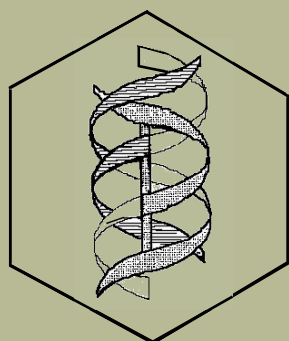


REB 2014

REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA



Órgano de información de la
**Asociación Mexicana de
Profesores de Bioquímica, A.C.**

Departamento de Bioquímica
Facultad de Medicina
UNAM



Facultad de Medicina
UNAM



Sociedad Mexicana de
Bioquímica, A.C.

EDITADO DESDE 1982 COMO BOLETÍN DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA

VOL. 33

No. 4

DICIEMBRE 2014

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR EN JEFE

JOSÉ VÍCTOR CALDERÓN SALINAS

Departamento de Bioquímica
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

EDITORES

RAFAEL CAMACHO CARRANZA

Instituto de Investigaciones Biomédicas
Departamento de Medicina, Genómica y Toxicología Ambiental
Universidad Nacional Autónoma de México

ALICIA GAMBOA DE BUEN

Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México

MARCO ANTONIO JUÁREZ OROPEZA

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

MARÍA ESTHER REVUELTA MIRANDA

Sección Bioquímica y Farmacología Humana
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

ROCÍO SALCEDA SACANELLES

Instituto de Fisiología Celular
Universidad Nacional Autónoma de México

YOLANDA SALDAÑA BALMORI

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

KARLA GUADALUPE CARVAJAL AGUILERA

Instituto Nacional de Pediatría

VÍCTOR M. VALDES LÓPEZ

Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México

ÁNGEL ZARAIN HERZBERG

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

EDITORES FUNDADORES

GUILLERMO CARVAJAL SANDOVAL

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
e Instituto Politécnico Nacional

JESÚS MANUEL LEÓN CÁZARES

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Querétaro

ENRIQUE PIÑA GARZA

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

YOLANDA SALDAÑA BALMORI

Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

SERGIO SÁNCHEZ ESQUIVEL

Instituto de Investigaciones Biomédicas
Universidad Nacional Autónoma de México

CORRESPONSALES

ROCÍO SALCEDA SACANELLES

Coordinadora
Instituto de Fisiología Celular
Universidad Nacional Autónoma de México

ALEJANDRO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Instituto de Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua

SERGIO SÁNCHEZ-ARMÁSS ACUÑA

Departamento de Fisiología y Farmacología
Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

MARTHA ANGÉLICA QUINTANAR ESCORZA

Departamento de Bioquímica
Facultad de Medicina Humana, Universidad Juárez del Estado de Durango

MARÍA MALDONADO VEGA

Departamento de Investigación. Centro de Innovación Aplicada en
Tecnologías Competitivas, AC. León, Gto., Mexico

Publicación incluida por el Centro de Información Científica y Humanística de la Universidad Nacional Autónoma de México en la base de datos Periódica, Iresie, Redalyc y Latindex.

REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA (REB) La REB es una revista dedicada a la divulgación, difusión, discusión, análisis y presentación de resultados derivados de investigaciones originales en temas relevantes en el campo de la bioquímica y áreas afines. La REB es una publicación trimestral. La presentación y disposición en conjunto y de cada página de la Revista de Educación Bioquímica son propiedad del editor. Derechos reservados © Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A.C. Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total por cualquier sistema o método mecánico o electrónico sin autorización por escrito del editor. Certificados de: Licitud de Título: 12000; Licitud de Contenido: 8397, expediente No. 1/432"2"/15792; Reserva al título en Derechos de Autor No. 04-2002-030616225500-102. (ISSN: 1665-1995); Reserva de título en Derechos de Autor para publicación electrónica No. 04-2005-092612014100-203 (ISSN: 187-3690). Diseño: Celia Virginia Sánchez Meza; UNAM-Departamento de Bioquímica y Facultad de Medicina. Distribución electrónica: Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, UNAM (<http://bq.unam.mx/wikidep/pmwiki.php/Reb/HomePage>). Correspondencia: Comité Editorial, Apartado Postal 70-281, Coyoacán, C. P. 04510, México, D. F. Correo electrónico: reb@bq.unam.mx.

El contenido de los artículos y las opiniones expresadas en ellos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las del Comité Editorial.

CONTENIDO

COMITÉ EDITORIAL

EDITORIAL

UN BREVE HOMENAJE AL DR. CARLOS LARRALDE RANGEL, GRAN CIENTÍFICO, INVESTIGADOR EMÉRITO Y EX-MIEMBRO DEL COMITÉ EDITORIAL DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA
Sergio Sánchez Esquivel.....95

ARTÍCULOS

ORIGEN Y MECANISMOS DE LA RADIO-RESISTENCIA EN *Deinococcus radiodurans*
David Alcántara Díaz.....96

EVALUACIÓN DE UN EXAMEN PARCIAL DE BIOQUÍMICA
Yolanda Saldaña Balmori,
Héctor Javier Delgadillo Gutiérrez,
Ignacio Méndez Ramírez.....104

OTRAS COMUNICACIONES

CRUCIBIOQ
GLUCONEOGÉNESIS
Yolanda Saldaña Balmori.....111

COMPORTAMIENTO DEL UNIPORTADOR MITOCONDRIAL DE CALCIO MODULADO POR ELEMENTOS ANTAGÓNICOS
Rodrigo Ibarra García Padilla.....114

CONVOCATORIA PARA PRESENTAR TRABAJOS EN EL XXII CONGRESO Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C.....116

SOLUCIÓN AL CRUCIBIOQ
GLUCONEOGÉNESIS
Yolanda Saldaña Balmori.....118

ÍNDICE ANUAL DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA 2013.....119

INSTRUCCIONES PARA LOS COLABORADORES DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA.....122

EDITORIAL

UN BREVE HOMENAJE AL DR. CARLOS LARRALDE RANGEL, GRAN CIENTÍFICO, INVESTIGADOR EMÉRITO Y EX-MIEMBRO DEL COMITÉ EDITORIAL DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA

Con gran consternación, la comunidad nacional y del Instituto de Investigaciones Biomédicas recibió la triste noticia sobre el fallecimiento de nuestro colega Carlos Larralde Rangel, Investigador Titular e Investigador Emérito de dicho Instituto y Director en el período de 1995 a 1999.

El fallecimiento del Dr. Larralde resulta en una pérdida muy grande no solo para la comunidad biomédica sino para la ciencia nacional.

Son muchas las razones para recordar y agradecer siempre la labor del Dr. Larralde. Dentro de ellas puedo mencionar las siguientes:

Haber sido un destacado científico, que impulsó la inmunología e integró a grupos de investigación para trabajar en problemas de interés nacional. De hecho, fue fundador y primer Jefe del Departamento de inmunología de este instituto.

Médico de origen y doctor en su disciplina, nos dejó un gran legado de contribuciones científicas dentro de las puedo mencionar los libros "Inmunopatología" que impulsó el desarrollo de esta disciplina en el país y más tarde con su obra "Cisticercosis. Guía para profesionales de la salud", que coadyuvó a revisar los procedimientos de diagnóstico y tratamiento de dicha enfermedad. Fue formador de recursos humanos del más alto nivel que ahora ejercen sus actividades profesionales en diversos institutos y universidades del país y del extranjero.

Durante su gestión como director de Biomédicas, siempre pensó en grande y era un convencido del sentido de comunidad y pertenencia al instituto. Se caracterizó por favorecer actividades aglutinantes de la misma y fue justamente en su administración, donde nació la Gaceta de Biomédicas, la cual a través de notas y relatos permitió dar información sobre las noticias y sucesos que afectaban y ocupaban a los miembros de ese instituto. Durante su ejercicio administrativo generó un apoyo irrestricto al desarrollo de investigación tanto básica como aplicada, convencido en el apoyo y promoción de

la originalidad de las ideas y la libertad para perseguirlas. Además apuntaló la enseñanza a nivel de pre y posgrado, como un medio para incubar la formación de los investigadores del futuro, en un ambiente propicio para expresar la creatividad y libertad para ensayar sus ideas. Fue catalizador de un buen número de convenios paraguas con las industrias farmacéutica y biotecnológica a nivel nacional que cristalizaron en importantes desarrollos tecnológicos.

Otra de sus facetas en la Ciencia fue su papel en la edición de libros y revistas. Un ejemplo fue la edición de las memorias del jubileo organizado para celebrar los 50 años de Biomédicas. Como resultado de este esfuerzo, se generaron tres volúmenes muy robustos que albergaron notas y trabajos de la comunidad académica y administrativa de dicho instituto.

El Dr. Larralde también participó en la Revista de Educación Bioquímica, ya que formó parte del Comité Editorial de dicho órgano de difusión (entonces Boletín de Educación Bioquímica), desde marzo de 1989 y hasta diciembre de 1993. Durante dicho ejercicio impulsó y apoyó la constitución de la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica A.C., la cual signó como Socio Fundador el 18 de agosto de 1989. Dicha asociación quedó protocolizada meses más tarde en octubre de 1990.

El Dr. Carlos Larralde Rangel, ex director, investigador emérito, miembro destacado del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM y miembro del Comité Editorial de la Revista de Educación Bioquímica, falleció recientemente.

Nuestras sinceras condolencias a sus familiares, colegas, colaboradores y alumnos,

Descanse en PAZ

Sergio Sánchez Esquivel
Editor Fundador de REB

ORIGEN Y MECANISMOS DE LA RADIO-RESISTENCIA EN *Deinococcus radiodurans**

David Alcántara Díaz

Departamento de Biología, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Ocoyoacac, Estado de México, México, C.P. 52045. Correo E: david.alcantara@inin.gob.mx

RESUMEN

Durante la adaptación darwiniana a condiciones ambientales extremas, ocurre una selección natural de los organismos con mayores probabilidades de sobrevivir y reproducirse. Sin embargo, en el caso de la bacteria *Deinococcus radiodurans*, altamente resistente a radiación gamma y ultravioleta (UV), es difícil explicar cómo ocurrió esto en virtud de que en su hábitat natural nunca ha estado expuesta a los niveles de radiación suficientes para inducir el desarrollo de dicho fenotipo. Varias hipótesis han sido propuestas para explicar los mecanismos celulares que causan esta elevada resistencia a radiación así como las condiciones ambientales que probablemente propiciaron su aparición. Una de esas hipótesis propone que *D. radiodurans* estuvo expuesto a elevados niveles de radiación fuera de la Tierra, tal vez Marte, y que fue allí donde adquirió dicho fenotipo. Sin embargo, debido a las dificultades que presenta esta hipótesis para explicar cómo pudo realizar esta bacteria la travesía de ida y vuelta entre la Tierra y Marte, ha ocasionado que la hipótesis de que la elevada resistencia a radiación fue adquirida colateralmente como resultado de la adaptación a alguna condición ambiental extrema en su hábitat natural terrestre, sea la más aceptada.

ABSTRACT

During the process of Darwinian adaptation to extreme environmental conditions, natural selection of organisms more likely to survive and reproduce takes place. However, in the case of *Deinococcus radiodurans*, a highly resistant bacterium to both ionizing and non-ionizing radiation, it is difficult to explain how this happened because under natural conditions it has never been exposed to the radiation levels sufficient to create a selective pressure for the development of radiation resistance. Several hypotheses have been proposed to explain the cellular mechanisms causing its high resistance to gamma and UV radiation as well as the environmental conditions that likely gave rise to it. One such hypothesis is that *D. radiodurans* was exposed to high levels of radiation outside the Earth, perhaps on Mars, where this phenotype developed. However, the difficulties to explain how this bacterium could make the round trip between Earth and Mars have caused the preference of the idea that the high radiation resistance was acquired as a collateral consequence during adaptation to a different environmental situation in its terrestrial natural habitat.

PALABRAS

CLAVE:

Deinococcus radiodurans, Radiorresistencia, Panspermia.

KEY WORDS:

Deinococcus radiodurans, Radiation Resistance, Panspermia

Deinococcus radiodurans sobrevive a dosis de radiación ionizante que causan más de 1000 rupturas de la doble cadena de su ADN, daño que es absolutamente letal para la gran mayoría de los seres vivos. ¿Cómo surgió y evolucionó la notable resistencia a radiación de esta bacteria y otros

microorganismos afines? El origen de esta característica biológica ha sido difícil de explicar ya que la vida en la Tierra muy probablemente nunca ha estado expuesta a tales dosis extremas de radiación y por lo tanto no ha habido una presión selectiva para el desarrollo de ese fenotipo. Esto ha llevado

a los científicos a proponer diversas hipótesis que tratan de encontrar la razón de la alta resistencia a radiación de estos organismos, así como los mecanismos celulares que la causan. La más aceptada de ellas es la que considera a este fenómeno como resultado colateral de la adaptación a algún factor ambiental presente en el hábitat natural de esta bacteria, como por ejemplo la sequedad. Sin embargo, debido a que esta hipótesis presenta ciertas deficiencias, también se ha propuesto que esta característica podría ser explicada por la transferencia de seres vivos de un planeta a otro, fenómeno conocido como panspermia. En un artículo publicado en 2006, Pavlov y sus colaboradores analizan esta posibilidad, basándose en el hecho de que en el ambiente natural terrestre no existe una ventaja selectiva de este fenotipo.

Todos los seres vivos pertenecen a alguno de los tres grandes Dominios: *Archaea*, *Bacteria* y *Eucarya*. Dentro de esos tres Dominios se han encontrado organismos que muestran una elevada resistencia a radiación ionizante, siendo más abundantes en *Archaea* y *Bacteria*. En estos dos últimos grupos, los géneros *Pyrococcus*, *Deinococcus* y *Rubrobacter* muestran los niveles más elevados de radioresistencia y poseen además varias características que les permiten sobrevivir en una variedad de ambientes letales para muchos otros microorganismos. El más estudiado de ellos es *Deinococcus radiodurans* (Fig. 1), que también posee una alta resistencia a luz ultravioleta (UV), desecación y agentes oxidantes.

