

---

# EXPERIENCIAS EN METODOLOGÍA, TAXONOMÍA Y ÉTICA CIENTÍFICA EN LA INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA

DAVID ALFARO SIQUEIROS BELTRONES

## INTRODUCCIÓN

El rigor que conlleva la práctica de la ciencia y su reflexión filosófica se hace manifiesto en el denominado “método científico”. Este último término, aunque representa mucho una imagen trascendental dentro y sobre todo fuera de la ciencia, se puede seguir utilizando para referirse a la forma de hacer investigación científica de acuerdo con los estándares vigentes, o bajo las perspectivas diversas que sostienen varias filosofías de la ciencia (Pérez Tamayo, 1993). Aunque puede decirse que el método científico *sensu stricto* no existe, está ahí cuando se necesita, es decir, no se debe tomar estrictamente como una guía establecida, sino más como una concepción acerca de cómo procede el hombre de ciencia para generar conocimiento. También puede afirmarse que su única limitante la constituye el propio estatus del conocimiento disponible, ya que conforme se generan bases teóricas surgen nuevas interrogantes, que no eran visibles sobre la base del conocimiento anterior.

Cuando se aplica el método científico, independientemente de las adecuaciones que se hagan en cada una de las distintas disciplinas científicas, todo proceso de investigación llevará entonces implícita una filosofía de la ciencia. De esta manera, antes de continuar debatiendo respecto a la existencia o no del método científico, es menester entender la filosofía de la ciencia, específicamente aquella inmersa en el proceder del científico, cómo se hace o debe hacerse, más que el porqué. Una vez logrado esto se puede apreciar que el método científico es lo que hace *uno mismo*, ya que la forma de proceder en la investigación no es más que la actitud del científico bien formado.

---

Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, A. P. 19-B;  
Departamento de Plancton y Ecología Marina, CICIMAR-IPN, A. P. 592, La Paz, B. C. S.,  
México 23000. / dsique@ipn.mx

LOS COMPONENTES DE LA ACTITUD  
DEL CIENTÍFICO BIEN FORMADO

La actitud científica se deriva de la integración de varios componentes: la *educación* en el sentido socrático, que se refiere a las virtudes intrínsecas del individuo; así, sus principios se reflejan en su desempeño científico; su *ética* científica será una extensión cultivada de su moral. Su *creatividad* se manifestará en la identificación de problemas de conocimiento, mientras que su *imaginación* le permitirá ir más allá del establecimiento de una relación inmediata y visualizar consecuencias ulteriores. La *intuición* la aplicará en la selección de preguntas y respuestas dentro de su investigación.

Dichos procesos no lógicos habrán de ser sometidos a escrutinio, al ejercer un *escepticismo* bien fundado y en el *manejo adecuado de la información*, lo cual conforma una actitud *crítica* y *autocrítica*. Estas actitudes requieren de las herramientas que provee la lógica para sistematizar su aplicación mediante las distintas formas correctas de inferencia.

Para poder aplicar lo anterior, el científico habrá de permanecer en una fase asintótica de *entrenamiento* (siempre requiriendo actualización, sin llegar a ser un producto terminado), dirigida a lograr el propósito de generar conocimiento en alguna disciplina científica, cuya elección libre por parte del investigador estimulará las propiedades individuales antes referidas. Tal entrenamiento comprende la revisión sistemática y crítica de literatura, y el manejo de las técnicas de estudio más recientes, así como de las básicas; con ello podrá seleccionar la estrategia que considere más adecuada en sus estudios, previo análisis crítico de sus fundamentos y experiencias.

Al entender y asimilar el valor de la educación y del entrenamiento como componentes de su personalidad científica, definirá su *capacitación* para integrarse a un determinado campo de investigación; con ello denotará un potencial. El científico bien formado logrará la *preparación* mediante la integración de los tres componentes básicos de su figura (educación, entrenamiento, capacitación). Esto implica una compenetración en conocimientos específicos, teóricos y metodológicos, los cuales aplicará con base en las normas éticas que rigen la actividad científica. Esta es igualmente asintótica, ya que exige una constante actualización y reflexión de su quehacer durante toda su vida activa.

