



RECURSOS NATURALES Y SOCIEDAD, Año 4, Volumen 4, Número 1, Enero-Junio de 2018, es una publicación arbitrada de divulgación científica digital iniciativa del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR), Centro Público de Investigación de CONACyT, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23096, Tel (612) 12 38484, http://www.cibnor.gob.mx/revista-rns/aortega@cibnor.mx. Editor en Jefe responsable Dr. Alfredo Ortega-Rubio. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2016-100710152500-20; ISSN: 2448-7406. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dr. Alfredo Ortega- Rubio, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23096, Tel (612) 1238484, aortega@cibnor.mx, fecha de la última modificación 30 Junio 2018. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de esta publicación sin previa autorización de los autores de este número de RECURSOS NATURALES Y SOCIEDAD.

Con deferente gratitud *RECURSOS NATURALES Y SOCIEDAD* reconoce y agradece la colaboración de Lic. Gerardo R. Hernández García en la edición gráfica editorial para esta revista, de la M. en C. Diana Dorantes Salas en la revisión del idioma Inglés y del Lic. Oscar Fisher Dorantes en la elaboración y actualización de la página WEB. Fotografía de la Portada: Gráfico en 3d de la mitocondria, archivo Adobe

Coordinador de la Oficina de Propiedad

Coordinadora Unidad Guaymas

MC. Rigoberto López Amador Coordinador Unidad Guerrero Negro

> MC. Maria Elena Castro Nuñez Directora Administrativa

CP. Antonio García Rodríguez Subdirector de Finanzas

MC. Rafael Palomeque Morales Subdirector de Servicios Generales

CP. Bernardo Careaga Espinoza Subdirector de Recursos Humanos

Lic. María Luisa de la Cruz Agüero Subdirectora de Análisis y Evaluación

> CP. Liz Aleida Cota Almazán Subdirectora de Contabilidad

MC. Luis Gómez Castro Subdirector de Planeación

Lic. Cinthya Castro Iglesias Jefa del Departamento de Extensión y Divulgación Científica

> Lic. Ana María Talamantes Cota Jefa del Centro de Información-Biblioteca

Lic. Silvia Yolanda Alzaga Mayagoitia Jefa del Departamento Eventos



Recursos Naturales y Sociedad arriba en esta Edición a su Sexto Número y para el CIBNOR ello es motivo de alegría. Vaya un agradecimiento muy sincero a todos los autores y coautores de los artículos que comprenden este número, a todos los revisores anónimos que los dictaminaron y a los miembros del Cuerpo Editorial y del Comité Editorial cuyo muy entusiasta trabajo ha hecho posible la publicación digital del mismo.

Este sexto número inicia con un muy acucioso, y muy ameno, compendio acerca de las mitocondrias, desarrollado por las Doctoras Ofelia Méndez-Romero y Adriana Muhlia-Almazán. En el mismo se relata cuál fue el origen de estos organelos y cómo funciona su mecanismo molecular. Se describe asimismo, como es que su funcionamiento que las convierte en la principal generadora de energía para la enorme mayoría de los seres vivos. En este manuscrito se detallan las contribuciones que el estudio de las mitocondrias

Recursos Naturales y Sociedad reached its Sixth Number in this Edition, and it is a cause of joy for Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). A very sincere appreciation to all the authors and co-authors of the articles that comprise this issue, to all the anonymous reviewers who ruled them and to the members of the Editorial Board and the Editorial Committee whose very enthusiastic work has made this digital publication possible.

This sixth issue begins with a very concise and very enjoyable compendium about mitochondria, developed by Doctors Ofelia Méndez-Romero and Adriana Muhlia-Almazán. It discusses the origin of these organelles and how their molecular mechanism works. It also described how its operation makes them the main generator of energy for the vast majority of living beings. This manuscript



han aportado a la ingeniería genética, a la biotecnología y a la medicina. Este Articulo invita a conocer con mayor detalle los contribuciones, que por medio de la investigación científica, podrá generar el estudio de las mitocondrias para la cura de enfermedades. Entender mejor las adaptaciones de las mitocondrias a las actuales y futuras presiones ambientales es clave para comprender los mecanismos por los cuales los seres vivos, y especialmente a los humanos, podremos tener éxito, o no, en adaptarnos a estos cambios ambientales.

En la segunda de las contribuciones el Doctor Julio Humberto Córdova-Murrieta, y sus colaboradores, describen a detalle dos exitosas metodologías para obtener proteínas altamente nutritivas derivadas de especies marinas de bajo valor comercial, o inclusive de desechos pesqueros. Los trabajos que en este contexto han desarrollado en el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR son descritos de manera asequible y resultan en una contundente invitación a proseguir en esta ruta a través de la investigación científica, tanto para contribuir a la soberanía alimentaria de nuestro país como para elevar la calidad de vida de los de las comunidades pesqueras.

En la tercer contribución el Doctor Saúl Chávez-López analiza de manera muy profunda y sumamente didáctica el concepto de riesgo. Tal como atinadamente lo describe el Dr. detailed the contributions that the study of mitochondria has contributed to genetic engineering, biotechnology and medicine. It invites you to know in greater detail the contributions that through scientific research may generate the study of mitochondria for the cure of diseases. Understanding the adaptations of mitochondria to current and future environmental pressures are key to understanding the mechanisms by which living beings, and especially humans, may or may not succeed in adapting to these environmental changes.

In the second contribution, Dr. Julio Humberto Córdova-Murrieta and his collaborators describe in detail two successful methodologies for obtaining highly nutritious proteins derived from marine species of low commercial value or even fish waste. The work that has been developed in this context at CIBNOR Biochemistry Laboratory has been described in an accessible way. This contribution constitutes a strong invitation to continue on this route through scientific research, both to contribute to food sovereignty of our country and raise the quality of life of the fishing communities.

In the third contribution, Dr. Saúl Chávez-López analyzed the concept of risk in a Chávez-López es menester, por la importancia práctica del mismo, tener claridad y unidad en cuanto a este concepto, tanto por los científicos, como por los profesionales y, sobre todo, por la población en general. De otra manera, si no se tiene claridad y unidad conceptual, entonces con errores conceptuales las medidas preventivas y correctivas de atención a desastres podrán resultar inclusive contraproducentes. Indudablemente esta aportación es una contribución muy significativa para la homogeneización de los aspectos conceptuales del riesgo, y para la difusión del mismo. Difusión y divulgación de interés, y de aplicación, para la sociedad son los motivos de ser de Recursos Naturales y Sociedad.

La importancia y la eventual influencia que va alcanzando Recursos Naturales y Sociedad se va poco a poco evidenciando. Por ejemplo, en el cuarto número de Recursos Naturales y Sociedad la Doctora Carolina Alejandra Martínez-Gutiérrez y el Doctor Fernando García Carreño reseñan un libro sumamente influyente a nivel Internacional del Doctor Nick Lane. Pues bien, el propio autor, el Dr. Nick Lane, les ha hecho llegar una nota de encomio por la reseña realizada a los autores de la misma. En esta nota el Dr. Nick Lane les agradece, y les felicita, por su habilidad de resumir con objetividad sus hallazgos y los pone de ejemplo de cómo se deben de encontrar puntos de consenso entre posturas polémicas. Enhorabuena para los

very profound and highly didactic manner. As Dr. Chávez-López rightly describes, this analysis is necessary because of the practical importance of having clarity and unity regarding this concept, both by scientists, professionals, and, above all by the population in general. Otherwise, without clarity and conceptual unity when conceptual errors occur, the preventive and corrective measures of attention to disasters may even be counterproductive. Undoubtedly, this contribution is a very significant input for the homogenization of the conceptual aspects of risk and dissemination. Knowledge dissemination, diffusion of interest, and its application for society are the goals of Recursos Naturales y Sociedad.

The importance and possible influence that Recursos Naturales y Sociedad is reaching is gradually becoming evident. For example, in its fourth issue of Recursos Naturales y Sociedad, Dr. Carolina Alejandra Martínez-Gutiérrez and Dr. Fernando García Carreño reviewed an internationally influential book by Dr. Nick Lane. In this respect the author, Dr. Nick Lane, has sent a note of commendation to the authors for their review, in which he thanks and congratulates them for their ability to objectively summarize his findings and sets an example of how to find points of

9



autores de la reseña y por esta retroalimentación tan significativa.

Estamos ciertos entonces que este Sexto Número de Recursos Naturales y Sociedad continuará influyendo, y repercutiendo, en la difusión de los resultados de la investigación científica.

consensus between controversial positions.

Congratulations to the authors of the review and for this significant feedback.

We are certain that this Sixth Number of Recursos Naturales y Sociedad will continue to influence and impact on the dissemination of the results of scientific research.

Dr. Alfredo Ortega-Rubio

Verano/Summer, 2018

11

Mitocondrias El "yin-yang" de la vida

Mitochondria - The "yin-yang" of life



Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 12-21. https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0001

Ofelia A. Méndez Romero y Adriana Muhlia Almazán

Laboratorio de Bioenergética y Genética Molecular, Centro de Investigación en Alimentacion y Desarrollo (CIAD) A. C., Carretera a Ejido La Victoria Km 0.6, Hermosillo, Sonora 83000, México.

* amuhlia@ciad.mx

"LAS MITOCONDRIAS, LOS ORGANELOS SUBCELULARES QUE NOS DOTAN DE ENERGÍA Y NOS PERMITEN RESPIRAR, SON A SU VEZ SITIOS DE ENFERMEDAD, ENVEJECIMIENTO Y MUERTE."

Resumen

Las mitocondrias de nuestras células son organelos subcelulares que cuentan con una maquinaria molecular admirable, que funciona con tal coordinación y sincronía que nos permite al mismo tiempo hacer uso del oxígeno molecular que respiramos y producir la energía que nos mantiene vivos. La comprensión de la bioenergética mitocondrial ha abierto una ventana grande al conocimiento en las últimas décadas en disciplinas como: la medicina, la biotecnología y la ingeniería genética. Sin embargo, sabemos que existen factores en la naturaleza que pueden afectar a las mitocondrias, induciendo la producción de especies reactivas de oxígeno (EROS) que dañan células y tejidos u órganos afectando la actividad de la maquinaria mitocondrial; así, el mal funcionamiento mitocondrial tiene consecuencias letales para nuestro organismo. La mala alimentación, las enfermedades y la exposición a químicos tóxicos, entre otros factores, pueden dañar la función mitocondrial de cualquier organismo eucarionte. Sabemos también, que existen organismos como los invertebrados, cuyas mitocondrias se han adaptado a vivir en condiciones de estrés como la baja disponibilidad de oxígeno en el ambiente, desarrollando estrategias tan complejas como fascinantes que podrían resultar aplicables a otras especies para mantener sus funciones mitocondriales aún en condiciones cambiantes de oxígeno. Es así como en el futuro próximo, el continuo esfuerzo de la ciencia nos ayudará a entender mejor las habilidades de la mitocondria, dándonos la oportunidad de encarar grandes retos médicos y lidiar con las enfermedades que afectan a humanos y animales, puesto que la compleja maquinaria mitocondrial se va adaptando gradualmente a las presiones ambientales y necesidades energéticas, dándonos la

Palabras clave: enfermedades, mitogenoma, mitocondria, oxígeno, energía.

oportunidad de sobrevivir.

Abstract `

Our mitochondria are descendants endosymbiont ancestral bacteria. These subcellular organelles include in their membranes perfect molecular machinery that functions in such a coordinated way that it allows us, at the same time, to use the molecular oxygen we breathe and produce chemical energy that maintains us alive. Understanding mitochondrial bioenergetics has opened a large window of contributions to scientific knowledge during the last decades in disciplines such as medicine, biotechnology, and genetic engineering. However, we now know that some factors are affecting mitochondrial functions and promoting the production of reactive oxygen species that may damage cells, tissues, and organs. When mitochondrial functions fail, lethal consequences affect our bodies. Bad nutrition, diseases, and continuous exposure to toxic chemical agents, among others, may damage mitochondria from



all organisms. To date we also know that organisms, such as invertebrates whose mitochondria are well adapted to live in stress conditions as low environmental oxygen concentrations, have developed complex and fascinating strategies that may be used in the future to help other species to maintain stable mitochondrial functions even if oxygen concentration varies. In the near future, continuous scientific efforts to better understand mitochondrial abilities will give us the opportunity to face large medical challenges and deal with some diseases affecting human and animals since the complex mitochondrial machinery is now getting adapted to environmental pressures and energetic needs; it will, of course, give us the chance to survive.

Keywords: diseases, mitogenome, mitochondria, oxygen, energy.

Antecedentes

1. ¡El origen de las mitocondrias, una historia de amor!

Érase una vez, hace mucho, muchísimo tiempo, cuando sólo había bacterias en nuestro planeta, que una bacteria grande, gorda y lenta abrazó tan fuerte a una α-proteobacteria pequeña, inquieta y excelente nadadora que se fusionaron. "Sin hablarse, con el antiguo lenguaje de la bioquímica, un texto de moléculas y texturas en vez de palabras, la bacteria grande formuló una proposición simbiótica. Ambas establecieron un pacto definitivo, perfecto, total, simbiótico: una fusión no de posesiones, ni de labios u otras partes del cuerpo, sino de seres completos" (Wagensberg, 2012).