Esta bacteria fue descubierta accidentalmente en 1956, cuando se encontró que un alimento enlatado se había descompuesto a pesar de haber recibido 4000 Gy de radiación gamma, una dosis que se suponía era suficientemente alta como para eliminar a cualquier organismo viviente (1) (Fig. 2). De ese alimento se extrajo *Deinococcus radiodurans* y desde entonces ha sido objeto de una serie de estudios para dilucidar tanto los mecanismos que le confieren dicha resistencia como el origen de ella, en virtud de que en su hábitat natural nunca ha estado sometida a esos niveles de radiación y no ha habido, por lo tanto, una presión selectiva que favorezca la aparición de dicho carácter. En 1996, Mattimore y Battista (2) propusieron que esa característica era colateral a su adaptación a la desecación extrema en algún hábitat natural desconocido. La desecación produce, a través de la generación de ROS (Reactive Oxygen Species), rupturas de la doble cadena del ADN, similares a las producidas por la radiación ionizante. Estas lesiones, en las que ambas cadenas se rompen, deben ser reparadas porque de lo contrario causan la muerte celular. La reparación ocurre a través de

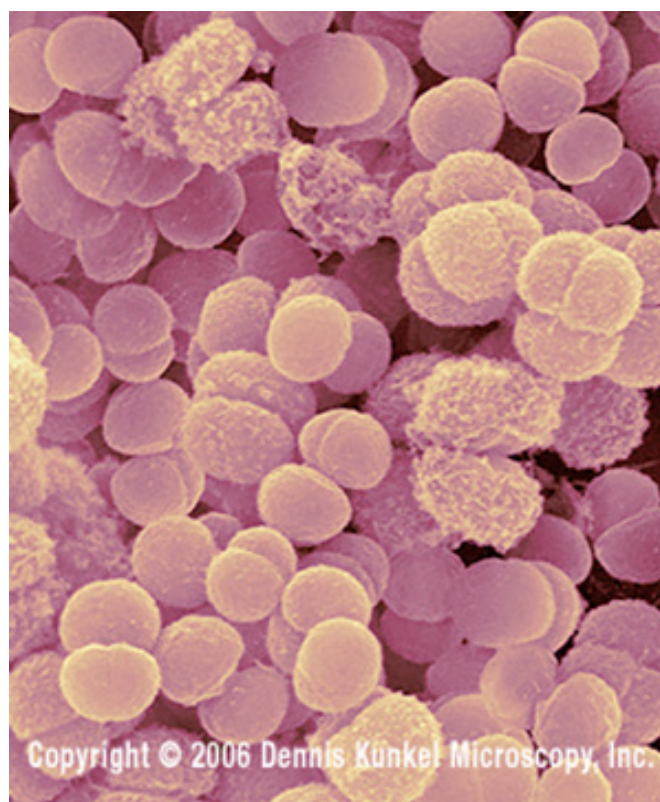


Figura 1. Células de *Deinococcus radiodurans* vistas bajo el microscopio electrónico de barrido.

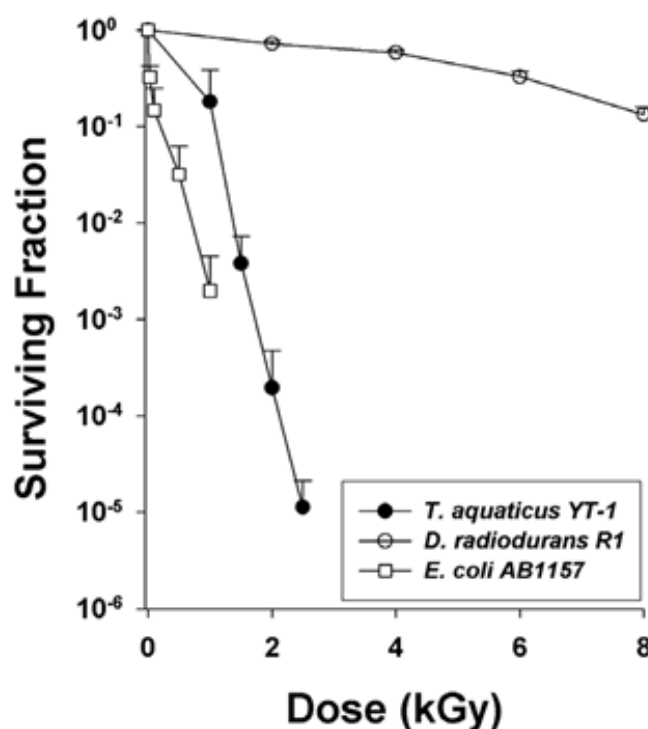


Figura 2. Supervivencia a radiación gamma de *Deinococcus radiodurans* en comparación con otras bacterias (Tomado de: Zimmerman JM y Battista JR: *BMC Microbiol* 2005 5:17).

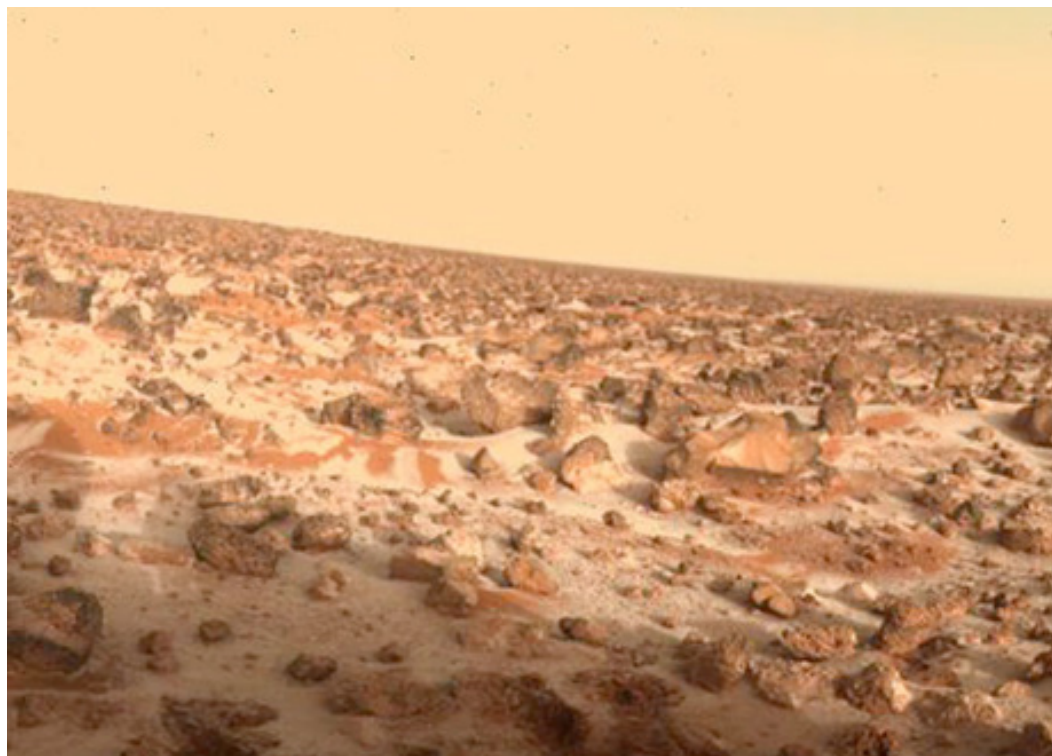


Figura 3.
La superficie
árida de
Marte. ¿Podría
*Deinococcus
radiodurans*
sobrevivir aquí y
ser transportada
a la tierra
dentro de algún
meteorito?. Foto
Viking Project,
NASA.

diferentes vías que unen nuevamente los extremos de las cadenas de ADN rotas y los autores suponen que la exposición prolongada a la desecación seleccionó mecanismos de reparación y/o protección más eficaces que trajeron consigo también una alta resistencia a radiación ionizante. Sin embargo, con esta hipótesis es difícil explicar por qué la bacteria es también resistente a luz UV, radiación que aunque también genera ROS, principalmente afecta al ADN de una manera muy diferente a la desecación. En apoyo de esto, se tienen por ejemplo evidencias de que una cepa de *E. coli* deficiente en un sistema de protección contra estrés oxidativo, no es significativamente más sensible a luz UV que una cepa normal (Serment J, Departamento de Biología, ININ, comunicación personal). Podría pensarse que en ciertos sitios áridos, como las zonas alpinas elevadas, existe una alta exposición a luz UV y que fue ahí donde adquirió la resistencia a este agente físico; sin embargo, resulta curioso que se han colectado cepas de *Deinococcus* de la tundra alpina que son sensibles tanto a radiación gamma como luz UV (3). Por otro lado, los mutantes de *D. radiodurans* que son sensibles a la desecación, siguen presentando la misma alta resistencia a radiación ionizante que las células no mutantes (4).

Aunque tradicionalmente se ha considerado que el daño más importante causado por la radiación es en el ADN, y que este daño debe ser reparado a fin de que la célula sobreviva, recientemente se

ha propuesto que la alta resistencia a radiación ionizante de *D. radiodurans* no es causada por mecanismos de reparación del ADN más eficientes ni por una mayor transcripción de los genes de reparación, sino por la acumulación intracelular de manganeso que, según los autores, protege a las proteínas pero no al ADN, del daño oxidativo causado por los radicales súperóxido generados por la radiación. De esta manera las enzimas que llevan a cabo la reparación del ADN pueden actuar inmediatamente sobre el daño causado por la radiación, sin que la célula tenga que sintetizar nuevas moléculas enzimáticas (5, 6). Aparte de que esta hipótesis no concuerda con uno de los principios fundamentales de la radiobiología, aquel que establece que el blanco celular más importante de la radiación es el ADN, no ofrece ninguna explicación de la alta resistencia a radiación UV de esta bacteria ni como se originó el fenotipo.

En vista de las dificultades anteriores algunos científicos han propuesto otra hipótesis, a primera vista un tanto descabellada, que sostiene que *D. radiodurans* permaneció largo tiempo fuera de la tierra, ya sea en el espacio exterior o en algún otro cuerpo del sistema solar, y que fue ahí donde adquirió la extrema resistencia a radiación (Fig. 3). El primero que mencionó esta posibilidad fue el famoso cosmólogo británico Fred Hoyle, autor de la Teoría del Estado Estacionario del Universo, quien en su libro "El Universo Inteligente" (7) nos dice que constantemente caen a la Tierra mi-

microorganismos provenientes de otros lugares del cosmos, en una especie de estado estacionario aplicado a los seres vivos y que precisamente la extrema resistencia a radiación es un claro indicio de la procedencia extraterrestre de esta bacteria. Ante la ausencia de evidencias que la sustenten, esa hipótesis no fue considerada seriamente por ningún científico. Sin embargo, más recientemente otros investigadores (8) han propuesto la hipótesis, quizá más razonable, de que en realidad las bacterias altamente radioresistentes provienen de Marte, y aunque es casi imposible comprobarla por el momento, merece ser considerada porque no sólo explicaría la alta resistencia a radiación ionizante, sino también la elevada resistencia a luz UV y agentes oxidantes, debido a que en Marte el flujo de luz UV es mucho más intenso, al carecer de una capa de ozono como la Tierra, y por la abundancia de agentes oxidantes como peróxidos y hierro en alto estado de oxidación, en la atmósfera y el suelo marcianos (9, 10). Desde luego, los autores de esta hipótesis no suponen que estas bacterias se originaron y evolucionaron independientemente de la vida terrestre, sino que son resultado del transporte de microorganismos entre la Tierra y Marte (Fig. 3).

Los argumentos que se pueden aportar en apoyo de esta hipótesis son los siguientes: Las fuentes naturales de radiación ionizante sobre la Tierra, emiten a niveles muy bajos, lo cual hace imposible producir las dosis agudas a las que esos organismos muestran resistencia. Se sabe que la radiación natural de fondo ha disminuido de 7 a 1.35 mGy/año durante el tiempo que la vida ha existido sobre la Tierra (11). A esa razón de dosis, *D. radiodurans* requeriría varios millones de años para acumular una dosis letal de radiación ionizante y por lo tanto, se tiene que pensar en alguna forma en que la bacteria pueda permanecer en estado latente por largos períodos de tiempo, durante los cuales la actividad metabólica fuera mínima y por lo tanto la reparación y duplicación del material genético no tuvieran lugar. En esas condiciones el genoma de las bacterias podría acumular una gran cantidad de lesiones debidas a la exposición continua a niveles altos de radiación. Esos prolongados períodos serían seguidos por otros más breves y metabólicamente activos en los que las células tendrían que reparar los daños acumulados, seleccionándose gradualmente mutantes espontáneos o inducidos por la misma radiación con mayor capacidad de reparación y eliminándose aquellas células que no pueden hacer frente a los daños acumulados en su material genético. Los autores dicen que esto debe ocurrir así porque de otra manera, si la

bacteria permaneciera metabólicamente activa, repararía constantemente los daños causados por la radiación sin dar oportunidad a la selección gradual de mutantes resistentes a radiación. De acuerdo con Pavlov, esto no puede suceder en la Tierra pero sí en Marte, donde la bacteria podría permanecer largos periodos de tiempo en estado latente acumulando altas dosis de radiación provenientes de los rayos cósmicos. Después de esos largos periodos de tiempo en estado latente, las bacterias se descongelarían, pero sólo aquellas que pudieran reparar la gran cantidad de daños acumulados en su ADN volverían a la vida durante un tiempo corto, después del cual nuevamente se congelarían por otro largo periodo de tiempo. Este tipo de ciclos sólo puede tener lugar de manera natural en Marte, donde las bacterias permanecerían congeladas en las regiones polares marcianas, a una temperatura aproximada de 100°C bajo cero por más de 10,000 años. Durante ese tiempo las bacterias acumularían una gran cantidad de lesiones en el ADN causadas por los rayos cósmicos, que en Marte son alrededor de 100 veces más intensos que en la Tierra al carecer de un campo magnético que los desvíe.

Pero, ¿qué es lo que causaría la descongelación cíclica de esas bacterias y su retorno al estado metabólicamente activo? Los autores suponen que esto sería causado por las oscilaciones periódicas que sufre Marte en la oblicuidad de su eje de rotación, que desplazaría las regiones polares a zonas más ecuatoriales donde recibirían una mayor cantidad de calor. Al cabo de un millón de años las bacterias habrían acumulado aproximadamente 100 de tales ciclos con el consecuente aumento en la resistencia a radiación mediante procesos de mutación y selección, de manera análoga a como ocurre artificialmente en el laboratorio al someter poblaciones bacterianas a ciclos de irradiación-crecimiento, ya sea con radiación ionizante (12, 13, 14) o luz ultravioleta. En este sentido, es interesante el experimento que se llevó a cabo en el laboratorio de Radiobiología Microbiana del ININ, donde 5 poblaciones isogénicas de *Escherichia coli* fueron expuestas a 80 ciclos de luz ultravioleta, alternados con períodos de crecimiento activo (15). Al final de esos 80 ciclos, las 5 poblaciones mostraron una mayor resistencia a UV, aunque no todas alcanzaron el mismo nivel. Tras el mapeo genético se observó que ese fenotipo se debe a mutaciones en diferentes genes de reparación y/o tolerancia al daño en el ADN.

