que aunque los científicos opinen que hay reglas específicas que orientan sus investigaciones, no significa que necesariamente las practiquen, porque un estudio de opiniones registra sólo disposiciones para la acción, o sea que, en algunos casos, calculables por medio de la teoría del error estadístico, como en este caso, donde se presentan las desviaciones de los promedios con la prueba de Bernoulli (apéndice 2), las opiniones pueden variar de la práctica. Sin embargo, encuestar a los científicos tiene la enorme ventaja de que son ellos los que están más próximos, definitivamente, a la práctica de la investigación científica, y no etnólogos, sociólogos o filósofos, que suelen opinar con mucha libertad acerca de una materia de la cual no tienen una experiencia directa.

Debe enfatizarse que las opiniones de los científicos no son la manifestación de las acciones que siguen cuando desarrollan su investigación. Como lo expresa Medawar (2013): “No es fácil, y no siempre será necesario, establecer una distinción clara entre científicos que ‘realmente investigan’ y aquellos que realizan operaciones científicas, aparentemente de memoria” (p. 8). Sin embargo, la comunidad científica tiene varias maneras de discernir entre una investigación científica de otra que no lo es.

La primera manera es evaluar los reportes, antes de su publicación, los cuales son sometidos al escrutinio de gente con similares habilidades para aquilatar su viabilidad; la segunda es que entre los lectores del artículo publicado alguno quiera replicar sus resultados. Estas dos

maneras de evaluar si el estudio cumple con las reglas de la investigación científica tienen limitaciones. La primera es que los juicios de los árbitros no son sometidos a las mismas pruebas de verificabilidad que las investigaciones que evalúan; a veces debe tenerse en cuenta que los evaluadores tienen intereses en competencia con los estudiosos que quieren publicar; la segunda es que no siempre es bien visto que se denuncien prácticas cuestionables porque afectan la reputación de los laboratorios, facultades o instituciones del gobierno, y el tercer obstáculo es la proliferación de revistas científicas, que permite que pasen desapercibidos artículos cuya factura es engañosa porque no serán verificados (Freeland, 2006).

Las reglas expresadas de modo espontáneo por los practicantes de las ciencias de la vida frente a los que estudian al mundo inerte (Asimov, 1984) son prácticamente las mismas, con algunas excepciones. Los resultados indican que una minoría significativa de biólogos, científicos de la salud y zootecnistas tienen como regla introducir en sus investigaciones la bioética, al contrario de la mayoría de sus homólogos de las ciencias físicas e ingenierías, quienes aún no tienen conciencia de la importancia de sus logros en las transformaciones de la vida de los animales, las personas y su entorno. En contraparte, y sin pruebas estadísticas que prueben que las diferencias son significativas, “los biólogos” parecen no tener preocupación por formar nuevas generaciones ni ser originales en sus investigaciones, al contrario de una minoría de “los físicos” que lo consideran reglas básicas.

No escapa que los valores éticos están vinculados de manera indirecta con la regla de la actitud crítica, pero las respuestas de los encuestados, como “Tener valores éticos”, “Dar el crédito necesario a la gente que participa en una investigación” o “Que haya confianza entre los colegas”, no permitió clasificarlas, en estricto sentido, como actitudes críticas, por lo que se respetaron las respuestas y se abrió la categoría: ética; es necesario agregar que aun en el ámbito universitario dicho concepto lo integran demasiados valores como para tener claro su significado (Escalante, Ibarra y Pons, 2017).

Respecto a las hipótesis constructivista sometidas a escrutinio y que se evaluaron de manera dirigida no fue posible encontrar diferencias significativas entre “los físicos” y “los biólogos”. Las diferencias halladas se diluyen frente a las cuatro reglas que son el referente de toda investigación, sin importar cuán diferentes sean sus modelos educativos, las modalidades de trabajo que adoptan las instituciones y los laboratorios, la disimilitud de los instrumentos, técnicas, equipos de trabajo y los referentes teóricos.