La interacción que surge entre colegas con distinta formación, por ejemplo al integrar comisiones para revisión de trabajos o tesis, desata discusiones que desequilibran a los autores y a veces a los investigadores mismos. Confrontaciones de carácter erístico pueden llegar a conclusiones plausibles mediante argumentos respecto a los principios que sustenta el estudio, más que mediante una disensión de opiniones sobre el tópico

específico. Dichos principios básicos los proporciona la tradición de la filosofía científica.

El propósito de este ensayo es el de proponer una vinculación entre la filosofía de la ciencia y lo que se denomina metodología de la ciencia o método científico desde el punto de vista de la práctica de la investigación en biología. Así, en este ensayo se abordan someramente ejemplos de tipo metodológico, de estadística y ecología, y manejo de teoría en el caso de la taxonomía; asimismo, se señalan problemas de carácter ético en diversas etapas del procedimiento científico.

#### METODOLOGÍA

La metodología científica supone regularmente una serie de componentes o pasos a seguir que pudieran antojarse como una receta. Ciertamente, existen pasos secuenciales bien establecidos y aceptados por la gente culta. No obstante, llevar a la práctica una metodología científica, es decir, hacer investigación, requiere de una clara comprensión de cada uno de dichos componentes y sus implicaciones.

Asimismo, es imprescindible que el investigador esté consciente, ya sea por experiencia o convicción temprana (es preferible ambas, y juntas), de la profundidad que deben tener sus resultados, despojándose de la prisa por generarlos inmediatamente a costa de su relevancia. Esto puede lograrse mediante una perspectiva teórica de lo que es el desempeño como científico, más que como científicista capacitado en el manejo adecuado de técnicas sofisticadas de análisis. De acuerdo con esto, es necesario que el estudiante de ciencias comprenda lo que es la metodología con otra acepción: el análisis crítico de los métodos, técnicas y estrategias utilizadas.

El empleo de los métodos en boga permite la comparación de resultados y el establecimiento de inferencias; no obstante, estos métodos a menudo no son aplicados concienzudamente, y superficialmente se justifican y avalan por quienes no los manejan. Ejemplos típicos en la biología son el uso de la estadística, así como el cálculo indiscriminado de análisis numéricos y de índices ecológicos.

#### LA ESTADÍSTICA Y LOS ANÁLISIS NUMÉRICOS

La utilización de técnicas estadísticas es imprescindible en el estudio de fenómenos con alto grado de aleatoriedad (Méndez-Ramírez, 1989). Esto abarca los fenómenos biológicos de cualquier tipo y su aplicación sólo obedece al enfoque de la investigación.

Depende del investigador la aplicación correcta de las técnicas estadísticas y numéricas adecuadas a los datos que quiere analizar. Es aquí donde

se detectan inconsistencias entre la habilidad para realizar las operaciones o correr programas estadísticos y el saber escoger las técnicas que permitan obtener resultados confiables. Es común observar en muchos trabajos que al correr determinado programa para cierta técnica estadística se adoptan los niveles de probabilidad por *default*, lo que es síntoma de una falta de convicción en la hipótesis bajo los estándares usuales en biología, *i.e.*,  $\alpha=0.05$  (Ambrose y Ambrose, 1995). Por otra parte, aduciendo la potencia de las técnicas, particularmente las paramétricas, se hace caso omiso de los requerimientos que deben cumplir los datos procesados. En biología, a menudo éstos no se conforman al modelo probabilístico (normal) que sustenta dichas técnicas, no se encuentran en la escala adecuada (continua) de medición, no tienen el tamaño mínimo de muestra o incluyen valores extremos; sin embargo son aplicadas, ya sea inconscientemente o recurriendo a manipulaciones de dudosa validez, o incluso aplicando pruebas de normalidad que avalarán su predisposición (Potvin y Roff, 1993; Krambeck, 1995, Ambrose y Ambrose, 1995, Siqueiros Beltrones, 1998). Esto puede considerarse un cuchareo o manipulación inadecuada de datos, lo que implica un problema de carácter ético.