Desde luego, aún quedan por resolver dos grandes problemas: uno es el relacionado a la subsistencia de *D. radiodurans* en un ambiente carente casi totalmente de agua y el otro es sobre

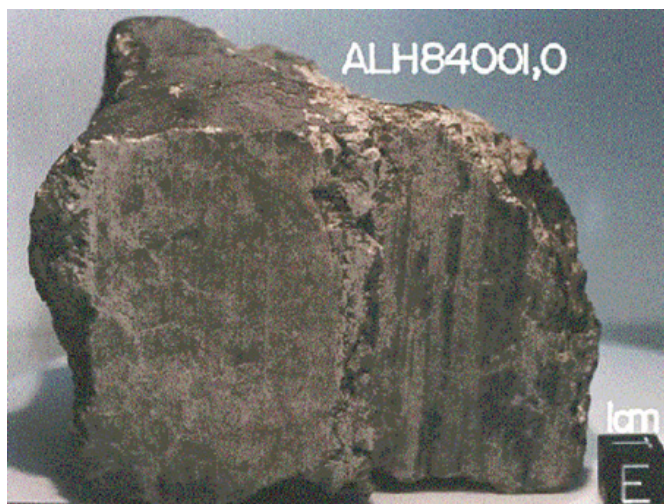


Figura 4. Meteorito ALH84001 proveniente de Marte. Meteoritos como éste son una prueba fehaciente de que el intercambio de fragmentos rocosos entre la Tierra y Marte, y tal vez entre la Tierra y otros planetas, ha ocurrido durante la historia del Sistema Solar. Foto: JSC, NASA.

cómo y por qué los microorganismos pueden ser transportados de un planeta a otro. En el primer caso, se ha sugerido que en rocas expuestas, una delgada capa de agua de tan sólo 3 moléculas de grosor podría ser suficiente para la actividad biológica (16). En el frío y árido Marte, capas de este espesor deben existir sobre hielo en etapas de pre-fusión o sobre minerales; cristales de sal, por ejemplo, podrían absorber la poca humedad que existe en la atmósfera de Marte y desarrollar una delgada capa de agua.

En cuanto al segundo problema, Pavlov y sus colaboradores presentan un posible mecanismo natural mediante el cual las bacterias podrían ser transportadas de Marte a la Tierra en el interior de fragmentos meteoríticos, expulsados desde la superficie por los grandes impactos de asteroides o cometas que han tenido lugar a lo largo de la historia de ambos planetas. Se calcula que aproximadamente 500 mil fragmentos meteoríticos han llegado a la tierra desde Marte durante los 3.8 billones de años que han transcurrido desde la aparición de la vida, en algunos de los cuales no se alcanzaron las altas temperaturas esterilizantes que sufren estos cuerpos durante su expulsión y reingreso a la atmósfera. Un ejemplo del intercambio de fragmentos rocosos entre la Tierra y Marte, es el denominado ALH84001, que fue encontrado en Allan Hills en la Antártida, el 27 de diciembre de 1984 (Fig.4). Se piensa que este fragmento rocoso fue expulsado de la superficie de Marte hace 4.5 billones de años por un impacto meteorítico

y que cayó sobre la superficie de la Tierra hace aproximadamente 13,000 años. Aunque el tiempo que este meteorito permaneció en el espacio exterior es demasiado largo para la subsistencia de cualquier forma de vida, es probable que el tiempo de traslado de otros meteoritos sea más corto y permita que algunos microorganismos puedan sobrevivir. Existe información de que es posible la sobrevivencia de células y esporas bacterianas por períodos de tiempo de hasta varios millones de años en ámbar, cristales de sal y aún en el tracto intestinal de fósiles de insectos (17, 18, 19).

De la misma manera, se piensa que alrededor de 100 mil fragmentos han llegado a Marte provenientes de la tierra y la hipótesis plantea que en alguno de esos intercambios meteoríticos, *D. radiodurans* y posiblemente otros microorganismos terrestres fueron exitosamente inoculados en la superficie o en el subsuelo de Marte, donde adquirieron alta resistencia a radiación ionizante, luz ultravioleta, desecación y agentes oxidantes. Esos microorganismos fueron posteriormente transportados de la misma manera de regreso a la tierra dentro de fragmentos meteoríticos expulsados desde el planeta rojo.

La presencia de características inusuales adicionales en el genoma de esos microorganismos apoyaría la hipótesis de que tuvieron un período de evolución lejos de sus contrapartes bacterianas terrestres. Sin embargo, hasta ahora la diferencia más importante observada, es un sistema inusual de reparación por recombinación que se ha denominado: *Renaturalización de Cadenas Dependiente de Síntesis Extensiva* (20, 21). Por otro lado, imágenes al microscopio electrónico sugieren que el genoma posee una morfología toroidal en la que dos o más cromosomas están permanentemente entrelazados en estructuras, que en otras bacterias sensibles a radiación sólo se forman transitoriamente durante la reparación o recombinación (22). Aunque esta característica ha sido cuestionada porque no se correlaciona con la resistencia a radiación en otras especies bacterianas, se supone que su presencia contribuiría eficazmente a la radioresistencia de *D. radiodurans* al evitar la disgregación del cromosoma múltiplemente fragmentado después de una dosis masiva de radiación.

¿Existe alguna evidencia de que las bacterias como *D. radiodurans* puedan soportar tanto la eyección como el reingreso a una atmósfera planetaria, así como las inhóspitas condiciones imperantes en el vacío del espacio interplanetario? La transferencia de seres vivos de un mundo a otro se conoce como panspermia y algunos científicos incluso han sugerido desde hace tiempo que la

vida no se originó en la tierra sino en otro lugar y después fue transportada a la tierra por algún meteorito, donde se desarrolló hasta alcanzar la gran diversidad actual (Fig. 5).

Hasta ahora, los experimentos han demostrado que sólo las esporas, estructuras que permiten sobrevivir a las bacterias en condiciones desfavorables, han resistido las condiciones del vacío interplanetario y las altas presiones que se producen tanto en la eyección de fragmentos rocosos desde la superficie de un planeta, como en el impacto de la caída en la superficie de otro planeta. Y es ahí donde empieza el problema ya que *D. radiodurans* no produce esporas y probablemente no sobreviviría al impacto del meteorito sobre la superficie planetaria; sin embargo, la cuestión sigue abierta a otros estudios que aclaren si la alta resistencia a radiación de esta bacteria tuvo un origen terrestre o marciano. Un estudio que parece inclinar la balanza hacia un origen terrestre, como resultado de una adaptación a ambientes áridos, es el llevado a cabo por Rainey y colaboradores (23), en el que aislaron una amplia variedad de bacterias resistentes a radiación, incluyendo 9 especies nuevas del género *Deinococcus*, de suelos del desierto de Sonora. Efectivamente, la recuperación de un gran número de bacterias extremadamente resistentes a radiación ionizante a partir de suelo árido pero no de suelo no árido, apoya la hipótesis de que el fenotipo de resistencia a radiación ionizante es consecuencia de la evolución de sistemas de reparación que protegen a las células contra factores de estrés ambientales, tales como la desecación. Sin embargo, aún sigue sin explicarse el origen de la alta resistencia a la luz ultravioleta, que genera en el ADN lesiones muy diferentes y que son reparadas por sistemas moleculares muy distintos a los que reparan las rupturas de doble cadena producidas tanto por la radiación ionizante como por la desecación.

Tal vez, este fenotipo sea una consecuencia colateral asociada con la alta incidencia de UV en los ambientes áridos.



Figura 5. Entrada a la atmósfera terrestre de un fragmento rocoso proveniente de algún lugar del espacio exterior. Posiblemente algún microorganismo pudiera sobrevivir a esas condiciones extremas de presión y temperatura. Foto: Howard Edin. Oklahoma City Astronomy Club.

En cuanto a los mecanismos celulares que confieren la extrema resistencia a los diferentes tipos de radiación y agentes oxidantes de esta bacteria, lo más probable es que se trate de una combinación de protección contra daño oxidativo de las proteínas y una reparación más eficiente del ADN, desarrollados a lo largo de su historia evolutiva; esta combinación de mecanismos ha sido efectivamente observada en un experimento reciente de "evolución dirigida", en el que poblaciones de *Escherichia coli*, con niveles de resistencia a radiación ionizante comparables a los de *D. radiodurans*, fueron aisladas después someter a esa bacteria a una serie de ciclos de irradiación-crecimiento (24). Sin embargo, si la radioresistencia de *D. radiodurans* es de origen terrestre o extraterrestre sólo podrá saberse cuando seamos capaces de analizar directamente muestras de la superficie del planeta Marte. 

REFERENCIAS

1. Anderson AW, Hordan HD, Cain RF, Parrish G, Duggan D (1956) Studies on a radio-resistant *Micrococcus*. I. Isolation, morphology, cultural characteristics and resistance to gamma radiation. *Food Technol* 10:575-578.
2. Mattimore V, Battista JR (1996) Radioresistance of *Deinococcus radiodurans*: functions necessary to survive ionizing radiation are also necessary to survive prolonged desiccation. *J Bacteriol* 178:633-637.
3. Callegan RP, Nobre FD, McTernan PM, Battista JR, Navarro-González R, McKay CP, da Costa MS, Rainey FA (2008) Description of four novel psychrophilic, ionizing radiation-sensitive *Deinococcus* species from alpine environments. *Int J Syst Evol Micr* 58:1252-1258.
4. Battista JR, Park MJ, McLemore AE (2001) Inactivation of two homologues of proteins presumed to be involved in the desiccation tolerance of plants sensitizes *Deinococcus radiodurans* R1 to desiccation. *Cryobiology* 43:133-139.
5. Daly MJ, Gaidamakova EK, Matrosova VY, Vasilenko VA, Zhai M, Venkateswaran A, Hess M, Omelchenko MV, Konstandarites HM, Makarova KS, Wackett LP, Fredrickson JK, Ghosal D (2004) Accumulation of Mn(II) in *Deinococcus radiodurans* facilitates gamma-radiation resistance. *Science* 306:1025-1028.
6. Daly MJ, Gaidamakova EK, Matrosova VY, Vasilenko VA, Zhai M, Leapman LD, Lai B, Ravel V, Li SW, Kenner KM, Fredrickson JK (2007) Protein oxidation implicated as the primary determinant of bacterial radioresistance. *Plos Biol* 5:769-779.
7. Hoyle F (1984) *El Universo Inteligente*. Ediciones Grijalbo S.A., México.
8. Pavlov AK, Kalinin VL, Konstantinov AN, Shelegedin VN, Pavlov AA (2006) Was earth ever infected by martian biota? Clues from radioresistant bacteria. *Astrobiology* 6:911-918.
9. Yen AS, Kim SS, Hecht MH, Frant MS, Murray B (2000) Evidence that the reactivity of the martian soil is due to superoxide ions. *Science* 289:1909-1912.
10. Oyama VI, Berdahl BJ, Woeller F, Lehwalt M (1978) The chemical activities of the Viking biology experiments and the arguments for the presence of superoxides, peroxides, gamma-Fe₂O₃ and carbon suboxide polymer in the Martian soil. *Life Sci Space Res* 16:3-8.
11. Karam PA, Leslie SA (1999) Calculations of background beta-gamma radiation dose through geologic time. *Health Phys* 77:662-667.
12. Bresler SE, Verbenko VN, Kalinin VL (1980) *Escherichia coli* K-12 mutants with increased resistance to ionizing radiation. I. Isolation and study of cross resistance to different agents. *Genetika* 16:1753-1763.
13. Kalinin VL, Petrov VN, Petrova TM (1981) I. Isolation and characteristics of radioresistant *Bacillus subtilis* and *Bacillus turingiensis* mutants. *Radiobiologia* 21: 676-682.
14. Davies R, Sinskey AJ (1973) Radiation-resistant mutants of *Salmonella typhimurium* LT-2: development and characterization. *J Bacteriol* 113:133-144.
15. Alcántara-Díaz D, Breña-Valle M, Serment-Guerrero J (2004) Divergent adaptation of *Escherichia coli* to cyclic ultraviolet exposures. *Mutagenesis* 19:349-354.
16. Stevenson A, Burkhardt J, Cockell CS, Cray JA, Dijksterhuis J, Fox-Powell M, Kee TP, Kminek G, McGenity TJ, Timmis KN, Timson DJ, Voytek MA, Westall F, Yakimov MM, Hallsworth JE (2014) Multiplication of microbes below 0.690 water activity: implications for terrestrial and extraterrestrial life. *Environ Microbiol* doi: 10.1111/1462-2920.12598.
17. Greenblatt CL, Baum J, Klein BY, Nachshon S, Koltunov V, Cano RJ (2004) *Micrococcus luteus*--survival in amber. *Microbial Ecol* 48:120-127.
18. Cano RJ, Borucki MK (1995) Revival and identification of bacterial spores in 25- to 40-million-year-old Dominican amber. *Science* 268:1060-1064.
19. Vreeland RH, Rosenzweig WD, Powers DW (2000) Isolation of a 250 million-year-old halotolerant bacterium from a primary salt crystal. *Nature* 407:897-900.
20. Sale JE (2007) Radiation resistance: resurrection by recombination. *Curr Biol* 17:R12-R14.
21. Zahradka, K, Slade D, Bailone A, Sommer S, Averbeck D, Petranovic M, Lindner AB, Radman M (2006) Reassembly of shattered chromosomes in *Deinococcus radiodurans*. *Nature* 443:569-573.

22. Levin-Zaidman S, Englander J, Shimoni E, Sharma AK, Minton KW, Minsky A (2003) Ringlike structure of *Deinococcus radiodurans* genome: a key to radioresistance? Science 299:254-256.
23. Rainey FA, Ray K, Ferreira M, Gatz BZ, Nobre MF, Bagaley D, Rash DA, Park MJ, Earl AM, Shank NC, Battista JR, Kampfer P, da Costa MS (2005) Extensive diversity of ionizing-radiation-resistant bacteria recovered from Sonoran desert soil and description of nine new species of the genus *Deinococcus* obtained from a single soil sample. Appl Environ Microb 71:5225-5235.
24. Byrne RT, Klingele AJ, Cabot EL, Schackwitz WS, Martin JA, Martin J, Wang Z, Wood EA, Pennacchio C, Pennacchio LA, Perna NT, Battista JR, Cox MM (2014) Evolution of extreme resistance to ionizing radiation via genetic adaptation of DNA repair. Elife 3:e01322. doi: 10.7554/eLife.01322.

EVALUACIÓN DE UN EXAMEN PARCIAL DE BIOQUÍMICA*

Yolanda Saldaña Balmori¹, Héctor Javier Delgadillo Gutiérrez², Ignacio Méndez Ramírez³

¹Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, Delegación Coyoacán, México, D. F. CP 04510. Correo E: balmori@bq.unam.mx.

²Departamento de Sistemas Biológicos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud, 04960, Del. Coyoacán D. F. Correo E: hjdelga@correo.xoc.uam.mx

³Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM, Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, Delegación Coyoacán, México, D. F. CP 04510. Correo E: imendez@servidor.unam.mx

RESUMEN

Se evaluó un examen parcial de bioquímica aplicado recientemente utilizando las siguientes técnicas para su validación: 1) Índice de dificultad (π), 2) Índice de discriminación (D_i), 3) Coeficiente de discriminación (r_{pbis}) y 4) Alfa de Cronbach. El estudio fue retrospectivo, descriptivo, transversal y observacional por lo que pertenece a una encuesta descriptiva. Se evaluaron las respuestas dadas por 1321 estudiantes y el examen constó de cinco temas. El total de reactivos de evaluación fue de 70, de los cuales 5 para termodinámica, 25 para agua pH e iones, 15 para química de proteínas, 15 para enzimas y con 10 se evaluaron las prácticas de laboratorio. Con el estudio de índice de dificultad se encontró que hay 17 reactivos o muy fáciles o muy difíciles, con el índice de discriminación se identificó que hay que revisar 11 reactivos y finalmente con el coeficiente de discriminación, el número a revisar fue de 35. Con el alfa de Cronbach se encontró que 28 reactivos deberán modificarse o eliminarse. El alfa de Cronbach fue obtenida con el paquete estadístico SPSS; el índice de dificultad, el índice y el coeficiente de discriminación se obtuvieron con el programa Excel. Se concluye que es factible evaluar mediante las técnicas aquí propuestas los exámenes de la asignatura de Bioquímica del Departamento de Medicina de la UNAM.