Se está consciente de que las opiniones emitidas por los científicos, respecto a las reglas que guían sus

investigaciones, podrían ser interpretadas como una visión o tradición aceptada y compartida de su actividad profesional y no necesariamente una descripción de éstas, debido a que, según Kuhn (1996), a los científicos les interesa sólo el reconocimiento de sus colegas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la presión social intolerable e insostenible se produce por excepción; por ejemplo, cuando la opinión pública, totalmente controlada por el Estado, presiona a la gente para que no disienta de la versión que se le impone (Noëlle-Neumann, 1977). En el caso que nos ocupa, no se aprecia que exista presión social de este tipo en los científicos naturales para que opinen acerca de las reglas de su trabajo profesional, que por añadidura muchas de ellas, quizá las principales, son implícitas.

Algunos estudiosos de la actividad científica consideran que las reglas de la investigación científica son formuladas sin recurrir a la experiencia; Latour (1987) es enfático: “Por ‘reglas del método’ quiero decir qué decisiones a priori se deberían tomar para que todos los hechos empíricos proporcionados por las disciplinas especializadas empiecen a formar parte del dominio de la ‘ciencia, la tecnología y la sociedad’” (p. 17). La aproximación de Latour es interesante; sin embargo, diferimos; las reglas de la investigación científica no son el resultado de decisiones a priori; nacen de las prácticas académicas que los científicos han transmitido de una generación a otra, gracias a que han sido efectivas para resolver los desafíos internos de la investigación científica. Estos retos involucran tres procesos complejos: efectuar descubrimientos, testar supuestos y comunicar de manera abierta los resultados. Este sistema hace posible que se cumpla la finalidad de la investigación científica: hacer generalizaciones que puedan ser probadas con base en valores universales.

Si se regresa al problema de si los científicos comparten una versión socialmente aceptada de la investigación científica, debiera recordarse que esta investigación recurrió a un concepto nuevo: “aptitud metodológica”. En consecuencia, no está asociada con la “visión tradicional de la ciencia”. A pesar de ello, la inmensa mayoría de los científicos encuestados (más de 94%) la aceptan como una regla de la investigación científica.

Debe reconocerse que el rechazo por parte de algunos pocos científicos a la publicación abierta tiene buenos argumentos. Quizás esta regla sea un parteaguas entre la investigación tecnológica y la científica, como indicó un encuestado: “Algunos proyectos financiados por empresas privadas no permiten publicar resultados”.

El hecho de que en el campo de “los físicos” se mencionen de modo significativo más reglas que en el

de “los biólogos”, justifica hacer un reajuste en el instrumento de la encuesta para medir estas diferencias de manera más puntual. Si ambos bloques se desagregan en varias disciplinas y se recurriera a reglas menos genéricas, como las sugeridas por los propios investigadores entrevistados (agrupadas en “otras reglas”), y sólo mencionadas por una minoría, se podrían poner a prueba, con la técnica del recuerdo auxiliado, para esclarecer las efectivas diferencias, si es que existen, entre las diversas disciplinas de la ciencia natural.

CONCLUSIONES

Esta investigación de naturaleza exploratoria y su cuidadoso análisis estadístico permite indicar de modo provisional que, independientemente de que los científicos sean físicos, químicos, ingenieros, biólogos, profesionales de la salud o de ciencias agropecuarias, y que recurran a diferentes métodos, instrumentos, teorías o tradiciones educativas, casi todos ellos coinciden en mencionar de manera espontánea casi las mismas reglas para desarrollar una investigación científica.

Cuando se solicita a los científicos que evalúen las cuatro reglas que supuestamente rigen la investigación científica de sus campos —1) estudiar la realidad tal cual; 2) tener actitud crítica; 3) aptitud metodológica, y 4) disposición para la comunicación abierta o replicable—, la mayoría de ellos, sin importar a qué campo de la ciencia natural se adscriban, coinciden en aceptarlas.

En consecuencia, los resultados de esta investigación abonan en torno a la unidad de la ciencia más que a la diversidad de la misma.