Durante el proceso simbiótico se presume que hubo transferencia, ganancia y pérdida de genes entre el núcleo de la bacteria hospedera y su bacteria huésped, dando origen a lo que hoy conocemos como la mitocondria y su genoma en las células eucariontes. Es así, como la teoría de la Endosimbiosis Seriada propuesta por la científica estadounidense Lynn Margulis en 1970 (Figura 1) explica el origen de la mitocondria, como la unión de organismos distintos que forman nuevas entidades viables, una de las ideas más poderosas de la biología después de la selección natural (Sagan, 2012).

2. La mitocondria: nuestra herencia materna

En la actualidad las células de los organismos eucariotas como animales, plantas, hongos y protistas, además de poseer un núcleo bien definido, cuentan con un organelo altamente especializado: la mitocondria. También conocida como la máquina generadora de energía, este organelo produce hasta el 90% de la energía química en forma de adenosin-trifosfato (ATP) que la célula necesita para llevar a cabo sus funciones (Domíguez-Ramírez y Tuena de Gómez-Puyou, 2005); por lo tanto, la mitocondria tiene una participación esencial en cada célula, tejido y órgano funcional de cualquier organismo.

Como ya dijimos, una de las características que hacen a las mitocondrias organelos especiales es que cuentan

con su propio genoma, mismo que es heredado por las células maternas durante la fusión de los gametos, en donde las mitocondrias del óvulo permanecen mientras que, las del espermatozoide son marcadas y degradadas al entrar al citoplasma del ovocito fecundado (Sutovsky *et al.*, 1999).

Por lo anterior, ahora ya sabemos que nuestro genoma mitocondrial, cuyo origen data de hace alrededor de 1500 a 2000 millones de años (Gallardo y Garesse, 2012), viene de nuestra madre y tiene como parientes más cercanos a las α -proteobacterias de vida libre.

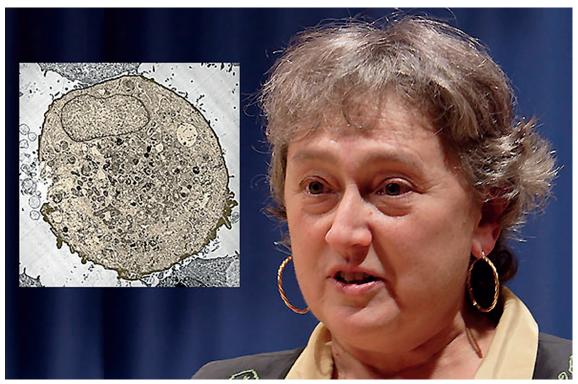


Figura 1. Lynn Margulis (1938-2011). Tomado de Sophimania (2015).

3. La charla de los dos genomas

El genoma mitocondrial (mitogenoma o mtDNA), que es circular y pequeño desde su origen, colabora permanentemente en coordinación con el otro genoma celular, el más grande y con mayor contenido genético: el nuclear.

Es entonces, a través de una charla entre ambos genomas, que se producen una serie de cinco máquinas moleculares perfectamente ensambladas, formadas por proteínas codificadas tanto el genoma nuclear, como en el mitocondrial (Figura 2). Estas máquinas, son los complejos enzimáticos que forman la cadena respiratoria y se localizan en las membranas mitocondriales acoplando sus funciones para usar el oxígeno que respiramos del ambiente y producir la energía que nos mantiene funcionando (Figura 2).

El estudio del mtDNA ha sido desde hace ya más de 4 décadas de gran importancia para la ciencia, pues esta



molécula que en el hombre cuenta con 16,569 pares de bases (Anderson *et al.*, 1981) contiene codificadas en su secuencia, sólo 13 proteínas, 2 ARNs ribosomales y 22 ARNs de transferencia.

Así, con el desarrollo de las nuevas tecnologías y plataformas de secuenciación, el mtDNA de miles de especies de organismos ha sido secuenciado a la fecha. Se sabe que este genoma muestra un tamaño variable y arreglos diferentes en el orden de los genes codificados en su secuencia, mismo que varía de acuerdo a las especies, por lo que sirve como un marcador molecular que permite tipificar especies y subespecies, poblaciones e incluso identificar organismos con relaciones de parentesco (Giraldo *et al.*, 2011; Martínez-Cruz *et al.*, 2012; https://www.ibdna.com/tests/mitochondrial-dna-test/).

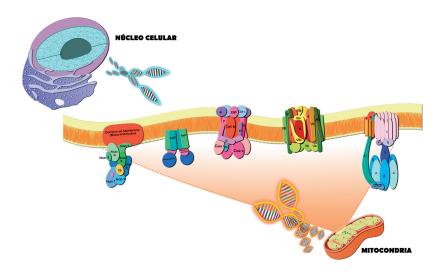


Figura 2. La cadena respiratoria mitocondrial, proteínas nucleares y mitocondriales ensambladas en complejos multiméricos.

Estudios interesantes sobre la historia y evolución del hombre se han apoyado en la secuenciación del mtDNA de especies extintas como el hombre de Neandertal, cuyo genoma mitocondrial guarda un porcentaje importante de identidad con el genoma del *Homo sapiens* actual (Green *et al.*, 2008).

4. La mitocondria en la ciencia y el estudio de la bioenergética

Además de ser parte central de la historia evolutiva de la vida en nuestro planeta, las mitocondrias cumplen funciones esenciales en la célula: la producción de energía y la respiración celular.

Estas funciones se llevan a cabo gracias al trabajo en equipo de los complejos enzimáticos multiméricos de la membrana interna mitocondrial, los cuales a través de varias reacciones de oxidación y reducción de determinados compuestos orgánicos, forman una cadena transporte de electrones, bombean protones hacia el espacio intermembranal y hacen uso del oxígeno molecular. La fuerza protón-motriz que genera la cadena respiratoria acoplada al complejo V, la ATP sintasa, producen el ATP o energía química de la célula (Domínguez-Ramírez y Tuena de Gómez-Puyou, 2005). Por lo tanto, las fallas en la maquinaria mitocondrial tienen consecuencias severas en el funcionamiento del organismo en general.

Dentro de la célula, la

mitocondria es el sitio en donde se hace uso del oxígeno que viene del medio ambiente. Así, cuando la mitocondria se enfrenta a condiciones variables en los niveles de oxígeno se convierte en una de las mayores fuentes de radicales libres (EROS), que son moléculas producidas continuamente como subproductos del metabolismo aerobio de los organismos y que en altas cantidades tienen el potencial para dañar nuestros tejidos y desencadenar el proceso de muerte celular que se conoce como apoptosis (Buttemer *et al.*, 2010).

Además de la falta de oxígeno que puede afectar al organismo en situaciones como afecciones cardiacas y paro respiratorio que provocan isquemia e hipoxia y las consecuencias ya mencionadas por el efecto del estrés oxidativo, existen enfermedades provocadas por fallas mitocondriales, tales como: el síndrome de Kearns-Sayre, oftalmoplejia externa progresiva crónica, encefalomiopatía mitocondrial con acidosis láctica y epilepsia mioclónica con fibras rojas desiguales, entre otras. Estas son algunas de las enfermedades que ocurren como resultado de la disfunción de la cadena respiratoria mitocondrial. Los trastornos mitocondriales pueden ser causados por mutaciones de los genes codificados por el ADN nuclear o el ADN mitocondrial (Chinnery, 2014). Estudios recientes han determinado como viable la posibilidad de trasplantar mitocondrias sanas y en funcionamiento del mismo sujeto, a órganos que padecen daño provocado por isquemia/reperfusión a causa de alguna enfermedad cardiaca. Este procedimiento realizado por el Dr. McCully y colaboradores (2017), abre la oportunidad de utilizar las mitocondrias como un blanco terapéutico para mejorar o hasta curar algunas enfermedades ocasionadas por la muerte de la fábrica de energía celular.

5. Los estudios de bioenergética en modelos animales

Además de la importancia del estudio de las mitocondrias en organismos modelo como los mamíferos y las levaduras, en los últimos años ha incrementado el interés por conocer el funcionamiento de las mitocondrias de otras especies, sobre todo aquellas que están adaptadas para enfrentar condiciones muy particulares. Tal es el caso de algunas de las miles de especies de invertebrados, como los moluscos y crustáceos que en el océano, enfrentan niveles de oxígeno muy cambiantes a lo largo del día y sobreviven incluso en condiciones de muy bajo nivel de oxígeno ambiental (Martínez-Cruz et al., 2012).

De manera particular, los camarones, que son crustáceos marinos con una larga historia evolutiva que data de la Era Paleozoica como *Carpopenaeus callirostris* (Figura 3; Rehm *et al.*, 2011), poseen características fisiológicas y metabólicas que les permiten adaptarse a cambios en la concentración de oxígeno ambiental. Algunas de estas adaptaciones se encuentran ligadas a sus mitocondrias, al metabolismo energético central de sus células y a su capacidad de respuesta antioxidante tal y como sucede en otras especies, incluso mas primitivas como es el caso de las medusas.

A la fecha, en los camarones se ha confirmado la existencia de enzimas antioxidantes y su participación en la respuesta a la sobreproducción de EROS (Parrilla-Taylor y Zenteno-Savin, 2011). También, se cuenta con



el mitogenoma de varias especies (Peregrino-Uriarte *et al.*, 2009) y en nuestro laboratorio (Laboratorio de Bioenergética y Genética Molecular, CIAD) se han realizado estudios sobre la estructura y función de algunas de las proteínas base de la cadena respiratoria del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Muhlia-Almazán *et al.*, 2008; Jiménez-Gutiérrez *et al.*, 2014; Martínez-Cruz *et al.*, 2015). Resultados recientes confirman la existencia en el camarón de proteínas reguladoras, como el inhibidor IF₁, que ayuda a las mitocondrias a controlar el gasto de energía cuando no hay suficiente oxígeno en el ambiente (Chimeo *et al.*, 2015); y mecanismos de oxiconformación mitocondrial, que permiten a la mitocondria ajustar sus funciones a la cantidad de oxígeno en el agua de mar (Chimeo *et al.*, 2017; sometido).

Sin embargo, aún hay muchas preguntas por resolver sobre el papel que juegan todas estas moléculas en la sobrevivencia del camarón en su hábitat. Se hace necesario continuar con estos estudios, que a futuro podrían sentar las bases biotecnológicas que le permitan al hombre sobrevivir a enfermedades y responder ante condiciones de estrés oxidativo que afectan a sus mitocondrias y con ello a su bienestar general.



Figura 3. Fósil de la especie de camarón extinta *Carpopenaeus callirostris* (Schweigert y Garassino, 2005) extinta a finales del periodo Cretácico superior.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Arturo Sánchez Paz por la revisión del manuscrito. al DG Gerardo Hernández por el diseño y a la M. en C. Diana Dorantes por la edición del Abstract.

Literatura Citada

Anderson, S., A.T. Bankier, B.G. Barrell, M.H. de Bruijn, A.R. Coulson, J. Drouin, I.C. Eperon, D.P. Nierlich, B.A. Roe, F.