Otro ejemplo lo constituye el empleo de *análisis numéricos*, surgidos básicamente con fines exploratorios o de ordenamiento, mismos que a menudo se utilizan como balas mágicas. Para empezar, los análisis de componentes principales y otras formas de análisis factorial, análisis de función discriminante, de agrupamiento, o correlación canónica, etc., son presentados como estadística en los informes. El hecho de que incluyan pruebas estadísticas *ad hoc* para indicar la probabilidad de los patrones que detectan debe ser apreciado como complemento indispensable del análisis numérico. El exceso de confianza que parece ocasionar el poder acceder a técnicas sofisticadas de este tipo y poder aplicarlas a fenómenos biológicos inhibe frecuentemente la visión crítica sobre sus alcances y limitaciones, mermando el espíritu inquisitivo del estudioso y con ello el aprovechamiento técnico del análisis numérico.

En el caso de *índices ecológicos*, al igual que las técnicas estadísticas, su disponibilidad en paquetes de cómputo ha promovido su uso indiscriminado, carente de un juicio crítico o sin profundizar sobre su utilidad real. El ejemplo típico se observa con el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ), basado en la teoría de la información en el campo de las comunicaciones. Este es uno de los índices preferidos de los biólogos y también el menos estudiado, ya sea en términos de su elección o de su utilización (Siqueiros Beltrones, 1990, 1998). Frecuentemente, los usuarios desconocen el origen de su naturaleza binaria o su relación con la incertidumbre, entropía, o información potencial y, por lo tanto, no son interpretados apropiadamente. En este punto, se podría justificar su uso aduciendo fines comparativos, lo cual en principio es correcto, pero no lo es si no se entiende el

porqué se utiliza o no se pretende su ulterior interpretación. De ser así, destacan las inconsistencias en los estudios comparados, mismas que deben señalarse (Siqueiros Beltrones, 1990, 1998), de otra manera se perpetúa y se justifica su uso sin sentido. Su combinación con otros índices que miden otros parámetros relacionados con la diversidad complica aún más lo que se pretende dilucidar o describir en una asociación de especies.

Sólo habría que revisar la teoría de la información de Shannon y Weaver (1945) y algún texto sobre métodos ecológicos como Brower y Zar (1979) para entender mejor su utilidad potencial real y las relaciones entre las distintas versiones que pretenden medir este tipo de parámetros. Se observa de nueva cuenta la necesidad de aplicar metodología básica, con una actitud crítica de las técnicas y métodos, ya sean clásicos o recientes.

#### TEORÍA, CIENTIFICIDAD Y EL PROBLEMA EN LA INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA

De acuerdo con Bunge (1980), es casi inobjetable que dentro de la ciencia el *problema* constituye la fuente original o el *momentum* en el ciclo de la investigación científica. El proceso creador inicia con el problema y culmina (momentáneamente) con la adquisición de un conocimiento, con lo cual se abre toda una gama de interrogantes nuevas.

Cualquier estudio de carácter científico requiere de un cierto entendimiento del papel que juegan los paradigmas en la investigación científica. Este concepto permitirá al estudioso ubicar su campo de investigación con referencia a otras disciplinas y desde un punto de vista global. Dado que la investigación científica se construye sobre la base de teorías, es necesario comprender que éstas conforman nuestros paradigmas, es decir, nuestra referencia o punto de partida hacia la generación de nuevos conocimientos. El conocimiento que se genere será más o menos significativo, pudiendo reafirmar cierta teoría, reestructurarla o refutarla (revolución científica *sensu* Kuhn, 1962a, 1962b).

Para que lo anterior sea operativo, es necesario que el proceso del conocimiento sea conceptualizado como esferas concéntricas, que definen los distintos niveles que sirven de referencia para las diferentes formas de proceder en la adquisición y generación del conocimiento. Así, existe un esquema general de conocimiento que engloba a su vez aquellos conocimientos científicos y formas de investigar para cada disciplina científica, ya sea física, química, biología, etc.

De acuerdo con lo anterior, Ledesma Mateos (1993) puntualizó que la científicidad de la investigación en biología se la confiere su apego a dichos niveles o paradigmas y al manejo adecuado de la teoría, con lo que se marca una distancia con una actividad más bien naturalista. En biología, independientemente del campo específico, se han identificado dichas

teorías centrales o paradigmas: teoría celular, teoría de la evolución, teoría de la homeostasis y teoría de la herencia (Ledesma Mateos, 1993). Ahora, como producto de los avances científicos se requiere incorporar nuevos paradigmas, como la biología molecular o la denominada hipótesis *Gaia*, derivada de una visión a escala planetaria de la homeostasis.