REFERENCIAS

- Asimov, I. (1984). Nueva guía de la ciencia. España, Barcelona, Bachelard, G. (1974), La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo. España, Siglo XXI.
- Bourdieu, P. (2000). Los usos sociales de la ciencia, Argentina, Nueva Visión.
- Brezinski, C. (1993). El oficio de investigador. España, Siglo XXI, 1993.
- Cohen, B. (1988). La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas, España, Alianza Universidad.
- Danaher, P. J. & Mullarkey, G. W. (2003). Factors affecting online advertising recall: A study of students. *Journal of Advertising Research*, 43(03), 252-267.
- De la Lama García, A., Daturi, D. & De la Lama Zubirán, M. A. (2015). Comparación de las nociones sobre la investigación que tienen los científicos de tiempo completo de tres universidades de México. *Revista de la Educación Superior*, XLIV (4). No. 176, octubre-diciembre

- de 2015, 13-35.
- Dobzhansky, T., Ayala, F.G., Stebbins, G.L. & Valentine J.W. (1980). Evolución. España, Omega.
- Duncan, R. & Miranda, W.S. (compiladores) (1987). La enciclopedia de la ignorancia. Todo lo que es posible conocer sobre lo desconocido. México, Fondo de Cultura Económica
- Edison, O. B. (1998). Programa fuerte en sociología de la ciencia y sus críticos, Revista Austral de ciencias sociales. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, No. 2, 89-94.
- Edward E. J & Harold B. G. (1980) Fundamentos de Psicología Social. México, Limusa.
- Escalante-Ferrer, A.E., Ibarra-Urbe, L.M. & Pons-Bonals, L. (2017). Docentes de dos universidades públicas mexicanas ante la integridad académica de sus estudiantes. Cuadernos de H Ideas, 11(11), 1-20, consultado 1/5/2018; URL: <http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/cps/article/view/4262>
- Fiske, S. T., Gilbert, D. T. & Lindzey, G. (eds.). (2010), Handbook of social psychology. (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Freeland, J. H. (2006). Anatomía del fraude científico. España. Barcelona, Crítica.
- Latour, B. (2001). La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia, Barcelona, Gedisa.
- Latour, B. (1987). Science in action. How to follow scientist and engineers trough society. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010) Metodología de la investigación, México, McGraw-Hill. 5ª. edición.
- Holton, G. (1988). La imaginación científica, México, Fondo de Cultura Económica.
- Knorr-Cetina, K. (1999). Epistemic cultures. How sciences make knowledge. England, London, Cambridge, Harvard University Press.
- Keldysh, M. V. & Artobolevsky, I. (coord.). (1982), La edad del conocimiento, México, Guajardo.
- Kuhn, T. S. (1996). Algo más sobre paradigmas. La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia. México. Fondo de Cultura Económica.
- Martínez-García, J. S. (2017). El habitus. Una revisión analítica". Revista Internacional de Sociología, 75(3), 1-14
- Medawar, P. B. (2013). Advice to a Young Scientist. USA. Perseus Books.
- Miller I. & Freund, J. E. (2004). Probabilidad y estadística para ingenieros. México, Prentice Hall Hispanoamérica.
- Noëlle-Neumann, E. (1977). La espiral del silencio. Opinión pública: nuestra piel social. Barcelona: Paidós.
- Pérez-Tamayo, R. (2008). La estructura de la ciencia, México, Fondo de Cultura Económica.
- Reinares-Lara, E., Reinares-Lara, P., & Olarte-Pascual, C. (2016). Formatos de publicidad no convencional en televisión versus spots: un análisis basado en el recuerdo. Historia y comunicación social, 21(1), 257. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2016.v21.n1.52695
- Romero-Moñivas, J. (2017). El papel de la naturaleza física y biológica en la sociología de Norbert Elias. Entre el naturalismo y el sociologismo. Revista Internacional de Sociología, 75(1), 1-13.
- Rosenberg, A. (2008). Philosophy of social science. USA. Westview Press.
- Samuel, H. (2017). Macron polls to win both French presidential rounds against Le Pen for first time. The Telegraph. 9/03. <https://www.telegraph.co.uk/news/2017/03/09/macron-polls-win-french-presidential-rounds-against-le-pen-first/>
- Schrödinger, E. (1997). La naturaleza y los griegos, España, Tusquets.
- Siegel, S. & Castellan, N. J. (1998). Estadística no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta, México, Trillas, 4ª. edición.
- Thuillier, P. (1991). De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Alianza Editorial.
- Universidad Autónoma Metropolitana [UAM] (2017). Planes de estudio de licenciaturas por divisiones Académicas. Recuperado de: http://www.uam.mx/licenciaturas/licenciaturas_por_division.html revisado 28/03/2017.
- Weiers, R. M. (1986). Investigación de mercados. México, Prentice-Hall-Hispanoamericana.
- Vizcaíno-Sahagún, C. (2002). Las revistas de investigación y cómo publicar en ellas, México, cuadernos altexto3, Anúies, región centro occidente, 2002.
- Zavala, J. P. (2000). Reseña de Epistemic cultures. How sciences make knowledge de Karin Knorr-Cetina, Redes, Argentina, Universidad Nacional de Quilmas Bernal Este, agosto 7(15), , 209-213.