- Sanger, P.H. Schreier, A.J. Smith, R. Staden y I.G. Young. 1981. *Sequence and organization of the human mito-chondrial genome*. Nature 290 (5806): 457-465.
- Buttemer, W.A., D. Abele y D. Constantini. 2010. *From bivalves to birds: oxidative stress and longevity*. Functional Ecology 24(5): 971-983.
- Chimeo, C., A.V. Fernández-Gimenez, M. Campanella, O. Mendez-Romero y A. Muhlia-Almazán. 2015. *The shrimp mitochondrial FoF1-ATPase inhibitory factor 1 (IF1)*. Journal of Bioenergetics and Biomembranes 47(5): 383-393.
- Chimeo, C., A. Cabrera-Orefice, S. Uribe-Carvajal, R. Sotelo-Mundo, A.M. Calderón de la Barca, A. Sánchez-Paz, F. Mendoza-Cano, M. Campanella, A. Muhlia-Almazán. 2017. The shrimp mitochondrial ${\sf IF}_1$ inhibitor regulates ATP hydrolysis during hypoxia-reoxygenation cycling. Journal of Experimental Biology. Sometido.
- Chinnery, P.F. 2014. *Mitochondrial disorders overview*. En: RA Pagon, MP Adam, HH Ardinger, et al., Eds. GeneReviews. University of Washington, Seattle. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1224/
- Domínguez-Ramírez, L. y M. Tuena de Gómez-Puyou. 2005. *La F1F0 ATP sintasa: un complejo proteíco con gran versatilidad estructural y funcional*. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 8(1): 18-27.
- Gallardo, M.A. y R. Garesse. 2012. *Origen y evolución de la mitocondria: ADN mitocondrial y evolución humana.* pp 1-9. En: López Pérez, M.J., J.M. Ortiz Melón, A. Doadrio Villarejo (Eds). Monografía XXXVI Sistema mitocondrial, un reto en la medicina humana. Real Academia Nacional de Farmacia. 22 pp.
- Green, R.E., A.S. Malaspinas, J. Krauese, A.W. Briggs, A. W. Johnson, P.L.F. Uhler, C. Meyer, M. Good, J.M. Maricic, T. Stenzel, U. Prüfer, K. Siebauer, M. Burbano, H.A. Ronan, M. Rothberg, J.M. Egholm, M. Rudan, P. Brajković, D. Kućan, Ž. Gušić, I. Wikström, M. Laakkonen, L. Kelso, J. Slatkin y M. Pääbo. 2008. *A complete Neanderthal mitochondrial genome sequence determined by high-throughput sequencing*. Cell. 134(3): 416-426.
- Giraldo, P.A., S.I. Uribe y R.A. Lopez. 2011. *Análisis de secuencias de ADN mitocondrial (Cytb y ND1) en Lucilia eximia* (*Diptera: Calliphoridae*). Revista Colombiana de Entomología 37(2): 273-278.
- International Biosciences. 2017. *Mitochondrial DNA test*. En: https://www.ibdna.com/tests/mitochondrial-dn a-test/). (consultado 01/08/2017).
- Jiménez-Gutiérrez, L.R., S. Uribe-Carvajal, A. Sánchez-Paz, C. Chimeo y A. Muhlia-Almazán. 2014. *The cytochrome oxidase and its mitochondrial function in the whiteleg shrimp Litopenaeus vannamei during hypoxia*. Journal of Bioenergetics and Biomembranes 46(3): 189–196.
- Margulis, L. 1970. *Origin of eukaryotic cells: Evidence and research implications for a theory of the origin and evolution of microbial, plant and animal cells on the Precambrian Earth.* Yale University Press, New Haven, CT.
- Martínez-Cruz, O., J.A. Sánchez-Paz, F.L. García-Carreño, L.R. Jiménez-Gutiérrez, M.A. Navarrete del Toro, A. Muhlia-Almazán. 2012. *Invertebrates Mitochondrial Function and Energetic Challenges*. In: 218ISBN 978-953-51-0090-4, pp. 181-218.



- Martínez-Cruz, O., A. Arvizu-Flores, R.R. Sotelo-Mundo, A. Muhlia-Almazán. 2015. The nuclear encoded subunits gamma, delta and epsilon from the shrimp mitochondrial F1-ATP synthase, and their transcriptional response during hypoxia. Journal of Bioenergetics and Biomembranes 47(3): 223–234.
- McCully, J.D., D.B. Cowan, S.M. Emani, P.J. del Nido. 2017. *Mitochondrial transplantation: from animal models to clinical use in humans*. Mitochondrion. 34: 127-134.
- Muhlia-Almazán, A., O. Martínez-Cruz, M.A. Navarrete del Toro, F. García-Carreño, R. Arreola, R. Sotelo-Mundo y G. Yepiz-Plascencia. 2008. *Nuclear and mitochondrial subunits from the white shrimp Litopenaeus vannamei FoF1 ATP-synthase complex: cDNA sequence, molecular modeling, and mRNA quantification of atp9 and atp6.*Journal of Bioenergetics and Biomembranes 40(4): 359-369.
- Parrilla-Taylor, D.P. y T. Zenteno-Savin. 2011. *Antioxidant enzyme activities in Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) in response to environmental hypoxia and reoxygenation*. Aquaculture 318(3): 379-383.
- Peregrino-Uriarte, A.B., A. Varela-Romero, A. Muhlia-Almazán, A. Anduro-Corona, S. Vega-Heredia, L.E. Gutiérrez-Millán, J. De la Rosa-Vélez, G. Yepiz-Plascencia. 2009. *The complete mitochondrial genomes of the yellowleg shrimp Farfantepenaeus californiensis and the blue shrimp Litopenaeus stylirostris (Crustacea: Decapoda)*. Comparative Biochemistry and Physiology, Part D: Genomics and Proteomics 4(1): 45–53.
- Rehm, P., J. Borner, K. Meusemann, B.M. von Reumont, S. Simon, H. Hadryz, B. Misof, T. Burmester. 2011. *Dating the arthropod tree based on large-scale transcriptome data*. Molecular Phylogenetics and Evolution 61(3): 880-887.
- Sagan, D. 2012. Lynn Margulis. The life and legacy of a scientific rebel. Chelsea Green Publishing Co. USA. 266 pp.
- Schweigert G. y A. Garassino. 2005. First record of the shrimp genus Carpopenaeus GLAESSNER, 1945 (Crustacea: Decapoda: Carpopenaeidae) from the Upper Jurassic. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie-Monatshefte 8,490-502.
- Sophimania. 2015. *Lynn Margulis, la controversial primera esposa de Carl Sagan*. (https://sophimania.pe/sociedad-y-cultura/filosofia-y-humanidades/lynn-margulis-la-controversial-primera-esposa-de-carl-sagan/). (Consultado 08/07/2017).
- Sutovsky P., R.D. Moreno, J. Ramalho-Santos, T. Dominko, C. Simerly, G. Schatten. 1999. *Development: ubiquitin tag for sperm mitochondria*. Nature 402(6760): 371-372.
- Wagensberg J. 2012. El relato de los relatos. En: Sagan, D. Lynn Margulis. *The life and legacy of a scientific rebel*.

 Chelsea Green Publishing Co. USA. 266 pp.

Cita de este artículo:

Méndez Romero O. A., y A. Muhlia Almazán. 2018. Mitocondrias – El "ying-yang" de la vida. Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 12-21. https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0001

Sometido: 17 de Noviembre de 2017

Revisado: 27 de Enero de 2018 Aceptado: 18 de Marzo de 2018

Editor asociado: Dr. Dariel Tovar-Ramírez

Idioma Español Resumen: Ms.C. Diana Dorantes Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández



Strategies to obtain protein from fishery products and by-products usually not exploited

Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 22-31. https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0002

Julio Humberto Córdova Murueta * María de los Ángeles Navarrete del Toro y Fernando García Carreño

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. 23096, México.

E-mail: jcordova@cibnor.mx

Resumen

Se presenta una descripción de dos métodos utilizados para obtener proteínas de origen marino de alto valor nutricio a partir de desperdicios de la pesca o de especies de bajo valor que normalmente no son aprovechadas. En el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha contribuido para el mejoramiento de las metodologías utilizadas a nivel mundial utilizando como materia prima a las vísceras derivadas del procesado de bivalvos, calamares, peces y muchos otros, que fácilmente se pueden incorporar a procesos para la obtención de proteína y otros productos con potencial para dar valor agregado.

Palabras clave: Concentrados de proteína, desperdicio de pesquerías, valor agregado.

Abstract

This study provides a description of two methods used to obtain marine proteins of high nutritional value from fishery waste or low-value by-products. The Biochemistry Lab from Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) has contributed to the improvement of worldwide methodologies using as raw material the viscera from processing bivalves, squid, fish and many other by-products, which can be easily incorporated into processes for obtaining protein and other products with added-value potential.

Key words: protein concentrate, fishery waste by-products, value-added.

Antecedentes

La industria pesquera de noroeste la República Mexicana representa una de principales actividades las económicas de la región. De acuerdo a estadísticas de pesca, cuatro estados de la región Noroeste de México producen el 69% del volumen de total de la producción de México (Juárez-Torres et al., 2007). En nuestro país existe materia prima de origen marino con potencial de aprovechamiento: especies de bajo valor comercial o de captura incidental, como en el caso de la pesquería de camarón, que no son de interés y devueltas sin vida al mar produciendo contaminación y afectando la ecología; 114,000 toneladas de peces, crustáceos y moluscos al año (Lopez-Martinez et al., 2010).

Otra fuente importante de materia prima son las vísceras derivadas del procesado de bivalvos, calamares, crustáceos y peces, que fácilmente se pueden incorporar a procesos con potencial para generar productos con valor agregado o



para producir alimentos para animales (entre otras posibilidades). Se sabe que los desechos de la industria pesquera pueden llegar hasta el 75% de la captura, dependiendo de la especie y el proceso aplicado (Rustad *et al.*, 2011).

Los subproductos de la pesca (desechos) resultan ser fuentes valiosas de componentes como proteínas, colágeno, polisacáridos, aceites, pigmentos, vitaminas, minerales y enzimas entre otros (Arvanitoyannis y Kassaveti, 2008; Stepnowski et al., 2004; Gómez-Guillén et al., 2011). Tienen o pueden tener un uso potencial en alimentos, fármacos y aplicaciones en acuicultura, agricultura e industria. Esta posibilidad debe contemplarse como una oportunidad para la reducción de costos de producción de las distintas pesquerías, así como incremento de la disponibilidad y posible comercialización de nuevos compuestos y productos a partir de subproductos de la pesca; sin embargo, con frecuencia el tratamiento que se les da no es siempre el adecuado y hace que la utilidad de esos productos se vea reducida, tal es el caso de las llamadas "harinas de pescado" que son expuestas a muy altas temperaturas, lo cual reduce su utilidad (Córdova-Murueta et al., 2007).

El grupo Bioquímica del CIBNOR ha trabajado por un par de décadas en el establecimiento de técnicas para la recuperación de proteína y otros subproductos de la industrialización de la pesca (De-la-Fuente-Betancourt et al., 2009; Córdova-Murueta et al., 2013; Rocha-Estrada et al., 2010). El mismo grupo de investigación también ha desarrollado métodos para evaluar uno de los aspectos más importantes de calidad de productos proteicos y alimentos fabricados con estos ingredientes; la digestibilidad de la proteína contenida, ya que algunos métodos como el de la elaboración de "harinas" utilizan excesivo calor en su producción, lo que hace difícil su digestión y aprovechamiento.

En el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha desarrollado un método que ayuda a determinar la calidad de la proteína

obtenida y que puede substituir a la evaluación directa en animales y que además es tardada (semanas), tediosa, costosa y sujeta a variables ambientales. El método se basa en el uso de las enzimas digestivas del organismo que se pretende alimentar el cual fue probado y demostrado en una investigación realizada en el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR (Ezquerra-Brauer et al., 1997). Siendo la proteína una de las moléculas nutritivas mas importantes que necesitan los seres vivos, es importante que se investique la manera de obtener su máximo aprovechamiento, tanto en la forma como se asimila en el sistema digestivo y la forma de mantener un abasto suficiente para las necesidades de humanos y animales.

Con esta finalidad se han desarrollado procesos como el de producción de surimi para recuperar y darle uso a proteínas de los productos y subproductos de la pesca. En estos procesos se incluyen organismos marinos con nulo o bajo valor comercial, por lo que la obtención de

proteína de este tipo de materia prima resulta ventajoso y de suma importancia para el máximo aprovechamiento de los recursos pesqueros. En este documento vamos a explicar dos métodos muy atractivos para la obtención de proteína de calidad a partir de productos de la pesca: hidrólisis enzimática y solubilización por pH.

Proceso de solubilización/precipitación.

Un proceso que se puede aplicar para recuperar la proteína de especies de bajo valor comercial y de los desperdicios de la industria de la pesca es el de solubilización/precipitación por pH. En el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR, se ha utilizado con éxito en la obtención de concentrados de proteína a partir de músculo y/o vísceras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), almeja (*Megapitaria squalida*), langostilla (*Pleuroncodes planipes*) y cabezas de camarón (*Penaeus vannamei*). La obtención de proteínas musculares por medio de este proceso fue desarrollado por Hultin y colaboradores (Hultin y Kelleher, 2001) (Figura 1).



Figura 1. Proceso de solubilización y precipitación por cambio de pH en proteínas deanto de calamar

El proceso de solubilización por pH está basado en someter a las proteínas musculares de la materia prima a diferentes valores de pH, ácido o alcalino, seguida de la precipitación (también por cambio de pH) de las proteínas que lograron solubilizarse, lo que al final resulta en la recuperación de un concentrado de proteína útil

en la elaboración de productos tipo gel (Hultin et al., 2000; Undeland et al., 2002; Kristinsson y Liang, 2006) o como fuente de proteínas para suplementar alimentos. Este proceso también permite la separación de proteínas selectiva forma fácil separando huesos, espinas escamas entre También se eliminan otros. reacciones indeseables durante el manejo, tales como el efecto de enzimas microbianas o del mismo organismo que pueden deteriorar la materia prima, las cuales son reducidas o eliminadas durante el proceso (Figura 2) por efecto de pH ácido o alcalino (Kristinsson y Hultin, 2003).