El *problema* es esa primera interrogante que se nos ocurre al revisar de manera crítica y con escepticismo la teoría y/o al contrastarla con observaciones directas en la naturaleza. Ese pequeño hueco que se percibe al analizar la información o esa duda respecto a los métodos utilizados puede constituir el primer logro como científico; la percepción de ese ligero desajuste y su planteamiento de manera adecuada denotan la profundidad y claridad en el manejo de la teoría, a la vez que evidencian el potencial creativo del científico.

En la selección de problemas de investigación influyen factores como los tópicos o líneas de investigación de moda, las facilidades instrumentales y financieras, así como objetivos personales; es por ello de gran importancia plantearse con conciencia y honestidad el móvil que se persigue con el problema y distinguir claramente su carácter científico de los factores mencionados.

¿Cómo se refleja lo anterior de manera pragmática dentro de un estudio específico en biología? Primero, al igual que en otras disciplinas, la pregunta debe ser concisa (breve, clara y precisa), pero ello depende también de la complejidad del propio problema. De cualquier forma, se debe evitar la vaguedad o la exageración en los alcances del estudio. Ciertamente no es tarea fácil, pero la pregunta, al igual que la posible respuesta que se proponga (hipótesis), servirá de guía a la actividad heurística que sustentará la investigación.

De acuerdo con lo anterior, se debe distinguir entre el tópico, la problemática y el problema específico, que son los que introducen e inscriben el estudio en un marco teórico. Así, el título solamente debe incluir el problema, y ser preferentemente de tipo informativo más que indicativo (*Style Manual*, en Llorente Bousquets y Alucema Molina, 1990); este último se refiere más al tópico o a la problemática, mientras que el primero especifica el contenido del estudio. Por ejemplo,

*Título indicativo:* "Influencia de los factores fisicoquímicos sobre la distribución de la meiofauna en sistemas de manglar".

*Título informativo:* "Variación espacio temporal de la meiofauna en un sistema de manglar del subtrópico mexicano".

Asimismo, en el título deben reconocerse las limitantes del estudio, por ejemplo,

*Debe ser:* "Estructura de las asociaciones de micromoluscos bénticos en sedimentos de una laguna costera tropical".

*No debe ser:* "Taxonomía, biogeografía y ecología de micromoluscos béticos en una laguna costera tropical"; tampoco es adecuado "Diversidad y tendencias biogeográficas de micromoluscos béticos del trópico mexicano".

Por otra parte, se recomienda no utilizar palabras vagas o redundantes, ya que soslayan la responsabilidad ante el problema estudiado, tales como "contribución al...", "estudio sobre...", "aspectos...", "observaciones en...", etc. Por ejemplo, "Contribución al estudio de los micromoluscos béticos del Pacífico tropical mexicano"; o en otro caso, "Observaciones sobre aspectos reproductivos del tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*) en el golfo de California", que bien podría ser "Talla de madurez reproductiva en poblaciones de *Carcharhinus limbatus* del golfo de California", con lo que se precisa el problema específico.

Un título informativo es una prueba efectiva de haber logrado una conclusión definida, de lo contrario no se estará seguro de lo que se dirá en el informe (Llorente, *Style Manual*). Asimismo, una concepción adecuada de los paradigmas en un estudio particular se ve reflejada en la estructura y congruencia de las conclusiones derivadas de la investigación. Frecuentemente, en la sección correspondiente de un informe científico, sobre todo en tesis, a manera de conclusiones se enlista una serie de resultados que, en el mejor de los casos, representa un sumario. Si recordamos el flujo de un ciclo de investigación, las conclusiones surgen tras un proceso inferencial en el cual los resultados han sido contrastados (en la discusión) y mediante el cual se establecen postulados que sintetizan dicho proceso. Así, se establece la exactitud de la hipótesis planteada o implícita y se derivan consecuencias, quizá a manera de corolarios, lo que redundante en un enriquecimiento de la teoría, ya sea que se sustente incrementando con ello su nivel de legitimidad, o se modifique en menor o mayor grado.

El ejercicio anterior representa un esfuerzo sintomático de los principios éticos que subyacen la práctica científica y que confieren confiabilidad a una investigación, toda vez que un título honesto nos exige un entendimiento claro de lo que estamos haciendo y comunicando. Este proceso de autocrítica puede ser complementado recurriendo a la crítica de la comunidad científica previo al arbitraje de rigor para la publicación del informe.