APÉNDICE 1

Pregunta 2.

Pruebas de hipótesis estadísticas por cada regla mencionada por los encuestados, divididos en áreas de conocimiento natural.

PRUEBA DE X^2 PARA SEGUIR EL MÉTODO CIENTÍFICO			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Actitud crítica	13	25	38
No se menciona	43	44	87
Total	56	69	125
$X^2 = 1.90$			

PRUEBA DE X^2 PARA PUBLICAR RESULTADOS			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
A. metodológica	15	12	27
No se menciona	41	57	98
Total	56	69	125
$X^2 = 1.10$			

PRUEBA DE X^2 PARA TENER ACTITUD CRÍTICA			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Sí de acuerdo	7	16	23
No se menciona	49	53	102
Total	56	69	125
$X^2 = 1.69$			

PRUEBA DE X^2 PARA VINCULARSE CON LA SOCIEDAD			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Método científico	8	4	12
No se menciona	48	65	113
Total	56	69	125
$X^2 = 1.68$			

PRUEBA DE X^2 PARA SEGUIR REGLAMENTOS INSTITUCIONALES			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Lo menciona	9	12	21
No se menciona	47	43	90
Total	56	55	111
$X^2 = 0.28$			

PRUEBA DE X^2 PARA POSEER PRINCIPIOS ÉTICOS O BIOÉTICOS			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
R. Humanos	8	26	34
No se menciona	48	43	91
Total	56	69	125
$X^2 = 7.40$			

PRUEBA DE X^2 PARA TENER APTITUD METODOLÓGICA			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Lo menciona	5	6	11
No lo menciona	51	63	114
Total	56	69	125
$X^2 = 0.13$			

PRUEBA DE X^2 PARA OTRAS REGLAS			
	C. físicas	C. biológicas	Combinación
Lo menciona	12	5	17
No lo menciona	44	64	108
total	56	69	125
$X^2 = 4.2$			

APÉNDICE 2

Fórmula para la distribución de Bernoulli o distribución dicotómica

La probabilidad del evento es igual al número de veces que ocurre el evento entre el número de ensayos (n).

$$P(E) = (\#E)/n$$

Si queremos estimar el parámetro p se toma como estimador a

$$\hat{p} = \frac{X}{n}$$

Es decir, tomamos como estimación de p la proporción de éxitos obtenidos en las n pruebas

La distribución del número de éxitos es binomial, y puede ser aproximada a la normal cuando el tamaño de la muestra n es grande, y p no es una cantidad muy cercana a 0 o 1.