La solubilidad de la proteína muscular en la mayoría de especies es alta a valores de pH muy bajos (ácido) o muy altos (alcalino), como se observa en la Figura 3, donde se procesó musculo de calamar a valores de pH desde 2 hasta 13, dando diferentes cantidades de proteína solubilizada. Por lo tanto a conveniencia se puede escoger entre pH 2 o pH 12,



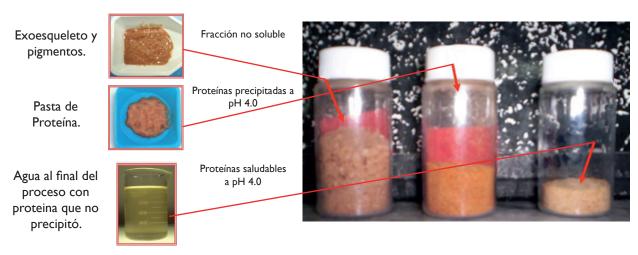


Figura 2. Recuperación de proteína y otros componentes contenidos en cabezas de camarón (cefalotórax) por el método de cambio de pH (pH-shift).

para solubilizar la proteína, que son los puntos con valores mas altos de proteína soluble en la gráfica (Figura 3). El pH para precipitar la proteína en este caso está dado por el punto con solubilidad mas baja (conocido como punto isoeléctrico), pH 5 (Figura 3).

Por lo tanto la proteína adquiere valores de solubilidad diferente a medida que se expone a cambiantes condiciones de acidez o alcalinidad.

La proteína recuperada con este procedimiento puede ser utilizada para elaboración de productos tipo gel (Figura 4), y como suplemento en alimentos.

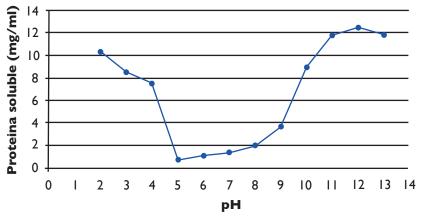


Figura 3. Curva de solubilización de músculo de calamar a diferentes valores de pH.

Proceso de hidrólisis enzimática

La hidrólisis enzimática un método por el cual se pueden obtener concentrados de proteína mediante el uso de enzimas (adicionadas o las mismas que se encuentran en la materia prima), para dividir a las proteínas en segmentos o péptidos, que son cadenas de aminoácidos mas pequeños que la proteína original, incluso hasta llegar a separar completamente cada aminoácido que forma parte de las proteínas. Los hidrolizados son el producto de proteínas que han sido seccionadas en péptidos

o fragmentos de varios tamaños por métodos enzimáticos. Los hidrolizados de proteína poseen características con valor biológico, tales como antioxidantes, antibióticos y anticancerígenos (Dziuba *et al.*, 1999) o bien como promotores de crecimiento y atractantes (Dziuba *et al.*, 1999; Córdova-Murueta y García-Carreño, 2002). Las propiedades y usos de los hidrolizados, dependen en gran medida

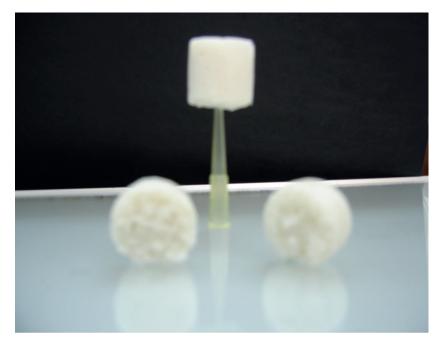


Figura 4. Geles elaborados con músculo de calamar por el método de solubilización/ precipitación en el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR.

de la enzima que se utilice en el proceso, el grado de hidrólisis que se le dé y las condiciones en las que se desarrolle la reacción (pH-temperatura) (Dzwolak y Ziajka, 1999). Para la obtención de hidrolizados funcionales (para usos específicos) se deben de tener en cuenta factores como las características deseadas del producto, la elección de la fuente adecuada de proteína y las enzimas con propiedades catalíticas acordes a las condiciones del proceso (temperatura y pH) así como asegurar que la acción catalítica de las enzimas sea detenida al final del proceso para evitar hidrólisis exhaustiva de las proteínas, pues es importante que las enzimas dejen de "hacer su trabajo" cuando la reacción llegó al punto deseado. Una manera de controlar el grado de hidrólisis es por

medio de la técnica de pH-stat (Ezquerra-Brauer et al., 1997), mencionada al principio de este documento, que consiste en una titulación de la mezcla de reacción utilizando hidróxido se sodio (NaOH) para mantener el pH constante, ya que durante la reacción de hidrólisis se rompen los enlaces peptídicos, que son los encargados de mantener unidas las cadenas de aminoácidos que forman las proteínas. Por cada enlace peptídico que se rompe se libera un H⁺, lo que produce una disminución del pH en la mezcla de reacción, por lo tanto la cantidad de NaOH utilizada para mantener constante el valor del pH durante la reacción es utilizada para calcular el grado de hidrólisis de las proteínas en la reacción, lo cual se hace en un equipo diseñado para tal propósito (Figura 5).

Al final, la recuperación del producto se hace por medio de centrifugación o filtración, dependiendo de las características del producto deseado. En el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se han



desarrollado técnicas para obtención de proteína de diversas especies marinas de bajo valor así como de algunos desperdicios de la industria pesquera: Manto, aletas y vísceras de calamar gigante, cabezas de camarón, vísceras de almeja, y langostilla.



Figura 5. Equipo de pH-stat utilizado para monitorear el grado de hidrólisis de las proteínas de interés, utilizando extractos de enzimas de animales o enzimas comerciales.

Paralelo al proceso de recuperación de proteína de organismos marinos, hay otros productos que se pueden obtener, los cuales son muy variados. Por ejemplo en el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha recuperado quitina y quitosano a partir de cabezas de camarón (*P. vannamei*) y langostilla (*Pleuroncodes planipes*) después de haber sido procesados para obtener proteína, ya que los residuos de ambos procedimientos pueden constituir la materia prima que puede ser utilizada para otros procesos. El quitosano es una molécula que se obtiene a partir de la quitina, principal componente del exoesqueleto (la parte rígida al exterior de los camarones, que normalmente se desecha) de crustáceos como el camarón. Tanto la quitina como el quitosano en los últimos años han sido objeto de demanda debido a las amplias posibilidades de aplicación en variados sectores como la industria alimenticia, tratamiento de aguas residuales y en la agricultura. Este ejemplo de aprovechamiento de otros compuestos además de la proteína, sirve para ilustrar que hay muchas posibilidades para incorporar los subproductos de la pesca a la producción de moléculas con valor comercial. Por lo tanto, buscar la manera de aprovechar los subproductos de la pesca representa muchas ventajas

para la industria y para el ambiente. Tanto el método de hidrólisis enzimática como el de cambio de pH (pH-shift) tienen la ventaja de ser útiles para obtener proteína y otros componentes a partir de desechos que genera la industria pesquera.

Agradecimientos 🔭

Los autores agradecen los comentarios y atinadas sugerencias al manuscrito por dos revisores anónimos. a la DG Adriana Landa y DG Gerardo Hernández por el diseño y a la M. en C. Diana Dorantes por la edición del Abstract.

👢 Literatura citada 📜

- Arvanitoyannis, I.S. y A. Kassaveti. 2008. *Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses.* International Journal of Food Science & Technology 43(4): 726–745.
- Córdova-Murueta, J.H. y F.L. García-Carreño. 2002. *Nutritive value of squid and hydrolyzed protein supplement in shrimp feed*. Aquaculture 210:371–384.
- Córdova-Murueta, J.H., F.L. García-Carreño y M.D.L.Á. Navarrete. 2013. pH-Solubilization process as an alternative to enzymatic hydrolysis applied to shrimp waste. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13:639–646.
- Córdova-Murueta, J.H., M.A. Navarrete-del-Toro y F.L. García-Carreño. 2007. *Concentrates of fish protein from bycatch species produced by various drying processes*. Food Chemistry 100: 705–711.
- De-la-Fuente-Betancourt, G., F. García-Carreño, M.A. Navarrete del Toro, J.H. Córdova-Murueta y M.E. Lugo-Sánchez. 2009. *Protein solubility and production of gels from jumbo squid*. Journal of Food Biochemistry 33(2): 273–290.
- Dziuba, J., P. Minkiewicz y D. Natecz. 1999. *Biologically active peptides from plant and animal proteins*.

 Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 8(1): 3–16.
- Dzwolak, W. y S. Ziajka. 1999. *Enzymatic hydrolysis of milk proteins under alkaline and acidic conditions*. Journal of Food Technology 62: 393–395.
- Ezquerra-Brauer J.M., L. F. Garcia-Carreño, R. Civera y N. F. Haard. 1997. pH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (Penaeus vannamei). Aquaculture 157: 251–262.
- Gómez-Guillén, M.C., B. Giménez, M.E. López-Caballero y M.P. Montero. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids 25(8): 1813–1827.
- Hultin, H.O. y S.D. Kelleher. 2001. *Protein composition process for isolating a protein composition from a muscle source*. U.S. Patent 6,451,975. En: http://patft.uspto.gov/netacgi/



- $nph-Parser?Sect2=PTO1\&Sect2=HITOFF\&p=1\&u=/netahtml/PTO/search-bool. \\ html\&r=1\&f=G\&l=50\&d=PALL\&RefSrch=yes\&Query=PN/6288216. \ \ (consultado el 11/09/2015) \\ \\$
- Hultin, H.O., S.D. Kelleher, Y.M. Feng, H.G. Kristinsson, M.P. Richards y I.A. Undenand. 2000. *High efficiency alkaline protein extraction*. U.S. Patent 6136959 A. En: http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool. html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6136959. (consultado el 11/09/2015)
- Juárez-Torres, M., M. Flores-Escobar y J. Luna-Martínez. 2007. *El Sector pesquero en México*. Documento interno de Financiera Rural. En: http://enp4.unam.mx/amc/libro_munioz_cota/libro/cap2/lec06 sectorpesqueroenmexico.pdf. (consultado el 11/09/ 2015)
- Kristinsson, H. y Y. Liang. 2006. *Effect of pH-shift processing and surimi processing on atlantic croaker* (Micropogonias undulates) muscle proteins. Journal of Food Science 71(5): C304–C312.
- Kristinsson, H.G. y H.O. Hultin. 2003. *Effect of low and high pH treatment on the functional properties of cod muscle proteins*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(17): 5103–5110.
- Lopez-Martinez, J., E. Herrera-Valdivia, J. Rodríguez-Romero y S. Hernández-Vázquez. 2010. *Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México*. Revista de Biología Tropical 58(3): 925–942.
- Rocha-Estrada, J.G., J.H. Cordova-Murueta y F.L. Garcia-Carreno. 2010. *Functional properties of protein from frozen mantle and fin of jumbo squid Dosidicus gigas in function of pH y Ionic strength*. Food Science and Technology International 16(5): 451–458.
- Rustad, T., I. Storrø y R. Slizyte. 2011. *Possibilities for the utilisation of marine by-products*. International Journal of Food Science & Technology 46(10): 2001–2014. Disponible en: http://dx.doi. org/10.1111/j.1365-2621.2011.02736.x. (consultado el 11/09/2015)
- Stepnowski, P., G. Ólafsson, H. Helgason y B. Jastorff. 2004. Recovery of astaxanthin from seafood wastewater utilizing fish scales waste. Chemosphere 54(3): 413–417.
- Undeland, I., S.D. Kelleher y H.O. Hultin. 2002. *Recovery of functional proteins from Herring (Clupea harengus) light muscle by an acid or alkaline solubilization process*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50(25): 7371–7379.

Cita de este artículo:

Córdova-Murueta J.H. *, M. A. Navarrete del Toro y F. García-Carreño. 2018. Estrategias para obtener proteína a partir de productos y sub-productos de la pesca normalmente no aprovechados. Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 22-31. https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0002

Sometido: 17 de Noviembre de 2016

Revisado: 27 de Marzo de 2017

Aceptado: 18 de Diciembre de 2017 Editor asociado: Dr. Eduardo Balart

Idioma Español Resumen: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Adriana Landa, Lic. Gerardo Hernández

El Concepto de Riesgo

The Risk Concept



Resumen

El origen de la palabra y concepto de riesgo, a la fecha es incierto. Por lo que se asume que es relativamente reciente y desarrollado a partir del enfoque Dominante (Tecnocrático) y Corriente Alternativa (Ciencias Sociales). Actualmente el estudio de riesgos abarca campos muy variados de las ciencias; lo que ha llevado a múltiples interpretaciones y acepciones, generadas por la formación profesional, experiencias y percepción individual de quienes las han formulado; causando confusión y polémica. Así aún cuando se reconoce con una connotación antropocéntrica al término riesgo y los asociados a este, a la fecha no se ha logrado un consenso para unificarlos. En este contexto es conveniente que como mínimo la definición de los términos empleados en el ámbito científico, sean reconocibles por la población con el mismo significado, puesto que estos se incorporan en los estudios de gestión de riesgos, en los cuales se plantean las medidas preventivas para evitar desastres. Consecuentemente un estudio con errores conceptuales puede ser contraproducente.

Palabras clave: Percepción, Amenaza, Vulnerabilidad, Desastre.