#### LOS ESTUDIOS TAXONÓMICOS

El manejo adecuado de la metodología científica en términos generales proporciona bases, tanto para el manejo adecuado de la información disponible (una teoría), como en la interpretación de los datos y las inferencias que resulten (el uso estadístico). Esto no debe resultar raro,

dado que, por ejemplo, al entender la taxonomía manejamos los modelos biológicos propuestos y las consecuencias de su correcta elaboración, taxón por taxón. Lo anterior se hace extensivo a estudios sobre distribución y estructura de asociaciones (taxocenosis y comunidades), ya que éstos parten directamente, o deben hacerlo, de una base taxonómica confiable, que sería la primera parte del análisis *sensu stricto*.

Comprender el concepto de paradigma en biología ayudaría enormemente para ubicar a quienes hacen taxonomía y elaboran listados o inventarios florísticos o faunísticos, así como a quienes los califican peyorativamente como “cuenta-patas”. Es evidente que esta actividad científica no es valorada o, más bien, no se entiende de todo qué es lo que le confiere científicidad. Tampoco se considera que, al igual que para otros estudios, un artículo que aporta un inventario taxonómico puede o no tener calidad científica. Esto puede determinarse si somos congruentes con la filosofía y ética científicas.

La mera convicción de que lo que hace el taxónomo es útil porque proporciona una herramienta imprescindible para estudios de carácter ecológico o biogeográfico, no es suficiente. El estatus de taxónomo se adquiere, como en cualquier otra área del conocimiento, cuando se cuenta con las bases disciplinares, teóricas y prácticas, del quehacer científico aplicado a la biología. Así, la elaboración de listas taxonómicas ciertamente es la tarea de un especialista en una disciplina de la biología, que por lo tanto lo califica a tener una opinión sobre los avances, prioridades y quehaceres de la investigación científica.

El problema reside en que a menudo, quienes participan en disputas en torno a estos tópicos, se hallan casados con una sola corriente, por ejemplo el positivismo, o peor aún, desconocen su propia filosofía. La crítica a la actividad taxonómica bajo estas directivas ignora los fundamentos teóricos, filosóficos e históricos que han estructurado dicha disciplina que, aunque no sean considerados estudios de moda, no pierden vigencia y menos importancia. Nuevamente, se reconoce aquí un asunto de carácter teórico y ético que afecta la práctica de la investigación en determinados campos.

#### LA ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN

Para apreciar y adoptar lo anteriormente expuesto, resulta imprescindible regirse cabalmente bajo las normas de la comunidad científica. Lo que ésta valora queda implícito en su filosofía, y dichos valores conforman la ética científica. Es necesario adquirir una convicción sobre lo que es y no es correcto durante el desarrollo de una investigación. Evidentemente, una mayor experiencia en el ámbito incrementa la probabilidad de identificar este tipo de disyuntivas. Muchas fallas de carácter ético suelen cometerse



por desconocimiento; otras, sin embargo, aun con escrúpulos, son el resultado de apresurarse bajo presiones o ante promesas de éxito, ya sea para terminar una tesis, una fase de la investigación, o una publicación, lo que obliga a tomar decisiones éticamente cuestionables. Las experiencias de este tipo deben ser ponderadas, reconocerse los errores y transmitidas a los discípulos.

Asimismo, la crítica sin autocrítica; no reconocer las limitaciones propias, o exacerbar las de los demás y negar el reconocimiento a quienes lo ameriten, son máculas bien identificadas en la comunidad científica, a menudo veladas por una falsa parsimonia; las actitudes viscerales no son aceptables, ni tampoco la megalomanía que más bien podría ser expresión de proceder antiéticos ocultos. En el otro extremo, se puede identificar la exageración en la exigencia de normas, llegando a rayar en lo superético, con lo que también se causa daño al ámbito académico asumiendo posiciones inflexibles y dogmáticas. Para corregir estas problemáticas es menester administrar una dosis de filosofía. La que se recomienda aquí es aquella que rige la propia actividad científica bajo sus normas de conducta ponderadas en consenso.

Para empezar, una elemental honestidad profesional y científica exige proseguir la formación durante nuestra vida activa, bajo la premisa de que, independientemente de nuestra capacidad o preparación, seguimos siendo productos semielaborados (Bunge, 1978). Es particularmente importante que el investigador tenga una idea clara de los aspectos deterministas y probabilísticos dentro de la investigación en biología; ello obliga a apoyarse más en el procesamiento inferencial de la teoría para la interpretación de los resultados que en los datos de tipo matemáticos que se utilizan, lo que, por otra parte, evita desechar información valiosa que surgiera de improviso.

Todo lo anterior, derivado de la experiencia en investigación, permite comprobar que el seguimiento del método científico implica entender y adoptar el pensamiento científico, su filosofía, su ética y sus efectos. En sentido estricto, la investigación científica es la fuente dinámica de conocimiento que nutre a la filosofía, misma que le indica el seguimiento de principios específicos para asegurar el conocimiento objetivo. Es incongruente que las carreras científicas prescindan de su enseñanza o la menosprecien, influidas, paradójicamente, por un pensamiento positivista, en el cual, dicho sea de paso, se hallaría el origen de otras de las incongruencias e inconsistencias mencionadas en este ensayo.

#### CONCLUSIONES

El entendimiento del concepto de paradigma y el manejo de la teoría, así como de la metodología y el ejercicio de la ética, como componentes del

método científico y su filosofía, resaltan como los moduladores de la personalidad científica, y coadyuvan en el aprovechamiento de las virtudes individuales del científico. Así, se debe hacer ver a los científicos jóvenes (y a los ya establecidos) que dicha filosofía acompaña su actividad diaria y que tan solo deben identificarla, logrando con ello reafirmar sus convicciones e incrementar la seguridad en su propia la actividad científico-académica.

#### AGRADECIMIENTOS

La respuesta de los estudiantes de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur para los cursos de Filosofía de la Ciencia, y la aceptación abierta que tuvo por parte de la Academia en el Programa de Posgrado del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional, motivaron el presente ensayo. Agradezco las acertadas opiniones y sugerencias al manuscrito por parte del doctor Domenico Voltolina (CIBNor-Mazatlán), el doctor Leonel Cota Araiza (CCMC-UNAM), maestro en ciencias Enrique González Navarro (UABCS), doctor Ernesto Chávez (CICIMAR) y la bióloga marina Liza Gómez Daglio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ambrose, H. W. y Ambrose, K. P. (1995), *A Handbook of Biological Investigation*. 5th. ed. Hunter Textbooks Inc.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. (1979), *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown. Dubuque, Iowa,
- Bunge, M. (1978), *La ciencia, su método y su filosofía*. Ed. Quinto Sol. p. 110
- Bunge, M. (1980), *La investigación científica*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Krambeck, H. J. (1995), "Application and abuse of statistical methods in mathematical modelling in limnology." *Ecological Modelling* 78 (1-2): 7-15.
- Kuhn, T. (1962a), "Historical structure of scientific discovery", *Science* 136 (1): 760-764.
- Kuhn, T. (1962b), *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Ledesma Mateos, I. (1993), "Biología: ¿ciencia o naturalismo?" *Ciencia y Desarrollo*. 19 (110): 70-77.
- Llorente Bousquets, J. y M. A. Alucema Molina (compiladores). (1990), *Difusión, ética y evaluación de la investigación científica*. UNAM. p. 110.
- Méndez Ramírez, I. (1989), "La ubicación de la estadística en la metodología científica", *Ciencia*. 40: 39-48.
- Pérez Tamayo, R. (1993), *¿Existe el método científico?* F. C. E., México. p. 230.
- Potvin, C. y D. Roff. (1993), "Distribution-free and robust statistical methods: viable alternatives to parametric statistics", *Ecology* 74 (6): 1617-1628.
- Shannon, C. E. y W. Weaver (1949), *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana, Ill., E.U.A.
- Siqueiros Beltrones, D. A. (1990), "A view of the indices used to assess species diversity in benthic diatom associations", *Ciencias Marinas* 16 (1): 91-99.
- Siqueiros Beltrones, D. A. (1998), "Statistical treatment of Shannon-Wiener's diversity index (H'); tests of normality for sample values of diatom assemblages", *Oceánides*. 13 (1): 1-11.