Entonces podemos asegurar con una probabilidad de 1- α que la desigualdad:

$$-z_{\alpha/2} < \frac{x - np}{\sqrt{np(1-p)}} < z_{\alpha/2}$$

Donde np es la media de una binomial y $\sqrt{np(1-p)}$ es la desviación estándar de una binomial.

Al sustituir x/n por p, y despejando se tiene:

$$\frac{x}{n} - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\frac{x}{n}(1-\frac{x}{n})}{n}} < p < \frac{x}{n} + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\frac{x}{n}(1-\frac{x}{n})}{n}}$$

Donde el nivel de confianza es de (1- α) 100 por ciento.

Cálculos correspondientes

Estimación de la proporción P (Sí, para las preguntas 3, 5 y 6) de ciencias biológicas

Respuestas a la Pregunta 3

Sí	51	0.8360274395	< p <	0.9854011319	X = si =	51
No	5	0.9107142857			x/n =	0.9107142857
Total	56	7.47%			z α /2 =	1.96
		-7.47%			Cálculo	0.0746868462

Respuestas a la Pregunta 5

Sí	53	0.8874529409	< p <	1.005404202	X = si =	53
NO	3	0.9464285714			x/n =	0.9464285714
TOTAL	56	5.90%			z α /2 =	1.96
		-5.90%			calculo	0.0589756306

Respuestas a la Pregunta 6

Sí	52	0.8611177408	< p <	0.9960251164	X = si =	52
NO	4	0.9285714286			x/n =	0.9285714286
TOTAL	56	6.75%			z α /2 =	1.96
		-6.75%			Cálculo	0.0674536878

Estimación de la proporción P (Sí, para las preguntas 3, 4, 5 y 6) de ciencias físicas

Respuestas a la Pregunta 3

Sí	65	0.8868886875	< p <	0.9971692836	X = si =	65
No	4	0.9420289855			x/n =	0.9420289855
Total	69	5.51%			z α /2 =	1.96
		-5.51%			Cálculo	0.055140298

Respuestas a la Pregunta 5

Sí	65	0.8868886875	< p <	0.9971692836	X = si =	65
No	4	0.9420289855			x/n =	0.9420289855
Total	69	5.51%			z α /2 =	1.96
		-5.51%			Cálculo	0.055140298

Respuestas a la Pregunta 6

Sí	63	0.8465577646	< p <	0.979529192	X = si =	63
No	6	0.9130434783			x/n =	0.9130434783
Total	69	6.65%			z α /2 =	1.96
		-6.65%			Cálculo	0.0664857137

La pregunta 4 tiene frecuencias tan bajas de rechazos a la regla que no es posible calcular P.

APÉNDICE 3

Cuestionario utilizado

Buenos días, tardes, etcétera.

Somos un grupo interdisciplinario de estudiantes y especialistas de diversas universidades que estamos interesados en conocer las opiniones de los expertos en torno a su trabajo profesional. ¿Sería tan amable de contestar seis breves preguntas? Muchas gracias.

¿Es Ud. investigador o profesor investigador de Tiempo Completo? Sí () No () Cancelar entrevista.

En qué carrera o instituto labora _____.

De qué universidad (y país si no es México) _____.

1. En su opinión, ¿cree que existan reglas o acuerdos dentro de la investigación científica que sigan la mayoría de los científicos en activo?

Sí () No () Pasar a la p. 3 No sé () Pasar a la p. 3

2. ¿Podría mencionar algunas de estas reglas o acuerdos? No las recuerdo ()

3. ¿Cree que una de las reglas sea pensar que en la naturaleza (o en la sociedad, en su caso) existen leyes o regularidades que pueden ser explicadas a través de la observación y el razonamiento?

Sí () No () No sé ()

4. ¿Estima que otra de las reglas sería que el investigador tenga actitud crítica frente al objeto de estudio? Es decir, que desarrolle la capacidad de analizar de manera objetiva, racional, verificable y sistemática la información contenida en toda investigación.

Sí () No () No sé ()

5. ¿Cree que otra de las reglas sea tener aptitud metodológica? Es decir, posea la capacidad para recurrir a procedimientos, instrumentos y técnicas pertinentes para probar sus supuestos.