Abstract

The origin of the term and concept of risk is uncertain up to date. For this reason, this term is assumed to have a relatively recent origin and to have developed from a dominant (technocratic) and an alternative (social science) approach. Currently, researchers from numerous scientific fields study risk. As a result, multiple interpretations and meanings of risk have been proposed based on professional education, experiences, and individual perceptions of those persons who have formulated the concept, leading to some confusion and controversy. Even though the term "risk" and associated terms are recognized to have an anthropogenic connotation, no consensus for uniting the varying definitions of this term has been achieved up to date. In this context, it is advisable, at a minimum, that related terms used in scientific fields be understood by the general population to have the same meaning, given that such terms are incorporated into risk management studies wherein preventative measures are proposed to avoid disasters. Consequently, a study with conceptual errors could be counterproductive.

Key words: Perception, Threaten, Vulnerable, Disaster.

Antecedentes

El término riesgo no siempre formó parte del vocabulario de la sociedad, ya que en la antigüedad, según Luhmann (1996), lo que se marca es el peligro, mientras que hasta hace poco, la sociedad moderna lo que integra como parte del vocabulario es el término riesgo. El mismo autor refiere que la utilización de un nuevo vocablo, responde a la

ı



necesidad de conceptualizar una situación puntual, que no puede ser expresada con la precisión requerida por las palabras de que se dispone en el momento. De ahí la complejidad del problema que subyace al surgimiento y evolución del concepto, en este caso de riesgo. El cual ha evolucionado desde diferentes corrientes de pensamiento, que se reflejan actualmente en la abundante literatura que investiga sobre el riesgo, desde las ciencias y especialidades científicas más diversas, adquiriendo múltiples acepciones y por lo tanto interpretaciones.

Calvo (2001), refiere que el análisis del riesgo en el ámbito geográfico, se da básicamente dos vías de desigual importancia. Por una parte las reuniones científicas y los números monográficos colectivos publicaciones de periódicas; de donde puede advertirse la permeabilidad hacia la innovación y la aceptación o rechazo de nuevos puntos de vista. Por otra parte publicaciones ocasionales en revistas especializadas que reflejan intereses particulares del autor, pero cuyo impacto en lectores potenciales no es desdeñable, aunque matizado por el prestigio de la publicación y la amplitud de su aceptación en la comunidad científica. Así el término riesgo, no se escapa de las definiciones y dominaciones paradigmáticas, las cuales impulsadas y defendidas consciente o inconscientemente por representantes de determinadas corrientes científicas, y respaldadas por instituciones de renombre, a veces difícilmente se abren para evolucionar a otro estado de existencia (Lavell, 1993). Por lo que dependiendo del enfoque de donde se conceptualice el riesgo o del uso que se le dé, se expone inmediatamente a la objeción de no hacer uso correcto del término; generando polémica y confusión, que se ve reflejada en la escasa reflexión teórica. Por lo que en este contexto el objetivo del presente trabajo, es reflexionar acerca de la falta de consenso y la posibilidad de unificar los conceptos de riesgo. Partiendo para ello del origen de la palabra y de la reseña del cómo ha evolucionado su concepto, teniendo como referencia información de diferentes autores.

Origen de la palabra y concepto de riesgo

Autores como Peretti (2000), atribuyen la etimología del término riesgo al latín *resecum* "aquello que corta"; Serrano (2010) y Pérez y Gardey (2010), coinciden en que su origen proviene del árabe. Sin embargo Serrano, refiere el término al árabe *rizq*, que añade al significado de contingencia o accidente un matiz de "don divino"; mientras que Pérez y Gardey, refieren que el término fue adoptado por el idioma italiano de una palabra árabe que puede traducirse como "lo que depara la providencia". Por su parte Briones (2005), refiere el término riesgo al italiano *risico* o *rischio*; en este sentido Santos (2016), lo refiere al italiano vulgar *risciare* "osar". Por su parte Cardona (2001), atribuye el término al griego *rhiza*, alusivo a los "peligros de navegar en un arrecife", mientras que Aneas (2000), atribuye el término al castellano antiguo *resegue* "resecar, cortar", cuya acepción según el autor en la Edad Media se empleaba como sinónimo de lucha, contradicción y división. Por su parte Aneas (2000), menciona que etimológicamente el termino riesgo proviene de *rísico* o *rischio*

"peligro" lo cual puede tener origen común con la palabra castellana *risco* "peñasco escarpado, escollo promontorio"; Serrano (2010) refiere que durante la Edad Media, de forma esporádica se usa del neolatino el termino *risico*, el cual a partir de 1500 con la introducción de la imprenta, se extiende sobre todo en el lenguaje comercial y jurídico, que permanece casi igual en todos los idiomas europeos, con lo que se introduce un nuevo concepto para caracterizar situaciones que no estaban bien caracterizadas con términos mucho más antiguos como fortuna, peligro, azar, suerte o providencia.

En cuanto al desarrollo del "concepto de riesgo", según ECON-IT (en línea) refiere que las primeras referencias e intentos de definición del término datan aproximadamente del 3200 A.C., cuando un grupo de personas en el Valle del Tigris y el Éufrates llamados Asipu, aconsejaban a la gente que estaba tomando decisiones difíciles o inciertas. García (2005), atribuye a la antropóloga Mary Douglas, la cita de que el concepto del término riesgo, surgió en la teoría de las probabilidades; un sistema axiomático derivado de la teoría de juegos que nació en Francia en el siglo XVII. Por su parte Briones (2005), menciona que el concepto tiene su origen a finales de la Edad Media (siglo XV), pero no es sino hasta el siglo XVII cuando se comienza a desarrollar con las ideas de prudencia y seguridad. Así a la fecha de la indagación en documentos históricos del origen de la palabra y concepto de riesgo, no se cuenta con información fidedigna. Sin embargo en lo que barios de los autores antes mencionados coinciden, es que la palabra riesgo, empieza a difundirse con la invención de la imprenta y su llegada a Italia y España a partir del siglo XV. Luhmann (1991), de manera general refiere que la mención del término riesgo hace referencia a decisiones vinculadas con el tiempo.

Reseña

De acuerdo a la información anterior, para tratar de entender la evolución y la complejidad que el concepto de riesgo ha adquirido, podemos asumir que un buen punto de partida, es a finales de la Edad Media (siglo XV); caracterizada por un largo periodo que se rige con los aspectos

dogmáticos de la religión, bajo los preceptos de la incertidumbre, inseguridad y miedo; en donde todo literalmente es obra de Dios. Así el terremoto que arrasaba una ciudad o la pandemia como la peste negra, se adjudicaba al castigo de Dios, por el pecado como la causa y fundamento del mal, equivalente funcional de riesgo (Serrano 2010).

Posterior а este largo periodo, en Europa occidental durante los siglos XV y XVI, se da el movimiento cultural conocido como Renacimiento; caracterizado por la renovación en las artes y las ciencias tanto naturales como humanas. Estas últimas permitieron la difusión de las ideas del Humanismo y diferentes corrientes filosóficas, que determinaron una nueva concepción del hombre y el mundo. Ante una nueva visión la incertidumbre,inseguridadymiedo se contrarresta con la decisión determinante previamente calculada que los hombres toman ante una situación. Así se atribuye a Pascal el inicio de la teoría de la probabilidad en 1655, al plantear una reflexión filosófica ante la



situación de incertidumbre, azar y el cálculo de probabilidades de: creer o no en la existencia de Dios. Según información de ECON-IT (en línea), un segundo trabajo que tuvo influencia en el desarrollo de la teoría del riesgo fue publicado en la Tabla de Esperanza de Vida de Halley. Esto aún bajo la hegemonía de la iglesia que plantea creer o no en la existencia de Dios tiene consecuencias (Serrano, 2010).

Según Briones (2005), el concepto de riesgo comienza a desarrollarse, en el siglo XVII, con la idea de prudencia y seguridad, y con la posibilidad que tiene el hombre de elegir su destino. ECON-IT (en línea), refiere que el trabajo con mayor influencia en el desarrollo de la teoría del riesgo se da en este periodo con la publicación del trabajo de La Place, del cálculo de probabilidades de esperanza de vida, con y sin la aplicación de la vacuna de la viruela. Marcando el comienzo de la utilización de métodos estadísticos de medición de riesgo en distintos contextos de salud y economía.

Para el siglo XVIII, el largo periodo de transición hacia una

nueva visión del universo, se da como resultado de un proceso de laicización en donde una de las primeras instituciones que enfrento el cambio fue la iglesia, ya que la religión no pudo seguir mitigando las incertidumbres, ni explicar los fenómenos desastrosos como dogmas. Durante este periodo el 1 de noviembre de 1755, en Lisboa ocurre un terremoto, cuyo efecto en las edificaciones de la ciudad fue devastador, lo que generó cuestionamientos a la justicia divina, motivando discusión entre Voltaire Rousseau. El primero no cuestiona a los hombres ni les atribuye responsabilidad, ya que en su poema sobre el desastre de Lisboa hace referencia a la divinidad de Dios. Mientras que Rousseau replica: "La naturaleza no reunió ahí las veinte mil casas de seis a siete pisos, pues si los habitantes de esa gran ciudad se hubieran distribuido de un modo más uniforme, y se hubieran alojado debidamente, la catástrofe hubiera sido menor, e incluso nula". Esta nueva forma de pensar, pone en duda la atribución de los

desastres a Dios y los fenómenos naturales se comienzan a analizar mediante el pensamiento racional (Briones. 2005).

Durante esta segunda mitad del siglo XVIII, en el Reino Unido la transformación inicia social y tecnológica por el inicio de la llamada Revolución Industrial, acompañada de una mayor difusión del método científico. Así la creación y el manejo de situaciones de riesgo pasan como en la reflexión de Rousseau a ser responsabilidad del hombre y los elementos de probabilidad y decisión que integran al concepto de riesgo adquieren importancia por los accidentes ocasionados por la maguinaria. Esto a la par del capitalismo y la teoría económica que han tenido un rol fundamental en la noción del riesgo, lo cual se consolida a inicios del siglo XX, con las operaciones de la bolsa de valores con la idea de cálculo y probabilidad de pérdida y ganancia. De esta manera la lógica capitalista del liberalismo económico que se presenta desde el siglo XIX, hacen que las teorías de probabilidad en la economía sean una de las disciplinas pioneras en el cálculo del riesgo.

Aneas (2000), menciona que desde finales del siglo XIX, los estudios de las causas físicas de los riesgos naturales estaban avanzados, no así la respuesta de la gente a dichos eventos. El mismo autor refiere que Samuel (sociólogo) 1917, Prince en documentó la explosión de un buque con municiones, cuyo saldo fue de 2,000 muertos y miles de heridos, así como daños materiales, lo que le permitió plantear ciertos principios básicos de conducta basados en el rechazo y la minimización del riesgo.

Entre 1915 1940, У profesores de la Universidad de Chicago realizaron trabajos de investigación en sociología urbana, en una época de delincuencia otras graves dificultades, en una urbe de crecimiento desproporcionado, poblada por miles de inmigrantes. Este interés por investigar el fenómeno social urbano, va a ejercer una influencia significativa en el progreso de algunos métodos originales de investigación en la sociología, conocidos como el Paradigma de la Escuela de Chicago (Azpúrua, 2005). A este respecto Calvo (2001), refiere que los preceptos fundamentales del Paradigma de la Escuela de Chicago, sirven en el análisis de las situaciones de riesgo ya que situaron la percepción y los comportamientos que de ésta se derivan, como un aspecto fundamental de los trabajos sobre procesos naturales que incorporan riesgo y las razones de su desenlace catastrófico.

A comienzos del Siglo XX, a raíz de frecuentes inundaciones el gobierno de los Estados Unidos de América, inicia investigaciones destinadas al estudio de los riesgos naturales. La finalidad era lograr adecuada administración de las cuencas fluviales. Dichas investigaciones sobre riesgos hasta 1960, utilizaron métodos característicos de las Ciencias Económicas. La razón de ello es que se consideraba que los individuos enfrentan los peligros con una solución económica óptima, es decir, mediante medidas que conduzcan a la menor cantidad de pérdidas posibles. Después de 20 años, tras cuantiosas inversiones, destinadas al control de inundaciones, los resultados no fueron los esperados, puesto que la ocupación humana había traspasado las defensas para controlar las inundaciones, demostrado que la gente no se había comportado como se esperaba (Aneas, 2000). Esto hizo necesario investigaciones para poder explicar el distinto comportamiento de los individuos y grupos frente a los riesgos de un lugar. Por lo que los trabajos de Gilbert White, sobre desarrollo de cuencas fluviales y ocupación humana en la que incluye la vulnerabilidad, permitieron mostrar posibles soluciones a los problemas planteados; haciendo que el aporte de los geólogos y geógrafos, quienes incorporan la percepción remota como método de trabajo, cobraran importancia; ya que a través de esta y el uso de sistemas de información geográfica (SIG), se pudo comprender mejor las decisiones individuales y colectivas y su impacto sobre los recursos naturales.

Para el año de 1970, los estudios sobre riesgos ambientales alcanzan cierta madurez, con la publicación de varios libros de la



escuela de White. Así con el aporte de otras disciplinas, se fueron sucediendo una serie de hitos que dieron lugar al surgimiento de este nuevo cauce en la investigación geográfica, pasando de metodologías puramente económicas a otras matizadas con aportes de la Psicología y la Geografía.