PALABRAS

CLAVE:

Evaluación del aprendizaje, enseñanza de la bioquímica.

ABSTRACT

We assessed a recently applied partial evaluation in the subject of Biochemistry, using this techniques for its validation: 1) Index of difficulty (π), 2) Index of discrimination (D_i), 3) Coefficient of discrimination (r_{pbis}) and 4) Cronbach's alpha. The study was retrospective, descriptive, transversal, and observational, that is, it corresponds to a descriptive survey. The examination was administered to 1321 students and consisted of five themes with a total of 70 items, distributed 5 for thermodynamics, 25 for water, pH, and ions, 15 for proteins, 15 for enzymes, and 10 for laboratory sessions. The index of difficulty indicated 17 items to be either very easy or very difficult, the index of discrimination yielded 11 items that have to be revised, and, finally, the coefficient of discrimination yielded 35 items to be revised. Cronbach's alpha revealed that 28 items have to be removed. Cronbach's alpha was obtained with the SPSS statistics software, and the difficulty and discrimination index, as well as the coefficient of discrimination, were obtained with Excel. We conclude that it is feasible to assess, by means of the proposed techniques, the examinations for the subject of Biochemistry at the School of Medicine (UNAM).

KEY WORDS:

Evaluation of the learning, education of the biochemistry

INTRODUCCIÓN

Históricamente el proceso de evaluación educativa ha sido un evento complejo pues en él intervienen muy diversos aspectos, sólo por mencionar algunos, se tiene que en ocasiones se ha priorizado a la enseñanza vs. el aprendizaje y es éste último, el que realmente marca la pauta de las metas de enseñanza alcanzadas; otro aspecto de la complejidad es la formación previa del aprendiz, pues para que adquiera el conocimiento en un tópico determinado se tuvieron que haber adquirido conocimientos previos para hacer viables los nuevos y finalmente entre otros muchos más factores participantes, se debe señalar que la afinidad entre enseñante y aprendiz es determinante pues de ello depende -en muchas ocasiones- el éxito de la adquisición de conocimiento.

La manera en la que se puede comprobar que se está ejerciendo la enseñanza es mediante la adquisición del aprendizaje obtenido por los estudiantes y las evaluaciones realizadas dan evidencia de la evolución del proceso enseñanza-aprendizaje. Además la evaluación es un componente fundamental dentro del proceso educativo ya que ayuda a valorar si se logran los objetivos propuestos. Jaap y cols. en 2003 señalan que en una evaluación se requiere: 1) que haya validez de contenido, 2) que haya validez de constructo teórico para identificar si el instrumento de evaluación está a la altura de las pretensiones, es una medida de qué tan bien se mide al constructo con ese instrumento, 3) que se apoye en una estructura lógica y congruente de los conocimientos, 4) que sea confiable, 5) que sea apropiada y viable en términos de tiempos y 6) que sea transparente en cuanto a los contenidos y a la forma de calificar (1).

Por otro lado la evaluación educativa cumple con el objetivo fundamental -que ya se había mencionado- de medir el aprendizaje adquirido por el estudiante, pero en primera instancia ésta debe servir para que el estudiante se dé cuenta, en función de las calificaciones obtenidas, si su técnica de estudio es eficiente o debe cambiar por otra que presuma le proporcionará mejores resultados, si deberá intensificar el estudio, apoyarse en otros materiales que le ayuden a comprender la temática básica, etc., en segundo lugar para que el evaluador conozca, en función de las respuestas dadas por los estudiantes, si lo que está evaluando coincide con los objetivos planteados, con la dinámica de enseñanza utilizada, con los contenidos, etc. y en tercer término la evaluación tiene la finalidad de que el sistema escolarizado se entere y de ahí se tomen decisiones de la promoción o no del estudiante.

Los encargados de la evaluación son los que toman las decisiones, los que definen qué es normal, relevante, adecuado o bueno, en relación al comportamiento de los estudiantes así como a los contenidos que deben cubrir los resultados de su aprendizaje, además de los tiempos en los que se debe adquirir el mismo (2).

El resultado terminal conduce a emitir una calificación, misma que debe ser objetiva, que exprese una correcta correspondencia con la calidad de lo asimilado y que disminuya o elimine la influencia de un factor subjetivo mediante el cual el profesor pueda otorgar calificaciones diferentes a dos estudiantes ante resultados iguales. Los instrumentos de evaluación deben cumplir con el requisito de que su contenido esté directamente relacionado con los objetivos educativos para que al aplicarlos demuestren validez y confiabilidad (3).

Es por ello que en la elaboración de los instrumentos de evaluación hay una gran responsabilidad social ya que entre otros, involucra el éxito o fracaso escolar, una diversidad en el rendimiento educativo, buenos o malos estudiantes y profesores, diferente calidad de la enseñanza, apreciación o no de excelencia institucional. El Centro Nacional de Evaluación de la Educación Superior (CENEVAL) fue creado con el propósito de regular el ingreso a las escuelas preparatorias y a las universidades. Es conveniente que todas las instituciones de educación tengan una evaluación validada con estándares de calidad y en caso de que esto se lleve a cabo, ayudaría a mejorar la enseñanza, pues con los resultados obtenidos, se puede indicar qué parte de los exámenes están bien hechos y en cuál hay que hacer mejoras para alcanzar la excelencia que tanto se busca en la educación.

DESARROLLO

En la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desde hace poco más de 50 años se han venido aplicando en las materias de los ciclos básicos, exámenes de selección múltiple para evaluar el conocimiento de los estudiantes. Este tipo de evaluaciones presenta ventajas cuando se necesita saber el conocimiento que han adquirido los estudiantes de grandes poblaciones ya que agiliza los tiempos para la obtención de resultados, además de que es eficaz para valorar si en todos los grupos se ha cubierto los objetivos, pero, al mismo tiempo presenta desventajas ya que con algunas preguntas no siempre se puede valorar el nivel de conocimiento obtenido, la posibilidad de que por azar se obtengan respuestas correctas, la facilidad de copiar respuestas, la posibilidad de que haya preguntas que sean conocidas y divulgadas

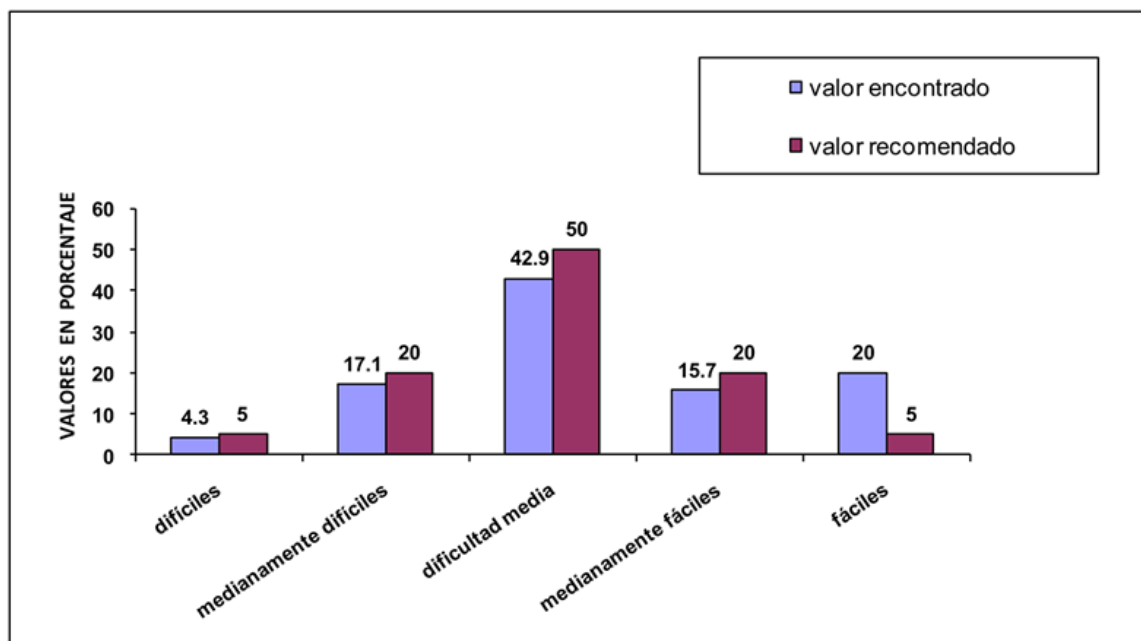


Figura 1. Índice de dificultad (Pi) de los reactivos de evaluación. El Pi se calcula dividiendo el número de estudiantes que contestaron correctamente un reactivo entre el número total de los que lo contestaron. Los valores obtenidos del índice de dificultad (Pi) son: difíciles < 0.3; medianamente difíciles de 0.31 a 0.5; de dificultad media de 0.51 a 0.7; medianamente fáciles 0.71 a 0.8; fáciles > 0.8. El número sobre las barras indica el número de reactivos. Los valores recomendados son sugeridos por (4).

entre los estudiantes antes del examen, etc.

Dentro del proyecto de investigación educativa relacionado con el rendimiento de aprendizaje adquirido por los estudiantes de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Medicina de la UNAM, se presenta en este trabajo, el análisis realizado a las respuestas dadas por los estudiantes en un primer examen departamental en el que se cubrieron los siguientes temas: Termodinámica, agua pH e iones, química de proteínas, enzimas y prácticas de laboratorio relacionadas con los temas estudiados. Este trabajo se llevó a cabo basándonos en el Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA) que se usa en gran escala en México para conocer los estándares de calidad (4).

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo este análisis fueron cuatro, las tres primeras conforme lo plantean Backhoff y colaboradores (4): 1) Índice de dificultad (Pi) que sirve para identificar qué tan fácil o difícil es un reactivo en sus respuestas y se obtiene dividiendo el número de estudiantes que contestaron bien un reactivo entre el total de los que lo contestaron; si se obtiene un valor < 0.3 son difíciles, de 0.31 a 0.5 son medianamente difíciles, de 0.51 a 0.7 son de dificultad media, de 0.71 a 0.8 son medianamente fáciles y arriba de este valor son fáciles (Fig.1); 2) Índice de discriminación (Di) donde se analizan el 27% de alumnos que tuvieron la

calificación más alta en contraste con el 27% de los que la obtuvieron más baja (4), se considera como aceptables los valores superiores a 0.3 (Fig. 2); 3) Coeficiente de discriminación (rpbis) el cual tiene la ventaja de incluir la dispersión y el promedio de cada uno de los reactivos en el 100% de los alumnos y de las respuestas por lo que se considera la técnica más adecuada, un valor satisfactorio es de 0.26, aunque lo ideal es a partir de 0.36 (4) (Fig.3) y 4) alfa de Cronbach que consiste en evaluar qué tan confiable es un examen en cada uno de sus temas e indica cuales reactivos hay que eliminar para que se incremente su validez.

OBJETIVOS

Demostrar que existen formas mediante las cuales se puede calificar el instrumento con el que se evalúa el aprendizaje de los estudiantes validando los reactivos de los exámenes mediante diferentes técnicas.

Calcular el índice de dificultad (Pi), el índice de discriminación (Di), el coeficiente de discriminación (rpbis) así como el alfa de Cronbach para cada una de las 70 preguntas del primer examen departamental.

Enlistar los reactivos ordenados por temas e indicar en cuáles de ellos se recomienda una revisión.

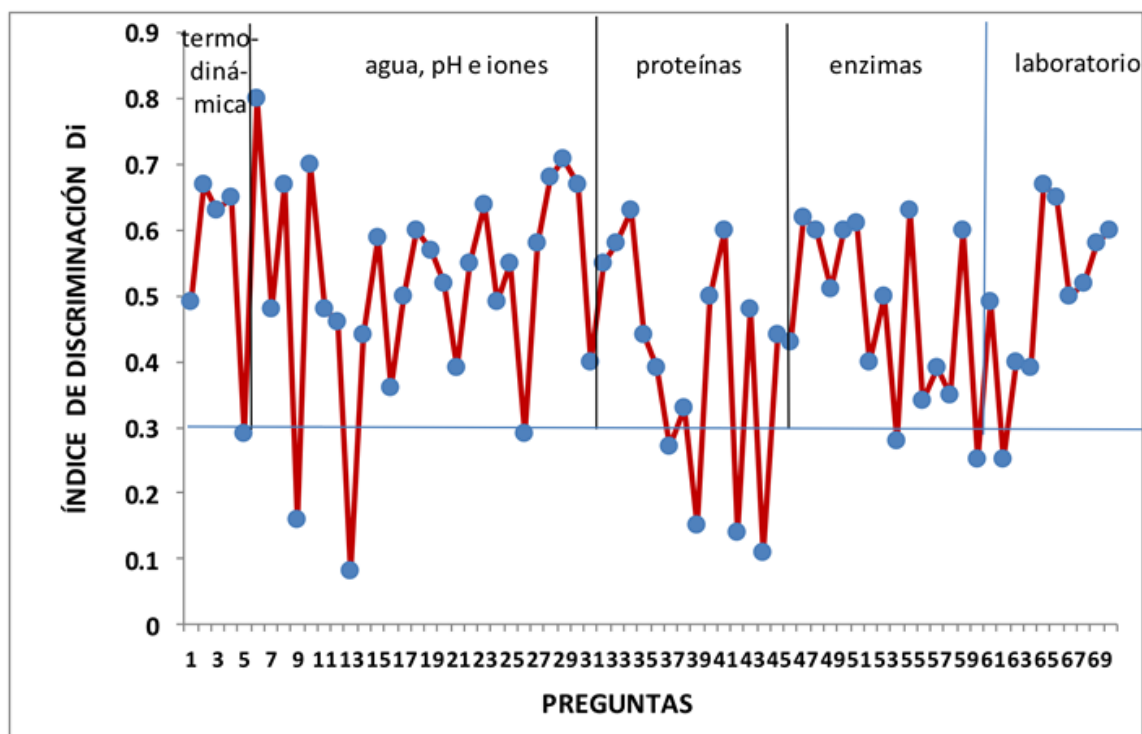


Figura 2. Índice de discriminación (Di). Índice de la discriminación (Di) de los reactivos, el recomendado es a partir de 0.3, según lo indicado en la figura la línea horizontal.

MÉTODO

El examen parcial de Bioquímica y Biología Molecular recientemente aplicado lo presentaron 1321 alumnos. La unidad de estudio fue el promedio de la calificación que los alumnos obtuvieron en cada uno de los 70 reactivos, por lo mismo fueron 70 unidades de estudio las cuales estuvieron distribuidas de la siguiente manera: 5 reactivos de termodinámica, 25 de pH, agua e iones, 15 de proteínas, 15 de enzimas, y 10 de práctica de laboratorio. El tipo de estudio fue retrospectivo, observacional, transversal y descriptivo por lo que se encuadra en una encuesta descriptiva (5).

El índice de dificultad (Pi), el de discriminación (Di) y el coeficiente de discriminación (rpbis) se obtuvieron de la técnica para medir el examen de conocimientos básicos (EXHCOBA) de Backhoff y col. (4). Los valores recomendados por estos y otros autores para el índice de dificultad son del 5% para los reactivos fáciles, 20% para los medianamente fáciles, 50% con una dificultad media, 20% medianamente difíciles y 5% difíciles; los valores recomendados para el índice de discriminación son con un valor de $Di > 0.30$ y los recomendados para el coeficiente de discriminación fueron con un $rpbis > 0.26$. El alfa de Cronbach se obtuvo de acuerdo al manual de SPSS de Camacho

(6) donde se recomienda quitar los reactivos que bajan el valor del alfa.

RESULTADOS

Índice de dificultad. Respecto al índice de dificultad un 4% de los reactivos fueron difíciles, 17% medianamente difíciles, 43% de dificultad media, 16% medianamente fáciles y 20% fáciles. Al contrastarlos con los valores recomendados, los reactivos fáciles fueron los que más discreparon, con respecto a los demás índices de dificultad en donde los valores encontrados son semejantes a los recomendados. Según este análisis 17 reactivos habrá que revisarlos para modificarlos o eliminarlos. (Fig. 1 y Tabla 1).

Índice de discriminación. En lo que concierne al índice de discriminación se encontró un 9% de reactivos deficientes, 7% regulares, 11% buenos y 73% excelentes. (Fig. 2). Según este análisis 11 reactivos deben ser eliminados o modificados.

Coeficiente de discriminación. En este coeficiente se obtuvieron el mayor número de reactivos con una discriminación negativa, esta fue del 22%, un 11% fue pobre, 16% regular, 11% buena y un 40% tuvieron un excelente poder de discriminación,

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS SEGÚN SU ÍNDICE DE DIFICULTAD.

TEMAS	DIFÍCILES	MEDIANAMENTE DIFÍCILES	DIFICULTAD MEDIA	MEDIANAMENTE FÁCILES	FÁCILES	TOTAL
TERMODINÁMICA	0	5	1,2	0	3,4	5
AGUA, pH E IONES	13	12,16,21	7,8,9,11,14,15,18,19,20,23,24,27	6,17,22,25,26	10,28,29,30	25
PROTEÍNAS	38,43	36,41	31,35,37,39,42,44	33,45,	32,34,40	15
ENZIMAS	0	55,57,59	48,50,51,53,54,56,58,60	0	46,47,49,52	15
LABORATORIO	0	61,62,66	65,70	63,67,68,69	64	10
TOTAL	3	12	30	11	14	70

Los números incluidos son los asignados a cada una de las 70 preguntas.

Según este análisis 36 reactivos sería conveniente eliminarlos o modificarlos. (Fig. 3).

Alfa de Cronbach. El alfa de Cronbach tiene una escala entre 0 y 1. Entre más cercano esté el valor a la unidad tendrá más confiabilidad. En la Tabla 2 se señalan los 28 reactivos del total de 70 que deberán modificarse o eliminarse para que dé un valor más alto y por lo tanto más confiable.

En la figura 4 se observa que de los 70 reactivos

del examen 16 de ellos (23%) estuvieron bien elaborados ya que no se les encontró ninguna falla en las cuatro técnicas aquí revisadas; 31 (44%) tuvieron una sola recomendación para su mejoramiento; 13 reactivos (19%) tuvieron dos recomendaciones y finalmente 10 de ellos (14%) alcanzaron 3 recomendaciones para su mejoramiento.

De los resultados obtenidos en este estudio se concluye que los 16 reactivos de evaluación que no tienen sugerencias de corrección, sumadas a las

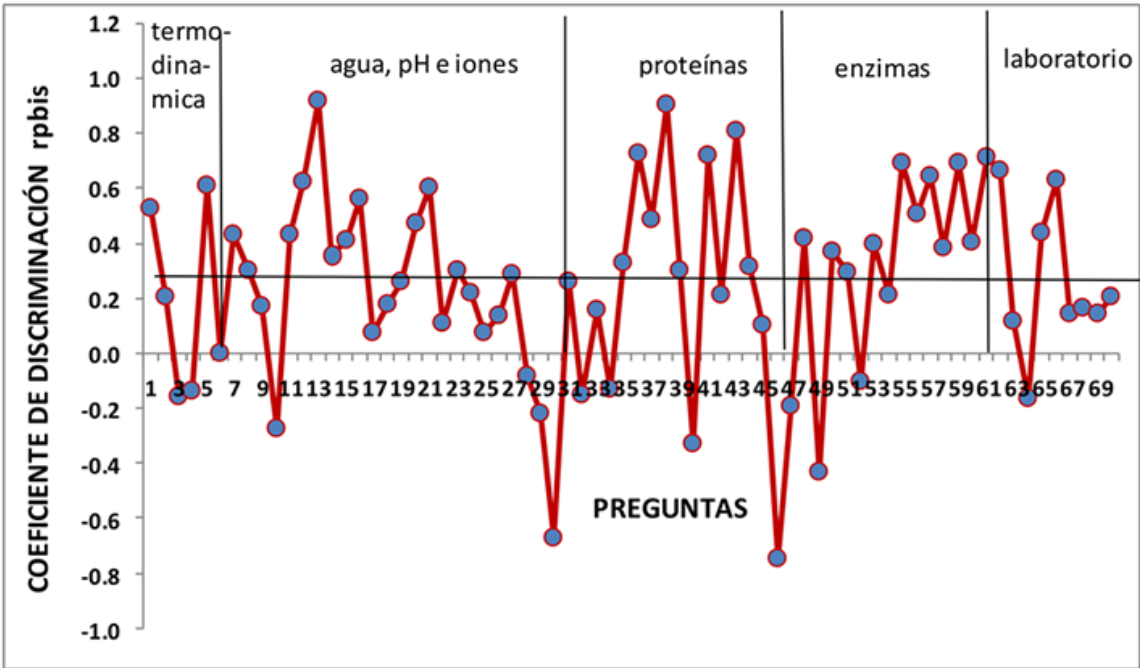


Figura 3. Coeficiente de discriminación (rpbis). El coeficiente de discriminación satisfactorio es a partir de 0.26, tal como lo indica la raya horizontal en la figura, el coeficiente de discriminación ideal es a partir de 0.36.

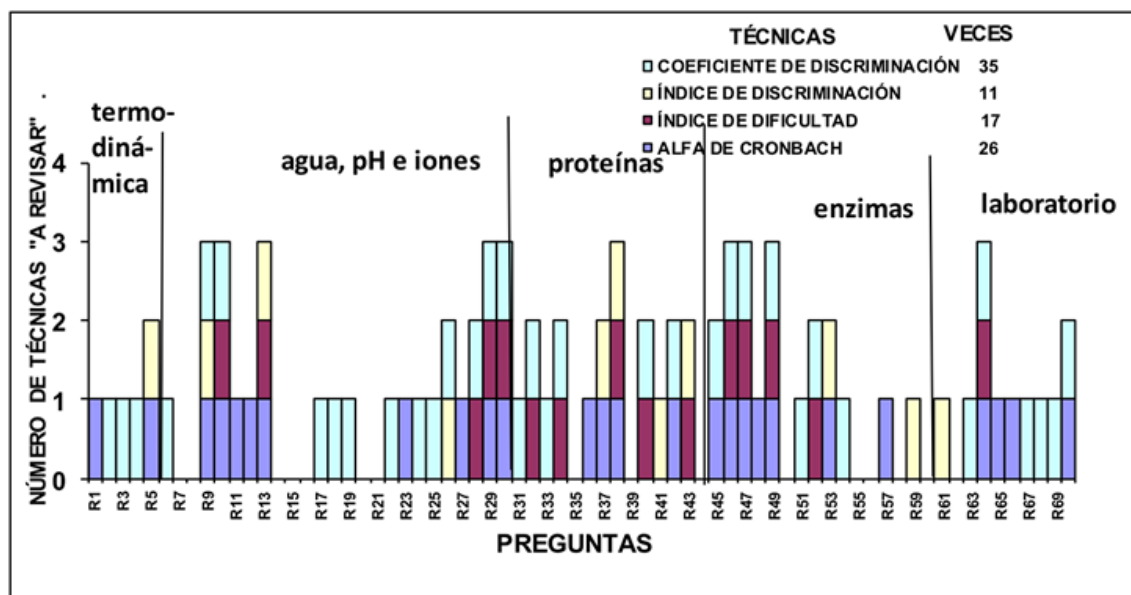


Figura 4. Técnicas con las que fueron evaluados los reactivos. Los resultados obtenidos después de haber realizado el estudio indican que los reactivos bien elaborados se muestran en la figura con espacios en blanco, las que tienen 1, 2 ó 3 sugerencias de corrección se muestran con una, dos o tres barras encima. Los datos que se incluyen se refieren al número de veces que las 4 diferentes técnicas arrojan datos para que los reactivos deban ser modificados.

31 que tienen una sola, se pueden incorporar a un banco de reactivos para su futura utilización. Por ejemplo el siguiente reactivo no tiene sugerencia de corrección:

14.- Identifica el espacio líquido que tiene como amortiguador principal al par bicarbonato/ácido carbónico. La respuesta correcta es Plasma, la cual se eligió de un grupo de opciones que son: a) Orina b) Plasma c) Agua total d) Líquido intersticial y e) Líquido intracelular.

Por otro lado, hay 10 reactivos que tienen 3 sugerencias de correcciones, razón por la cual no se consideran aptos en la manera en la que están redactados, ya sea porque los resultados indican que son fáciles o difíciles (Tabla 1).

Dentro del grupo de los reactivos fáciles, entre otros, están los siguientes: 10, 29, 46, 47.

46.- Molécula sobre la que actúa la enzima. La respuesta correcta es Sustrato que se eligió del grupo de respuestas a) Enzima b) Sustrato c) Inhibidor competitiva d) Inhibidor no competitiva y e) pH y temperatura.

Mientras que los reactivos 38 y 43 son difíciles.

38.- Reconoce la estructura de las proteínas que tienen como único enlace covalente al puente disulfuro entre cadenas. La respuesta correcta es Estructura cuaternaria y se eligió del grupo de opciones a) Estructura primaria b) Estructura secundaria c) Estructura terciaria

ria d) Estructura cuaternaria y e) Estructura nativa.

DISCUSIÓN

Para el análisis de este examen se utilizó el Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA) (4) debido a que está validado, es confiable y evalúa tres formas para calificar cada uno de los reactivos del examen, además se incrementó con el alfa de Cronbach, que es un parámetro de confiabilidad.

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que existen formas para identificar la calidad de los reactivos de evaluación y para medir el aprendizaje de los estudiantes.

Es importante notar que estas técnicas dan diferentes resultados (Figs. 2, 3 y Tabla 1), pero la más confiable de las cuatro es el coeficiente de discriminación (Fig. 3) porque evalúa el 100% de los reactivos así como al 100% de los alumnos. Además, arrojó mayor información ya que permite identificar aquellos ítems o reactivos que requieren modificaciones, pues no obtuvieron valores aceptables. Lo conveniente de acuerdo a esta técnica de análisis es que en un examen el coeficiente y el índice de discriminación -que como ya se mencionó- analiza el 27% de alumnos que tuvieron la calificación más alta y el 27% de los que tuvieron la calificación más baja, siguieran una ruta paralela puesto que así se puede ver que en lo relativo al

TABLA 2 REACTIVOS QUE SEGÚN EL ÍNDICE DE CONFIABILIDAD DEL ALFA DE CRONBACH DEBEN SER REVISADOS PARA SU FUTURA UTILIZACIÓN.

TEMAS	REACTIVOS	ALFA DE CRONBACH	REACTIVOS A REVISAR
TERMODINÁMICA	del 1 AL 5	0.552	1 y 5
AGUA, pH E IONES	del 6 al 30	0.761	9 a 13, 23,27,29 y 30
PROTEÍNAS	31 al 45	0.697	36,37,38,42 a 45
ENZIMAS	46 al 60	0.645	46 a 49, 53 y 57
LABORATORIO	61 al 70	0.625	64 a 66 y 70

54% de los reactivos analizados tendría semejanza al 100% de ellos. Esa situación no sucedió en este trabajo y por ende es necesario revisar el examen aquí referido. El alfa de Cronbach indica cuales de los reactivos se sugiere eliminarlos o modificarlos para tener un valor más alto y entre más alto sea el valor del alfa, se tendrá mayor confiabilidad. Esto sería conveniente trabajarlo para cada uno de los

temas que conforman el examen y ahí ver cuáles de los reactivos se deben eliminar o modificar. Lo más relevante de este trabajo es la factibilidad de hacer uso de técnicas ya validadas que existen en la literatura para así incrementar la confianza en los exámenes de Bioquímica y Biología Molecular que se aplican en la Facultad de Medicina de la UNAM.



REFERENCIAS

1. Jaap S, Cees G, Sall MT (2003) Educational evaluation, assessment, and monitoring: a systemic approach. The Netherlands, Lisse, Swets and Zeitlinger Publishers

2. González PM (2000) Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. Revista Pedagógica Universitaria Vol. 5(2):31-55

3. Días Rojas PA y Leyva SE (2013) Metodología para determinar la calidad de los instrumentos de evaluación. Educación Médica Superior. Vol. 27(2):269-286

4. Backhoff E, Larrazolo N, Rosas M (2000) Nivel de dificultad y poder de discriminación

del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). Revista Electrónica de Investigación Educativa 2 (1). Consultado el 25 de septiembre de 2014. Disponible en. <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>

5. Méndez RI, Namihira GD, Moreno AL, Sosa de MC (1990) El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. Editorial Trillas. México

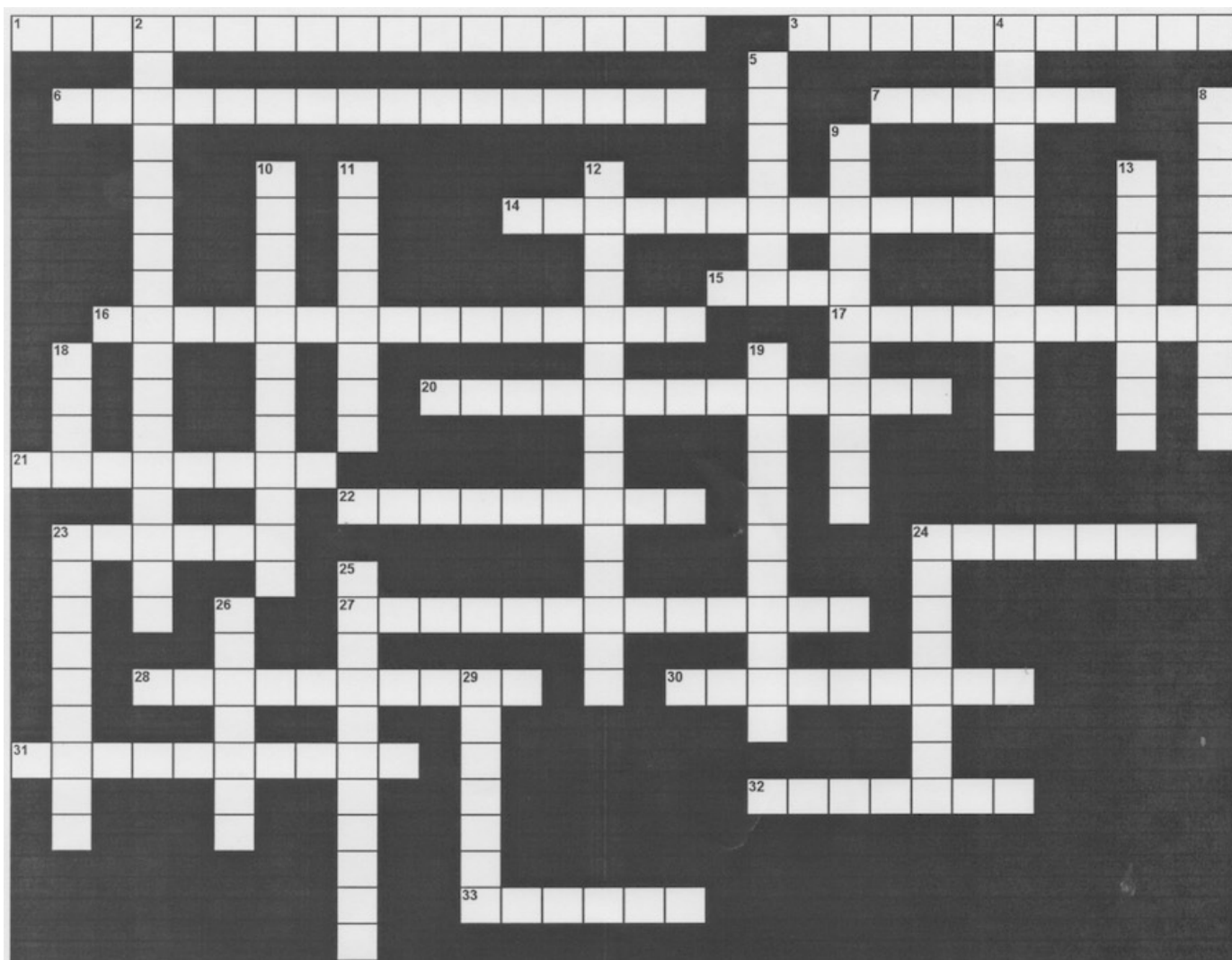
6. Camacho RJ (2003) Estadística con SPSS para Windows, versión 11. Editorial Alfaomega Ra-Ma.

CRUCIBIOQ[®]

GLUCONEOGÉNESIS

Yolanda Saldaña Balmori

Correo E: balmori@laguna.fmedic.unam.mx



HORIZONTALES

1. Enzima que en la vía glucolítica fosforila a la fructosa 6-fosfato mientras que en la gluconeogénesis la fructosa 1,6-bisfosfato pierde a un fosfato con la participación de la fructosa 1,6-bisfosfatasa.
3. Tanto estas células como las del cerebro, dependen para la producción de energía de la glucosa presente en sangre, los niveles de este metabolito se mantienen inicialmente por la degradación del glucógeno hepático y al disminuir se pone en marcha la gluconeogénesis.
6. Cuando el lactato del citosol da lugar a piruvato y $\text{NADH} + \text{H}^+$, el piruvato que entra a la mitocondria sintetiza oxaloacetato y debido a este mecanismo, se transforma en fosfoenolpiruvato.
7. La _____ deshidrogenasa interviene en el mecanismo de transporte de equivalentes reductores de la mitocondria hacia el citosol ya que el oxaloacetato se convierte en el sustrato que atraviesa la membrana y en el citosol provee de $\text{NADH} + \text{H}^+$ para volver a sintetizar al oxaloacetato.

14. La fosfoenolpiruvato _____ (PEPCK), es la enzima que a partir de ácido oxaloacético y con la participación de GTP sintetiza en el citosol al fosfoenolpiruvato que, mediante la vía inversa de la glucólisis sintetiza fructosa 1,6-bisfosfato.
15. El costo energético del mecanismo que genera glucosa a partir de piruvato es _____ ya que necesita 4 moléculas de ATP, 2 de GTP y 2 de NADH + H⁺.
16. Vía preferentemente hepática que tiene como finalidad sintetizar glucosa para enviarla a los tejidos cuando la glucogenólisis se detiene por agotamiento del sustrato.
17. Por este tipo de regulación, la piruvato carboxilasa se activa cuando hay niveles altos de acetil-CoA en la mitocondria, lo que conduce a la síntesis de ácido oxaloacético, el que después de varias reacciones contribuirá a la síntesis de glucosa.
20. Mediante esta reacción se forma el oxaloacetato a partir de piruvato y HCO₃⁻ en presencia de ATP.
21. Producto final de la glicólisis aeróbica, el equilibrio de la reacción favorece la formación de este metabolito, debido a ello desde este punto no puede revertirse la vía para formar glucosa.
22. El oxaloacetato no puede salir de la mitocondria, gracias a la _____ aminotransferasa se convierte en el sustrato que sale de este compartimento para que en el citosol se vuelva a formar oxaloacetato.
23. Este tipo de ácidos al oxidarse producen acetil-CoA, que es un modulador alostérico positivo de la piruvato carboxilasa ya que permite que el piruvato -entre otros destinos- se convierta en glucosa.
24. La _____-6-fosfatasa es una enzima exclusiva de la gluconeogénesis, tiene como función liberar a la hexosa, para que a través de la circulación sanguínea sea enviada a los tejidos que la necesiten.
27. La glucólisis y la gluconeogénesis son procesos que transcurren en sentido contrario en donde 7 de sus reacciones son reversibles y las restantes 3 son procesos _____, una de ellas es que en la glucólisis la glucosa se fosforila por la acción de la hexocinasa en presencia de ATP y en la gluconeogénesis la glucosa 6-fosfato pierde al Pi por la acción de la glucosa 6-fosfatasa.
28. Durante la intoxicación _____ hay un aumento de NADH + H⁺ intracelular, esto favorece la conversión de piruvato a lactato y en consecuencia, se disminuye la velocidad en la gluconeogénesis.
30. En algunos pasos la gluconeogénesis y la glucólisis utilizan enzimas diferentes, como por ejemplo la glucosa 6- _____ es la enzima

que permite el paso de glucosa 6-fosfato a glucosa, mientras que la hexocinasa realiza el proceso contrario.

31. Este proceso se realiza este proceso es cuando hay un aumento de la concentración de acetil-CoA, esto hace que se inhiba parcialmente la acción del complejo piruvato deshidrogenasa y con ello se estimula la gluconeogénesis por la activación de la piruvato carboxilasa.
32. El _____ de NADH + H⁺ hepático ocasionado por la alcoholemia desplaza al oxaloacetato hacia malato lo que disminuye los intermediarios del ciclo del ácido cítrico, así como a la dihidroxiacetona-fosfato hacia glicerol-3-fosfato disminuyendo el nivel de glicerol; ambos procesos reducen la vía de la gluconeogénesis.
33. Este metabolito, así como la leucina son los dos únicos aminoácidos que no se convierten en oxaloacetato en los mamíferos y por ende, no se incorporan a la gluconeogénesis.

VERTICALES

1. En la vía glucolítica este metabolito por la acción de la cinasa específica, da lugar a una molécula de tres carbonos, tiene un ΔG^0 de -31.4 kJ/mol, razón por la cual es imposible el camino de reversa en la gluconeogénesis.
4. Metabolito fundamental para la gluconeogénesis ya que para que ésta se realice el piruvato, el lactato, así como algunos aminoácidos lo sintetizan independientemente de que forma parte del ciclo del ácido cítrico.
5. Coenzima de las reacciones de carboxilación, participa uniéndose de una manera covalente al grupo ϵ -amino de los residuos de lisina de la piruvato carboxilasa; su absorción y utilización se bloquea cuando se ingiere huevo crudo en exceso ya que una glucoproteína la avidina, se une a la coenzima impidiendo su absorción.
8. Las señales de este tipo, en las que intervienen: insulina, glucagón o adrenalina provocan las modificaciones covalentes en las proteínas diana para que se lleve a cabo la gluconeogénesis.
9. Algunos metabolitos de este grupo son considerados glucogénicos como la alanina, la glicina, la serina la cisteína y la treonina ya que en su degradación forman piruvato.
10. La fructosa 1,6-_____ es la enzima de la gluconeogénesis que convierte a la fructosa 1,6-bisfosfato en fructosa-6-fosfato.

- 11.** El lactato, los aminoácidos glucogénicos y el _____ son alimentadores de la poza de glucógeno hepático durante el ayuno prolongado.
- 12.** Los GLUT específicos son los _____ responsables de transferir la glucosa libre del citosol a la sangre y viceversa.
- 13.** Hormona esteroide que estimula la degradación de proteínas del músculo y el envío de aminoácidos al hígado como precursores de la gluconeogénesis, al mismo tiempo que estimula la síntesis de PEP carboxinasa.
- 18.** La vía cíclica que recibe este nombre explica que durante el ejercicio muscular intenso se degrada glucógeno y por la vía glucolítica produce lactato, luego de la recuperación, parte del lactato presente en sangre pasa al hígado y por gluconeogénesis sintetiza glucosa, que a través de la sangre retorna al músculo para restituir al glucógeno gastado.
- 19.** La vía anaplerótica que permite la síntesis de oxaloacetato a partir de piruvato en la mitocondria, además de CO_2 y ATP requiere la participación de la piruvato _____ (EC 6.4.1.1).
- 23.** Metabolito hepático que durante un ayuno prolongado se agota la reserva, que es indispensable para formar glucosa, por lo que ésta se sintetiza a partir de otros compuestos carbonados.
- 24.** Cuando descienden los niveles de glucosa en sangre, esta hormona estimula al hígado a producir más, proceso que puede realizarse ya sea por la glucogenolisis o por la gluconeogénesis.
- 25.** La membrana de este orgánulo no tiene transportador de oxaloacetato, para que este metabolito se encuentre en el exterior debe ser reducido a malato mediante la malato deshidrogenasa.
- 26.** Metabolito gluconeogénico que se produce en los eritrocitos y en el músculo cuando hay deficiencia de oxígeno.
- 29.** En este compartimento celular se realiza la gluconeogénesis.

COMPORTAMIENTO DEL UNIPORTADOR MITOCONDRIAL DE CALCIO MODULADO POR ELEMENTOS ANTAGÓNICOS

Rodrigo Ibarra García Padilla

Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, México D.F. Correo E: ribarragp54@gmail.com

El calcio (Ca^{2+}) es un catión muy importante en los organismos al fungir como segundo mensajero en diversas cascadas de señalización y mediar muchas funciones dentro de las células. Por ejemplo, participa en el crecimiento celular, se involucra en la comunicación entre distintas células y tiene un papel importante durante la muerte celular, ya sea por apoptosis o necrosis.

Durante las últimas décadas se ha descubierto que la mitocondria juega un papel fundamental en la homeostasis de calcio. La absorción de este ión trae consecuencias fisiológicas de alta importancia para las células, además de que evita que se enciendan cascadas de señalización en determinado momento al reducir la concentración de calcio en el citoplasma.

Además, se sabe que el calcio libre en la matriz mitocondrial aumenta la tasa de síntesis de ATP al modular la actividad de diversas enzimas que tienen como sustrato productos del ciclo de Krebs. De esta manera se controla el flujo de electrones creando un potencial transmembranal muy grande. Éste representa una fuerza neta muy potente que atrae al catión hacia la matriz mitocondrial.

El proceso de captación de calcio por la mitocondria debe ser finamente regulado, debido a que si el calcio entra a la matriz de forma continua se da una sobrecarga que causa pérdidas energéticas, así como alteraciones morfológicas que promueven la liberación de factores apoptóticos o producen necrosis.

Recientemente, los grupos de **Rizzuto y Mootha** encontraron el sistema que permite la entrada del catión divalente a la matriz mitocondrial y que es conocido como el uniportador mitocondrial de calcio (MCU). Este sistema presenta baja actividad cuando las concentraciones de calcio están en reposo (~ 100 nM). La actividad de MCU dependiente de la concentración de calcio se regula por los elementos asociados al transportador y que forman un complejo multiproteínico: MICU1

y MICU2. Estos elementos forman heterodímeros que no permiten la apertura de MCU cuando la concentración de calcio es la basal. Sin embargo, cuando aumenta el calcio el dímero presenta cooperatividad y permite el paso de dicho ión hacia la matriz de la mitocondria (Fig. 1).

En el trabajo publicado por Patron et al. (3) se demuestra que MICU1 y MICU2 tienen actividades reguladoras antagónicas. MICU2 es el elemento que regula la función de apertura del complejo y MICU1 es necesario para que MICU2 pueda realizar su función, ya que cuando no se presenta MICU1 el dímero no puede formarse.

En el caso contrario, cuando MICU2 no se expresa, se forman homodímeros de MICU1 que permiten un mayor flujo de Ca^{2+} al interior debido a que la cooperatividad ahora se manifiesta por los dos elementos activadores.

Este resultado es muy interesante debido a que, al introducir a MICU2 como el elemento responsable de la regulación de la entrada de calcio a la mitocondria, contrasta con la idea previa de que MICU1 es el responsable tanto de la regulación positiva como de la negativa del MCU. Por consiguiente MICU2 se sugiere como un factor importante para el óptimo desempeño celular al prevenir la acumulación continua de calcio en la matriz mitocondrial.



Referencias

1. Patron M, Raffaello A, Granatiero V, Tosatto A, Merli G, De Stefani D, Wright L, Pallafacchina G, Terrin A, Mammucari C y Rizzuto R. (2013) The Mitochondrial Calcium Uniporter (MCU): Molecular Identity and Physiological Roles. *J. Biol. Chem.* 288, 10750-10758.
2. Baughman JM, Perocchi F, Girgis HS, Plovanich M, Belcher-Timme CA, Sancak Y, Bao XR, Strittmatter L, Goldberger O, Bogorad RL, Kotliansky V y Mootha VK (2011) Integrative

genomics identifies MCU as an essential component of the mitochondrial calcium uniporter. *Nature* 476, 341-345

3. Patron M, Checchetto V, Raffaello A, Teardo E, Vecellio Reane D, Mantoan M, Granatiero V, Szabò I, De Stefani D y Rizzuto R. (2014)

MICU1 and MICU2 Finely Tune the Mitochondrial Ca^{2+} Uniporter by Exerting Opposite Effects on MCU Activity. *Molecular Cell* 53, 726-737.

4. Raffaello A, De Stefani D y Rizzuto, R. (2012) The mitochondrial Ca^{2+} uniporter. *Cell Calcium* 52, 16-21.

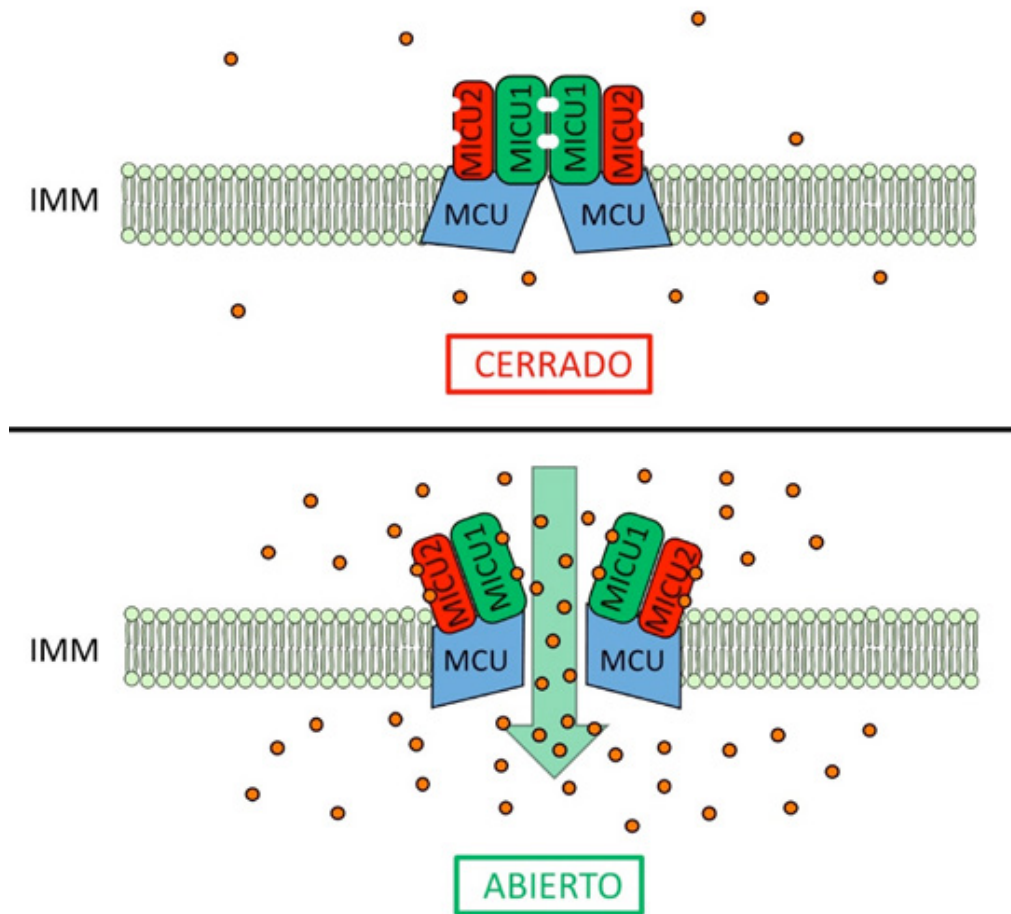
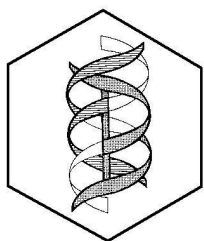


Figura 1. MCU. Imagen editada de Patron et al. (2014) en la que se muestra un modelo de la regulación de la apertura del MCU. a) Cerrado. En concentraciones basales de calcio no se permite la entrada de dicho ión, gracias a la función inhibitoria de MICU2. b) Abierto. Cuando la concentración de calcio aumenta se presenta el fenómeno de cooperatividad, en el que MICU2 deja de funcionar como inhibidor y permite que MICU1 active a MCU.



La Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A.C.

Con objeto de difundir el trabajo de los Profesores de Bioquímica y áreas afines, e impulsar el intercambio de experiencia docentes y fortalecer la enseñanza de la Bioquímica

CONVOCA

A LOS PROFESORES A PARTICIPAR EN
EL

XXIII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE PROFESORES DE BIOQUÍMICA, A.C.

Que se llevará a cabo los días 1 y 2 de Junio de 2015 en la **Auditorio “Doctor Fernando Ocaranza” de la Facultad de Medicina, UNAM, Ciudad Universitaria. México D. F**

En busca de fortalecer la enseñanza de la Bioquímica y compartir las experiencias docentes, este Congreso forma parte de las actividades de la Semana de Educación Bioquímica que junto con el XLII Taller de Actualización Bioquímica se realiza con el apoyo del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la UNAM. El eje temático central

es “Investigación educativa”, integrando participaciones en las que la academia Nacional comparta sus experiencias en el aula y en el campo temático a tratar en los diversos niveles educativos y profesionales del país, además de otros temas relacionados con la enseñanza; por tal motivo se hace esta atenta invitación a participar

BASES

1.-Podrán participar los(as) profesores(as) que imparten Bioquímica o áreas afines del nivel medio, medio superior, superior y posgrado, además de alumnos en grupo de trabajo presidido por profesor(es) participantes.

2.-Las ponencias deberán ser propuestas en las que se haga énfasis en los aspectos pedagógicos sobre los aprendizajes o contenidos de los programas vigentes, asociados con la realización de actividades frente a grupo, teóricas, experimentales, metodologías de aprendizaje, evaluación, planeación educativa, resultados educativos, competencias, materiales didácticos, tesis, investigación educativa, entre otras.

3.-Todos los participantes en un trabajo deberán inscribirse al congreso y asistir al evento, otorgándose el reconocimiento personal respectivo como ponente y asistente, siempre y cuando se cumpla con el requisitos de pago de inscripción al Congreso.

4.-La participación puede ser como ponente - asistente y únicamente como asistente, existiendo dos opciones para realizar su pago, consistentes en:

- Depósito bancario de \$1000.00 (un mil pesos 00/100 MN) para profesores y \$500.00 (quinientos pesos 00/100 MN) para alumnos, en:

a.- Sucursal Bancomer al número de cuenta: 0133718123 a nombre de la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica A.C. Enviando copia del voucher por ambos lados a la dirección electrónica esther.revuelta@yahoo.com.mx Requisito para enviarle la carta de aceptación. (Conservar su voucher original para presentarlo al inicio del Congreso en su inscripción).

b.- Pago personal (sólo para los asistentes, no ponentes) en efectivo el 1 y 2 de Junio de 2015, fechas del XXIII Congreso de la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica A.C.

La aportación económica incluye: inscripción al Congreso, renovación anual e incorporación como integrante a la Asociación de los nuevos participantes. Se entregara constancia de asistencia al Congreso y por ponencia en cada trabajo.

5.-Para participar como ponente, se **deberá enviar a más tardar el 10 de Mayo de 2015:**

a.- El resumen del trabajo a presentar a la dirección electrónica esther.revuelta@yahoo.com.mx Elaborado de acuerdo al formato indicado en esta convocatoria (punto No. 7), con un máximo de 4 autores por trabajo. Existe la posibilidad de aprobar un máximo de 5 trabajos para su presentación.

6.-Los trabajos participantes, se podrán presentar en las siguientes modalidades: ponencia (25 min. de exposición y 5 min. para preguntas) y en cartel.

7.-Para registrar ponencias y carteles se deberán entregar por escrito vía correo electrónico a la dirección: email: esther.revuelta@yahoo.com.mx de 3 a 5 cuartillas el resumen del trabajo, de acuerdo a las especificaciones siguientes:

Documento elaborado en Word versión 2003, 2007, letra Arial 12, interlineado 1.5. Con el siguiente formato:

a.-ENCABEZADO: centrado, mayúsculas y minúsculas, (letra Arial 14 negrita, interlineado 1.5) que contenga:

Título del trabajo a presentar

Autores (Apellidos, nombres)

Institución de procedencia.

Dirección de la Institución.

Direcciones electrónicas de los autores del trabajo.

b.-RESUMEN

c.-FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENTES AL TEMA A PRESENTAR.

d.-OBJETIVO(S)

e.-METODOLOGÍA

f.-RESULTADOS

g.-DISCUSIÓN O ANÁLISIS DE RESULTADOS

h.-CONCLUSIONES

i.-REFERENCIAS

8.-Las presentaciones orales corresponderán a lo establecido en los Ejes Temáticos a tratar en este Congreso. Otros aspectos relacionados con la bioquímica se presentarán en cartel.

EJES TEMÁTICOS DEL CONGRESO:

a.-Investigación educativa en Bioquímica y áreas afines.

b.- Didáctica y enseñanza en la Bioquímica.

c.-Otros.

9.-Los carteles se colocarán al inicio de la sesión y el o los autores deberán permanecer frente a ellos para su explicación, durante la franja horario en que sea programado.

10.-El registro se llevará a cabo a partir de la publicación de esta convocatoria hasta el 10 de mayo de 2015, otorgándose orden de presentación conforme a la recepción de los trabajos cubriéndose inicialmente los orales, aceptando para cartel los trabajos que así lo soliciten o que sean enviados una vez cubiertas los espacios para presentaciones orales.

11.-Los trabajos serán revisados y en su caso, aceptados por el Comité Científico del Congreso, dándose a conocer el resultado a los autores.

12.-Cualquier situación no prevista en la convocatoria presente será resuelta por el Comité Organizador.

INFORMES

-María Esther Revuelta Miranda.

Presidenta AMPBQ A.C.

FES-Cuautitlán UNAM. Sección Bioquímica y

Farmacología Humana. Campo I.

Teléfono 044 55 1683-9732.

esther.revuelta@yahoo.com.mx

-Juan Manuel Torres Merino.

Secretario-Tesorero AMPBQ A.C.

FES-Cuautitlán UNAM. Sección Bioquímica y

Farmacología Humana .Campo I.

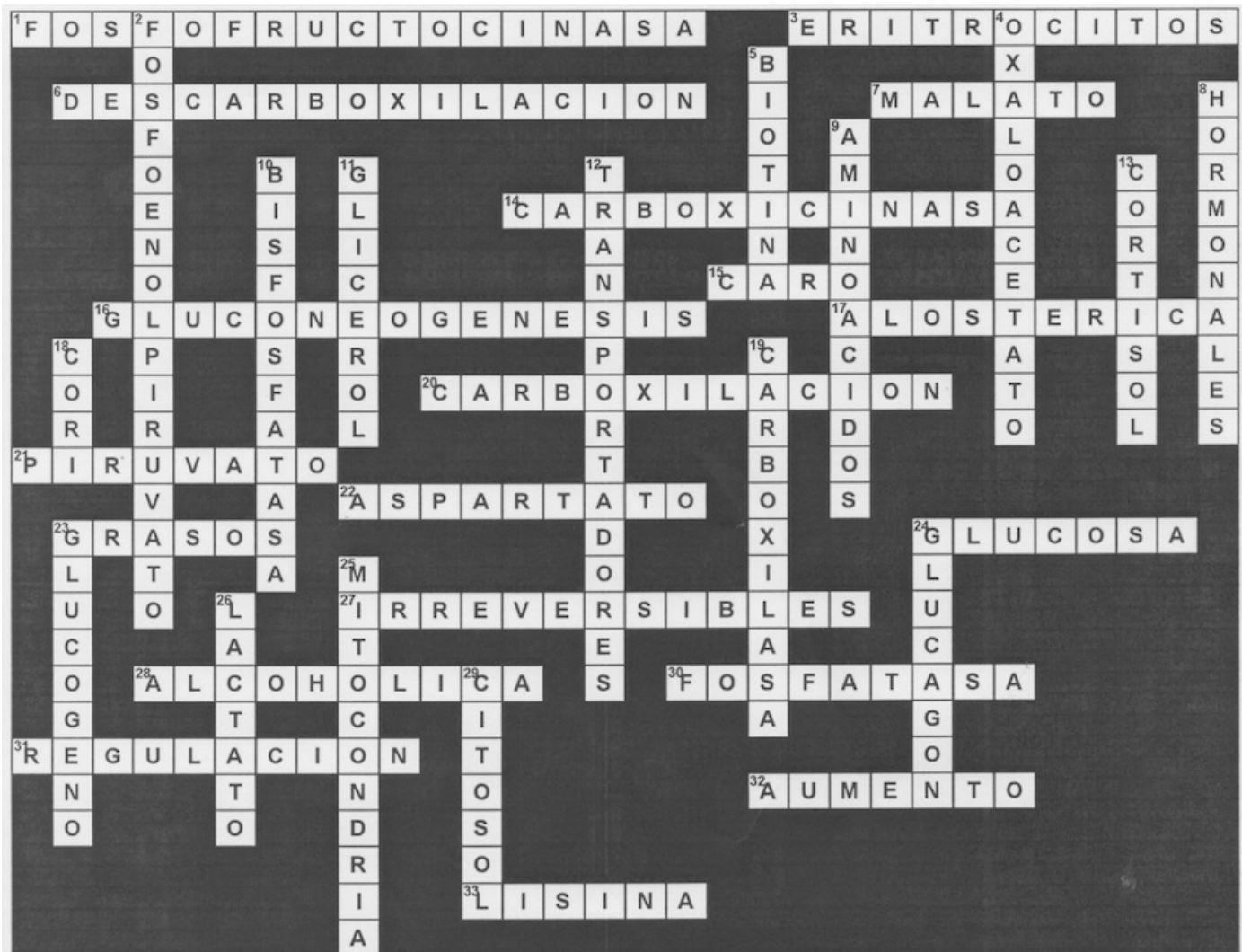
Teléfono 044 55 2086-2611.

torresmerino_manuel@yahoo.com.mx

SOLUCIÓN AL CRUCIBIOQ[®] GLUCONEOGÉNESIS

Yolanda Saldaña Balmori

Correo E: balmori@laguna.fmedic.unam.mx



ÍNDICE ANUAL DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA 2014

AUTORES DE EDITORIALES

Calderón Salinas José Víctor. (2014) La obtención de los sobretiros de los trabajos científicos en la era de la informática REB 33(2):37-38

Calderón Salinas José Víctor y Quintanar Escorza Martha Angélica. (2014) Los programas de estudio ¿realidad o fantasía? REB 33(3):75-76

Camacho Carranza Rafael y Calderón Salinas José Víctor. (2014) Generación de células madre por estrés ácido ¿Un gran descubrimiento o un gran engaño? y un problema ético. REB 33(1):1-3

Sánchez Esquivel Sergio. (2014) Un breve homenaje al Dr. Carlos Larralde Rangel, gran científico, investigador emérito y ex miembro del Comité Editorial de la Revista de Educación Bioquímica. REB 33(4):95

AUTORES DE LOS ARTÍCULOS

Alcántara Díaz David. (2014) Origen y mecanismos de la radio-resistencia en *Deinococcus radiodurans*. REB 33(4):96-103

Garay-Arroyo Adriana, Sánchez María de la Paz, García-Ponce Berenice, Álvarez-Buylla Elena R y Gutiérrez Crisanto. (2014) La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. REB 33(1):13-22

Garza Aguilar Sara Margarita, Sánchez Camargo Víctor Allan, Godínez Palma Silvia Karina y Lara Núñez Aurora. (2014) Avances recientes en el estudio del ciclo celular en plantas. REB 33(2):39-47

Gómez Sandoval Jenny, Talamás Rohana Patricia y Aguirre García Magdalena. (2014) Proteínas fosfatasa de parásitos: más allá de una función. REB 33(1):4-12

Guasco Herrera Claudine, Chávez Servín Jorge Luis, Ferriz Martínez Roberto Augusto, de

la Torre Carbot Karina y García Gasca Teresa. (2014) Poliaminas: pequeños gigantes de la regulación metabólica. REB 33(2):51-57

Medina Torres Edgar Alejandro, Espinosa Padilla Sara Elva, Camacho Castillo Luz del Carmen, Carvajal Aguilera Karla Guadalupe. (2014) El uso de probióticos y los beneficios sobre el sistema inmune. REB 33(3):77-85

Pardo Vázquez Juan Pablo y Matus Mares Deyamira. (2014) El uso de la ecuación de Henderson-Hasselbach para el cálculo del pH en sangre. REB 33(2):48-50

Saldaña Balmori Yolanda, Delgadillo Gutiérrez Héctor Javier y Méndez Ramírez Ignacio. (2014) Evaluación de un examen parcial de Bioquímica. REB 33(4):104-110

Sevilla Emma y Peleato María Luisa. (2014) Empresas virtuales como herramienta didáctica en estudios de biotecnología. REB 33(1):23-25

AUTORES DE OTRAS COMUNICACIONES

Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. (2014) Convocatoria para presentar trabajos en el XXII Congreso. REB 33(1):29-31

Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. (2014) Convocatoria al XXII Congreso. REB 33(1):32

Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. (2014) Convocatoria para presentar trabajos en el XXIII Congreso. REB 33(4):116-117

Gómez-Inclán C. (2014) El lado oscuro de TAU: neurodegeneración a través de cromatina. REB 33(3):89-90

Ibarra García Padilla, Rodrigo. (2014) Comportamiento del uniportador mitocondrial de calcio modulado por elementos antagónicos. REB 33(4):114-115

Lira Silva Elizabeth, Jasso Chávez Ricardo y Pardo Vázquez Juan Pablo. (2014) Cinética enzimática. Enzimas alostéricas. Análisis cinético de la PFK-1L de *Sparus aurata*, una enzima alostérica. Problema bioquímico y su solución. REB 33(2):62-65 y 68-72

Saldaña Balmori Yolanda y Guevara Flores Alberto. (2014) Generalidades de las proteínas. CRUCIBIOQ y su solución. REB 33(1):26-28 y 34

Saldaña Balmori Yolanda. (2014) Bases químicas para la bioquímica. CRUCIBIOQ y su solución REB 33(2):58-61 y 67

Saldaña Balmori Yolanda y Martínez González José de Jesús. (2014) Termodinámica. CRUCIBIOQ y su solución. REB 33(3):86-88 y 91

Saldaña Balmori Yolanda. (2014) Gluconeogénesis. CRUCIBIOQ y su solución REB 33(4):111-113 y 118

Sociedad Mexicana de Bioquímica, A. C. (2014) XXX Congreso Nacional de Bioquímica. REB 33(1):33

Sociedad Mexicana de Bioquímica, A. C. (2014) XXX Congreso Nacional de Bioquímica. REB 33(2):66

TÍTULOS DE EDITORIALES

Dr. Carlos Larralde Rangel, gran científico, investigador emérito y ex miembro del Comité Editorial de la Revista de Educación Bioquímica. Un breve homenaje al (2014) Sánchez Esquivel Sergio REB 33(4):95

Generación de células madre por estrés ácido ¿Un gran descubrimiento o un gran engaño? y un problema ético (2014) Camacho Carranza Rafael y Calderón Salinas José Víctor. REB 33(1):1-3

programas de estudio ¿realidad o fantasía? Los (2014) Calderón Salinas José Víctor y Quintanar Escorza Martha Angélica. REB 33(3):75-76

sobretiros de los trabajos científicos en la era de la informática. La obtención de los (2014) Calderón Salinas José Víctor. REB 33(2):37-38

TÍTULOS DE LOS ARTÍCULOS

Avances recientes en el estudio del ciclo celular en plantas. (2014) Garza Aguilar Sara Margarita, Sánchez Camargo Víctor Allan, Godínez Palma Silvia Karina y Lara Núñez Aurora. REB 33(2):39-47

ecuación de Henderson-Hasselbach para el cálculo del pH en sangre. El uso de la (2014) Pardo Vázquez Juan Pablo y Matus Mares Deyamira. REB 33(2):48-50

Empresas virtuales como herramienta didáctica en estudios de biotecnología. (2014) Sevilla Emma y Peleato María Luisa. REB 33(1):23-25

Evaluación de un examen parcial de Bioquímica. (2014) Saldaña Balmori Yolanda, Delgadillo Gutiérrez Héctor Javier y Méndez Ramírez Ignacio. REB 33(4):104-110

homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. La (2014) Garay-Arroyo Adriana, Sánchez María de la Paz, García-Ponce Berenice, Álvarez-Buylla Elena R y Gutiérrez Crisanto. REB 33(1):13-22

Origen y mecanismos de la radio-resistencia en *Deinococcus radiodurans*. (2014) Alcántara Díaz David (2014) REB 33(4):96-103

Poliaminas: pequeños gigantes de la regulación metabólica. (2014) Guasco Herrera Claudine, Chávez Servín Jorge Luis, Ferriz Martínez Roberto Augusto, de la Torre Carbot Karina y García Gasca Teresa. REB 33(2):51-57

probióticos y los beneficios sobre el sistema inmune. El uso de (2014) Medina Torres Edgar Alejandro, Espinosa Padilla Sara Elva, Camacho Castillo Luz del Carmen, Carvajal Aguilera Karla Guadalupe. REB 33(3):77-85

Proteínas fosfatasa de parásitos: más allá de una función. (2014) Gómez Sandoval Jenny, Talamás Rohana Patricia y Aguirre García Magdalena. REB 33(1):4-12

TÍTULOS DE OTRAS COMUNICACIONES

Bases químicas para la bioquímica. CRUCIBIOQ y su solución. (2014) Saldaña Balmori Yolanda. REB 33(2):58-61 y 67

Cinética enzimática. Enzimas alostéricas Análisis cinético de la PFK-1L de *Sparus aurata*, una enzima alostérica. Problema bioquímico y su solución. (2014) Lira Silva Elizabeth, Jasso Chávez Ricardo y Pardo Vázquez Juan Pablo. REB 33(2):62-65 y 68-71

Comportamiento del uniportador mitocondrial de calcio modulado por elementos antagonísticos. (2014) Ibarra García Padilla, Rodrigo. . REB 33(4):114-115

Convocatoria para presentar trabajos en el XXII Congreso. (2014) Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. REB 33(1):29-31

Convocatoria al XXII Congreso Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. (2014). REB 33(1):32

Convocatoria para presentar trabajos en el XXIII Congreso. (2014) Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C. REB 33(4):116-117

Generalidades de las proteínas. CRUCIBIOQ y su solución. (2014). Saldaña Balmori Yolanda y Guevara Flores Alberto. REB 33(1):26-28 y 34

Gluconeogénesis. CRUCIBIOQ y su solución (2014) Saldaña Balmori Yolanda. REB 33(4):111-113 y 118

TAU: neurodegeneración a través de cromatina. El lado oscuro de (2014) Gómez-Inclán C. REB 33(3):89-90

Termodinámica. CRUCIBIOQ y su solución. (2014) Saldaña Balmori Yolanda y Martínez González José de Jesús. REB 33(3): 86-88 y 91

XXX Congreso Nacional de Bioquímica (2014). Sociedad Mexicana de Bioquímica, A. C. REB 33(1):33

XXX Congreso Nacional de Bioquímica (2014). Sociedad Mexicana de Bioquímica, A. C. REB 33(2):66

INSTRUCCIONES PARA LOS COLABORADORES DE LA REVISTA DE EDUCACIÓN BIOQUÍMICA (REB)

La REB es una revista dedicada a la divulgación, difusión, discusión, análisis y presentación de resultados derivados de investigaciones originales en temas relevantes en el campo de la bioquímica y áreas afines. La Revista está dirigida a investigadores, profesores y estudiantes de posgrado, licenciatura y educación media superior. Los trabajos que se someten a evaluación para su posible publicación no deben de haberse presentado total o parcialmente en otras publicaciones.

Se aceptan únicamente contribuciones originales con estricto contenido científico en forma de artículos de investigación, de revisión, de crítica, de análisis y otras comunicaciones que tengan que ver con diversas formas de estimular el aprendizaje de la bioquímica y sirvan de apoyo a investigadores, profesores y alumnos, tanto en aspectos de investigación, académicos y de actualización.

I. Los artículos se deben ajustar a los siguientes lineamientos editoriales:

- 1) Portada. En el primer párrafo incluir el título, el cual debe de ser claro, simple, atractivo y evitar las abreviaturas o en su caso, definir las al inicio del texto. En el siguiente párrafo se anotarán los nombres completos de los autores, iniciando por el nombre propio completo. La afiliación de los autores se escribirá en el siguiente párrafo, indicando departamento, institución, ciudad, estado y país y la dirección de correo electrónico del autor responsable. La afiliación de los autores se indicará con números entre paréntesis. Se proporcionará un título breve con un máximo de 60 caracteres.
- 2) Resumen. Se deberán incluir dos resúmenes, uno en idioma español y uno en inglés (Abstract) de no más de 350 caracteres.
- 3) Palabras clave. Se deberá proporcionar de tres a seis palabras clave en idioma español y en inglés.
- 4) Texto. El artículo deberá ser escrito en el procesador de textos "Word", con una extensión máxima recomendada de 15 cuartillas a doble espacio, en "Times New Roman 12" como fuente de la letra, sin formato de texto, tabuladores o pies de página. Las figuras y tablas se presentarán separadas del texto.
- 5) Referencias. Se indicarán en el texto con números entre paréntesis de acuerdo a su orden de aparición. Las referencias se enlistarán al final del trabajo y deben contener para los artículos: apellidos e iniciales de todos los autores, año

de publicación entre paréntesis, título completo del artículo y después de un punto, el nombre oficial de la revista abreviado como aparece en el Current Contents, número del volumen y antecedido por dos puntos, el número de la primera y última páginas, de acuerdo con el siguiente ejemplo: Martin GM, Austad SN, Johnson TE (1996) Generic analysis of ageing: role of oxidative damage and environmental stresses. *Nature Gen* 113:25-34. Los artículos en libros deberán citarse de la siguiente forma: Wood KJ (1992) Tolerance to alloantigens. En: *The Molecular Biology of Immunosuppression*. Editor: Thomson A W. John Wiley and Sons Ltd, Ann Arbor, Michigan, USA, pp 81-104. Los libros podrán incluir las páginas totales o las consultadas y se citarán de acuerdo con este ejemplo: Lehninger AL, Nelson DL, Cox MM (1993) *Principles of Biochemistry*. Worth Publishers, New York, NY, USA, p 1013.

- 6) Figuras y Tablas. Las figuras se pueden presentar en formato "jpg" o integradas en un archivo de "Power Point" o del mismo "Word" separadas del texto del artículo. Las figuras pueden presentarse en colores, con fondo y sombreado. Las tablas deben de estar en "Word" sin formatos especiales y separadas del texto del artículo. Las figuras y las tablas se deberán numerar con arábigos. Las leyendas y los pies de figuras se deberán presentar en una hoja aparte. Se deberá considerar que las figuras y las tablas se reducirán a la mitad o a un cuarto de las dimensiones de una hoja tamaño carta; las letras y números más pequeños no deben ser menores de dos milímetros después de la reducción. En caso de emplear figuras previamente publicadas, deberá darse el crédito correspondiente y en su caso

obtener el permiso para su publicación. Las figuras dentro del texto deberán mencionarse con minúsculas, la palabra entera y sin paréntesis; cuando se haga referencia a ellas deberá citarse con la abreviatura, la primera letra mayúscula y entre paréntesis (Fig. 2). Las tablas siempre llevarán la primera letra a mayúscula y entre paréntesis (Tabla 2).

- 7) Abreviaturas. Las abreviaturas seguirán las normas de la IUPAC, aquellas específicas o poco comunes deberán definirse entre paréntesis, la primera vez que se utilicen.

II. Otras comunicaciones incluyen: resúmenes de artículos científicos interesantes, relevantes o significativos, información científica o académica de interés general, avisos de reuniones académicas y cursos, problemas teóricos, ejercicios prácticos, juegos didácticos con orientación educativa, bolsa de trabajo o comentarios de artículos publicados previamente en la REB, cartas al editor, entre otras. Éstas deberán seguir los siguientes lineamientos:

- 1) El contenido deberá ser desarrollado en forma resumida y de una manera explícita.
- 2) Se aceptará un máximo de 10 referencias que se citarán entre paréntesis en el texto, como se indica en el inciso I-5. Se podrán incluir figuras o tablas, con las características que se indican en el inciso I-6.

Los manuscritos que no cumplan con las especificaciones de la Revista no serán aceptados de primera instancia para su revisión.

Los manuscritos serán evaluados por lo menos por tres revisores seleccionados por el Comité Editorial a quienes se les enviará el trabajo con los autores en anónimo y quienes en todo momento permanecerán anónimos para los autores y entre

ellos; los revisores opinarán sobre la relevancia del trabajo en un lapso no mayor a un mes. Las correcciones y sugerencias de los revisores serán enviadas con anonimato entre ellos al Editor en Jefe. El resultado de la evaluación puede ser: rechazado, enviado para correcciones o aceptado. Una vez obtenida una evaluación global, el Editor en Jefe enviará las evaluaciones al autor responsable para que corrija e incorpore en el manuscrito las diferentes observaciones o en su caso, indique su opinión a observaciones que considere discutibles en los dictámenes de los revisores. El manuscrito corregido por los autores deberá ser devuelto a la Revista, en un lapso no mayor a 30 días naturales; de otra forma se considerará como un manuscrito enviado por primera vez. De ser necesario el Comité Editorial podrá enviar nuevamente el manuscrito corregido a los revisores para tener una nueva ronda de revisión, todo ello continuando con el anonimato. Una vez aceptado el trabajo, las pruebas de galera, se enviarán al autor responsable.

Los archivos electrónicos se deberán enviar a la Revista de Educación Bioquímica como archivos adjuntos (reb@bq.unam.mx), con atención al Editor en Jefe y a partir de una dirección de correo electrónico que será considerada como la dirección oficial para la comunicación con los autores. El autor responsable deberá indicar plenamente su adscripción con teléfono, dirección electrónica y postal para comunicaciones posteriores. En el texto del mensaje enviado se deberá expresar la solicitud para considerar la posible publicación del artículo, el título del mismo, los nombres completos de los autores y su adscripción institucional, así como el número, tipo y nombre de los archivos electrónicos enviados. En el mismo texto se debe de aclarar que el trabajo no ha sido enviado a otra revista en su forma total o parcial, para su evaluación o que el mismo está en proceso de publicación en otra revista o en otro tipo de publicación. De igual manera se debe de aclarar que no existe conflicto de intereses entre los autores que envían el trabajo.