Sí () No () No sé ()

6. ¿Considera que otra de las reglas sería que el científico esté dispuesto a comunicar los resultados encontrados de manera abierta? Es decir, verificable o replicable.

Sí () No () No sé ()

Por último, ¿cuál es el grado máximo de sus estudios? _____.

¿En qué especialidad? _____.

¿En qué institución estudió su posgrado? _____.

En qué país _____.

Con el objeto de informarle del resultado de esta investigación y eventualmente para fines de supervisión de este cuestionario, ¿podría proporcionarnos su mail? _____.

Esto es todo. Muchas gracias.

El entrevistado es

Menor de 40 años () Más de 40 años ()

El entrevistado es

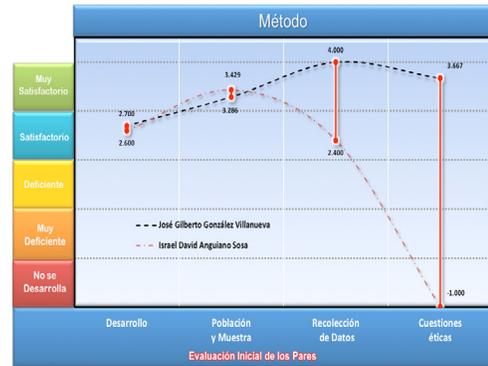
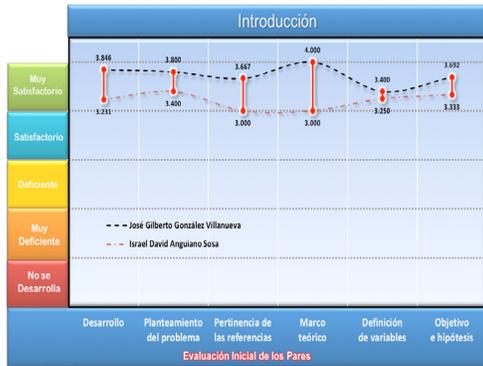
Hombre () Mujer ()

En caso de cualquier aclaración favor de comunicarse con el Dr. Alfredo de la Lama al correo electrónico adela2422@yahoo.com.mx Al entrevistador: escriba atrás cualquier comentario que haga el investigador. Por ejemplo, si condiciona alguna de las respuestas del cuestionario.

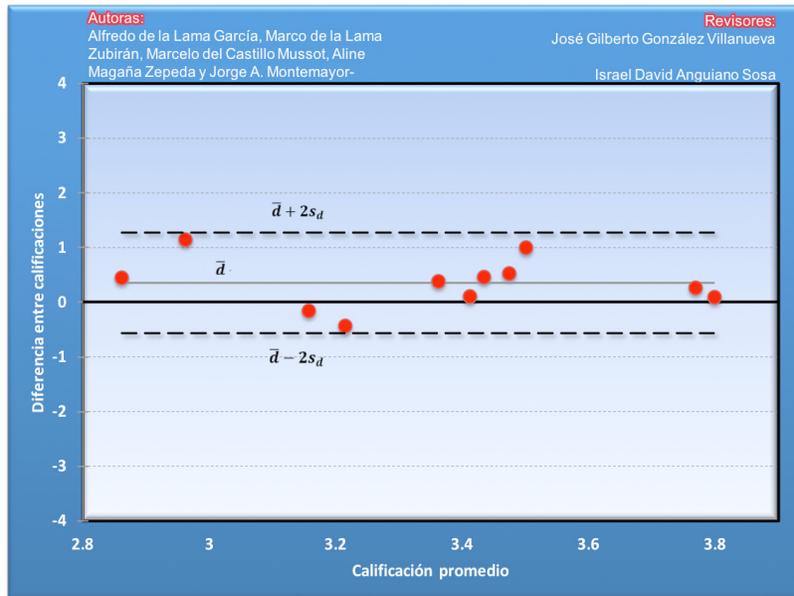


DIMENSIÓN CUANTITATIVA

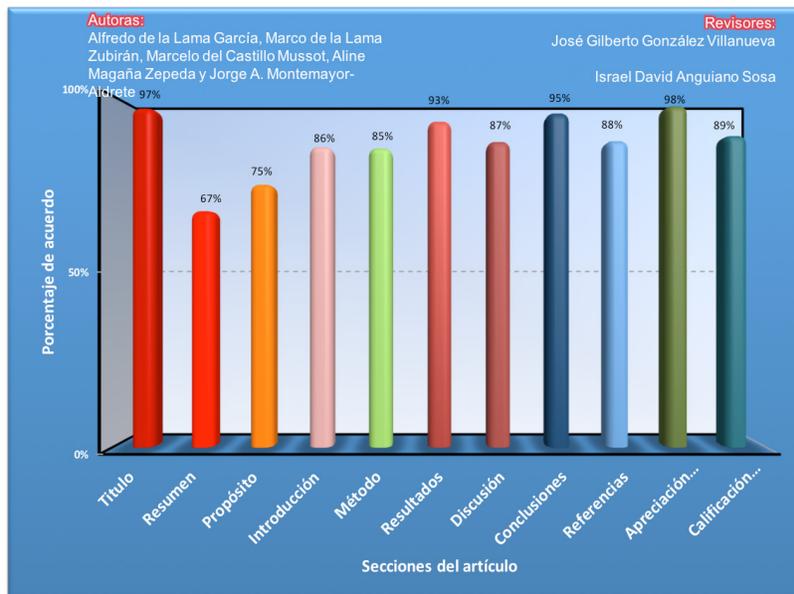
Perfil de Evaluación entre pares



Índice de Concordancia



Índice de Acuerdo



DIMENSIÓN CUALITATIVA

Revisor 1	Revisor 2
José Gilberto González Villanueva	Israel Anguiano Sosa
Título/Autoría	
El nombre de físico y biólogos cada uno debe escribirse entre comillas: “físicos” y “biólogos”.	Sin comentarios
Resumen	
Dividir el párrafo de Método en dos para generar el apartado de RESULTADOS.	Separar resultados del método y añadir descripción de las variables medidas. Añadir palabras clave referentes al problema de investigación. El Abstract contiene algunos errores gramaticales, la redacción no suena del todo “natural”. En el tercer párrafo debe decir: “125 natural science researchers from three public universities...had differences of opinion, in most of the rules, that were the product of chance according to chi square and Bernoulli distribution hypothesis tests, except for one rule...”
Propósito del Estudio	
El propósito es limitado pero congruente con el objetivo, para un estudio exploratorio.	Sin comentarios
Introducción	
En cada parte que se menciona a los físicos y biólogos debe de estar entrecorillado “físicos” “biologos” o desglosar las ramas incluidas en dicha agrupación.	Sin comentarios

Revisor 1	Revisor 2
Método	
Hay que desarrollar la sección de materiales donde se defina claramente los constructos, variables bajo estudio además se especifique claramente cómo se midió cada variable y los materiales e instrumentos empleados. Describiendo con ejemplos los instrumentos de medición y/o técnicas de registro y construcción de datos.	No está desarrollada la confiabilidad y validez del instrumento. No se describe un método de control para evitar el sesgo en las preguntas dirigidas.
Resultados	
Ninguna. NOTA. En este estudio no es posible tener grupo control ya que se trata de contrastar dos poblaciones..	Usar un sólo tipo de gráfica
Discusión	
Que no se generalice las diferencias o semejanzas entre físicos y biólogos sino que estos dos términos se entrecomillen ya que es una clasificación grotesca, como el mismo texto lo menciona.	Sin comentarios
Conclusiones	
Se sugiere plantear hacia donde puede llegar un estudio más profundo ya que este es exploratorio.	Sin comentarios
Referencias	
En la auto cita de De la Lama García, A. Daturi, D. y de la Lama Zubirán, M. A. (2015) no duplicar el año.	Sin comentarios