La década de 1980 a 1990, se caracteriza por el énfasis puesto en la relación entre riesgos naturales y subdesarrollo económico, haciéndose hincapié en que este aumenta los efectos de los desastres. Se da una mejor atención a los peligros antrópicos y al reconocimiento de la naturaleza multidisciplinaria del tema y los modelos se vuelven más generalizados para poder estimar todos los peligros en un lugar. En esta década, la noción de riesgo adquiere una dimensión considerable por influencia de movimientos los ecologistas, y se enuncia por primera vez el Principio de Precaución, que se desprende del debate sobre cuestiones medio ambientales, consolidándose lentamente hacia el derecho positivo (Ley Barnier) y se evoca con mayor frecuencia, no solo a cuestiones ambientales, sino también en relación con la alimentación y salud (Calvo, 2001; Casagrande, 2002). Así la conciencia del riesgo y la decisión política, que forman parte del ordenamiento territorial, son tanto o más importantes que conocer diagnosticar el problema (Tricart, 1982). Michel Faucher, al esbozar una geografía humana de los riesgos naturales, propone una metodología basada en la combinación de cartas temáticas de áreas con peligros naturales y su superposición con una carta de poblamiento, reconociendo que es el hombre, el que decide reconstruir o no en lugares que han sufrido catástrofes (Aneas, 2000).

El creciente número de publicaciones durante la década de los ochenta del siglo pasado toma cuerpo y conciencia en la sociedad acerca de la dimensión y diversidad de los riesgos a los que se enfrenta la humanidad, llegando su estudio a un importante grado de maduración, lo cual llevó a proponer a Georges Yves Kervern en 1987, el

neologismo *Cindyniques* como una disciplina que estudia los riesgos, o también llamada "la ciencia del peligro" (Wilches, 1993; Calvo, 2001; Briones, 2005; Soldano, 2009).

La década de 1990 al año 2000, fue designada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN).

El establecimiento de dicho decenio tuvo como objetivos reducir las pérdidas en vidas humanas, los daños a la propiedad y las afectaciones a la sociedad y la economía. Bajo el marco del DIRDN y con la idea de que las vulnerabilidades y los riesgos crecen continuamente, en 1992, se crea la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), cuyas publicaciones sobre mitigación de riesgos formaron parte de declaraciones internacionales en conferencias y congresos promovidos por las Naciones Unidas entre los años de 1990 al 2000; en los que se planteaba la necesidad de entender los fenómenos naturales peligrosos, y el cómo operan los procesos mediante los cuales la sociedad, sus organizaciones e instituciones, sus habitantes, sus gobiernos, el sector privado, etc., pueden incrementar o reducir el desajuste.

Para la primer década del siglo XXI, ante un panorama de eventos catastróficos históricos y situaciones muy parecidas que se continúan sucediendo, aunado al incremento poblacional a nivel mundial y el acelerado desarrollo de los medios de comunicación, se crea la percepción generalizada de que en las últimas décadas el número de desastres ha aumentado; atribuyéndolo en gran medida a la actividad humana, por lo que Paul Crutzen en el año 2000, propone el término "Antropoceno como la actual época geológica, ya que considera que la influencia del comportamiento humano sobre la Tierra en las recientes centurias ha sido significativo.

Para esta primera década del siglo XXI, las investigaciones sobre desastres abarcan campos muy variados de las Ciencias de la Tierra, la Tecnología, la Sociología, la Medicina, la Jurisprudencia, la Economía, etc., por lo que el concepto de riesgo es interpretado de muchas formas.

Ante este contexto se reconoce a los estudios de riesgo como una evaluación compleja que debe ser abordada mediante el análisis transversal para poder obtener una visión integral de la problemática de una zona bajo estudio; esto mediante la gestión del riesgo, la cual se resume como la anticipación del desastre.

Concepto de riesgo

El diccionario de la Real Academia Española (1992), define el riesgo como: contingencia o proximidad de un daño; en donde contingencia se define como: la posibilidad de que algo suceda o no suceda, especialmente un problema que se plantea de manera no prevista.

Como se ha señalado en la Reseña, el concepto de riesgo se ha forjado en el pensamiento occidental del capitalismo y la teoría económica; haciendo a la economía una de las disciplinas pioneras en el cálculo del riesgo. Ante este contexto y desde el punto de vista del Enfoque Dominante el concepto de riesgo, es entendido por autores como White

(1974), Varnes (1984), Cardona (1993), Aneas (2000), Díaz (2004), entre otros, con una connotación cuantitativa, que se puede resumir como la estimación de costos debido a las pérdidas esperadas por la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre.

Los autores referidos coinciden en que los estudios de riesgo son una evaluación compleja, mientras que los de peligro corresponden a una descripción de un fenómeno o proceso potencialmente dañino para la vida o las actividades de la sociedad.

Esta concepción durante mucho tiempo ha justificado la gestión del riesgo en términos cuantitativos, y cuya perspectiva con la crítica de Kenneth Hewitt llamada la visión dominante de los desastres y la ecuación de Gilbert White (1974), en la que incluye a la vulnerabilidad como factor clave, es como el determinismo de la probabilidad como atributo del riesgo adquiere otra dimensión desde la óptica de la geografía y las ciencias sociales (Corriente Alternativa).

Por lo que autores como Hewitt (1983), Wijkman y Timberlake



(1985), Luhmann (1991), Wilches (1993), Briones (2001), García (2005) entre otros, refieren al riesgo como algo más que un concepto estadístico de gestión basado en términos cuantitativos, ya que este es un problema de la sociedad en la que se incorpora la decisión racional (construcción social del riesgo), ya que es el hombre al final de cuentas quien decide donde vivir.

Así para Luhumann (1991), el riesgo es consecuencia de una decisión racional, y refiere que el riesgo está en función de la decisión y el peligro del entorno. Por su parte Briones (2005), refiere que el peligro, se asocia a algo concreto y el riesgo es más bien el margen de incertidumbre sobre el posible daño, por lo que el riesgo es igualmente un concepto cualitativo que implica un valor colectivo; por lo que no sólo depende del cálculo de probabilidad, sino también de los contextos sociales y culturales.

Sin embargo al igual que el concepto de riesgo, el de vulnerabilidad adquiere acepciones según el autor ya que el diccionario de la lengua española

(1992), define vulnerabilidad como: que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente; mientras que dependiendo del autor pueden encontrarse conceptos relativamente sencillos como el de Soldano (2009), quien define la vulnerabilidad como: capacidad respuesta - daño de la sociedad ante un evento potencialmente catastrófico; o bien con mayor detalle como Wilches (1993), quien refiere la vulnerabilidad como global, que constituye un sistema dinámico de diferentes "vulnerabilidades", es decir, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular; y la resume como: incapacidad de una comunidad para absorber mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea, la inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio.

Consecuentemente el riesgo es evaluado de diferentes maneras ya que para White (1974) Riesgo x Vulnerabilidad = Desastre, para Varnes (1984), el Riesgo = Exposición x Peligro x Vulnerabilidad; Maskrey (1989), el Riesgo = Peligro + Vulnerabilidad; para Wilches (1993) Desastre = Riesgo x Vulnerabilidad / Preparación; para Cardona (1993) el riesgo es evaluado como Rie = f (A_i, V_e) pues asume que: una vez conocida la amenaza o peligro (Ai), entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a (i) durante un período de exposición (t), y conocida la vulnerabilidad (Ve), entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad (i), el riesgo (Rie) puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e, como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a (i).

En este sentido Sanahuja (1999) y Briones (2005), refieren que el cálculo formal del riesgo enfrenta la complejidad de hacer cuantificable un concepto eminentemente cualitativo como es el de vulnerabilidad.

En este punto es conveniente mencionar, que de manera general se reconocen dos tipos de riesgo, los de origen natural ligados a los procesos que forman parte del funcionamiento y remodelación del planeta desde su origen y los antropogenéticos, ligados a los procesos sociales que generan alteración de la vida cotidiana y causantes del daño en los ecosistemas por la actividad humana. Consecuentemente, una parte de la comunidad científica se enfoca en el estudio de las dinámicas del planeta y otra, en el de las dinámicas sociales (Briones, 2005), cuando ambas aproximaciones en los estudios de riesgo son necesarias; por lo que ésta manera de abordar los estudios de riesgo ha generado confusión acerca de los significados del riesgo.

Así a la par de la conceptualización y cálculo del riesgo, la noción de riesgo adquiere una nueva dimensión por influencia de los movimientos ecologistas, a través del Principio Precautorio, con la Declaración de Río de Janeiro, aprobada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (junio de 1992), que refiere en su Principio 15: "Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente" (Cafferatta, 2007). Con lo cual se retoman y adquieren importancia los conceptos de Impacto Ambiental y Desarrollo Sustentable, en los estudios de riesgos vistos como Desastres Naturales e Impacto Ambiental; y surgen acepciones del término riesgo como la de Cardona (1993), que lo refiere como la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Ya que el autor asume que un desastre no sólo depende de la cantidad de población humana que puede ser afectada sino también de su escala en términos ecológicos, económicos y sociales. Por lo que autores como Bonilla (2012), refiere que el término riesgo abarca más que al hombre como elemento fundamental para que exista un desastre, ya que no siempre es así, pues puede producirse un desastre en el que no existan pérdidas económicas y o vidas humanas, y sin embargo, el grado de afectación al medio ambiente aún solo habitado por plantas y animales sea extremo; asumiendo el concepto propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés), que expresa: Un desastre es un evento o una serie de eventos que interrumpen el funcionamiento normal de la sociedad o los ecosistemas, provocando daños no solo a las personas sino también al ambiente construido y el natural, en una escala que sobrepasa la capacidad de los afectados para enfrentar la situación sin apoyo externo.

De esta manera el concepto de riesgo adquiere una mayor complejidad, derivada de acepciones en distintas disciplinas, que pese a los esfuerzos de la UNESCO en 1979 (UNDRO, 1979) y la ONU en la década de 1990 para unificar los conceptos relativos a riesgo, no se ha podido lograr.

La falta de consenso, queda evidenciada por Aragón (2008), quien menciona que la percepción del riesgo y el conocimiento de las amenazas naturales, el riesgo y la vulnerabilidad son distintos en la Comunidad de la Gestión del Riesgo de Desastres (CGD) y en la



Comunidad del Cambio Climático (CCC). Al mismo tiempo refiere que tales diferencias conceptuales implican diferentes valores de política pública y por ende respuestas institucionales (ver tabla 1).

Otra de estas evidencias es la de Soldano (2009), quien presentó para el Foro Virtual de Discusión de la Red Interamericana de Mitigación de Desastres (RIMD), tres acepciones del concepto de riesgo como actividad previa para la Capacitación en Teledetección Aplicada a la Reducción del Riesgo por Inundaciones, organizado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), y el Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA).

Tabla 1. Comunidades de Gestión del Riesgo de Desastres (CGD) y del Cambio Climático (CCC); tomada de Aragón (2008).

	CGD	ссс
Amenaza natural	Fenómenos naturales extremos de impacto inmediato y concentrado a escala regional o local; relación causa-efecto lineal de origen natural.	Variabilidad de promedios (temperatura y precipitación) y de extremos; impactos a mediano y largo plazos; relación causaefecto compleja de origen antropogénico y natural.
Tipo de conocimiento	Características del fenómeno 'perturbador' y evolución de su comportamiento; pronósticos de fenómenos. Impacto socio- económico del desastre y disrupción social.	Complejidad de procesos globales e incertidumbre de sus consecuencias regionales y locales. Escenarios futuros. Interacción atmosférica de gases efecto invernadero, modelos de circulación y escenarios de cambio climático y su impacto con proyecciones socio-económicas a mediano y largo plazo.
Vulnerabilidad	Exposición de la infraestructura y equipamiento a amenazas; tendencia a la disrupción de las condiciones socio- económicas en las regiones y localidades.	Sensibilidad y resiliencia de los ecosistemas, recursos naturales y sistemas productivos; capacidad de resistir el rompimiento del 'balance' natural que soporta la vida humana.
Riesgo	Función de la amenaza extrema y la vulnerabilidad.	Reducción en la disponibilidad de un recurso y su eventual agotamiento; probabilidad que tiene el sistema de ser afectado por una amenaza, en función de su vulnerabilidad.
Instituciones y actores	Nacionales, estatales y locales SEGOB, SEDESOL, SEDENA, autoridades de Protección Civil y unidades de PC en los estados Cruz Roja.	Nacionales e internacionales Panel Intergubernamental del Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático: SEMARNAT, SENER, SE, SAGARPA, SEDESOL, SRE y SCT.
Respuestas de política pública	Medidas ingenieriles y de contención hidráulica, planes de contingencia y emergencia, ayuda humanitaria. Programa Nacional de Protección Civil; Programas Estatales y Municipales de Protección Civil.	Mitigación vía reducción de emisiones de gases efecto invernadero, captura de carbono y conservación de masa forestal y la transferencia de tecnología limpia y eficiente. Incipiente adaptación. Estrategia Nacional de cambio Climático (ENACC), PECC y PEACC.

De igual manera la falta de consenso queda evidenciada por Ramírez (2009), quien refiere que el ser humano se ha servido de la tecnología para acondicionar su entorno a fin de que se adapte mejor a sus necesidades; y que en la actualidad existen amenazas exclusivas de la actividad humana (energía nuclear, ondas electromagnéticas, ingeniería genética, informática, nanotecnología, etc.), por lo que nace un potencial riesgo tecnológico, en parte desconocido por su magnitud al no conocer con certeza el nivel de incidencia que pueda tener y por su alcance, al desconocer el límite espacial y temporal del mismo. El autor evidencía las diferentes clasificaciones del concepto de riesgo (ver tabla 2), que han generado el surgimiento de discusiones sobre la forma de conceptualizar el riesgo y sobre el modo de analizarlo.

Tabla 2. Clasificaciones del concepto de riesgo; tomada de Ramírez (2009).

Clasificación	Aspecto	Descripción	Autor
Positivistas/Relativista	Posiciones respecto al riesgo (fiabilidad epistemológica)	Los <i>positivistas</i> piensan que es posible conseguir estimaciones totalmente objetivas del riesgo, mientras los <i>relativistas</i> niegan tal posibilidad.	Shrader- Frechette (1991)
Sociológicos y Metacientíficos / positivistas	Tipos de análisis	Por un lado se afirma que es posible analizar los enunciados de riesgo teniendo en cuenta la influencia de los valores tanto desde un punto de vista sociológico como metacientífico. En el otro extremo se encontraría un punto de vista positivista según el cual los valores no influyen en la determinación del riesgo.	Mayo (1991)
Probabilista / Contextualistas	Contenidos de las afirmaciones	Para los <i>probabilistas</i> los enunciados de riesgos se refieren a probabilidades y para los <i>contextualistas</i> se refieren a otros factores como la justicia social, por ejemplo.	Thomson; Dean (1996)
Ecológico /Cultural	Tipo de enfoque	Las nociones de riesgo no están basadas en razones prácticas o en juicios empíricos (como lo afirma el enfoque <i>ecológico</i>). Son nociones construidas <i>culturalmente</i> que enfatizan algunos aspectos del peligro e ignoran otros.	Douglas (1996)
Material /Inmaterial	Mediación de la conceptualización	La inmaterialidad se asienta en que "no hay más que sociedad" en la mediación de la conceptualización del riesgo. Mientras que la materialidad reconoce un "producto de la acción", una amenaza existente necesaria de considerar.	Beck (2002)

Ante la falta de consenso, Calvo (2001), menciona que es posible advertir la escasa reflexión teórica y la preferencia por el análisis de episodios concretos de riesgos; refiere que en España durante mucho tiempo, el estudio de riesgos y sus implicaciones catastróficas se ha concretado en un reducido número de investigadores



fundamentalmente ingenieros y geólogos, aglutinados alrededor de organismos administrativos con funciones de protección y defensa civil, a través de la denominada gestión del riesgo. Lo cual según el autor, con más propiedad es gestión de la catástrofe. El mismo autor menciona que los procesos que incorporan riesgo han dejado de ser preocupación puramente administrativa y de unos pocos, que se muestra cada vez más como un campo de investigación interdisciplinario, donde muchas voces ponen en cuestión las aproximaciones puramente tecnocráticas. En este sentido Briones (2005), menciona que pese a que los nuevos estudios sobre desastres ponen énfasis en los componentes sociales, la idea de probabilidad es aún recurrente cuando se habla de desastres y riesgo, porque las instituciones encargadas se formaron a partir de la lógica económica.

Si bien tanto Calvo (2001) como Briones (2005), coinciden en que el análisis del riesgo debe efectuarse desde un punto de vista global; Briones destaca la necesidad de que el análisis

aspectos abarque naturales, materiales y cognitivos bajo una óptica multidimensional, mientras que Calvo, refiere la dificultad de estos estudios al tratar de integrar un abanico de cuestiones tan amplio. Lo cual se refleja en el poco trabajo multidisciplinario y o interdisciplinario, quedando básicamente supeditados a los lineamientos y normatividad de las instituciones gubernamentales encargadas de la gestión del riesgo; las cuales en América Latina efectúan el trabajo con adaptaciones de metodologías elaboradas para realidades muy distintas, persistiendo en lo que Hewitt (1982), denominó como Paradigma Dominante Tecnocrático, por lo que de acuerdo con Cardona (1993), el enfoque sique siendo altamente dirigido hacia el detonante del desastre: la amenaza, y no hacia a las condiciones que favorecen la ocurrencia de la crisis, que no son exclusivamente las condiciones de vulnerabilidad física sino las de vulnerabilidad social. Por su parte Briones (2005), refiere que las ciencias sociales han logrado avances para analizar el riesgo

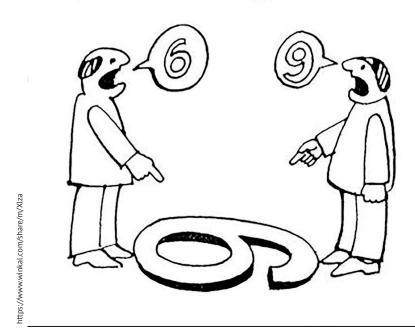
de forma transversal, integrando distintas disciplinas como geografía, economía, sociología, antropología y psicología. Sin embargo Lavell (1993), refiere que aún con los aportes de las disciplinas sociales respecto a los desastres naturales, estas no han arrojado una única definición comprensiva de estos fenómenos y remarca que tal vez no es posible o pertinente intentarlo.

Así encontramos que a la fecha existen múltiples acepciones de riesgo, amenaza, vulnerabilidad y desastre, por lo que es común encontrar en publicaciones referentes a estos temas, que el autor o autores, ya sea como parte de la introducción o como un apartado que refieren como marco conceptual o teórico, indican al lector la definición empleada o bien lo que debe entender con respecto a los términos antes referidos. A lo que Wijkman y Timberlake (1985), mencionan que ni siquiera los científicos han tenido éxito al tratar de dar una definición del término "desastre"; por su parte Wilches (1993), menciona que las múltiples definiciones son determinadas y

validadas por el interés particular y la formación profesional de quienes las han formulado, siendo muchas de ellas contradictorias entre sí.

Consecuentemente la definición del término riesgo, ha pasado no solo a la conceptualización según la disciplina ya que incluso dentro de una misma, las experiencias y percepción individual de los investigadores y autores, han generado diversas acepciones.

Cada persona habla desde su propia perspectiva.



En este punto pareciera que la complejidad derivada de acepciones en distintas disciplinas para unificar los conceptos relativos a riesgo, se limita a la percepción científica y académica, sin embargo como refiere Cardona (1993), la lectura acerca de la vulnerabilidad y el riesgo de los geofísicos, hidrólogos, ingenieros, planificadores, etc., puede llegar a ser muy diferente de la lectura que tienen las personas y las comunidades expuestas. Por su parte García (2005), menciona que la percepción social del riesgo como construcción social, tiene como origen concepciones e interpretaciones que derivan de la sociedad y como tal, resulta ser independiente del provenir de individuos, grupos y sociedades

diferentes que generan múltiples interpretaciones a partir de sus variadas percepciones; por lo que la autora menciona que Douglas (1996), califica a la percepción del riesgo como una "nueva subdisciplina" de las ciencias sociales; con la preocupación por el concepto como tal puesto que señala que es necesario incluir de forma sistemática en los estudios de la percepción del riesgo público los procesos sociales implicados en la formación de los conceptos.

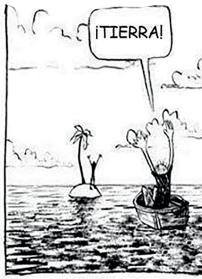
Por su parte Briones (2005), refiere que la percepción social del riesgo cambia de acuerdo con condiciones geográficas, históricas, económicas y culturales. Por lo que una de las dificultades en los estudios del riesgo y los desastres, es establecer un cuadro conceptual adecuado al contexto cultural local que se estudia.

Aún con los distintos puntos de vista y la falta de unanimidad, en el uso de los conceptos relativos a riesgo, en lo que la mayoría de los autores coinciden es que los términos Riesgo, Peligro, Amenaza, Vulnerabilidad y Desastre tienen una connotación y sesgo antropocéntrico. Por lo que es



conveniente plantear a manera de pregunta lo que refiere Lavell (1993), ¿es posible una única definición de riesgo y sus conceptos involucrados, o es pertinente intentarlo?





CUESTIÓN DE PERSPECTIVAS

Discusión

De acuerdo a la información presentada, podemos asumir que el concepto de riesgo es relativamente reciente, y se ha desarrollado a partir de dos enfoques principales; el Dominante Tecnocrático, y Corriente Alternativa; a los que se suman los conceptos del enfoque Ecologista, así como las de la Comunidad del Cambio Climático, y del Riesgo Tecnológico. Por consiguiente la participación de especialistas de diversas disciplinas en estas investigaciones ha provocado la aparición de diversos términos, que son utilizados con diferentes acepciones, a lo cual se suma el hecho de que surgen confusiones a causa de que en su mayoría, esos términos han sido introducidos en el léxico científico y técnico por autores de habla inglesa y francesa, y no siempre hay unanimidad en cuanto al uso de sus términos equivalentes en español. En este sentido Seco (1996), refiere que los términos riesgo y peligro tienen significado diferente y son usados de manera inadecuada por algunos autores, ya que los confunden, sobre

todo en la literatura en español, donde ambas palabras se usan como sinónimos. Sin embargo el diccionario de la Real Academia Española (1992), define peligro como: 1) riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal; 2) Lugar, paso, obstáculo o situación en que aumenta la inminencia del daño; por lo que los términos riesgo y peligro, en el idioma español son y se emplean como sinónimos. Luhmann (1996), refiere que ésta situación es de tipo lingüístico ya que en inglés las palabras risk, hazard, danger, en general se utilizan en el mismo sentido. Situaciones parecidas ocurren con el término desastre y catástrofe, ya que para autores como Aneas (2000), son sinónimos, mientras que para otros como Soldano (2009) y López (2004), tienen significado diferente; o bien los términos peligro y amenaza que de acuerdo al diccionario de la Real Academia Española, tienen significado diferente, y autores como, Coburn et al., (1991); y Cardona (1993) los emplean como sinónimos.

El hecho de que la distinción entre riesgo y peligro se haga

depender de diferentes atribuciones no significa de ninguna manera que queda al arbitrio del observador clasificar algo como riesgo o como peligro (Luhmann, 1996). Y más aún cuando el observador no se encuentra involucrado en dichos estudios, ya que el término más empleado en los medios de comunicación es el de riesgo, consecuentemente la población no distingue ningún criterio reconocible o probabilidad de diversas ventajas o en la prevención de posibles daños, entre el término peligro del de riesgo, como se hace desde el punto de vista del enfoque Dominante con lo cual y cuando menos en la población de habla hispana genera confusión.

Por lo que concordamos con Luhmann (1991), quien refiere que cuando se trata de fijar las determinaciones del concepto de riesgo, uno se encuentra de inmediato sumergido, por así decirlo, en una espesa niebla, donde la vista no alcanza a distinguir más allá del propio bastón.

Para tratar de dar respuesta a la pregunta ¿es posible una única definición referente a riesgo y sus conceptos involucrados o pertinente intentarlo?, vale la pena citar el punto de vista de Macías (1993), quien refiere que las diferencias conceptuales entre peligro, riesgo, desastre, ilustran una concentración de temas y opciones teóricas diversas que sirven de plataforma para emprender la investigación del fenómeno del desastre, porque es el riesgo mayor a que puede verse enfrentada una sociedad o un segmento de ésta. En este sentido también es de destacar a García (2005), quien refiere que un modelo analítico, un marco teórico, se nutren fundamentalmente del conocimiento del mundo real y están conformados por métodos, conceptos y esquemas; por lo que no existen conceptos o métodos aislados, pues se desprenden necesariamente de una determinada forma de explicar la realidad. De ahí parte de la imposibilidad de una definición única de riesgo que concuerda con la afirmación de Mary Douglas, de que al ser el riesgo un producto conjunto de conocimiento y aceptación, depende de la percepción que de él se tenga.

Por lo que la percepción social del riesgo cambia de acuerdo con condiciones geográficas, históricas, económicas y culturales (Briones,

2005); consecuentemente el concepto de riesgo es concebido y matizado desde la perspectiva de distintas disciplinas, que reflejan las formas de apropiación y percepción del entorno de distintas culturas y tiempos históricos.

De esta manera los intentos para lograr un consenso para unificar los conceptos relativos a riesgo, no se ha podido lograr convirtiéndose en una especie de dogma inamovible, con la consecuencia de que dependiendo del enfoque de donde se conceptualice el riesgo o del uso que la población le dé, se expone inmediatamente a la objeción de no hacer uso correcto del término.

Así desde los diferentes enfoques que conceptualizan el término riesgo es posible notar que hay una estructura y una tendencia en donde la separación se hace cada vez más grande; en donde las disciplinas se alejan entre sí, en forma similar a lo que ocurre con un desplazamiento continental (Luhmann, 1996). Por lo que asumimos, que las diferentes acepciones del término riesgo, así como el de los relacionados, con



respecto a las definiciones del diccionario de la lengua española, son resultado de la percepción de autores que en distintas disciplinas, los justifican como léxico o jerga científico-técnico; y aún cuando encontramos en la literatura especializada, frases como: percepción del riesgo, sociedad de riesgo, viviendo en riesgo, sociedad y desastres, vulnerabilidad sociedad, sociedad y ambiente, sociedad moderna de riesgo, etc., se ignora la percepción y entendimiento de la población. Por lo que en este sentido coincido con Macías (1993), ya que las diferencias de opinión entre especialistas, es algo que en la normalidad del quehacer científico es inevitable y hasta saludable, puesto que permite la retroalimentación y avance en la ciencia y la tecnología, pero no es permisible en condiciones en donde están en juego vidas humanas.

Independientemente del grado de detalle y complejidad del enfoque con el que se abordan los estudios de riesgo, estos se hacen en un sentido antropocéntrico, consecuentemente si no se logra un consenso en la conceptualización, si es pertinente que los términos empleados sean como mínimo reconocibles por la población con el mismo significado, para lograr una vinculación más estrecha entre esta y el ámbito científico técnico y académico. Puesto que no somos observadores externos de la vulnerabilidad global sino, por el contrario, sus protagonistas. Somos elementos del sistema complejo que llamamos "realidad". Como tales, en cierta medida, individualmente somos un "resumen" cualitativo de múltiples vulnerabilidades (Wilches, 1993). Así las formas en que se definen o se conceptualizan los desastres distan de ser un mero ejercicio semántico. Por el contrario, constituyen un paso fundamental y una influencia dominante en la organización del pensamiento y, en consecuencia, en la manera en que se encara la investigación y la acción necesaria para enfrentarlos (Lavell, 1993).

En el contexto de las controversias y reflexiones que ha generado las diferentes perspectivas en el que ha evolucionado y adquirido complejidad la conceptualización de riesgo, ya sea vista como una tendencia y o innovación conceptual, se reconoce que para poder obtener una visión integral, se requiere del trabajo multidisciplinario e interdisciplinario mediante la gestión del riesgo.

Por lo que en este sentido Calvo (2001), refiere el riesgo con la definición del diccionario de la Real Academia Española como, contingencia o proximidad de daño, y su análisis el de las condiciones que permiten esa situación y, eventualmente, el perjuicio derivado de ella y su intensidad. En donde dicho análisis es efectuado mediante la gestión del riesgo, así el grado de detalle y complejidad dependerá de las metodologías empleadas sin perder de vista el significado de los términos empleados, puesto que de la gestión del riesgo se desprenden los escenarios de riesgo, planes de contingencia y si bien mediante la gestión del riesgo no se pueden eliminar aquellos como los que proceden de fenómenos de origen natural (terremotos, huracanes, sequias, etc.), se generan las medidas con la finalidad de planificar, prevenir y o mitigar las consecuencias de los riesgos a los que se encuentra expuesta la población para evitar un desastre.

Consideraciones finales

Es importante mencionar que un estudio con errores conceptuales y deficiencias de apreciación puede ser contraproducente. Así, parte de las deficiencias de coordinación, comunicación y aplicación de recomendaciones para el análisis y la gestión de riesgos se debe a la dispersión de conceptos o a que cada actor usa un mismo término con diferentes acepciones o significados, ya sea por fuerza de costumbre o por desconocimiento; por lo que las recomendaciones dadas pueden agravar los problemas en lugar de resolverlos.

Los estudios de riesgo son necesariamente muy locales, porque dependen de condiciones específicas de cada sitio. Una peculiaridad de los estudios de riesgo es que lo que está expuesto, varía en el tiempo, tanto en cantidad, como en sus características; particularmente los efectos del crecimiento demográfico y de la industrialización, que modifican e incrementan el riesgo, por lo que los estudios se vuelven rápidamente obsoletos.

Un aspecto del problema, de la percepción del riesgo, es que aunado a este se encuentran asociadas las negaciones individuales y colectivas, que en lapsos de pocos años, borran de la memoria la ocurrencia de desastres, principalmente causados por efectos naturales de ocurrencia aleatoria y evolución rápida (p. ej., sismos, huracanes). Consecuentemente en nuestro medio cultural y socioeconómico, hace que el riesgo asociado a fenómenos de evolución lenta (p. ej., uso y manejo de cuencas hidrográficas, cambio climático y elevación del nivel del mar), no sean percibidos adecuadamente o se pierdan de vista por su lento y poco violento desarrollo, lo cual incluso llega a adoptarse como parte de la cotidianidad; esto sumado a la falta de una cultura de previsión y planificación, es los que causa los desastres.



Agradecimientos

Se agradece al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y la revisión del Idioma Inglés a Allison Marie Jermain y a la Ms. C. Diana Dorantes.



Literatura citada

- Aneas, C. 2000. *Riesgos y Peligros: Una Visión Desde La Geografía*. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. 60: 1-14.
- Aragón, F. 2008. Estrategias de Protección Civil y Gestión de Riesgo Hidrometeorológico Ante el Cambio Climático.

 En:http://www.colsan.edu.mx/investigacion/PAYS/archivo/Estrategias_Proteccion_Civil_Gestion_
 RiesgoHidrometeorologico_anteCambioClimatico.pdf (consultado el 27/04 /2017).
- Azpúrua, G. 2005. *La Escuela de Chicago. Sus aportes para la investigación en ciencias sociales*. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación. 2 (6): 25 -35.
- Bonilla, S. 2012. Estudio de los factores que determinan los peligros de inundaciones. En: http://www.monografias. com/trabajos81/estudio-factores-determinan-peligros-inundaciones/estudio-factores-determinan-peligros-inundaciones2.shtml (consultado el 15/0 3/ 2017).
- Briones, G. 2001. Le volcan Popocatépetl; risque, vulnérabilité et mythe face au danger d'éruption. Etude de cas dans un village nahuatl de la zone de haut risque, Etat de Puebla, Mexique. Tesis de maestría. IHEAL, Université de la Sorbonne-Nouvelle. París, Francia. 98 pp.
- Briones, G. 2005. *La complejidad del riesgo: breve análisis transversal*. Revista de la Universidad Cristóbal Colón. Año III (No. 20): 9-19.
- Cardona, O. 1993. *Evaluación de la Amenaza*, *la Vulnerabilidad y el Riesgo*. pp. 45 65. En: Maskrey, A (Ed.) Los Desastres No Son Naturales. Tercer Mundo Editores. Colombia. 137 pp.
- Cafferatta, N. 2007. El principio precautorio. Instituto Nacional de Ecología. En:
- http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/444/cap1.html (consultado el 04/04/2017).
- Calvo, G. 2001. *Panorama de los Estudios Sobre Riesgos Naturales en la Geografía Española*. Boletín de la A.G.E. 30 (2000): 21-35.
- Cardona, O.1993. *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo*. 45 65. En: Maskrey, A. (Ed.). Los desastres no son naturales. LA RED, Tercer Mundo Editores. Colombia. 137 pp.
- Cardona, O. 2001. Estimación holística del riesgo sísmico usando sistemas dinámicos complejos. Tesis de Doctorado en Ingeniería Sísmica. Universidad Politécnica de Cataluña, España. 323 pp.
- Casagrande, N. 2002. El contenido jurídico del principio de precaución en el derecho ambiental brasileño En: 10 años de Eco 92. El derecho y el desarrollo sustentable. Anales del 6º Congreso Internacional de Derecho Ambiental.
- Coburn, A. W. R.J.S. Spence. y A. Pomonis. 1991. *Vulnerabilidad y evaluación de riesgo*. PNUD-UNDRO. Cambridge, Inglaterra. 69 pp.
- Díaz, A. 2004. Manejo de Cuencas y Gestión del Riesgo a Desastres Naturales, en el Área de la Mancomunidad de

- los Municipios del Centro de Atlántida, Honduras. Maestro en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Nicaragua. 169 pp.
- Douglas, M. 1996. La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales. Paidós. Barcelona, España. 173 pp.
- ECON-IT. *Origen del Análisis de Riesgo*. econ-it2. En: http://www.econ-it2.eu/es/training/4-risk-management/4-1-the-essence-of-risk/4-1-1-the-origin-of-risk-analysis/ (consultado el 11/05/2017).
- García, A. 2005. *El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos*. Desacatos, Revista electrónica del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. 19: 11-24.
- Hewitt, K. 1983. *The Idea of Calamity in a Technocratic Age*. 3-32 pp. En Hewitt K. (ed.). Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology. Allen & Unwin INC. London Sydney. 304 pp.
- Lavell, T. A. 1993. *Ciencias Sociales y Desastres Naturales en América Latina: Un Encuentro Inconcluso.* pp. 111 127. En: Maskrey, A. (Ed.). Los Desastres No Son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Tercer Mundo Editor. Colombia.137 pp.
- López Ibor, J.J. 2004. ¿Qué son desastres y catástrofes? Actas Españolas Psiquiatría. 32 (2): 1-16.
- Luhmann, N. 1991. Sociología del riesgo. Eds. Triana y Universidad Iberoamericana, D. F., México, 284 pp.
- Luhmann, N. 1996. *El concepto de riesgo*. pp. 123-153. En Josetxo, B (Ed.). Las consecuencias perversas de la modernidad. Anthropos. Barcelona, España. 283 pp.
- Maskrey, A. 1989. *El Manejo Popular de los Desastres Naturales. Estudios de Vulnerabilidad y Mitigación.* Tecnología Intermedia (ITDG). Lima, Perú. 208 pp.
- Maskrey, A. 1994. Comunidad y Desastres en América Latina: Estrategias de Intervención. 5 32. En: Lavell, A. (Ed.). Viviendo En Riesgo. LA RED, Tercer Mundo Editores, Colombia. 386 pp.
- Peretti, W. P. 2000. Sociologie du risque. Armand Colin. Paris, Francia. 287 pp.
- Pérez, P.J. y A. Gardey. 2010. *Definición de Riesgo*. Definición. En: http://www.definicion.de/riesgo/ (consultado el 11/05/2017).
- Ramírez, O. J. 2009. Riesgos de origen tecnológico: Apuntes conceptuales para una definición, caracterización y reconocimiento de las perspectivas de estudio del riesgo tecnológico. Luna Azul. 29: 82 94.
- Real Academia Española (1992). Diccionario de la lengua española. Vigésima primera edición. Madrid, España.
- Sanahuja, R. H. 1999. El daño y la evaluación del riesgo en América central: una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica. Tesis de Maestría en Geografía. Universidad de Costa Rica. 119 pp.
- Santos, M.J. 2016. *Etimología de la palabra riesgo*. Riesgo. En: http://www.jaimeeduardosantos.com/etimologia-de-la-palabra-riesgo/ (consultado el 11/05/2017).
- Seco, R. 1996. El Enfoque Físico Geográfico para el Estudio de los Peligros Naturales en el ejemplo de la provincia de Ciudad de La Habana. Tesis de Maestría. Universidad de La Habana, Cuba. 92 pp.
- Serrano, J. 2010. Historia del Riesgo. Paralelo 36 Andalucia. En: http://www.paralelo36andalucia.com/historia-



del-riesgo/ (consultado el 11/05/2017).

Soldano, A. 2009. *Conceptos sobre riesgo*. Comisión Nacional de Actividades Espaciales y Desarrollo Sostenible de la Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos En: tp://www.rimd.org/advf/documentos/4921a2bfbe57f2.37678682.pdf. (consultado el 05/03/2016).

Tricart, J. 1982. L'homme et les cataclismes. Hérodotte. 24: 12-39.

UNDRO (Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator). 1979. *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*. Boston Public Library. Ginebra. 49 pp.

Varnes, D.J. 1984. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. Commission on Landslides of the IAEG, UNESCO, Natural Hazards No. 3, 61 pp.

White, G. 1974. Natural Hazards: Local, National, Global. Oxford University Press. New York, USA. 288 pp.

Wijkman, A. y Ll. Timberlake. 1985. *Desastres Naturales ¿Fuerza mayor u Obra del Hombre?*. Earthscan. Londres y Washington, D.C. 181 pp.

Wilches, G. 1993. *La Vulnerabilidad Global*. pp. 11 - 44. En: Maskrey, A. (Ed.). Los Desastres No Son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Tercer Mundo Editor. Colombia.137 pp.

Cita de este artículo:

Chávez López, S. 2018. El Concepto de Riesgo. Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 32-52. https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.01.0003

Sometido: 23 de Octubre de 2017

Revisado: 16 de Enero de 2018

Aceptado: 08 de Mayo de 2018

Editora asociada: Dra. Sara Díaz Castro

Idioma Español Resumen: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández