

Revista de **I**ngeniería
Y
Tecnología **E**ducativa



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
VENEZUELA

Núcleo Universitario Alberto Adriani



GIIE

GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIO
EN INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

Julio - Diciembre 2020

Volumen 3, N° 2



Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 2, Julio - Diciembre 2020

RITE
RITE

RITE, es una publicación arbitrada, que se edita en dos números anuales que constituyen un volumen. Es una revista editada en el Núcleo Universitario Alberto Adriani y está destinada a dar a conocer, dentro y fuera del país, las realizaciones científicas y tecnológicas de la ULA, así como las que se realicen en otras universidades y centros de investigación industrial en el país y en el exterior, en las diferentes especialidades de Ingeniería, Ambiente, Ciencias de la Ingeniería, Educación y áreas conexas.

Misión

- Dar a conocer, dentro y fuera del país, las realizaciones científicas y tecnológicas del Núcleo Universitario Alberto Adriani (NUAA), así como las que se realicen en otras dependencias de la Universidad de Los Andes (ULA), otras universidades y centros de investigación industrial en el país y en el exterior, en las especialidades de Ingeniería, Ambiente, Ciencias de la Ingeniería, Tecnología Educativa y áreas conexas.

Visión

- Enriquecer el patrimonio bibliográfico de la ULA con trabajos internos y/o preparados por otras instituciones educativas, centros de investigación y empresas del país y del exterior.
- Servir de fuente de actualización bibliográfica para alumnos y profesores de la ULA.
- Mantener y acrecentar el prestigio y la imagen de la ULA ante la región y el país y la comunidad científica.

La revista RITE, posee acreditación del consejo de desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de los Andes (CDCHTA-ULA).

La Revista **RITE (Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa)**, asegura que los editores, autores y árbitros cumplen con las normas éticas internacionales durante el proceso de arbitraje y publicación. Del mismo modo aplica los principios establecidos por el comité de ética en publicación científica (COPE). Igualmente todos los trabajos están sometidos a un proceso de arbitraje y de verificación por plagio.

Todos los documentos publicados en esta revista se distribuyen bajo una licencia creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional. Por lo que el envío, procesamiento y publicación de artículos en la revista es totalmente gratuito.

Dirección: Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Alberto Adriani. Hacienda Judibana. Kilómetro 10, Sector La Pedregosa. El Vigía - 5145- Edo. Mérida. **Teléfonos:** 0275-8817920/0414-0078283. **e-mail:** riteula2017@gmail.com



Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 2, Julio - Diciembre 2020

Comité Editorial

Comité Editorial

Editor Jefe

Dr. Domingo Alarcón

Editor Adjunto

Dra. Milagro Montilla

Comité Editorial

Dr. Domingo Alarcón
Dra. Milagro Montilla
MSc. Keyla Márquez
MSc. Jaimel Salcedo

Comité de Arbitraje

Dr. Idel Contreras
Dra. Elkis Weinhold
Dr. Jairo Márquez
Dra. Olga Márquez
Dr. Reynaldo Ortiz
Dra. María Teresa Celis
MSc. Rubén Belandria

Consejo de Redacción y/o Asesor

MSc. Sara Burgos

Diseño, Diagramación y Edición

MSc. Ingrid Suescun

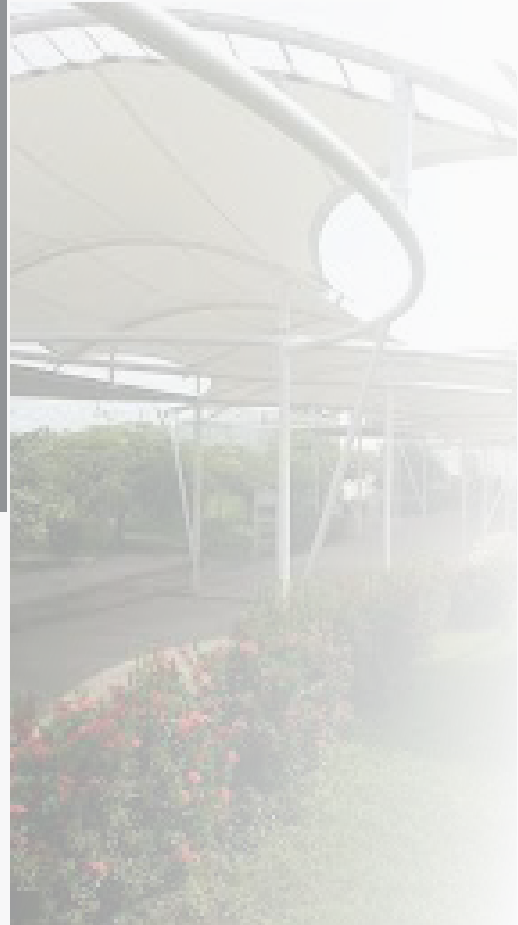


Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

PRESENTACIÓN

LA METODOLOGÍA ETNOGRÁFICA EN EL AULA
Mery López de Cordero

08

REVISIONES

ENVEJECIMIENTO TISULAR Y RADICALES LIBRES: UNA REVISIÓN
Jairo Márquez P., Olga P. Márquez, Elkis Weinhold¹, Keyla Márquez

11

ARTÍCULOS

LA METODOLOGÍA ETNOGRÁFICA EN EL AULA
Mery López de Cordero

30

ESTUDIO IN SITU POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON
TRANSFORMADA DE FOURIER, DEL COMPORTAMIENTO
ELECTROQUÍMICO DE LA AZITROMICINA EN MEZCLAS
ACETONITRILLO/AGUA
Reynaldo Ortiz, Gaudy Alizo, Yris Martínez, Elkis Weinhold

41

REMOCIÓN ELECTROQUÍMICA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS
SULFURADOS EN AGUAS AGRIAS DE PLANTA DE VAPOCRAQUEO
DE PETRÓLEO VENEZOLANO
César Figueredo, Reynaldo Ortiz, Elkis Weinhold

55

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 2, Julio - Diciembre 2020

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL Y SU INFLUENCIA EN LA TEXTURA DEL QUESO TIPO EDAM EN UNA EMPRESA LÁCTEA

Yoselyn Camargo, Carlos Urdaneta, Quilianio Contreras

65

ENSAYO

EL OPIO Y SU IMPORTANCIA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Omayra Bolívar

74

PANORAMA JURÍDICO VIGENTE EN EL CONTEXTO SOCIAL VENEZOLANO. IMPORTANCIA PARA LA SOCIEDAD Y LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Lorenz Ceballos

81

NORMAS PARA LOS AUTORES

88

Index Index

PRESENTATION

THE ETHNOGRAPHIC METHOD IN THE CLASSROOM
Mery López de Cordero

08

REVIEW

TISSUE AGEING AND FREE RADICALS: A REVIEW
Jairo Márquez P., Olga P. Márquez, Elkis Weinhold¹, Keyla Márquez

11

ARTICLES

THE ETHNOGRAPHIC METHOD IN THE CLASSROOM
Mery López de Cordero

30

IN SITU FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY
STUDIES OF THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF
AZITHROMYCIN IN ACETONITRILE/WATER MIXES
Reynaldo Ortiz, Gaudy Alizo, Yris Martínez, Elkis Weinhold

41

ELECTROCHEMICAL REMOVAL OF SULFURATED ORGANIC
COMPOUNDS IN SOUR WATERS OF PETROLEUM VAPOCRACKING
PLANT
César Figueredo, Reynaldo Ortíz, Elkis Weinhold

55

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 2, Julio - Diciembre 2020

Index Index

DETERMINATION OF CRITICAL POINTS CONTROL AND THEIR INFLUENCE ON THE TEXTURE OF EDAM-TYPE CHEESE IN A DAIRY MILK COMPANY

Yoselyn Camargo, Carlos Urdaneta, Quilianio Contreras

65

ESSAY

OPIUM AND ITS IMPORTANCE WITHIN THE WORLD CONTEXT

Omayra Bolívar

74

CURRENT LEGAL PANORAMA IN THE VENEZUELAN SOCIAL CONTEXT. IMPORTANCE FOR SOCIETY AND UNIVERSITY EDUCATION

Lorenz Ceballos

81

NORMS TO AUTHORS

88

Presentación

Presentación

LA METODOLOGÍA ETNOGRÁFICA EN EL AULA

Mery López de Cordero

Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación,
Departamento de Administración Educacional, Mérida-Venezuela
mmlmdc@gmail.com

La elección del método etnográfico como camino para conocer a profundidad las circunstancias en que discurrió, durante dos años escolares consecutivos (2008-2009 y 2009-2010), el desarrollo de la asignatura “Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos”, fue el objeto de investigación de la tesis doctoral en el programa Educación y Democracia de la Universidad de Barcelona, España (2006-2010). Esta decisión permitió obtener no solo unos datos emergentes, primeros hasta ese momento por cuanto no había investigaciones al respecto, sino conocer de primera fuente las estructuras de significación de los mismos (mediante el proceso de *hacer etnografía en el aula*) para, una vez que se hubo “apropiado” o captado y entendido, ser relacionados con las *estructuras de interpretación* que permitieran determinar la incidencia que los factores experienciales y subjetivos manifestaban sobre las estructuras de significación y cómo se podían generar otras.

Cuando el Editor en Jefe, profesor Domingo Alarcón me invitó a escribir la presentación del Volumen 3, número 2 de la Revista de Ingeniería y Tecnología Educativas (RITE) inmediatamente me pregunté ¿qué puedo aportar a los efectos de una publicación de saber fundamental sobre las ciencias naturales o “duras”? Sin embargo, tal preocupación se disipó cuando, poco después me comunicó que podía escribir sobre cualquier tema científico relacionado con mi campo de saber y conocimiento; lo cual supone que los horizontes se hicieron mucho más amplios. En tal sentido, el contenido de esta presentación aborda algunas reflexiones acerca del uso del método etnográfico en la investigación social, específicamente en el aula de clases. Las reflexiones son el producto de la investigación realizada a los efectos del cumplimiento de uno de los requisitos de mis estudios doctorales, en el *Doctorado Educación y Democracia* de la Universidad de Barcelona, España. Tal requisito era la presentación de la tesis doctoral, cuyo asunto versó sobre Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. Igualmente, como inciso del artículo, se encuentra la presentación de los otros estudios científicos contenidos en este número de la revista RITE.

La metodología, como uno de los elementos clave en toda investigación científica, designa el modo en que enfocamos los problemas y buscamos las respuestas. En las ciencias sociales un método de investigación señala nuestra forma de buscar respuestas a determinados tipos de cuestionamientos; es la forma de realizar la investigación. Nuestros supuestos, intereses y propósitos nos llevan a elegir una u otra metodología.

La historia de las ciencias sociales nos señala dos perspectivas teóricas principales: *la positivista y la fenomenológica*. La primera, tiene su origen en el campo de las ciencias sociales en los grandes teóricos del siglo XIX y primeras décadas del siglo XX. Según la

perspectiva teórica *positivista*, el científico social debe considerar los *hechos o causas* de los fenómenos sociales con independencia de los estados subjetivos de los individuos, considerando los fenómenos sociales como “cosas” que ejercen una influencia externa sobre las personas. Es decir, la investigación de corte positivista recurre exclusivamente al método de la ciencia experimental para explicar todas las dimensiones de la conducta humana sin tomar en consideración el punto de vista propio de los actores y “sin tener en cuenta que, además del ejercicio de la propia libertad, las tradiciones sociales en las que viven las personas tienen una relación intrínseca con su modo de actuar y no son simplemente condiciones experimentales de acciones describibles”.

La investigación *fenomenológica* por su parte, posee una larga historia en la filosofía y la sociología. Según Taylor, en la perspectiva teórica fenomenológica, el investigador busca *entender* los fenómenos sociales desde el punto de vista propio de los actores, para tratar de explicar satisfactoriamente el comportamiento del hombre recurriendo a métodos distintos a los que emplean las ciencias naturales, “principalmente porque el comportamiento humano es significativo; es decir, es captado por sus agentes como portador de significados particulares”. Significados estos que están sujetos al marco de valores, instituciones e interrelaciones de los seres humanos. En síntesis, el investigador fenomenológico examina el modo en que se experimenta el mundo, y la realidad que importa es lo que las personas describen como importante.

En definitiva, los positivistas y los fenomenólogos abordan diferentes tipos de problemas y buscan diferentes clases de respuestas en sus investigaciones, por tanto, requieren usar distintas metodologías. Así, los positivistas para encarar la búsqueda de las causas de los fenómenos sociales que investigan usan el modelo de investigación de las ciencias naturales. Para ello recurren al uso de cuestionarios, inventarios y estudios demográficos, entre otros, que producen datos susceptibles de ser analizados estadísticamente. Los fenomenólogos buscan entender los fenómenos sociales mediante el uso de métodos cualitativos, entre ellos la observación participante y la entrevista en profundidad, para intentar comprender los motivos y creencias que están detrás de las acciones de las personas.

Como ya lo indiqué, entre los años 2006 y 2011 realicé mis estudios doctorales en la Universidad de Barcelona España y parte de lo que presento en este trabajo forma parte de mi tesis doctoral titulada “La Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. Una asignatura orientada a favorecer la convivencia”. La razón que me motivó a querer investigar sobre la Educación para la Ciudadanía y los Derechos Humanos fue el enorme debate social que se generó en España con ocasión de su implementación como una nueva materia, en el currículo oficial de Educación Secundaria Obligatoria español, tanto en instituciones escolares públicas como privadas. De tal manera que me propuse hacer, y así lo llevé a cabo, un estudio cualitativo de campo que me permitiera conocer, de primera fuente, cómo sería el desarrollo de esta nueva materia en las aulas, para lo cual realicé, durante los dos primeros años escolares de su implementación, un proceso de observación no participante del quehacer educativo de la práctica docente de dos profesoras, en sendos Institutos de Educación Secundaria de Barcelona. Para ello elegí el método etnográfico como alternativa adecuada a los propósitos de la investigación, pues dicho método me permitiría “recoger datos descriptivos, es decir, las palabras y conductas de las personas sometidas a la investigación”.

Estudios contenidos en este Volumen 3, N° 2 de la Revista

Para finalizar, es menester hacer referencia al conjunto de objetos de investigación que están contenidos en este número de la Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE).

1. *Un estudio voltamétrico y espectroelectroquímico in situ de la Azitromicina en medio*

orgánico, con el fin de contribuir a la elucidación del mecanismo de la oxidación anódica del sistema, tomando en cuenta la influencia de la presencia de agua en el mismo, titulado *Estudio In Situ por Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier, del Comportamiento Electroquímico de la Azitromicina en mezclas Acetonitrilo/Agua*

2. *Remoción Electroquímica de Compuestos Orgánicos Sulfurados en Aguas Agrias de Planta de Vapocraqueo de Petróleo Venezolano* presenta una evaluación de la oxidación electroquímica en la transformación de compuestos orgánicos sulfurados presentes en aguas agrias de efluentes provenientes del proceso de vapocraqueo de petróleo con emulsiones catalíticas del Laboratorio de Petróleo y Catálisis de la Universidad de Los Andes.
3. *Determinación de los Puntos Críticos de Control y su Influencia en la textura del Queso tipo Edam en una empresa láctea* cuyo principal objetivo fue identificar los factores que afectan la calidad textural del queso tipo Edam en la empresa.
4. *Envejecimiento Tisular y Radicales Libres: Una Revisión* informa sobre la numerosa y variada literatura que asocia y confirma la pérdida de funcionalidad de moléculas presentes en el organismo humano y, en consecuencia, la pérdida de la homeostasis, como producto de un desbalance favorable a la producción orgánica de radicales libres.
5. *El Opio y su importancia en el contexto mundial: Un ensayo* que busca mostrar la importancia que ha tenido el Opio como factor de intercambio comercial en el ámbito político y sanitario.
6. *Panorama jurídico vigente en el contexto social venezolano. importancia para la sociedad y la educación universitaria: Un ensayo* que busca analizar el panorama jurídico vigente en el contexto social venezolano. Para ello se apoyó en la fenomenología y la hermenéutica como métodos de la investigación cualitativa.
7. *La metodología etnográfica en el aula: Artículo en extenso.*

Sirva este nuevo número para presentar a nuestros lectores las últimas investigaciones que se realizan en esta dependencia de la Universidad de Los Andes, aún en tiempos de graves crisis sociales y a pesar de estos tiempos de pandemia.

Los detalles de esta investigación estarán expresados en extenso en un artículo sometido a este número de RITE.

ENVEJECIMIENTO TISULAR Y RADICALES LIBRES: UNA REVISIÓN

TISSUE AGEING AND FREE RADICALS: A REVIEW

Jairo Márquez P*¹, Olga P. Márquez¹, Elkis Weinhold¹, Keyla Márquez²

Universidad de Los Andes, ¹Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Electroquímica, ²Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani . Mérida-Venezuela
Jokkmarquez82@gmail.com

Recibido: 28-07-20

Aceptado: 20-09-20

Resumen

Es numerosa y variada la literatura que asocia y confirma la pérdida de funcionalidad de moléculas presentes en el organismo humano y, en consecuencia, la pérdida de la homeostasis, como producto de un desbalance favorable a la producción orgánica de radicales libres. En síntesis, se ejemplifica con lipoperoxidación, oxidación de proteínas, carbohidratos, daños al ADN, cromosomas, etc. y por ende, afecciones a genes, células, órganos, tejidos y sistemas orgánicos. El daño tisular es serio, notorio y preocupante y presenta un gran interés. El envejecimiento tisular es irreversible e inevitable, y se debe plantear cómo asumirlo con naturalidad, en forma sana, equilibrada, agradable y feliz. Ello se intenta definir en este artículo, a la vez que se ejemplifican daños inducidos por radicales libres y cuál debe ser nuestra actitud y comportamiento al respecto.

Palabras clave: Daño tisular, Estrés oxidativo, radicales libres, lesiones en la piel

Abstract

The literature is rich and comprehensive and associates confirming the loss of functionality of molecules present in the human organism and, consequently, the loss of homeostasis, as a result of an imbalance favorable to the organic production of free radicals. In synthesis, it is exemplified with lipoperoxidation, oxidation of proteins, carbohydrates, damage to DNA, chromosomes, etc. and therefore, affections to genes, cells, organs, tissues and organic systems. Tissue damage is serious, notorious, and worrisome as well as of great concern. Tissue aging is irreversible and inevitable, and people must consider how to assume it naturally, in a healthy, balanced, pleasant and happy way. This is an attempt to define in this article, while exemplifying damage induced by free radicals and what our attitude and behavior should be in this regard.

Key words: Tissue damage, oxidative stress, free radicals, skin lesions

Jairo Márquez P: Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciado en Química (UCV-ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Merida-Venezuela. **Email:** jokkmarquez@gmail.com. **Olga P. Márquez:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciada en Química (UCV-ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Merida-Venezuela. **Email:** olgamq@gmail.com. **Elkis Weinhold:** Dra en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA) , miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA Merida-Venezuela. **Email:** elkisweinhold@gmail.com. **Keyla Márquez:** Msc. en Electroquímica Fundamental y Aplicada (ULA), Ing. Industrial (IUP Santiago Mariño), miembro del personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes Núcleo Universitario Alberto Adriani. El Vigía estado Mérida, Venezuela **Email:**keylaenator@gmail.com

Introducción

El envejecimiento es un fenómeno natural, complejo, caracterizado por la pérdida progresiva de la capacidad para mantener las funciones vitales; es universal en seres vivos, degenerativo e irreversible [1].

Consideramos que el proceso es, y puede ser, acelerado debido a una acumulación progresiva de daños aleatorios en células y tejidos. El ritmo de envejecimiento varía entre especies e individuos de una misma especie; también en un mismo individuo, diferentes órganos y tipos celulares de un mismo tejido, pueden envejecer a ritmo diferente.

El envejecimiento es una consecuencia de la acumulación de cambios moleculares que ocurren en el organismo y que estarían causados con, por ejemplo, radicales libres al deteriorar estructural y funcionalmente las diferentes biomoléculas [2]. Estos radicales procederían de fuentes endógenas (subproductos del metabolismo celular) o exógena (químicos y fármacos, radiaciones, contaminantes, etc.).

En situación de estrés oxidativo, los oxidantes no neutralizados reaccionan con biomoléculas tales como, proteínas, lípidos, ADN, etc., dañándolas. Esta acumulación de lesiones celulares traería como consecuencia el deterioro de funciones celulares y tisulares con manifestaciones fenotípicas en forma de procesos degenerativos, disfunciones asociadas al envejecimiento, que provocarían una alteración irreversible [3]. Con el paso de los años, observamos cómo nuestros tejidos van sufriendo cambios notables.

Las estructuras subcelulares de formación de radicales libres incluyen las mitocondrias, los lisosomas, los peroxisomas, así como la membrana nuclear, citoplasmática y del retículo endoplasmático. Los radicales libres juegan un papel fisiológico clave en la homeostasis, pero el incremento de estos radicales conduce a un deterioro celular, que se refleja de manera pronunciada durante la vejez. La incidencia de radiación electromagnética en el cuerpo humano por tiempo prolongado es también una vía de

daño tisular por quemaduras y formación de radicales libres. La exposición solar es un factor importante, debido a la presencia de radiación UV, agente determinante externo de envejecimiento cutáneo. Los rayos UV-A dañan la piel, debilitan su función de barrera, son causa de envejecimiento prematuro, arrugas y manchas, y de provocar enfermedades graves como diferentes tipos de cáncer. La radiación UV-B se asocia a quemaduras cutáneas [4].

Nuestro cuerpo cuenta con una gran variedad de tejidos, con composición, propiedades y funciones diferentes, y que son afectados en situación de estrés, por diferentes razones y la influencia de diferentes agentes, tanto internos como externos. La teoría de los radicales libres tiene mucha aceptación y explica y evidencia, en muchos trabajos científicos, su papel en las condiciones antes descritas [3,5-8]. Nuestro cuerpo produce radicales libres en forma natural y necesaria, en procesos metabólicos y de defensa, sin embargo, esta producción de radicales libres y especies reactivas es excesiva en algunas ocasiones y se requiere de su inactivación mediante el establecimiento de un equilibrio oxidante-reductor con, por ejemplo, la incorporación de agentes antioxidantes.

Nuestro organismo cuenta con agentes antioxidantes endógenos (ej. Enzimas), e, incorpora exógenos mediante su alimentación (ej., Carotenos, luteína, licopeno, selenio, Vit A, Vit C, Vit E) y medicamentos [8-12]. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica convincente sobre el papel de radicales libre en el daño tisular y pérdida de la homeostasis, la cual vinculamos a la química redox involucrada en su justificación. La gran variedad de tejidos corporales afectados, son deteriorados y se observa un envejecimiento acelerado, perceptible a simple vista, atribuible a daños y modificaciones sufridas. El envejecimiento es inevitable, pero podemos no acelerarlo.

Tejidos corporales

Consiste en la reunión de Células, por lo general, de aspecto y estructura semejante, y destinadas a una misma y determinada función. La tabla 1 muestra una breve

descripción de los tejidos corporales.

Tabla 1-. Tejidos corporales (Ref. 13)

Adiposo	Tejido conjuntivo formado por células de grasa
Cartilaginoso	Variedad de tejido conjuntivo que forma el cartílago. Constituido por hialina o fibrosa, que contiene condroplastos donde se alojan las células cartilaginosas
Celular	Tejido conjuntivo laxo que se encuentra debajo de la piel
Conjuntivo laminoso	Conglomerado de células y fibras destinadas a unir los tejidos y órganos entre sí. Cumple una función de relleno y sostén
Elástico	Variedad de tejido conjuntivo, constituido principalmente por fibras elásticas que se hallan principalmente en la túnica media de los vasos, ligamentos y tendones
Epitelial	Tejido cuya función es revestir el cuerpo, sus cavidades y cada uno de sus órganos
Esojoso	Porción esponjosa de los huesos
Fibroso	Variedad de tejido conjuntivo, principal elemento de los tendones, ligamentos y aponeurosis, y en el que predominan las fibras colágenas
Linfático	Formado por un estroma, en parte fibrilar y en parte fibroso, y numerosas células, la mayoría de las cuales son linfocitos. Constituye la porción principal de algunos órganos como los ganglios linfáticos
Muscular	Formado por células alargadas, limitadas exteriormente por una membrana y cuyo citoplasma presenta un estiramiento longitudinal debido a la presencia en su interior de miofibrillas
Nervioso	Constituye la sustancia propia del sistema nervioso
Óseo	Variedad de tejido conjuntivo compuesto de oseína y sales, y constituido esencialmente por fibras que con las sales forman laminillas óseas, entre las cuales existen espacios que alojan los osteoplastos
Plástico	El tejido conjuntivo embrionario
Sanguíneo	Tejido fluido que circula por el sistema vascular. Compuesto por un líquido fibroso (plasma) y corpúsculos (glóbulos rojos, leucocitos, plaquetas)

Formación de radicales libres (RL)

La producción de radicales libres en sistemas biológicos ocurre mediante procesos, bien

endógenos, bien exógenos, y detalles sobre su formación en el organismo está bien documentada en la literatura [3,5-8].

Formación de RL en el cuerpo humano

Factores endógenos

- Proceso Respiratorio
- Acción de Enzimas Oxidantes
- Células Fagocitarias
- Síntesis de Prostaglandinas
- Sistema Citocromo P-450
- Reacción de Oxígeno con Orgánicos

Factores exógenos

- Contaminación Atmosférica, Ambiental
- Químicos y Fármacos
- Radiaciones Ionizantes
- Alimentos, Bebidas, Drogas, Cigarro
- Óxidos de Nitrógeno
- Ozono

Algunos agentes capaces de actuar como iniciadores de formación de radicales libres son:



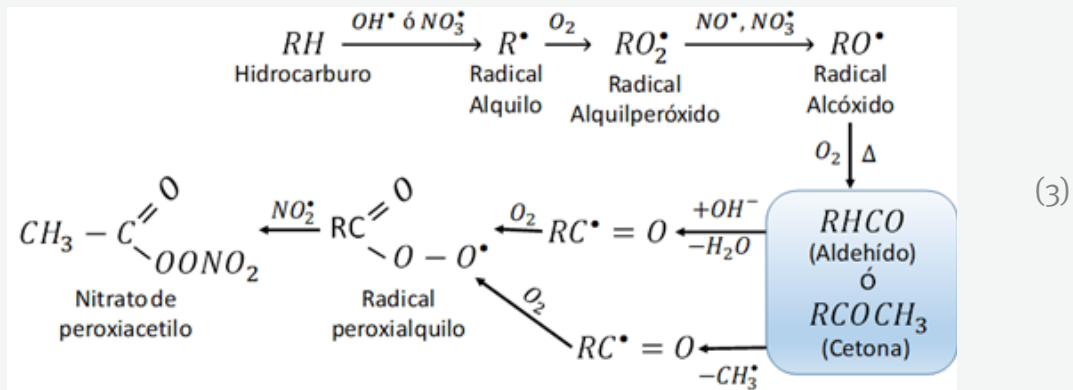
Absorción de energía radiante (rayos X, Rayos UVA)

Las radiaciones ionizantes pueden hidrolizar el agua en radicales libres, OH^\bullet , e hidrógeno, H^\bullet (ecuación 1), o también formar radical hidroxilo, OH^\bullet (ecuación 2), a partir del peróxido de hidrógeno (H_2O_2).



Agentes químicos exógenos

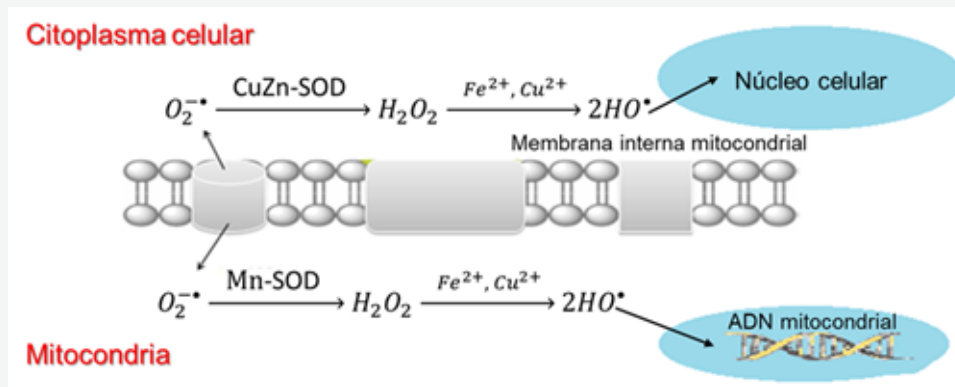
El metabolismo enzimático de alguna de estas sustancias es capaz de generar radicales libres. También en el caso de oxidación de orgánicos, ej. Oxidación de hidrocarburos saturados.



Reacciones de Oxidación-Reducción celulares

Durante los procesos metabólicos celulares, como en la respiración, el oxígeno molecular es reducido mediante la adición de cuatro electrones hasta producir agua. En el proceso se generan pequeñas cantidades de compuestos tóxicos intermedios: Radical

anión superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$); Peróxido de hidrógeno (H_2O_2); Radical libre hidroxilo (OH^\bullet). Los neutrófilos polimorfo nucleares activados en un foco de inflamación, son capaces de liberar gran cantidad de estos compuestos. Ej. Producción de radicales por la cadena de transporte de electrones, mitocondrial.



(4)

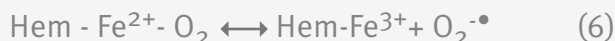
Metales

Algunos metales como el cobre y el hierro son capaces de donar o aceptar electrones y catalizar la formación de radicales libres. En la reacción de Fenton el ion ferroso, Fe^{2+} , reacciona con el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , dando como resultado la producción de ion férrico (Fe^{3+}), radical libre hidroxilo, OH^\bullet , e ion hidróxido OH^- (ecuación 5).



Reacción Fenton (5)

Formación de $O_2^{\bullet-}$ a partir de la hemoglobina (Hem)

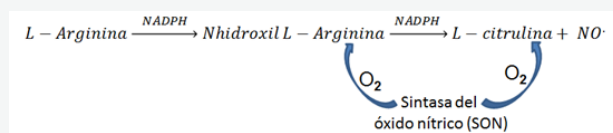


Óxido Nítrico (nitroxilo, NO^\bullet)

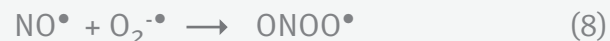
Es un mediador químico generado por macrófagos, neuronas y células endoteliales entre otras. Puede actuar como radical libre por sí mismo o puede convertirse en anión peroxinitrito, $ONOO^-$, en NO_2^\bullet o en NO_3^- . Producción del Radical NO^\bullet a partir de la Arginina [14,15]:

Producción en Tejidos y Macrófagos activados.

(7)

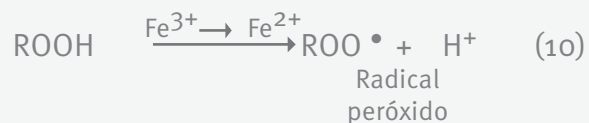
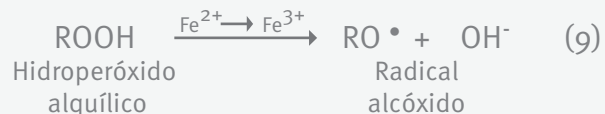


Formación de Peroxinitrito a partir del Radical NO^\bullet y Superóxido (En procesos Degenerativos).

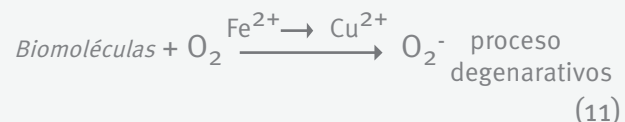


(Ej. de procesos: protonaciones, consumo de agentes antioxidantes celulares, oxidación de grupos $-SH$, oxidación de lípidos, nitración de aminoácidos aromáticos, nitración y desaminación de bases nitrogenadas en el ADN, rotura dúplex de ADN, etc.).

Radicales libres a partir de Sustratos Orgánicos.



Oxidación de Biomoléculas



Dianas de los radicales libres

Los RL causan la oxidación y peroxidación de lípidos, la desnaturalización de proteínas y la despolimerización de polisacáridos. Los RL alteran el ADN, rompen las membranas celulares, inactivan enzimas, interfieren con la inmunogenicidad y provocan

carcinogénesis. La tabla 2 muestra algunos Radicales Libres (RLO) y Especies Reactivas (ERO) de Oxígeno. En relación con las enfermedades, los RL son liberados durante la inflamación, isquemia o hipoxia de los tejidos [16-19].

Tabla 2.- Radicales Libres (RLO) y Especies Reactivas (ERO) de Oxígeno. Moléculas Diana (Ref, 20).

(RLO y ERO)	Nombre	Moléculas Diana
O ₂ ^{•-}	Superóxido	Enzimas
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrógeno	Ácidos grasos insaturados
OH [•]	Hidroxilo	Todas las moléculas
R [•]	R-ilo	Ácidos grasos insaturados
RO [•]	R-oxilo	Ácidos grasos insaturados
ROO [•]	R-dioxilo (Peroxilo)	Ácidos grasos insaturados
ROOH	Hidroperóxido	Ácidos grasos insaturados
¹ O ₂	Oxígeno Singlete	Distintas moléculas
NO [•]	Nitroxilo	Distintas moléculas
CCl ₃ [•]	Triclorometileno	Oxígeno

Ataque a tejidos

RLO y daño a Tejidos: La alteración de biomacromoléculas por especies reactivas de oxígeno, EROs, son considerados eventos esenciales en la etiopatogénesis de aquellas enfermedades en las cuales especies radicales libres, de oxígeno (RLO) están involucradas.

Las EROs, reaccionan in vitro con muchas moléculas biológicas, causando su degradación y destrucción. Esto nos sugiere que una excesiva producción de ERO in vivo es muy dañino a componentes integrales celulares, causando, en consecuencia, su disfunción.

Datos experimentales indican que la peroxidación lipídica, oxidación de proteínas y alteraciones oxidativas a los ácidos nucleicos son eventos cruciales de una desfavorable acción de los, EROs. Es abundante la evidencia experimental de la participación de RLO y especies reactivas de oxígeno ERO, en la etiopatogénesis de varias enfermedades. Las especies reactivas de oxígeno (RLO y ERO) reaccionan fácilmente con muchas macromoléculas biológicas causando su degradación y destrucción [16].

El término enfermedad por radical libre fue introducido para aquellos desordenes

donde las EROs han sido consideradas, juegan un papel causal en lesiones tisulares, provocando disfunción orgánica. Ello ha sido sugerido, por ejemplo, en el síndrome de “distress” respiratorio en adultos, arterioesclerosis, inflamación, artritis reumatoidea, enfermedades autoinmunes, desordenes degenerativos asociados con el envejecimiento, complicaciones diabéticas, daños inducidos por el estrés, procesos de mutagénesis y cancerogénesis, daños pos isquémico y pos hypóxico, complicaciones en el trasplante de órganos, etc. [17-19].

El daño a tejidos y su curación representa una secuencia de eventos, dependiendo de la lesión causada, por ejemplo, infección, inflamación, isquemia, intensidad del daño, tipo de tejido, condición orgánica, etc., [21].

El proceso de curación comienza desde el momento de la lesión y hay un patrón de reacciones tisulares, comunes a cualquier daño. Esto responde a un esfuerzo por eliminar daños y restaurar la integridad del tejido y su función, por remodelaje, de estructuras deterioradas. Las respuestas son mediadas por una variedad de mensajeros liberados durante el proceso lesión/sanado. La inducción y liberación de proteínas estresantes, proteínas apropiadas, quemoquinas, citoquinas, resulta en la activación del sistema inmune y ocurre en

estados tempranos.

La activación de fagocitos, productores de agentes citotóxicos, no solo previenen la infección, también remueven partículas celulares dañadas. La activación de los fagocitos depende en alto grado de su consumo de oxígeno (explosión oxidativa), durante la cual hay producción de EROs [22, 23]. Adicionalmente, para protección contra microbios invasores, las células fagocíticas poseen un mecanismo independiente del oxígeno, que incluyen la degranulación y secreción degradativa por enzimas tales como las proteasas, Fosfolipasas, hidrolasas, nucleasas, etc., [24].

Otros mediadores de daños a tejidos son, por ejemplo, el ácido araquidónico, potente modulador de la reacción inflamatoria. Interesantemente, se ha reportado la liberación de EROs como subproductos de la catálisis por ciclooxigenasa y por lipoxigenasa, que son también dependientes de la presión parcial de oxígeno [25]. Por ello, se considera que las EROs sirven como mediadores de procesos dañinos, pero también procesos de saneamiento.

El oxígeno es no solo un elemento esencial para organismos aeróbicos en procesos energéticos, pero también, debido a su alto potencial oxidativo hacia muchos compuestos orgánicos, es también causa de serios daños a la vida de estos organismos. Es por ello que las EROs han sido implicadas en el deterioro a constituyentes esenciales celulares [26].

Las EROs son generadas bajo condiciones basales como subproductos del metabolismo celular primariamente en la mitocondria. Cerca del 100% del oxígeno a ser utilizado, entra a la mitocondria donde es reducido a agua, en su paso por la cadena transportadora de electrones. Cerca de un 1% de los electrones transportados escapan, lo que permite la creación de intermediarios de oxígeno parcialmente reducidos, por ejemplo, radical anión superóxido, peróxido de hidrógeno, radical hidroxilo.

La cantidad de electrones escapando de la mitocondria y la cantidad de EROs formados,

son proporcionales a la presión parcial de oxígeno en el tejido. Otros mecanismos de producción de EROs son, sistema del citocromo P-450, enzimas oxidativas tales como xantina oxidasa, NAD(P)H oxidasas y mieloperoxidasas de células fagocíticas, y araquinodato oxigenasas [27]. En reacciones autooxidativas de sustancias endógenas tales como catecolaminas, o sustratos exógenos tales como xenobióticos, así como en la oxidación de metabolitos reducidos acumulados, se ha reportado la producción de EROs. También se ha demostrado que en la interacción del ácido araquidónico con la cadena de transporte mitocondrial promueve la generación de EROs.

Para la protección de efectos potencialmente dañinos de EROs, los organismos aeróbicos desarrollaron varios mecanismos especializados así, por ejemplo, para la detoxificación de EROs ellos usan sistemas de antioxidantes, incluyendo enzimas antioxidantes específicas tales como, superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y antioxidantes no enzimáticos como glutatión, tocoferoles, ácido ascórbico, etc., [28].

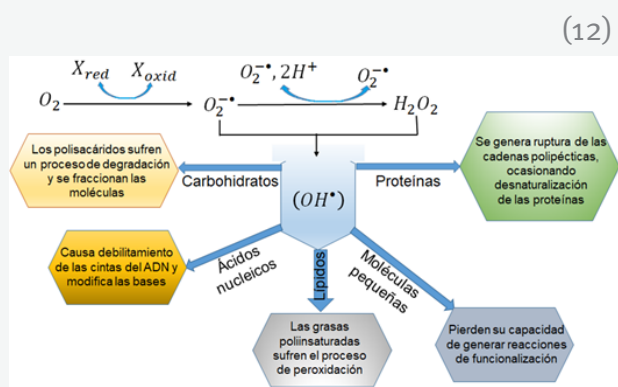
Para remodelar constituyentes celulares deteriorados, se ha desarrollado un sistema mecanístico reparador, este consiste de especies, proteasas, peptidasas, fosfolipasas, aciltransferasas, endonucleasas, exonucleasas, polimerasas, ligasas, etc., para partir y reemplazar macromoléculas irreversiblemente dañadas [29]. Es importante, que los sistemas estén integrados, ellos trabajan en forma concertada y sus acciones interconectadas. El estrés oxidativo representa un desbalance entre la producción de EROs y su eliminación, a favor de los procesos prooxidativos. Hay muchas enfermedades en las cuales se considera que el estrés oxidativo tiene lugar y EROs median el daño tisular [26].

Resultados experimentales obtenidos, in vitro e in vivo, soportan la presencia y participación de radicales libres. Un papel causal de EROs se ha sugerido en daños por isquemia-reperfusión al cerebro, miocardio, hígado, riñones, intestino, etc., [30].

Procesos redox en daños moleculares.

Se toma como ejemplo el agresivo radical libre OH^\bullet y su dañina actividad, cuando está presente en exceso, en nuestro organismo. El radical (OH^\bullet) es muy inestable y reactivo, con una enorme capacidad de combinarse inespecíficamente en la mayoría de los casos, así como con una variedad de moléculas con diferente estructura molecular (lípidos, carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos y sus derivados) [5,31,32].

Actividad del radical OH^\bullet .



En síntesis, el radical hidroxilo ocasiona las siguientes situaciones:

- Actúa sobre los ácidos nucleicos, ocasionando la peroxidación de sus bases nitrogenadas, trayendo como consecuencia su modificación química.
- Actúa sobre las proteínas, oxidando los grupos sulfhidrilos o tioles (R-SH), dimerizándolos para formar puentes disulfuro (puentes s-s), los cuales se derivan de la fusión de dos grupos $-\text{SH}$.
- Actúa sobre las membranas celulares, reaccionando con los ácidos grasos insaturados, para generar hidroperóxidos que inhiben la permeabilidad y selectividad de dichas membranas.
- Produce alteraciones de la estructura del ADN.
- Fraccionamiento y degradación de polisacáridos.

Peroxidación de lípidos.

El radical libre (OH^\bullet) ataca un ácido graso en la membrana celular y/o mitocondrial, ocasionando una ruptura homolítica al sustraer un hidrógeno que forma agua al unirse al radical, mientras que el ácido graso es convertido en un radical, ello puede originar una reacción en cadena y productos tales como aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes. El proceso repetitivo conduce a la membrana a perder sus propiedades fisicoquímicas y posteriormente a la muerte celular. Con este proceso se asocian también, la arterioesclerosis, la artritis reumatoide, el enfisema pulmonar, cáncer y envejecimiento celular.

Oxidación de un ácido graso poliinsaturado

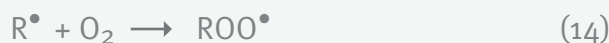
Iniciación:

Sustracción del hidrógeno del grupo metileno ($-\text{CH}_2$) para generar un radical ácido graso (RH^\bullet), dejando un electrón desapareado sobre el carbono (ecuación 13).

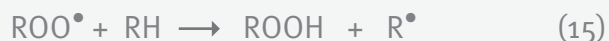


Propagación:

El lipo-radical RH^\bullet se combina con el oxígeno para formar el lipo-peróxido ROO^\bullet (ecuación 14).



Este peróxido es capaz de extraer un hidrógeno de otro carbono mediante un proceso autocatalítico, generando hidroperóxidos (ROOH) en la membrana (ecuación 15).

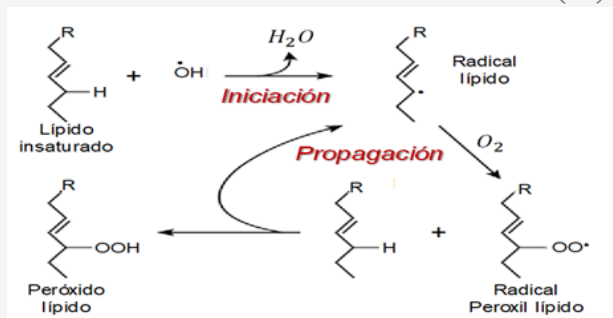


Terminación:

Este proceso de hiperoxidación se propaga, deteniéndose cuando dos moléculas de ROOH reaccionan para formar un tetróxido o cuando son neutralizados por un antioxidante, para formar aldehídos como, por ejemplo, el malondialdehído, MDA



(16)



Lipoperoxidación: Oxidación de ácidos grasos poliinsaturados

Oxidación de Proteínas: Las cadenas de aminoácidos, que forman parte de las proteínas, son susceptibles de ser atacadas por el radical OH^\bullet , por ejemplo las cadenas laterales de la tirosina, fenilalanina, histidina, metionina y cisteína [12, 33]. Estas modificaciones en la estructura terciaria pueden provocar la fragmentación química, incremento en ataques proteolíticos y pérdida de la función biológica. Sobre la oxidación de proteínas, se han podido documentar daños específicos incluyendo la oxidación de grupos sulfhidrilos, reducción de bisulfitos, aducción oxidativa de residuos de aminoácidos, reacción con aldehídos, fragmentación peptídica, etc., [34,35]. La figura 1 muestra un esquema de daños a la membrana (lipoperoxidación y oxidación de proteínas): pérdida de fluidez, permeabilidad, rotura y propiedades.

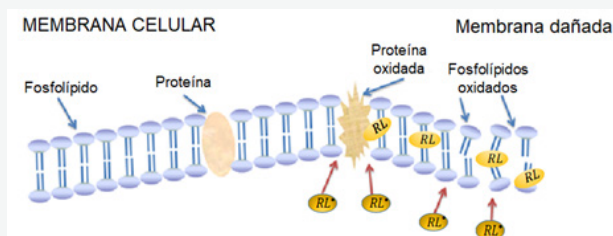


Figura 1.- Daños a la membrana (lipoperoxidación y oxidación de proteínas): pérdida de fluidez, permeabilidad, rotura y propiedades.

Oxidación de carbohidratos: Diversos polisacáridos actúan como agentes protectores celulares. La oxidación de carbohidratos puede dar lugar a la formación de moléculas que reaccionarían con los

grupos carbonilo de las proteínas. Por ejemplo, los monosacáridos de la glucosa, una vez oxidados por radicales libres, pueden combinarse con los grupos carbonilo de las proteínas.

El daño oxidativo a glúcidos reviste importancia cuando se trata de polisacáridos de función estructural, ya que los polisacáridos son despolimerizados por los radicales libres dando lugar a procesos degenerativos. Caso especial es el del ácido hialurónico cuya función estructural reside en mantener la viscosidad del fluido sinovial; la exposición a agentes oxidantes, ej. Superóxido, provoca su fragmentación, lo que conduce a la desestabilización del tejido conectivo y a la pérdida de viscosidad del fluido sinovial, como es el caso de la artritis reumatoide. Los glucosaminoglucanos (ej. Ac hialurónico), son susceptibles a su degradación en presencia de las especies reactivas de oxígeno, particularmente a los radicales superóxido e hidroxilo, lo que probablemente altera la función de los proteoglicanos de los que forman parte y esto se ha relacionado con la patogenia del proceso inflamatorio [36].

Se ha observado una relación directa entre los radicales libres y el estrés oxidativo con la diabetes Mellitus, enfermedad inicialmente caracterizada por pérdida en la homeostasis de la glucosa, así como también con las complicaciones diabéticas. Se postula que una anormal regulación en el metabolismo de los peróxidos y los metales de transición colabora en el establecimiento de la enfermedad, así como en las complicaciones que aparecen a largo plazo.

Ej. Fragmentación del ácido hialurónico (Figura 2): Pertenece a la familia de los glucosaminoglucanos y se encuentra en diversos tejidos extracelulares, incluyendo el líquido sinovial, la matriz extracelular de la piel y el cartílago. Se le atribuyen, mejoras en la viscosidad del líquido sinovial; mejoras en síntomas de artrosis, dolor e incapacidad funcional; efecto antiinflamatorio; inhibición de mediadores de la inflamación; reducción de NO, radicales libres y de la apoptosis; reducción de la proliferación, migración y fagocitosis leucocitaria, etc.

El ácido hialurónico del líquido sinovial es degradado por radicales libres (ej. radical superóxido), se despolimeriza, dando como resultado una disminución del peso

molecular y la viscoelasticidad (lubricante y amortiguador), aumentando entonces la susceptibilidad del cartílago a la lesión.

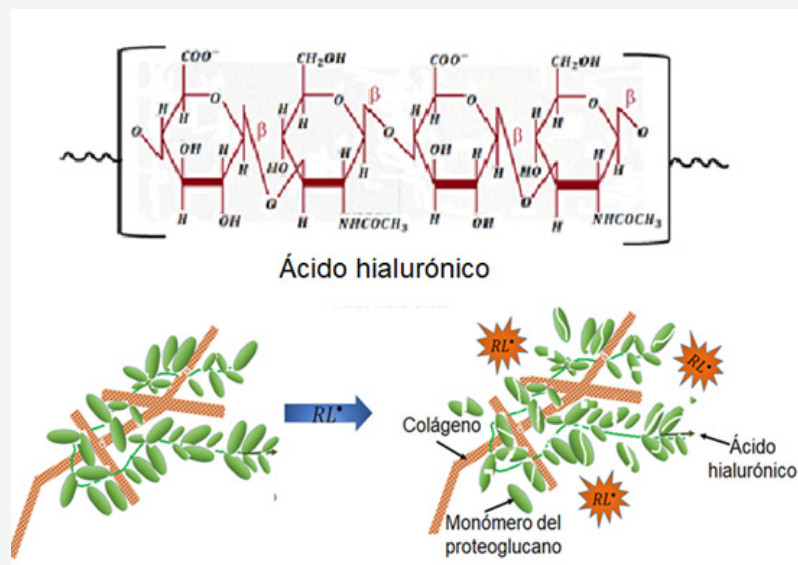


Figura 2.- Proceso de Fragmentación por radicales libres- El proteoglicano es ácido hialurónico unido a una proteína central, formando estructuras de gran tamaño.

Oxidación de ácidos nucleicos y nucleótidos.

El daño al ADN por radicales libres puede ocurrir de dos modos principales: i) Reacción con los residuos desoxirribosa. ii) Reacción con las bases del ADN.

Cuando un RL ataca a una desoxirribosa del ADN generalmente produce una ruptura de la hebra, sin embargo, la hebra dañada puede ser reparada por las enzimas reparadoras, el daño no es crítico en este caso, a no ser que haya una rotura cercana en las dos cadenas^[37].

La adición a las bases del ADN es más habitual que la ruptura de la cadena y da lugar a una gran variedad de productos derivados. El ADN también es susceptible de daño oxidativo en todos sus componentes. Se sabe que el oxígeno es capaz de adicionarse a las bases o al azúcar del ADN formándose radical peroxil. Las posteriores reacciones de estas especies radicalarias

en el ADN, dan lugar a un gran número de productos. El daño oxidativo asociado a proteínas y al ADN no deben ser considerados independientemente.

La acumulación de formas inactivas de enzimas reparadoras podría aumentar la acumulación de daño oxidativo en el ADN, por lo que se pueden potenciar entre sí. Cuando la replicación del ADN dañado tiene lugar antes de la reparación o cuando un ADN dañado se repara de manera incorrecta, tiene lugar una mutación^[37,38]. Por ello, las lesiones oxidativas al ADN parecen estar involucradas, no solo en el envejecimiento celular, sino también en la patogénesis de las enfermedades asociadas a la edad avanzada. El ADN dañado es reparado por enzimas que cortan la parte afectada, que es entonces excretada por la orina. Puesto que las enzimas reparadoras no llegan a eliminar todas las lesiones, se acumulan, con lo que el número de mutaciones aumenta con la edad^[38].

El ADN mitocondrial sufre mucho más daño oxidativo que el ADN nuclear. El genoma mitocondrial presenta ciertos rasgos que le hacen especialmente susceptible de ser atacado por agentes oxidantes: carece de histonas que pueden recibir el ataque en lugar del ADN; el sistema de reparación es poco efectivo y se encuentra muy cerca de la cadena de transporte mitocondrial. Adicionalmente, el ADN mitocondrial no posee intrones, de manera que la modificación de cualquier base afecta usualmente a una zona de ADN codificante y su repercusión suele ser por tanto, más importante [39].

La interacción de radicales libres con el ADN causa cambios conformacionales, alteración de bases y ruptura de cadena, pérdida de nucleótidos y posible mutación antes de la replicación. Esto conduce a la producción de genes mutados y en consecuencia de proteínas disfuncionales.

El radical hidroxilo OH•, modificador de bases, puede atacar tanto purinas como pirimidinas, además de generar rupturas en las cadenas del ADN. Con la edad, el ADN mitocondrial sufre daño progresivo por los radicales libres en el músculo esquelético, diafragma, músculo cardíaco y cerebro.

Se ha propuesto que agentes bloqueadores de la cadena respiratoria, como la coenzima Q-10, vitaminas E y C, nicotinamida, podrían amortiguar efectos de las mitocondropatías y envejecimiento. También, se sugiere que la melatonina es un poderoso agente neuroprotector gracias a su poder antioxidante [40].

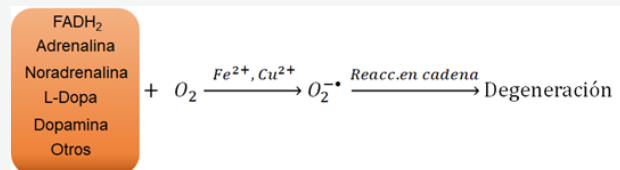
Todas estas oxidaciones pueden ser reducidas por distintos sistemas enzimáticos y por tanto pueden actuar como mecanismos de regulación de la función proteica. Entre las oxidaciones irreversibles tenemos una gran variedad de productos, destacando la formación de grupos carbonilo (aldehídos o cetonas) en lisina, prolina, arginina y treonina, que en la mayoría de los casos la inactivan.

Dado que no existen sistemas de reparación, estas proteínas oxidadas deben ser

degradadas. Cuando los sistemas de degradación, como el proteasoma, no son capaces de eliminarlas en forma adecuada, bien porque están en exceso o por deterioro del propio proteasoma, las proteínas oxidadas se acumulan en el interior celular, provocando toxicidad o muerte celular.

Procesos de autooxidación.

(17)



El envejecimiento se caracteriza por una acumulación de todas estas macromoléculas dañadas y un desgaste progresivo de los mecanismos de reparación y degradación. Esta situación de estrés oxidativo en la que la generación de ROS supera la capacidad antioxidante celular, puede explicar adicionalmente, la elevada incidencia de tumores a edades avanzadas o que el tejido cardíaco y el sistema nervioso estén especialmente afectados, dado que sus células no se dividen.

Se abordará ahora el tejido protector corporal, la Piel [41], cuyos cambios son el signo más visible de envejecimiento. Como evidencias se presentan, una piel flácida, con arrugas, manchas, encanecimiento del cabello y/o pérdida del mismo, también cambios visibles corporales. La piel es la barrera protectora del cuerpo humano contra agentes externos, constituida por infinidad de células y conformada por tres capas (Figura 3):

- **La Epidermis** (más externa). Contiene las células de la piel, pigmento y proteínas. Su función principal es la defensa del organismo de agentes externos.

- **La Dermis** (capa intermedia). Contiene los vasos sanguíneos, nervios, folículos pilosos, glándulas sebáceas, colágeno, creatinina, y suministra nutrientes a la Epidermis.

- **La Hipodermis** (o subcutánea, interna). Contiene glándulas sudoríparas, folículos pilosos, vasos sanguíneos y grasa.

dar soporte y fibras de elastina para dar flexibilidad y fuerza.

Cada capa contiene también Tejido Conectivo, con fibras de colágeno para

Como funciones de la piel, podemos citar (tabla 3):

Tabla 3.- funciones de la piel.

• Comunicación Corporal con Factores Externos
• Barrera Impermeable. Protección frente a agresores externos. Bacterias, virus y contaminación
• Regulación de la temperatura corporal
• Balance de líquidos y Electrolitos. Previene la pérdida de humedad
• Protección- Respuesta inmunitaria
• Favorece la Síntesis de Vitamina D (colecalfiferol)
• Proporciona receptores para sensaciones como tacto, dolor, presión
• Protege contra radiaciones agresivas (limitada)

La piel protege nuestro cuerpo, pero las fuerzas variadas a que es sometida pueden impactar su estado y deteriorar sus defensas naturales. Esto puede afectar negativamente nuestra salud y volvernos más propensos a sufrir lesiones e infecciones, puede volverse seca, sensible e irritable, lo que afecta su aspecto y sensaciones, pudiendo influir negativamente en la autoestima.

factores que afectan negativamente su capacidad como barrera de protección. También afectan a la piel factores internos como la genética, envejecimiento, hormonas y problemas de salud como la diabetes.

Los cambios en la piel están relacionados con factores ambientales, constitución genética, nutrición, radiaciones y otros. Una dieta desequilibrada, la falta de ejercicio, el estrés, falta de sueño, fumar, deshidratación, determinados medicamentos, son otros

La exposición solar es un factor importante, debido a la presencia de radiación UV, agente determinante externo de envejecimiento cutáneo. Los rayos UV emitidos por el Sol, destruyen el colágeno y la elastina de nuestra piel. También actúan como motor productor de la pigmentación de la piel (melanina) que resultan en manchas de sol, manchas de la edad.

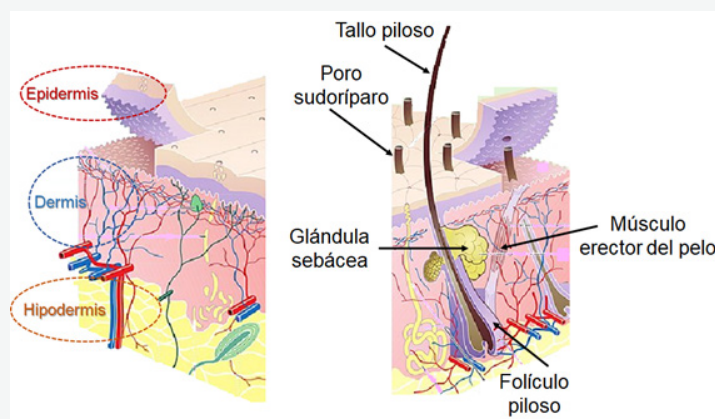


Figura 3.- Partes de la piel.

Una protección solar adecuada es importante. Los rayos UV-A dañan la piel, debilitan su función de barrera, son causa de envejecimiento prematuro, arrugas y manchas, y de provocar enfermedades graves como cánceres. La radiación UV-B se asocia a quemaduras cutáneas.

Radiación electromagnética.

Un importante efecto de las radiaciones electromagnéticas de alta energía (UV, Rayos X y Y) es el daño directo e indirecto sobre el ADN celular. Estas radiaciones tienen un efecto mutagénico, favorecen el desarrollo de tumores en organismos pluricelulares y cuando las mutaciones surgen en células germinales, pueden conducir a diversos desordenes genéticos. La frecuente exposición a radiación solar induce la reacción con moléculas celulares, como por ejemplo el ADN, y alteran su funcionamiento. Las EROs formadas, terminarán oxidando diferentes constituyentes celulares (lípidos, proteínas, ADN, etc.) [42]. Un daño severo celular puede conducir a la pérdida de sus funciones vitales y muerte. Con dosis más bajas, las mutaciones por ejemplo al ADN, pueden ser transmitidas a células hijas.

En el ADN está codificada la información necesaria para la producción de diferentes proteínas celulares y por tanto si se altera el ADN, todas las nuevas copias de esta proteína se producirán de manera errónea. Por otra parte, cuando una célula prolifera hace una copia del ADN para transmitir dos moléculas idénticas a las dos células hijas. Así pues, si hemos modificado el ADN, los errores pasan también a la descendencia de esta célula. Y por último, si la célula que ha tenido una alteración en el ADN es una célula de la línea germinal (la encargada de producir gametos, ya sean óvulos o espermatozoides), la mutación será transmitida a todas las células de la descendencia del individuo [43]. Al impactar los fotones de luz ultravioleta en el ADN se forman enlaces covalentes entre dos timinas consecutivas de la misma cadena del ADN; es lo que se llama dímeros de timina, eso provocará que estas bases no puedan emparejarse correctamente cuando este ADN se tenga que replicar, y por tanto se producirán errores. Por otra parte, la

exposición del ADN a las especies reactivas de oxígeno puede dar lugar a oxidación o incluso a pérdida de las bases nitrogenadas del ADN, eso también hará que no puedan emparejarse correctamente. También puede dar lugar incluso a rupturas en una o las dos cadenas del ADN.

Todas estas modificaciones causarán problemas en el momento de replicar el ADN e incrementará de manera muy sustancial la posibilidad de introducir cambios en la secuencia de ADN. El ADN es la molécula que contiene la información genética y por tanto estas alteraciones se traducirán en mutaciones que serán transmitidas a las células hijas.

Se han desarrollado mecanismos (proteína p53), que conducen a la muerte de la célula cuando el daño en el ADN no se ha podido reparar. De esta manera los errores no se transmiten a las células hijas. Esta muerte altruista y programada de la célula se llama apoptosis. En algunos casos, si la radiación es excesiva, todos estos mecanismos, incluido el de inducción de muerte, se ven sobrepasados. La consecuencia de eso es la aparición de mutaciones en el ADN sin que la célula se muera. Por lo tanto, las radiaciones, pese a los esfuerzos de la célula por evitarlo, acaban teniendo un claro efecto mutagénico. No sólo las radiaciones son las que pueden ocasionar una elevada tasa de mutación. Hay muchos productos químicos que también pueden alterar directamente el ADN o bien producir especies reactivas de oxígeno que serán, igual que en el caso de las radiaciones ionizantes, las encargadas de modificar la molécula de ADN. Estos productos químicos también son mutagénicos.

Los efectos de las mutaciones dependerán de qué células son las que han resultado afectadas y de qué zona del ADN es la que se ha mutado. Como se ha dicho, si las mutaciones aparecen en las células progenitoras de la línea germinal éstas pasarán a los gametos y de éstos a la descendencia, dando lugar a enfermedades genéticas que serán heredadas de padres a hijos. Si en cambio hablamos de mutaciones en células que no son de la línea germinal, como por ejemplo de la piel, neuronas,

del hígado, del intestino, de la sangre..., una elevada tasa de mutación estará directamente relacionada con el cáncer [44,45].

Envejecimiento.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la acumulación de lesiones moleculares traería como consecuencia el deterioro de funciones celulares y tisulares con manifestaciones fenotípicas en forma de procesos degenerativos, disfunciones asociadas a envejecimiento, que provocarían una alteración irreversible de la homeostasis hasta un límite incompatible con la vida. En los individuos mayores sanos, muchas funciones fisiológicas se mantienen normales en un estado basal, pero al ser sometidos a estrés se revela la pérdida de reserva funcional^[46]. Los cambios que aparecen en el individuo a lo largo de la vida son consecuencia de la acción del tiempo sobre los seres vivos. Estos cambios son Bioquímicos, Fisiológicos, Morfológicos, Funcionales, Psicológicos y Sociales.

Las mutaciones genéticas se van acumulando con la edad, haciendo que las células se deterioren y comiencen a funcionar mal. Se asocian a causas de envejecimiento, el daño al ADN (en particular al mitocondrial) acumulado en los genes y los cambios en el genoma; el corto tamaño en telómeros (extremos de los cromosomas); presencia de proteínas defectuosas en el organismo; el agotamiento de células madre en los tejidos. Uno de los procesos característicos del envejecimiento es la pérdida progresiva de la funcionalidad mitocondrial, especie de reloj biológico del envejecimiento.

Cambios morfológicos y funcionales en las células con la edad.

- Acumulación de lipofuscina (pigmento del envejecimiento).
- Acumulación de pequeñas gotas de lípidos.
- Disminución de la respiración celular.
- Disminución del volumen celular.
- Disminución de sistemas enzimáticos (fosfatasa, esterasa,...).
- Aumento de Fe, K intracelular, colesterol

y proteínas insolubles.

- Aumento del calcio extracelular.
- Aumento de las uniones covalentes entre las fibras de colágeno (disminución en la solubilidad).
- Daño de las membranas celulares, con alteración en la distribución de fosfolípidos y colesterol.

Síntomas del envejecimiento (Pérdida de funcionalidad).

- Disminución del colágeno de la Piel y absorción de Proteínas: Aparición de las primeras arrugas. La piel pierde su elasticidad en algunas zonas y marca los signos de expresión faciales; con el paso del tiempo las arrugas se irán extendiendo a otras zonas del cuerpo humano.
- Pérdida de agilidad y de capacidad de reacción refleja: Con el paso de los años se va alargando el tiempo que necesitamos para responder a un estímulo. Las reacciones reflejas se vuelven más lentas y se requiere un mayor esfuerzo para realizar tareas.
- Disminución de la capacidad inmunitaria: Con el paso del tiempo es más fácil contraer enfermedades tipo contagiosas, como la gripe.
- Pérdida progresiva de sentidos, oído, gusto, vista. Los sentidos se van deteriorando con el tiempo, envejecen, y se van perdiendo capacidades para ver, degustar o escuchar con claridad.
- Aparición de demencias seniles: Los primeros síntomas del Alzheimer son características del envejecimiento. Pérdida de memoria a corto plazo, sufrir episodios de desorientación, lapsos mentales.

Retraso o conducción equilibrada del envejecimiento.

El envejecimiento es irreversible y por tanto debemos tratar de que el inevitable deterioro sea lo más homogéneo y lento posible a fin de evitar desequilibrios importantes del homeostasis orgánico; en ese sentido hay resultados promisorios, con un incremento en la síntesis por parte de las células, de enzimas inactivadoras de derivados tóxicos

del oxígeno. Hay también una clara relación entre restricción calórica y longevidad [47, 48]. Se plantea también la actuación sobre el ambiente y contaminación, modificación en hábitos de vida, control del estrés, de tal forma que, más que prolongar la longevidad, se logre que el individuo alcance esta en las mejores condiciones de salud. Numerosos resultados experimentales sugieren que el daño a biomoléculas inducido por RLO es un hecho asociado a la senescencia y probablemente una de las causas importantes de la misma [49]. También desempeña un papel decisivo, nuestra actitud y comportamiento social, es decir, el alimentar pensamientos negativos que nacen de la ira, los celos, la avaricia, el odio, la envidia, la ambición. Otros efectos deletéreos se deben a estrés emocional o causado por el dolor y al uso de ciertos medicamentos (ej., antiangina).

Características del envejecimiento.

- **Universal:** Propio de todos los seres vivos.
- **Irreversible:** No puede detenerse ni revertirse.
- **Heterogéneo e Individual:** Cada especie tiene una velocidad característica de envejecimiento, pero la velocidad de declinación funcional varía de sujeto a sujeto y dentro de la misma persona, de órgano a órgano.
- **Deletéreo:** lleva a una progresiva pérdida de función.
- **Intrínseco:** No debido a factores ambientales modificables.

Cambios por el envejecimiento.

Con el envejecimiento, la epidermis se adelgaza (tabla 4). Las células que contienen pigmento (melanocitos) disminuyen, pero los melanocitos aumentan de tamaño, la piel envejecida aparece más delgada, más pálida y traslúcida. Las manchas pigmentadas grandes o lentigos ocurren más a menudo en áreas de más exposición al sol. Los cambios en el tejido conectivo

reducen la resistencia y la elasticidad de la piel (elastosis) y es pronunciada en áreas expuestas al sol. Los vasos sanguíneos de la dermis se vuelven más frágiles, lo cual a su vez provoca equimosis y sangrado debajo de la piel. Las glándulas sebáceas producen menos aceite a medida que se envejece. La capa de grasa subcutánea, que facilita el aislamiento y amortiguación se adelgaza, incrementando el riesgo de lesiones a la piel y reduciendo la capacidad de mantener la temperatura corporal. Como hay menos aislamiento natural, en clima frío se puede presentar hipotermia.

Algunos medicamentos son absorbidos por la capa grasa y la pérdida de dicha capa cambia la manera en que esos medicamentos actúan. Las glándulas sudoríparas producen menos sudor, haciendo más difícil mantenerse fresco y que se incremente el riesgo de hipertermia o de insolación. La auto regeneración de la piel envejecida es más lenta que la de la piel joven, la curación de una herida puede ser hasta cuatro veces más lenta, situación que contribuye a la generación de úlceras por presión e infecciones.

Tabla 4.- Envejecimiento sano y situaciones a controlar.

• Estrés constante
• Mantener dieta sana, variada, equilibrada
• Deshidratación y descuido en el consumo de líquidos
• Trasnócho frecuente y el dormir poco
• Exposición a químicos y emisiones en general
• Sedentarismo e inactividad, en su lugar ejercicio moderado, caminatas
• Exposición directa y prolongada a radiaciones
• Abuso de licor, café, drogas, cigarro
• Enojo, irritabilidad, agresividad, depresión, tristeza, pesimismo
• Abuso de frituras, grasas, comida chatarra, alimentos alterados
• Uso excesivo de celulares, computadoras y equipos audiovisuales
• Prácticas de distracción, descanso, relajación, gimnasia, paseos, caminatas, reuniones sociales, viajes
• Prevenir enfermedades y atenderlas a tiempo
• Estudiar, leer, informarse, mantenerse activo, emprender tareas

Conclusiones

El proceso de envejecimiento está determinado por factores intrínsecos: genético, raza, sexo, personalidad, historia familiar, etc. y factores extrínsecos: ambiente, nutrición, educación, ejercicio físico, calidad de vida, trabajo, salud, vivienda, etc. Resultados científicos experimentales comprueban que es posible incrementar la longevidad, con el incremento de enzimas inactivadoras de derivados tóxicos del oxígeno (ERO, RLO) en células corporales.

Existe también una clara relación entre restricción calórica y longevidad, y en adición, otras evidencias experimentales confirman el daño a biomoléculas inducido por radicales libre de oxígeno y nitrógeno (RLO, RLN), hechos asociados a estrés oxidativo y envejecimiento. Siendo el envejecimiento un proceso irreversible, más que evitarlo, debemos tratar de asumirlo como inevitable, manejarlo acertadamente, conducirlo de manera equilibrada, lenta, hacerlo en condiciones saludables, agradables, de bienestar, tranquilidad y felicidad. Es necesario envejecer de manera saludable y para ello se necesita de buena salud física, funcional, cognitiva y social, actitud positiva, buena relación interpersonal, actividad mental, ejercicio físico, adecuada nutrición, manejo del estrés y la ansiedad, involucrarse en proyectos, actividades, planes y programas.

La presencia de ERO, ERN y RL en el organismo humano es también inevitable e imprescindible; variadas e importantes funciones orgánicas requieren la presencia de estas especies por su papel fisiológico clave en la homeostasis del organismo. Sí debemos evitar una producción excesiva, desequilibrante, dañina, de estas especies y esa situación debemos evitarla. Por ello mostramos como se producen estas especies, donde atacan, como lo hacen, como evitar su proliferación interna y la inducción externa, y medidas recomendables para un envejecimiento sano, agradable y feliz.

Referencias

- 1- Johnson FB, Sinclair DA, Guarente L. 1999. Molecular biology of aging. *Cell*. 96:291-302.
- 2- Harman D. 1956. Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry. *J. Gerontol.* 11:298-300.
- 3- Finkel T, Holbrook NJ. 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 408:239-247.
- 4- Neus AJ. 2009. Departamento de Biología Celular y Anatomía Patológica, Universitat de Barcelona. © Mètode, Anuario 2009.
- 5- Márquez OP, Márquez K, Weinhold E, Márquez J. 2019. Reacciones Redox: una revisión de la formación de oxidantes celulares. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 2(1):8-19.
- 6- Balaban RS, Nemoto S, Finkel T. 2005. Mitochondria, oxidants and aging. *Cell*. 4:483-497.
- 7- Sarma AD, Mallick AR, Ghosh AK. 2010. Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. *Inter J Pharma Sci Res*. 1:185-192.
- 8- Halliwell B. 2011. Free radicals and antioxidants— quo vadis? *Trends Pharmacol Sci*. 32(3):125-130.

- 9- Núñez Sellés AJ. 2011. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: Retos y oportunidades. *Revista Cubana de Salud Pública*. 37:644-660.
- 10- Stanner SA, Hughes J, Kelly CNM, Buttriss J. 2004. A review of the epidemiological evidence for the 'antioxidant hypothesis', *Public Health Nutrition*. 7(3):407-422
- 11- Rafecas M. 2006. Antioxidantes para una mejor calidad de vida. *Acofar*. 454:28-30
- 12- Márquez K, Weinhold E, Márquez OP, Márquez J. 2020. Defensa antioxidante en el cuerpo humano: una revisión. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 3(1):19-44.
- 13- Gran Sopena, Dicc. Ilustrado de la Lengua Española. Provenza, 95. Tomo 3, pag 2624
- 14- Moncada S, Higgs A. 1993. The L-arginine-nitric oxide pathway. *N. Engl. J. Med*. 329: 2002-2011.
- 15- Pacher P, Beckman JS, Liaudet L. 2007. *Physiological Reviews*. Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. 87(1):315-424.
- 16- Medocci P, Fano G, Fulle S, MacGarvey U, Shinobu L, Polidori MC, Cherubini A, Vecchiet J, Senin U, Beal MF. 1999. Age-dependent increases in oxidative damage to DNA, lipids, and proteins in human skeletal muscle. *Free Radic. Biol. Med*. 26, 303-308.
- 17- Beckman KB, Ames BN. 1998. The free radical theory of aging matures. *Physiol. Rev*. 78:547-581.
- 18- Bauerova K, Bezek Š. 1999. Role of reactive oxygen and nitrogen species in etiopathogenesis of rheumatoid arthritis. *Gen. Physiol. Biophys*. 18 (Focus Issue), 15-20.
- 19- Baynes JW, Thorpe SR. 1999. Role of oxidative stress in diabetic complications: a new perspective on an old paradigm. *Diabetes* 48, 1-9
- 20- Galván C de T, Guisado BR, García MC, Ochoa J, Ocaña WJ. 2008. Antioxidants and physical exercise: the role of melatonin (Dianas de RL). *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 1(2):61-72.
- 21- Chettibi S, Ferguson MWJ. (1999). Wound repair: an overview. In: *Inflammation, Basic Principles and Clinical Correlates* (Eds. J. I. Gallin and R. Snyderman), pp. 865-881, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- 22- Klebanoff S. J. (1999): Oxygen metabolites from phagocytes. In: *Inflammation, Basic Principles and Clinical Correlates* (Eds. J. I. Gallin and R Snyderman.), pp. 721- 768, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- 23- Leto TL. 1999. The respiratory burst oxidase. In: *Inflammation, Basic Principles and Clinical Correlates* (Eds. J. I. Gallin and R. Snyderman), pp. 769-786, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- 24- Elsbach P, Weiss J, Levy O. 1999. Oxygen-independent antimicrobial systems of phagocytes. In: *Inflammation, Basic Principles and Clinical Correlates* (Eds. J. I. Gallin and R. Snyderman), pp. 801-818, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

- 25- Juranek I, Bauer V, Donnerer J, Lembeck F, Peskar BA. 2002. Severe hypoxia inhibits prostaglandin I(2) biosynthesis and vasodilatory responses induced by ionophore A23187 in the isolated rabbit ear. *Pharmacology* 66, 199-205.
- 26- Juránek I, Bezek Š. 2005. Controversy of Free Radical Hypothesis: Reactive Oxygen Species – Cause or Consequence of Tissue Injury?. *Gen. Physiol. Biophys.* 24:263-278.
- 27- GoldhaberJI, WeissJN. 1992. Oxygen free radicals and cardiac reperfusion abnormalities. *Hypertension* 20:118-127.
- 28- Gate L, Paul J, Ba GN, Tew KD, Tapiero H. 1999. Oxidative stress induced in pathologies: the role of antioxidants. *Biomed. Pharmacother.* 53:169-180.
- 29- Elliott R, Astley S, Southon S, Archer D. 2000. Measurement of cellular repair activities for oxidative DNA damage. *Free Radic. Biol. Med.* 28:1438-1446.
- 30- Bezek Š, Juranek I. 2000. Effects of stobadine on hypoxia and hypoxia/reoxygenation injury in isolated hepatocytes in fasted rats. *Biologia (Bratisl.)* 55 (8):15-18.
- 31- Lenaz G. 1998. Role of mitochondria in oxidative stress and ageing. *Biochim Biophys Acta.* 1366: 53-67.
- 32- Kehrer JP. 1993. Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *Crit Rev Toxicol.* 23:21-48
- 33- es. Wikipedia.org. Peroxidación Lipídica
- 34- Diaz-Acosta E, Membrillo-Hernandez J. (2006). Consecuencias fisiologicas de la oxidacion de proteinas por carbonilacion en diversos sistemas biologicos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Quimico-Biologicas*, 9(1):34-44
- 35- Stadtman R. (1990). Metal ion-catalyzed oxidation of proteins: biochemical mechanism and biological consequences. *Free Radic Biol Med.* 9:315–325
- 36- Moseley R, Waddington RJ, Embery G. 1997. Degradation of glycosaminoglycans by reactive oxygen species derived from stimulated polymorphonuclear leukocytes. *Biochim Biophys Acta* 1362: 221-31.
- 37- Breen AP and Murphy JA. 1995. "Reactions of oxyl radicals with DNA." *Free Rad. Biol. Med.* 18: 1033-1077.
- 38- Halliwell B and Auroma OI.1991. "DNA damage by oxygen derived species. Its mechanism of action and measurement in mammalian systems". *FEBS Lett.* 281: 9-19.
- 39- Ames BN, Shigenaga MK et al. (1993) "Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 90: 7915-7922.
- 40- Velázquez PM, Prieto GB, Contreras PR. 2004. El envejecimiento y los radicales libres. *Ciencia* 75:36-43.
- 41- Yamamoto MP. 2001. Fisiología de la Piel. *Revista Peruana de Dermatología.* 11(2): ISSN versión electrónica: 1609-7203.
- 42- Zglinicki T, Bürkle A, Kirkwood TBL. 2001. Stress, DNA damage an ageing, an integrative approach. *Exptl. Geront.* 36:1049-1062.

- 43- Friedberg EC, Walker GC, Siede W, Wood RD , Schultz RA, Ellenberger T. DNA Repair and Mutagenesis 2nd Edition. ASM Press. 1118 páginas.
- 44- Agell JN. 2020. Efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas de alta energía. Revista Mètode. España. 01-15.
- 45- Agell JN. 2011. Efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas de alta energía. Mètode. 57:44d. jpg/rokbox text. Univ. De Barcelona.
- 46- Finkel T, Holbrook J. 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. Nature. 408:239-247.
- 47- Merry BJ. 2002. Molecular mechanisms linking calorie restriction and longevity. Int J. Biochem. Cell. Biol. 34:1340-1354.
- 48- Reverter-Branchat G, Cabiscol E, Tamarit J, Ros J. 2004. Oxidative damage to specific proteins in replicative and chronological-aged *Saccharomyces cerevisiae*: common targets and prevention by calorie restriction. J. Biol. Chem. 279:31983-31989.
- 49- Kehrer JP, Klotz LO (2015) Free radicals and related reactive species as mediators of tissue injury and disease: implications for Health, Critical Reviews in Toxicology, 45:9, 765-798, DOI: 10.3109/10408444.2015.1074159

LA METODOLOGÍA ETNOGRÁFICA EN EL AULA

THE ETHNOGRAPHIC METHOD IN THE CLASSROOM

Mery López de Cordero

Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación,
Departamento de Administración Educacional, Mérida-Venezuela
mmlmdc@gmail.com

Recibido: 10-10-20

Aceptado: 20-11-20

Resumen

La elección del método etnográfico como camino para conocer a profundidad las circunstancias en que discurrió, durante dos años escolares consecutivos (2008-2009 y 2009-2010), el desarrollo de la asignatura “Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos”, fue el objeto de investigación de la tesis en el Doctorado Educación y Democracia de la Universidad de Barcelona, España (2006-2010). Esta decisión permitió obtener, no solo unos datos emergentes, primeros hasta ese momento por cuanto que no había reportado en la literatura investigaciones al respecto, sino conocer, de primera fuente, las estructuras de significación de los mismos (mediante el proceso de *hacer etnografía en el aula*) para, una vez que se haya “apropiado” o captado y entendido, ser relacionados con las *estructuras de interpretación* que nos permitieran determinar la incidencia que los factores experienciales y subjetivos manifestaban sobre las estructuras de significación y cómo se podían generar otras.

Palabras clave: método etnográfico, descripción superficial, descripción densa, estructuras de significación, estructuras de interpretación.

Abstract

The choice of the ethnographic method as a way to know in depth the circumstances in which, during two consecutive school years (2008-2009 and 2009-2010), the development of the subject "Education for Citizenship and Human Rights" occurred, was the object research of the thesis in the Doctorate Education and Democracy of the University of Barcelona, Spain (2006-2010). This decision allowed us to obtain, not only some emerging data, the first until that moment because no research had been reported in the literature in this regard, but also to know, from the first source, their significance structures (through the process of doing ethnography in the classroom) for, once it has been “appropriated” or captured and understood, to be related to the interpretation structures that would allow us to determine the incidence that the experiential and subjective factors manifested on the meaning structures and how others could be generated.

Key words: Ethnographic method, superficial description, dense description, structures of meaning, structures of interpretation.

Mery López de Cordero. Doctora en Educación y Democracia por la Universidad de Barcelona, España. D.E.A en Educación y Democracia por la Universidad de Barcelona, España. Licenciada en Letras y Abogada por la Universidad de Los Andes. Diplomada en Estudios Especiales relativos al Componente Docente por la Universidad de Los Andes. **E-mail:** mmlmdc@gmail.com

Introducción.

La *metodología*, como uno de los elementos clave en toda investigación científica, designa el modo en que enfocamos los problemas y buscamos las respuestas. En las ciencias sociales un método de investigación señala nuestra forma de buscar respuestas a determinados tipos de cuestionamientos^[1]; es la forma de realizar la investigación. Nuestros supuestos, intereses y propósitos nos llevan a elegir una u otra metodología.

La historia de las ciencias sociales señala dos perspectivas teóricas principales: la *positivista* y la *fenomenológica*. La primera, tiene su origen en el campo de las ciencias sociales en los grandes teóricos del siglo XIX y primeras décadas del siglo XX^[2]. Según la perspectiva teórica *positivista*, el científico social debe considerar los *hechos o causas* de los fenómenos sociales con independencia de los estados subjetivos de los individuos, considerando los fenómenos sociales como “cosas” que ejercen una influencia externa sobre las personas^[3]. Es decir, la investigación de corte positivista recurre exclusivamente al método de la ciencia experimental para explicar todas las dimensiones de la conducta humana sin tomar en consideración el punto de vista propio de los actores y “sin tener en cuenta que, además del ejercicio de la propia libertad, las tradiciones sociales en las que viven las personas tienen una relación intrínseca con su modo de actuar y no son simplemente condiciones experimentales de acciones describibles”^[4].

La investigación fenomenológica, llamada así por Deustcher 1973^[5], por su parte, posee una larga historia en la filosofía y la sociología^[6,7,8,9]. Según Taylor^[3], la perspectiva teórica fenomenológica, el investigador busca *entender* los fenómenos sociales desde el punto de vista propio de los actores, para tratar de explicar satisfactoriamente el comportamiento del hombre recurriendo a métodos distintos a los que emplean las ciencias naturales^[1], “principalmente porque el comportamiento humano es significativo; es decir, es captado por sus agentes como portador de significados particulares”^[4]. Significados

estos que están sujetos al marco de valores, instituciones e interrelaciones de los seres humanos. En síntesis, el investigador fenomenológico examina el modo en que se experimenta el mundo, y la realidad que importa es lo que las personas describen como importante^[3].

En definitiva, los positivistas y los fenomenólogos abordan diferentes tipos de problemas y buscan diferentes clases de respuestas en sus investigaciones, por tanto, requieren usar distintas metodologías. Así, los positivistas para encarar la búsqueda de las causas de los fenómenos sociales que investigan usan el modelo de investigación de las ciencias naturales. Para ello recurren al uso de cuestionarios, inventarios y estudios demográficos, entre otros, que producen datos susceptibles de ser analizados estadísticamente. Los fenomenólogos buscan entender los fenómenos sociales mediante el uso de métodos cualitativos, entre ellos la observación participante y la entrevista en profundidad, para intentar comprender los motivos y creencias que están detrás de las acciones de las personas.

Como ya se indicó, parte de lo que se presenta en este trabajo, está relacionado con “La Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. Una asignatura orientada a favorecer la convivencia”^[10]. La motivación para investigar sobre la Educación para la Ciudadanía y los Derechos Humanos fue el enorme debate social que se generó en España con ocasión de su implementación como una nueva materia, en el currículo oficial de Educación Secundaria Obligatoria español, tanto en instituciones escolares públicas como privadas.

De tal manera que se realizó un estudio cualitativo de campo que permitiera conocer, de primera fuente, cómo sería el desarrollo de esta nueva materia en las aulas, para lo cual se realizó, durante los dos primeros años escolares de su implementación, un proceso de observación no participante del quehacer educativo de la práctica docente de dos profesoras, en sendos Institutos de Educación Secundaria de Barcelona.

Para ello, se eligió el método etnográfico

como alternativa adecuada a los propósitos de la investigación, pues dicho método permitiría “recoger datos descriptivos, es decir, las palabras y conductas de las personas sometidas a la investigación.” [3].

Fundamentación teórica

Es evidente que independientemente del método elegido, toda investigación requiere de un paso que va de su mano: la investigación teórica. Este paso se constituye como un fundamento excepcional y de ninguna manera contingente. El investigador debe ser muy cuidadoso, acucioso y minucioso en aspectos ínsitos a la investigación como lo son la selección de temas, autores, teorías y antecedentes y experiencias que sirvan de marco referencial a los objetivos que se ha planteado y a las ideas que, en el proceso, en el camino, han surgido. Esto es así para todo tipo de investigación, y en el caso específico de una investigación etnográfica, se debe tener muy claro que el producto de la misma no lo constituye únicamente los datos obtenidos en el proceso y su edición, sino que “Una etnografía contiene también la interpretación de los datos de campo, ya que es fruto de la confrontación entre determinados postulados teóricos y las evidencias empíricas obtenidos a través del proceso etnográfico” [11].

En tal cometido, esta fase, correspondiente al proceso de investigación documental, básicamente supuso la búsqueda de información biblio-hemerográfica en la obra de autores de diversos campos del saber en el ámbito de las ciencias sociales, así como en páginas web especializadas y en la lectura de las normas e informes que, acerca del asunto que nos interesaba, son reconocidos por la comunidad científica de expertos tanto a lo interno de los países como en el mundo global.

La finalidad de esta fase de fundamentación teórica en todos los casos es adentrarse en la comprensión de la diversidad de conceptos y postulados que, en el campo de las ciencias sociales, estudiados y revisados minuciosamente desde las perspectivas de la sociología y la filosofía, y desde la producción de diversos autores, nos

permitan interpretar coherentemente los fenómenos descritos a partir de las jornadas de observación, propias de la investigación etnográfica.

El método etnográfico

Para la investigación propuesta sobre Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos, decidí que lo mejor era hacer una indagación directa de lo que ocurriría con el desarrollo de la asignatura homónima en dos planteles educativos de Educación Secundaria Obligatoria, en la ciudad de Barcelona, España. Para ello opté, consciente de las dificultades, por la utilización de una metodología cualitativa basada en el método etnográfico. Hubo varias razones que me condujeron a tomar tal decisión.

1. La consideración de que el método etnográfico era el más adecuado para los objetivos de investigación propuestos, puesto que su fundamento metodológico permitiría el acercamiento al conocimiento del objeto de estudio, la asignatura Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos, en el campo de la realidad de las aulas. La razón explícita era que, siendo una investigación perteneciente al campo de las ciencias humanas, el método adecuado debía implicar la descripción, la interpretación y el análisis crítico o reflexivo sobre nosotros mismos, puesto que lo que se pretendía, y así se hizo, era exponer el significado de los fenómenos humanos y tratar de «comprender» las estructuras de significado de las experiencias vivida^[1]. A tal efecto, se utilizó la observación no participante como una de las técnicas de dicho método, por cuanto que, aplicada al contexto educativo, permitía la recolección de los datos necesarios para describir, interpretar y teorizar sobre los procesos de interrelación, las actividades y todos los fenómenos cotidianos que acontecían en el aula, para intentar comprenderlos desde el punto de vista de sus actores.
2. Observar el desarrollo de la asignatura mencionada, a partir de la experiencia vívida y real en las aulas, durante el primer año de su implementación nos permitiría

interrogarnos y tratar de responder, en la cotidianidad de la labor educativa, un innumerable listado de problemas de todo tipo: éticos, didácticos, pedagógicos, de convivencia, comunicativos, entre otros, que, definitivamente, influyen con mayor o menor intensidad en las interacciones que se suceden en el aula. Las relaciones humanas no están exentas de conflictos, y uno de los ámbitos en que tal conflictividad se hace patente es el aula. De manera que para resolver conflictos o mejorar la convivencia es necesario conocer la situación, saber qué pasa. Cuando se conozca el diagnóstico será el momento del tratamiento. Pero para ello hace falta “contar la historia, describirla y proceder, posteriormente, a su evaluación.”^[4]

Analizando esta última afirmación, se podría discernir, entonces, que tal trabajo le correspondería al propio docente. Pero se sabe que los docentes de las primeras etapas educativas están más que suficientemente ocupados en los entresijos propios del día a día establecido por las exigencias académicas y administrativas del año escolar. En consecuencia, son pocos los docentes que se dedican a la investigación de su propia praxis, por cuanto que además no es ésta su misión específica^[12]. Por tales razones, se ha querido aprovechar la enorme riqueza de objetos de estudio que propicia el mundo escolar para, mediante la observación no participante del acontecer en el aula, obtener los datos que permitirán conocer cuáles son los significados o interpretaciones de lo que ocurre en el centro, cuáles son las motivaciones y actitudes, qué es lo que aparece detrás de lo que se manifiesta. Para ello, hay que describir y luego interpretar. Esta es la tarea del etnógrafo: descubrir y analizar aquello que ha descrito^[4].

El uso de técnicas, procedimientos y directrices propios de la etnografía aplicados a la investigación en los espacios educativos, le permite al investigador determinar, enumerar y describir fenomenológicamente la serie de actos, interrelaciones, acciones, encuentros y desencuentros, conflictos, etc., que acaecen en dichos espacios en

un tiempo determinado. Igualmente, más allá de esta descripción, le proporciona los fundamentos necesarios para analizar e interpretar lo que ha descrito como una de las tareas esenciales para responder las interrogantes, comprobar las hipótesis planteadas y cumplir con los objetivos de la investigación^[11].

Significado de hacer etnografía

Se habla de investigación etnográfica, o más simplemente de etnografía, para aludir tanto al proceso de investigación por el que se aprende el «modo de vida» de algún grupo identificable de personas como al producto de ese esfuerzo: un escrito etnográfico o retrato de ese modo de vida [13]. Literalmente hacemos «etnografía» cuando «escribimos acerca de las naciones, tribus o pueblos»^[14].

En su definición etimológica la palabra etnografía contiene dos raíces que son: *éthnos* que significa «pueblo»; y *graphé* que significa «descripción»^[15], lo cual, en conjunto, puede ser entendido como descripción del estilo de vida de un grupo de personas habituadas a vivir juntas. De manera que, de acuerdo con su etimología, y siendo contestes con el señalamiento de García, se encuentra en este término dos aspectos que lo conforman: por un lado, está el objeto de la etnografía, que es la “descripción o reconstrucción analítica de escenarios y grupos culturales intactos”^[3]. En tal sentido, la presentación y recreación para el lector de los fenómenos observados, con claridad y objetividad, comporta el producto de la etnografía realizada por el investigador. Por el otro lado, está el objeto de análisis para el investigador etnográfico, que está constituido por cualquier grupo humano cuyas relaciones son reguladas por un sistema de normas, usos y costumbres y derechos y obligaciones comunes^[16]. En este caso, la etnografía es entendida como el proceso mediante el cual el investigador estudia la vida humana^[17].

Entonces para entender con claridad lo que significa hacer etnografía, es necesario remitirse a los dos aspectos que conforman el término etnografía ya mencionados.

a. Objeto de la etnografía

Según los expertos, hay cierto consenso en cuanto a la consideración de qué es lo que constituye el objeto de la etnografía. Una de las explicaciones más completas, la aporta [17]:

La etnografía es descripción densa. Lo que en realidad encara el etnógrafo ... es una multiplicidad de estructuras conceptuales complejas, muchas de las cuales están superpuestas o enlazadas entre sí, estructuras que son al mismo tiempo extrañas, irregulares, no explícitas, y a las cuales el etnógrafo debe ingeniarse de alguna manera, para captarlas primero y explicarlas después... Hacer etnografía es como tratar de leer (en el sentido de 'interpretar un texto') un manuscrito extranjero, borroso, plagado de elipsis, de incoherencias, de sospechosas enmiendas y de comentarios tendenciosos y además escrito, no en las grafías convencionales de representación sonora, sino en ejemplos volátiles de conducta modelada. La expresión descripción densa es usada por Geertz [17] como contraposición a la descripción superficial y la diferencia entre ambos tipos de descripciones constituye el objeto de la etnografía. En consecuencia, el objeto del etnógrafo, es determinar la diferencia que existe entre la descripción superficial (referida a la exposición de los hechos, actitudes, circunstancias, características, acciones, ritos, costumbres, tal como acontecen), y la descripción densa (referida a la finalidad o a los motivos, así como a las consecuencias que generan aquellos hechos, actitudes, circunstancias, características, acciones, ritos, costumbres, etc.) de lo que observa.

Esa diferencia está dada por “una jerarquía estratificada de estructuras significativas atendiendo a las cuales se producen, se perciben y se interpretan (las acciones, las conductas, los gestos, de acuerdo a códigos socialmente establecidos) y sin las cuales no existirían (como categorías culturales) ... independientemente de lo que alguien hiciera o no” [17] (con esas acciones, conductas, gestos). Geertz declara –contraponiéndose a Ryle en relación a que las estructuras

significativas tienen tal significación en tanto en cuanto son interpretadas de acuerdo a unos códigos establecidos– que, más allá de la existencia de dichos códigos (que permitirían señalar que las acciones, las conductas, los gestos realizados son categorías culturales), la descripción densa de los fenómenos a los que se enfrenta el etnógrafo requiere, primero, que éste sea capaz de apropiárselos, captarlos, entenderlos, para que posteriormente pueda analizarlos, interpretarlos y explicarlos adecuadamente, de acuerdo a las características y a las circunstancias propias del tiempo y del lugar en que ocurren. Es decir, para analizar e interpretar adecuadamente los datos obtenidos, el trabajo del etnógrafo consiste, “en desentrañar las estructuras de significación y en determinar su campo social y su alcance.” [17]. Para ello, requiere determinar las diferentes estructuras de interpretación que intervienen en la situación, y cómo y por qué dichas estructuras inciden o provocan unos determinados efectos en dicha situación, o en otras, como consecuencia de la acción de unas sobre otras.

b. Objeto de análisis del investigador etnográfico

El investigador etnográfico requiere de un objeto de análisis el cual debe ser entendido como las estructuras de interpretación (en los términos de Geertz), o las unidades de análisis, sobre las que se asientan las acciones de descripción, análisis e interpretación de los fenómenos observados. En el caso de nuestra investigación etnográfica educativa, tales estructuras de interpretación estarían conformadas por la institución escolar y sus características, el docente y su acción pedagógica, los alumnos y sus circunstancias, el currículo específico de la materia, las normas, entre otras. Este trabajo consistió en determinar cómo y por qué las unidades o estructuras mencionadas incidían en la observación realizada y en la adquisición de actitudes y valores de la convivencia democrática. Tal propósito formaría parte del trabajo interpretativo de los datos obtenidos, a partir de nuestro rol de observadora no participante del acontecer rutinario de la clase, en otras palabras, del

hacer etnografía.

Los datos y corpus obtenidos (o estructuras de significación obtenidas mediante el proceso de hacer etnografía), una vez que se apropie, capte y entienda, se relacionan con las estructuras de interpretación señaladas para determinar la incidencia que tales factores manifestaban sobre las estructuras de significación y cómo se podían generar otras ^[17].

Hacer etnografía en el aula

Como ya se ha indicado, nuestro objeto de investigación y análisis etnográfico estuvo constituido por dos clases del 3^{er} curso de Educación Secundaria Obligatoria, pertenecientes a dos IES de la ciudad de Barcelona, España, durante el primer y segundo año de implementación de la asignatura Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. El objetivo fundamental estuvo encauzado a observar, describir, analizar e interpretar cómo influye la acción pedagógica y didáctica de las dos docentes que dictaban dicha asignatura, en la formación de actitudes y valores, así como en la adquisición de competencias, que pudieran orientar a los alumnos a la convivencia democrática ciudadana.

Pensando en cómo lograr el objetivo fundamental mediante los procedimientos específicos del hacer etnografía en el aula entendí, en consonancia con [18] que esto exigía aplicar una práctica etnográfica y una reflexión antropológica al estudio de la institución escolar. En tal sentido, Bouché^[4] señala que, aunque la etnografía se origina y se desarrolla “en el seno de la antropología social y cultural”, su uso se ha ido extendiendo a otros ámbitos, uno de ellos el ámbito educativo:

La etnografía en el sentido amplio de estudio descriptivo de una cultura, una etnia, etc., se ha introducido recientemente en el aula y parece que sus resultados han sido provechosos en este nuevo ámbito. Publicaciones e investigaciones diversas avalan su bondad y aciertos en esta nueva singladura.

Aunque, por lo general, los docentes no hacen investigación sobre su propia práctica, en los últimos años algunos teóricos e investigadores de la educación se han apoyado en el método etnográfico para acercarse al conocimiento de ciertos hechos y fenómenos a los que sólo se puede acceder mediante su observación directa, en el momento y lugar en que acontecen.

Dichas investigaciones han develado circunstancias e “intereses ocultos en determinadas prácticas escolares” que han permitido aproximarse a la comprensión de las instituciones educativas como instancias donde sus integrantes, en especial los docentes, no sólo reproducen esquemas culturales o cumplen con teorías o ideologías educativas prescriptas, sino que, muy por el contrario, bajo sus acciones cotidianas existe todo un entramado de recreación, y también de creación, de las teorías e ideologías impuestas desde fuera ^[4]. Tal como lo señalan ^[17], existe una gran diversidad de estudios relacionados con la “adaptación del diseño etnográfico a la investigación de los escenarios y problemas educativos”. Sin embargo, es necesario advertir que la correcta utilización de dicho diseño en este ámbito ha sido limitada por diversos factores (Ibid., p. 27) como: la insuficiente o nula formación de los educadores en este campo; la escasa presencia en las instituciones educativas de sociólogos y antropólogos que puedan “hacerse sentir” y orientar el correcto uso del diseño etnográfico en las prácticas cotidianas; la disparidad en cuanto a las finalidades de la investigación de los profesionales de la docencia y la tarea fundamental de los antropólogos y sociólogos. La función de los primeros “es mejorar la educación y la enseñanza”, mientras que la de los antropólogos y sociólogos es hacer una descripción fenomenológica y “desarrollar una teoría explicativa del comportamiento humano”.

En consecuencia, es común encontrar diversos estudios, que se presentan como etnografías educativas, los cuales varían profusamente en cuanto a su enfoque metodológico, alcance y técnicas y estrategias de investigación. Esto se debe a

la complejidad que supone la descripción e interpretación objetiva del acontecer y de las vidas de los seres humanos, máxime cuando el ámbito en el que se observan, describen e interpretan sus interrelaciones es el ámbito educativo.

El objeto de la etnografía educativa

Como lo expresa Bouché [4], el objeto de la etnografía educativa consiste en la aportación de datos descriptivos de todos aquellos fenómenos que ocurren en los escenarios educativos, presentándolos holísticamente tal como ocurren en sus escenarios naturales. “Habitualmente, dichos datos corresponden a los procesos educativos tal como éstos ocurren naturalmente. Los resultados de dichos procesos son examinados dentro del fenómeno global; raramente se consideran de forma aislada [17]. En este sentido, el analizarlos en profundidad, como procesos sociales que son, requiere que para su exacta comprensión sean descritos e interpretados desde el punto de vista de sus protagonistas. Bouché [4] nos señala que:

En el mundo escolar, un auténtico microcosmos, se da una inagotable riqueza de objetos de estudio que va desde las estructuras organizativas hasta la situación concreta de un alumno. Choques culturales, interacciones diversas, estudios de grupo, estudios de evaluación, etc., constituyen el trabajo del etnógrafo. El investigador etnográfico en el área educativa, puede elegir investigar sobre una infinita diversidad de aspectos, entre ellos podemos mencionar como ejemplos: analizar el proceso educativo propiamente tal; describir las interacciones entre los miembros de una comunidad educativa; interpretar las consecuencias de las acciones y decisiones en las pautas de interacción; determinar el contexto socio-cultural y su influencia en el desarrollo de los niños; examinar el pluralismo étnico y cultural en el aula; documentar la vida de algunos miembros del centro educativo; entre otros [15]. De acuerdo al aspecto o al tema elegido para el estudio etnográfico en el ámbito educativo, los resultados del investigador pueden producir diversos aportes para aquel ámbito de investigación. Como ejemplos señalamos: Pueden constituirse en el punto

de partida para la elaboración de políticas educativas dirigidas a mejorar las prácticas educativas y escolares; las divulgaciones de los estudios etnográficos pueden colaborar en la formación de los docentes en cuanto a la diversidad presente en el aula, “ayudando así a flexibilizar y mejorar la respuesta de los educadores” [17]. Además, el enfoque etnográfico sobre la vida cotidiana y el punto de vista de los actores “confirma la realidad experimentada por los educadores y demuestra concretamente las relaciones entre la actividad investigadora, la teoría de la educación y las preocupaciones prácticas.” (Ibid.). En el mismo orden de ideas, una investigación etnográfica en el campo educativo que contenga ricos datos descriptivos en sus informes, cuya redacción no suponga ninguna traba para un lector no especializado, se constituye en una oportunidad para exponer la complejidad de los fenómenos educativos y para orientar a los responsables de la política educativa, en la elaboración precisa y acertada de los objetivos necesarios para el mejoramiento de la educación y del proceso de formación y socialización del alumnado.

Características de la etnografía educativa

Si el diseño etnográfico responde al requerimiento de obtener información que luego debe ser descrita densamente para, desentrañar las estructuras de significación que los fenómenos observados tienen, tanto para el grupo observado como para el observador, entonces, la etnografía en el aula debe ceñirse al cumplimiento de algunos aspectos esenciales. Tales aspectos, a su vez, constituyen las características [17] de la etnografía educativa para ser considerada como tal:

- a) Está referida a grupos y espacios pequeños y claramente delimitados que permiten mostrar tanto al investigador como a otros interesados, con gran rigurosidad de detalles, las características de los fenómenos que acontecen en el aula y que representan las visiones y significados de los participantes.
- b) En cuanto al período de observación

éste debe realizarse por largos períodos de residencia o repetidas estancias en el lugar y espacio seleccionado;

- c) La estrategia predilecta del diseño etnográfico, para la obtención de datos, es la observación participante a la cual se suman otras técnicas secundarias para la elaboración de una base de datos compuesta.
- d) La descripción, análisis e interpretación constituyen las actividades específicas para explicar los fenómenos de la cultura, las formas de vida y estructura social del grupo investigado.

Generalmente se suele utilizar el enfoque inductivo. Podemos señalar que se corresponde con el adecuado para el método etnográfico se ha elegido en función del tema a desarrollar, por cuanto que no pretendemos comprobar supuestos teóricos a partir de la observación [3]. Se requiere la producción escrita de la investigación, la cual es la etnografía propiamente tal, que refleje los acontecimientos y fenómenos con detalles claros y precisos, para que el lector se sienta como inmerso en la realidad descrita [15].

El cumplimiento de los aspectos señalados tiene como función dar cuenta detallada de los procesos, fenómenos y acontecimientos que ocurren en un escenario específico, para tratar de estudiarlos e interpretarlos tal como ocurren naturalmente. En virtud de ello es que la investigación etnográfica, en este caso aplicada al ámbito educativo, tiene como característica esencial la búsqueda y elección de escenarios naturales, que puedan servir para explicar el funcionamiento del entramado de interrelaciones que allí se producen, y sus significados para los actores y para el investigador.

La observación no participante

A los efectos del desarrollo de los objetivos y tratar de responder a las cuestiones e hipótesis planteadas en la tesis doctoral, en el marco de lo que significa hacer etnografía en el aula, de las técnicas previstas, adecuadas

al método etnográfico, hicimos uso de la observación no participante, técnica inserta en las llamadas categorías “no intrusivas y poco reactivas que exigen una interacción escasa o nula entre investigadores y participantes”, tal como lo señalan [17].

Entre las actividades que constituyen las capacidades naturales del hombre, la observación puede señalarse como una de las principales. Como técnica de investigación, en el campo de las ciencias sociales, se constituye en la herramienta esencial para acceder al conocimiento de los fenómenos experienciales tal como acontecen en la realidad, en su contexto, de forma inmediata y natural, sin la intervención ni la manipulación del investigador. Sin embargo, en virtud de que la observación de dichos fenómenos, en principio se orienta en función de los intereses epistemológicos del investigador, éste debe plantearse también los propósitos, fines y la delimitación específica de los aspectos que le importan de la observación que realiza sobre las interrelaciones que se producen en el espacio que ha elegido para realizarlas.

En tal sentido, el uso de la técnica de observación no participante en el diseño de la investigación fue mi decisión intencional como investigadora, por cuanto que la observación de los hechos que me interesaban, en su contexto natural, tal y como ocurrían, para su posterior descripción y categorización, se constituía en la oportunidad efectiva de acercamiento al conocimiento del objeto fenomenológico de investigación, desde la realidad de la práctica y no desde la posibilidad hipotética establecida en la teoría.

La observación no participante se inscribe en los llamados métodos no interactivos, según los cuales, al contrario que en la observación participante, el investigador no reflexiona acerca de su inmersión en el escenario social en el que realiza su observación. El uso de esta técnica, como lo señalan Taylor y Bogdan [3], está “destinada a reducir al mínimo o a eliminar los efectos de la presencia del investigador sobre las personas y escenarios que aquél estudia.” El rol del investigador es el de describir y registrar los hechos tal

y como ocurren, evitando la inclusión de su propia subjetividad en las acciones que se derivan de las interrelaciones en el aula y en relación con los hechos que describe, por cuanto que su acción debe ser lo menos intrusiva posible. Como lo señalan Goetz y Lecompte^[17]:

Las estrategias no interactivas de recogida de datos etnográficos permiten al investigador reunir su material desarrollando una interacción escasa o nula con los participantes. [Y tales métodos] son menos reactivos o intrusivos que las estrategias interactivas^[19], en el sentido de que la probabilidad de que el investigador influya en las respuestas de los participantes es menor. Por otra parte, el éxito en la obtención del material adecuado tiene un carácter más fortuito en estos métodos: los datos que recojan los investigadores no siempre son relevantes para sus temas y cuestiones iniciales. Sin embargo, la supuesta ausencia de roles y status en la persona del investigador en el escenario social en el que observa y durante el tiempo específico que dura dicha observación no participante, es prácticamente imposible por cuanto que, al realizar estudios, por ejemplo en escenarios educativos, los investigadores interactúan necesariamente con profesores y alumnos, aunque sólo sea de forma no verbal y se convierten, hasta cierto punto, en participantes. (Ibid. P. 153)

Directrices de la observación no participante

Según Goetz y LeCompte^[17], la observación no participante es “adecuada para la obtención de descripciones exhaustivas, pormenorizadas y representativas del comportamiento de los individuos”, y en función de ello se establecen una serie de directrices (Ibid, p. 155) para su uso:

- Exige un observador separado, neutral y no intrusivo.
- El foco de interés principal cambia de los significados de los participantes a su comportamiento.
- No se suele utilizar como técnica inicial o

exploratoria para abordar los problemas, temas o escenarios; es más adecuada para las fases de perfeccionamiento y verificación del proceso de investigación.

- Requiere que el observador intente elaborar un registro completo y exacto de datos observables.
- Al investigador le interesa cómo tiene lugar la interacción cuando no está presente un observador externo, por tanto, intenta implicarse lo menos posible en los hechos que está registrando.
- El observador no participante debe tratar de pasar inadvertidamente, de modo que debe manipular adecuadamente el espacio y los objetos físicos.

Ajustada, en la medida de lo posible, a las directrices de la observación no participante, se asistió a los dos institutos mencionados, como observadores no intrusivos, para contemplar el acontecer en el aula, en relación con el desarrollo de la asignatura en cuestión, y registrar lo observado sobre el terreno en el cual ocurrían los fenómenos. Sin embargo, tal como lo señalan^[17]:

Como categoría pura, la observación no participante sólo existe cuando la interacción se observa mediante grabadoras ocultas o a través de falsos espejos. En todos los demás casos, es imposible evitar la interacción. Por consiguiente, la distinción entre observación participante y no participante no es tajante en la investigación real. Normalmente, los observadores se denominan a sí mismos no participantes cuando reducen al mínimo sus interacciones con los participantes para centrar su atención no intrusivamente en el flujo de los acontecimientos. La observación no participante pone el acento en el rol del investigador como un sujeto que registra los hechos desapasionadamente.

Entonces, siendo que la observación no se realizó mediante la colocación oculta de aparatos de grabación y filmación, sino que fue producto de la asistencia directa y personal de la investigadora a las aulas, la pureza de la técnica no es posible establecerla como tal, pero es menester

señalar que, como observadora separada (aunque presente en un rincón del aula), no intrusiva y neutral, se intentó disminuir al máximo las interacciones con los participantes para evitar “contaminar” con nuestras apreciaciones y conocimientos de la asignatura el desarrollo “natural” de la experiencia cotidiana en el aula.

Conclusiones

Los corpus, datos e informaciones obtenidos a partir de la aplicación de la etnografía en el aula como método, así como de la observación no participante y de los diversos instrumentos de recogida de datos, como técnicas utilizadas para acercarnos a la comprensión de la práctica profesional de las dos profesoras de la muestra, que dictaron la asignatura en el 3º de la ESO del área metropolitana de Barcelona, se constituyeron en el fundamento para la descripción, categorización y análisis e interpretación de los diversos aspectos del proceso educativo.

Igualmente, tales datos fueron la base que nos permitió determinar de qué manera la práctica profesional de las docentes en el desarrollo de la asignatura, incidía en la conformación, en el alumnado, de un sistema de valores que sustentara sus actitudes y acciones –en lo que a ciudadanía y convivencia se refiere, de acuerdo con las normas consensuadas legal, moral y socialmente. También, fue nuestro interés el que los resultados obtenidos pudieran servir de orientación para tratar de concebir alternativas de transformación en la realidad observada, mediante la firme convicción de que es el centro educativo la instancia social por excelencia para generar los cambios que, en materia de ciudadanía, requiere la sociedad en los actuales momentos.

Referencias

- 1- Van Manen, M. (2003). Investigación educativa y experiencia vivida. España: Idea Books, S.A.
- 2.- Auguste, C; Harriet, M; Frederic, H (1896). The positive philosophy. eBook : Document. London : G. Bell & Sons
- 3- Taylor, S. y Bogdan, R. (1986). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Buenos Aires: Paidós.
- 4- Bouché, G y col. (2002). Antropología de la Educación. Madrid: Síntesis.
- 5.- Kern Ed. (1973). Zur Phänomenologie der Intersubjektivität I, 1905-1920, editado por; el número 6 es el texto de la Grundproblemevorlesung 1910/11.
- 6.- Berger, P.; Luckmann, T. (1967) La construcción social de la realidad. Buenos Aires: Amorrortu, pp.1993.
- 7.- Bruyn, S. (1966). The human perspective in sociology: The methodology of participant observation. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 8.- Husserl, E (1913), Investigaciones Lógicas, 2, op. cit., p. 495.
- 9.- Schutz, A y Luckmann, T (1989). The Structures of the Life-World, Vol. 2. Evanston: Northwestern University Press.

- 10- López, M. (2011). Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. Tesis Doctoral. Consultada en http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/43115/4/01.MLdC_TESIS.pdf.
- 11- Pujadas, J. (2010). La etnografía como mirada a la diversidad social y cultural. En PUJADAS I MUÑOZ, J. (Coord) y col: Etnografía. Barcelona, España: Editorial UOC,
- 12- Carr, W. (2002): Una teoría para la educación. Hacia una investigación crítica. Madrid Morata.
- 13.- Wolcott, H. (1988). Ethnographic research in education. In Richard M. Jaeger (Ed.), Complementary methods in education (pp.185-249). Washington, DC: American Educational Research Association.
- 14- García J,. (1994). Investigación etnográfica. En GARCÍA, V. (dir.), BARRIO M., J., BARTOLOMÉ, M., y col.: Problemas y métodos de investigación en educación personalizada. España: Ediciones RIALP, S.A.
- 15- Pérez S. (1997). Investigación en educación social. Metodologías. En PETRUS, A. (Coord.), CARIDE, J. A., FERMOSO, P., y otros: Pedagogía Social. Barcelona, España: Ariel.
- 16- Martínez M.. (2007). La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual Teórico-Práctico. España: Trillas.
- 17- Geertz, C. (2005). La interpretación de las culturas. España: Gedisa. GOETZ, J. P., y LECOMPTE, M. (1988). Etnografía y diseño cualitativo en el aula. Madrid: Morata.
- 18- Velasco, H. y Díaz, A. (1997). La lógica de la investigación etnográfica: un modelo de trabajo para etnógrafos de la escuela. Madrid: Trotta.
- 19.- Webb,E; Donald T; Campbell, R; Schwartz, and Lee Sechrest (1966). Unobtrusive Measures: Nonreactive Research in the Social Sciences. Pp. xii, 225.

ESTUDIO *IN SITU* POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER, DEL COMPORTAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE LA AZITROMICINA EN MEZCLAS ACETONITRILO/AGUA

IN SITU FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY STUDIES OF THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF AZITHROMYCIN IN ACETONITRILE/WATER MIXES

Reynaldo Ortiz*, Gaudy Alizo, Yris Martínez, Elkis Weinhold

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias. Departamento de Química, Laboratorio de Electroquímica, Merida-Venezuela.
reynaldoluis@gmail.com

Recibido: 01-08-20

Aceptado: 01-10-20

Resumen

Se realizó un estudio voltamétrico y espectroelectroquímico *in situ* de la Azitromicina en medio orgánico, con el fin de contribuir a la elucidación del mecanismo de la oxidación anódica del sistema, tomando en cuenta la influencia de la presencia de agua en el mismo. Los estudios voltamétricos confirman que la oxidación electroquímica de la Azitromicina involucra procesos mixtos que influyen sobre la reacción de transferencia electrónica pura. El seguimiento *in situ* con espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), en la modalidad SNIFTIR, junto con las observaciones voltamétricas, permiten proponer un mecanismo de oxidación que involucra la transformación simultánea de los grupos metilos que sustituyen a los átomos de nitrógeno en la estructura del antibiótico y la formación de un ion iminio. La presencia de agua en el sistema desfavorece la oxidación de la Azitromicina y favorece la hidrólisis del grupo éster de su estructura.

Palabras claves: Azitromicina, Espectroelectroquímica, Oxidación, Antibiótico macrólido, FTIR, SNIFTIR

Abstract

Voltammetric and *in situ* Spectroelectrochemical study was performed, in order to contribute to the elucidation of the mechanism of anodic oxidation of Azithromycin in organic medium, taking into account the influence of the presence of water in this medium. Voltammetric studies confirm that the electrochemical oxidation of Azithromycin involves a mix process that affects the pure electron transfer reaction. The *in situ* monitoring with Fourier transform infrared spectroscopy, in the SNIFTIR mode, assisted by voltammetric observations, allows the suggestion of an oxidation mechanism that involves the simultaneous transformation of methyl groups present in the nitrogen atoms of the antibiotic structure, and the formation of an iminium ion. The presence of water inhibits the oxidation of Azithromycin, favoring the hydrolysis of the ester group within the Azithromycin structure.

Keywords: Azithromycin, Spectroelectrochemistry, Oxidation, Macrolide antibiotic, FTIR, SNIFTIR

Reynaldo Ortiz: Dr en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Lcdo. en Química (ULA), investigador de la Facultad de Ciencias-ULA Merida-Venezuela. **Email:** reynaldoluis@gmail.com. **Gaudy Alizo:** Lcda. en Química Universidad de Los Andes Merida-Venezuela. **Email:** gaudyalizo@gmail.com. **Yris Martínez:** Dra en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA Merida-Venezuela. **Email:** ymartin@ula.ve. **Elkis Weinhold:** Dra en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias – ULA. Merida-Venezuela. **Email:** elkisweinhold@gmail.com.

Introducción

La Azitromicina es un antibiótico macrólido^[1] que actúa contra una amplia gama de bacterias grampositivas y gramnegativas, es un azamacrólido semisintético de 15 miembros que es comúnmente prescrito para el tratamiento de bacterias que causan infecciones en el tracto respiratorio, mucosas y enfermedades de transmisión sexual, mostrando un bajo índice de efectos colaterales en relación a otros antibióticos^[2, 3, 4], más recientemente se ha reportado su efectividad para el tratamiento farmacológico en la enfermedad COVID-19, producida por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2^[5].

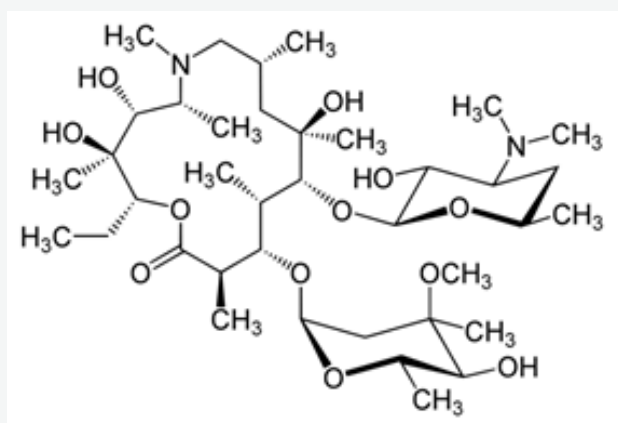


Figura 1.- Estructura de la Azitromicina

Adicionalmente, la Azitromicina está dentro de la clasificación de micro-contaminantes emergentes (EMPs) en agua^[6], por lo cual, es necesario desarrollar métodos para su remoción química, electroquímica o biológica. Por estas razones, se han venido desarrollando una gran cantidad de estudios farmacocinéticos^[7,8] y de comportamiento químico que permiten la elucidación de su comportamiento in vitro e in vivo; algunos de éstos, incluyen métodos cromatográficos^[9,10], espectrofotométricos^[11] y electroquímicos^[12-20]. Desde el punto de vista electroquímico, la Azitromicina es susceptible a reacciones de oxidación; Mandić, Z. y col.^[6] estudiaron por voltametría cíclica y electrólisis a escala preparativa, el proceso de oxidación electroquímica de la Azitromicina y sus

derivados en medio metanólico. Utilizando un electrodo de carbón vítreo (GCE) como electrodo de trabajo, estos autores reportan que la Azitromicina experimenta una reacción de oxidación irreversible con la formación de un catión radical como intermediario. Proponiendo un mecanismo consistente en una reacción química interpuesta entre dos etapas de transferencia de carga (EQE). Los autores indican que la oxidación de la Azitromicina comienza con la transferencia electrónica irreversible de un electrón para convertir ambos grupos amino en un catión radical (I). Luego, el catión radical extrae un átomo de H del solvente o del agua residual para producir la sal de Azitromicina (II). En este punto, la carga positiva en el nitrógeno inhibe la oxidación electroquímica por lo que de forma simultánea se produce una desmetilación que promueve la formación de una amina secundaria. De acuerdo a esto, la liberación del grupo metilo se puede originar por extracción de un protón alfa (III) para generar una enamina como intermediario (IV) que al reaccionar con el agua del medio o hidrogeno del solvente, forma una amina secundaria y un aldehído (V).

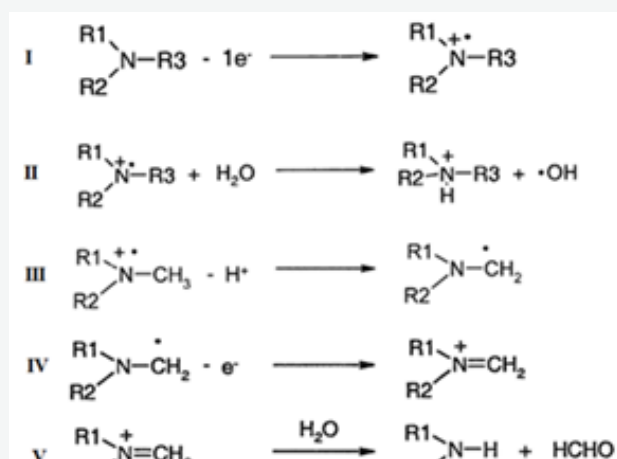


Figura 2.- Mecanismo de oxidación de Azitromicina, propuesto por Mandić, Z. y col^[6].

Donde R1 y R2 son los fragmentos de molécula que rodean los grupos amino, R3 es -H o -CH₃.

Komorsky-Lovrić, Š. y colaboradores^[13] reportaron la oxidación irreversible de la Azitromicina por voltametría cíclica y voltametría de onda cuadrada, en medio acuoso, utilizando NaClO₄ como electrolito

soporte en una ventana de potencial entre 0 y 1,2 V y una velocidad de barrido de 100 mV/s. La respuesta electroquímica de la Azitromicina revela una corriente de pico anódica a 0,936 V.

Wu, Y. y col. [15] estudiaron la oxidación electroquímica de la Azitromicina utilizando un electrodo de carbón vítreo modificado con una superficie de nanotubos de carbono multi pared (MWNT), como electrodo de trabajo, y como electrolito soporte un buffer fosfato (pH= 7). Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la Azitromicina es protonada tanto en el nitrógeno presente en la macrolactona como en el nitrógeno de la desosamina, dado que, de los grupos funcionales presentes en la estructura, el grupo amino es el que se puede oxidar con mayor facilidad.

J. Araujo y colaboradores [16], realizaron un estudio comparativo por voltametría de pulso diferencial y espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier, en la determinación del antibiótico Azitromicina en dos formulaciones farmacéuticas diferentes (cápsulas y suspensión). Estos autores reportan un estudio previo del sistema que contiene un electrodo de platino sumergido en una solución de Azitromicina 1×10^{-3} M en 0,1 M $\text{Bu}_4\text{NF}_6\text{P}/\text{CH}_3\text{CN}$, donde utilizan voltametría cíclica en un intervalo de potencial desde 200 a 900 mV y una velocidad de barrido de 100 mV/s. La respuesta obtenida durante el proceso, muestra el comportamiento típico para una reacción de oxidación irreversible, observando una corriente de pico anódica a 760 mV la cual atribuyen a la oxidación de los grupos aminos presentes en la estructura.

Peng, J. y col. [17] en 2011, plantearon un método voltamétrico para la determinación de Azitromicina en medio acuoso, modificando la superficie del electrodo de carbón vítreo con 1-butil-3-metilimidazolio hexafluorofosfato (BMIMPF_6) sobre grafeno (Gr). En este trabajo se encontró que la Azitromicina experimenta un proceso de oxidación irreversible y que constituye un proceso controlado por adsorción al aumentar la velocidad de barrido desde 0,02 a 0,3 V/s. La voltametría cíclica reveló que

la modificación realizada sobre el electrodo de trabajo puede mejorar notablemente la actividad electrocatalítica de la oxidación de Azitromicina en soluciones neutras, permitiendo de esta manera, el desarrollo de un sensor voltamétrico simple, estable y sensible para la determinación de Azitromicina en formulaciones comerciales.

En el área de electroquímica, se han desarrollado numerosos métodos voltamétricos que han permitido estudiar el comportamiento electroquímico de la Azitromicina y proponer posibles mecanismos de oxidación, en medio acuoso y en medio orgánico. No obstante, es de especial interés implementar técnicas de análisis complementarias que permitan tener una visión más completa del proceso. La Espectroelectroquímica, ha demostrado ser una herramienta accesible y viable para realizar análisis directos y rápidos sobre mecanismos de reacción, suministrando información electroquímica y espectral del proceso generado en la superficie del electrodo observado. El objetivo de la presente investigación, fue estudiar mediante la técnica Espectroelectroquímica de infrarrojo con transformada de Fourier *in situ*, la oxidación electroquímica de la Azitromicina en mezclas de Acetonitrilo y agua sobre un electrodo de Pt.

Parte experimental

Todos los arreglos instrumentales y equipos utilizados en esta investigación, han sido reportados en trabajos anteriores [21-23], se emplearon reactivos de alta pureza sin purificación previa y agua ultrapura de $18 \text{ M}\Omega$ de conductividad. Los electrodos de Platino y Plata fueron de la marca Alfa Aesar de 99,9 y 99,99 % de pureza respectivamente.

Celdas y electrodos

Se utilizaron celdas construidas en vidrio de un solo compartimento y tres electrodos. Como electrodo de trabajo se usó un disco de platino de 1 cm^2 de área geométrica empotrado en un tubo de vidrio PYREX, como auxiliar se empleó un alambre de platino en forma de espiral y como electrodo de referencia (ER) se empleó un alambre de

plata sumergido en una solución de nitrato de plata (AgNO_3) 0,01M en Acetonitrilo.

Estudios electroquímicos

Se realizó una evaluación previa del sistema electroquímico mediante voltametría cíclica utilizando una solución de Azitromicina 0,1 M y una solución de $\text{LiClO}_4 / \text{CH}_3\text{CN}$ 0,1 M como electrolito soporte, con el propósito de establecer las condiciones óptimas para este trabajo. Adicionalmente, se realizó un estudio manteniendo constante la concentración de Azitromicina e incrementando la velocidad de barrido con la finalidad de obtener información cinética del proceso de oxidación.

Finalmente, se estudió el efecto del agua sobre la respuesta electroquímica del antibiótico. Para ello, se incrementó la cantidad de agua entre 4, 8, 12 y 18 %. La ventana de potencial usada en todos los experimentos fue de -0,4 a 1,8 V y la velocidad de barrido de 100 mV/s.

Estudios electroquímicos en película delgada

Para estos estudios, las medidas fueron tomadas sobre soluciones de Azitromicina 0,1 M. Se usó una celda con el diseño adecuado para formar una película delgada entre la superficie del electrodo de platino y la ventana de seleniuro de zinc, presionando el electrodo contra dicha ventana. El intervalo de potencial se estableció entre 0,4 y 1,4 V de acuerdo a la respuesta de oxidación que mostró el fármaco en los estudios voltamétricos. La velocidad de barrido se registró a 5 mV/s.

Estudios de espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier por transmisión

Previo al estudio electroquímico, se realizó un análisis mediante espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier por transmisión, con el objetivo de identificar las bandas características del antibiótico estudiado, al igual que las señales de adsorción correspondientes a los compuestos utilizados como medio electrolítico. Los espectros fueron tomados

en una región espectral de 900 a 4000 cm^{-1} promediando 5 interferogramas, utilizando un detector DTGS. Se adquirió el espectro de la Azitromicina disuelta en Acetonitrilo a una concentración de 0,1 M, para conocer el valor de número de onda al cual absorben los distintos grupos funcionales de este macrolido en ese medio.

Estudios por Espectroscopía IRTF *in situ*

Se empleó la técnica SNIFTIR^[21-23], variando el potencial del electrodo de trabajo mediante escalones de potencial. Se estudió la región espectral de 500 a 4000 cm^{-1} , utilizando un haz polarizado p y una resolución espectral de 8 cm^{-1} . Los espectros fueron obtenidos a partir de una solución de Azitromicina 0,1 M realizando barridos interferométricos sucesivos, consistentes en un promedio de 100 interferogramas. La ventana de potencial analizada correspondió al intervalo de potencial establecido en la voltametría de película delgada y el potencial de referencia empleado para las medidas de reflectancia fue de 0,4 V utilizando un programa de pulso de escalón de potencial a cada 0,2 V, tomando cada espectro absoluto como el valor de la reflectancia a cada potencial de muestreo, $R_{(EM)}$, y el primero de la serie como de referencia $R_{(ER)}$, así se define como variación normalizada de reflectividad:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R_{(EM)} - R_{(ER)}}{R_{(ER)}} = \frac{R_{(EM)}}{R_{(ER)}} - 1$$

y los espectros se representan como una gráfica de $\Delta R/R$ vs número de onda.

Resultados y discusión

Estudios electroquímicos de la oxidación de la Azitromicina Evaluación del sistema electroquímico

En la figura 3A, se muestra el voltagrama cíclico de un electrodo de platino en una solución de Azitromicina 0,1 mol/L en $\text{LiClO}_4 / \text{CH}_3\text{CN}$ 0,1 M a una velocidad de barrido de 100 mV/s y en una ventana de potencial desde -0,4 hasta 1,8 V (vs Ag/Ag^+).

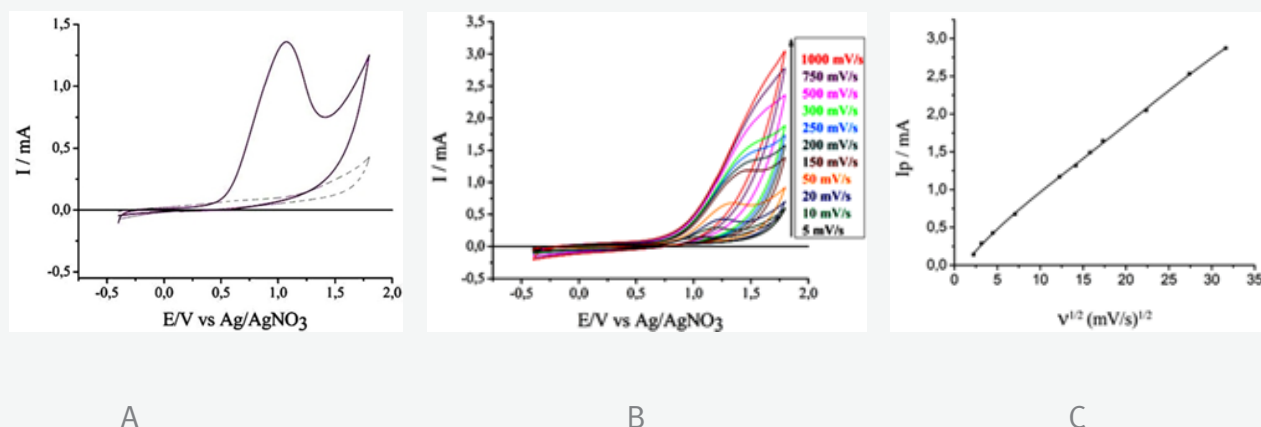


Figura 3. A) Respuesta voltamétrica del electrodo de platino en solución de Azitromicina 0,1 M. Velocidad de barrido: 100 mV/s. La línea cortada representa la respuesta del electrolito soporte en ausencia de Azitromicina. B) Respuesta voltamétrica del electrodo de platino en una solución de Azitromicina 0,1M. Velocidad de barrido: 5; 10; 20; 50; 150; 200; 250; 300; 500; 750 y 1000 mV/s y C) Variación de la intensidad de corriente pico (I_p) en función de la raíz cuadrada de la velocidad de barrido ($v^{1/2}$) para la oxidación de Azitromicina 0,1 M.

Como puede observarse de la figura 3A, la oxidación anódica de la Azitromicina en este medio produce un pico entre 0,75 y 1,25 V vs Ag/AgNO₃. Este comportamiento fue reportado por Mandić y colaboradores [12] en un medio metanólico, ellos atribuyeron la formación de este pico a la oxidación de los grupos aminos terciarios presentes en la estructura. El aumento en corriente que se observa en esa misma figura, a potenciales mayores de 1,5 V probablemente, es causado por la descomposición del medio electrolítico. De igual manera, puede apreciarse que en la ventana de potencial establecida, el electrolito soporte presenta buena conductividad eléctrica y no exhibe señales asociadas a transferencias electrónicas que puedan interferir con el proceso de oxidación estudiado.

En la voltametría cíclica del antibiótico no se observan picos de reducción en el barrido inverso incluso a distintas velocidades de barrido (5 – 1000 mV/s) indicando la naturaleza totalmente irreversible de la oxidación de la Azitromicina (figura 3B).

Cuando se aumenta la velocidad de barrido, en el sistema se aprecia un incremento en la intensidad de corriente de pico y un ligero desplazamiento de los potenciales de pico anódico. El incremento en la intensidad de

corriente se debe al aumento del flujo de especies reaccionantes hacia la superficie del electrodo al aplicar una velocidad de barrido cada vez mayor y el ligero desplazamiento hacia potenciales más positivos, en el potencial de pico, indica que el proceso de transferencia electrónica es lento [23].

Adicionalmente, se grafica (figura 3B) la intensidad de corriente de pico (I_p) como una función de la raíz cuadrada de la velocidad de barrido ($v^{1/2}$), para estudiar el proceso de oxidación de la Azitromicina de manera cualitativa, encontrándose una variación cuasi lineal con coeficiente de regresión lineal de 0,9935 y un corte en el eje de ordenadas distinto de cero; esto sugiere, que la oxidación electroquímica de la Azitromicina involucra procesos mixtos que influyen sobre la reacción de transferencia electrónica pura [23].

Estudios electroquímicos en película delgada de la oxidación de la Azitromicina

Los estudios electroquímicos en película delgada se realizaron bajo las condiciones a emplearse en los análisis electroquímicos. Este sistema consistió de una celda con una ventana transparente al infrarrojo, solución electrolítica en película delgada y bajas

velocidades de barrido.

En La figura 4, se observa la respuesta voltamétrica a una velocidad de barrido de 5 mV/s, del mismo sistema en estudio, pero en este caso el estudio es realizado en película delgada de la solución de Azitromicina 0,1 M formada entre el electrodo de platino y la ventana de seleniuro de zinc. En rasgos generales, se puede decir que el comportamiento se mantiene y la señal atribuida a la oxidación irreversible de la Azitromicina se observa entre 0,8 y 1,0 V. La diferencia en la respuesta electroquímica obtenida en este estudio con respecto a los estudios electroquímicos anteriores (respuesta voltamétrica a 5 mV/s figura 3B), es consecuencia de un proceso de difusión restringido debido al diseño de celda, la disposición de los electrodos en estos experimentos, hacen que la caída IR sea mayor que en condiciones de difusión lineal semiinfinita.

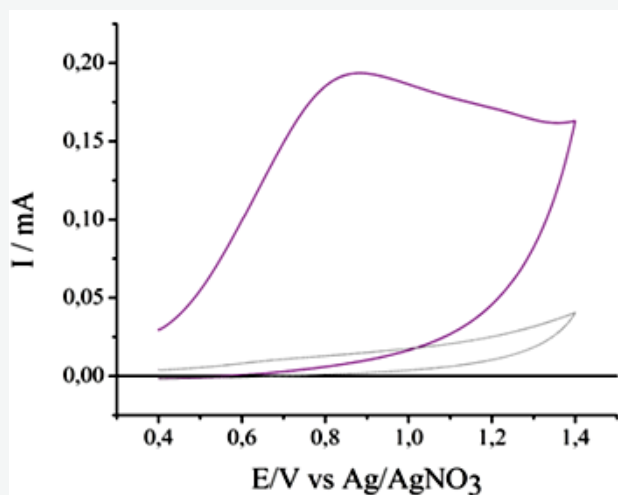


Figura 4. Respuesta voltamétrica en película delgada del electrodo de platino en una solución de Azitromicina 0,1 M. Velocidad de barrido: 5 mV/s.

Estudios por Espectroscopía IRTF por transmisión de la Azitromicina

En las tablas 1 y 2, se muestran las señales y asignaciones más resaltantes observadas en los espectros de trasmisión obtenidos para las soluciones del electrolito soporte en CH₃CN y de la Azitromicina 0,1 M disuelta en éste, las cuales fueron tomadas para

corroborar las asignaciones en los estudios *in situ*.

Tabla 1.- Asignación de las principales bandas del espectro infrarrojo de LiClO₄/CH₃CN 0,1 M.

Longitud de onda cm ⁻¹	Tipo de vibración
3002	Tensión asimétrica de C-H
2944	Tensión simétrica de C-H
2294-2250	Tensión C≡N
1444	Deformación asimétrica de C-H
1376	Deformación simétrica de C-H

Tabla 2.- Asignación de las principales bandas del espectro infrarrojo de la Azitromicina 0,1 M

Longitud de onda cm ⁻¹	Tipo de vibración
3512	Tensión O-H
2974 - 2796	Tensión asimétrica y simétrica de C-H
1718	Tensión C=O
1460	Flexión asimétrica C-H
1384	Flexión simétrica C-H
1180	Tensión asimétrica C-O-C
1056	Tensión simétrica C-O-C

Estudios por Espectroscopía IRTF in situ de la oxidación de la Azitromicina

Con la finalidad de caracterizar y/o confirmar los posibles productos de reacción de la Azitromicina en medio orgánico, se realizó el seguimiento de la reacción por infrarrojo *in situ*. En la figura 5 se muestran los espectros de reflectancia obtenidos en una solución de Azitromicina 0,1 M. Las bandas más resaltantes se reportan en las tablas 3.

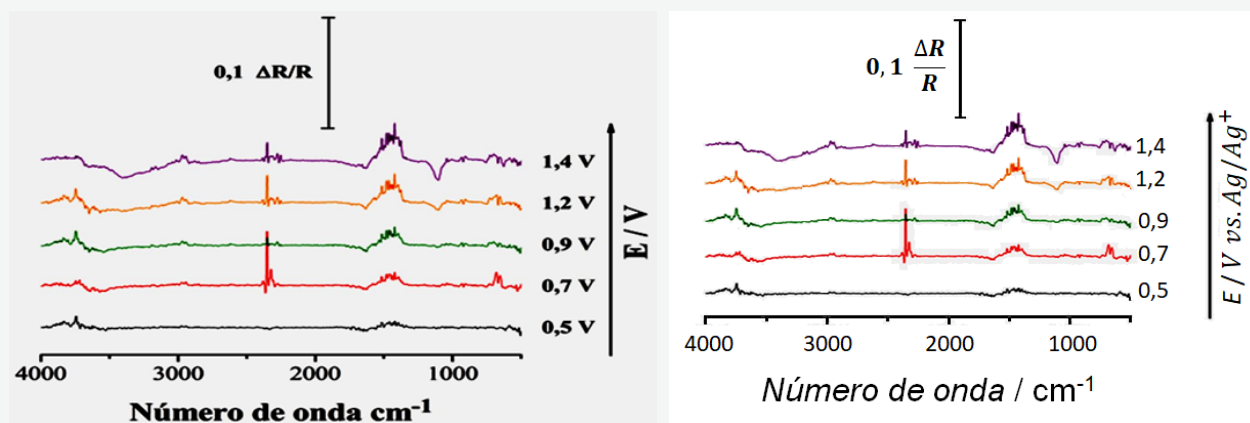


Figura 5.- Espectro IRTF in situ para la oxidación de Azitromicina 0,1 M en $\text{LiClO}_4/\text{CH}_3\text{CN}$ 0,1 M..

En los espectros infrarrojos normalizados (SNIFTIR) se aprecia en la región de 3517 cm^{-1} , una banda negativa producto de la vibración de tensión O-H. Entre 2968 y 2873 cm^{-1} se aprecia un conjunto de bandas atribuidas a las vibraciones de tensión C-H. Estas señales se van incrementando paulatinamente de forma positiva indicando la desaparición de estos enlaces de la estructura. La zona entre 2360 y 2234 cm^{-1} exhibe una serie de bandas negativas y positivas que aparecen desde $0,5\text{ V}$. Estas bandas pueden asignarse a la vibración de tensión del grupo nitrilo ($\text{C}=\text{N}$) y a combinaciones y deformaciones del grupo $-\text{C}=\text{N}^+-\text{C}-$ de las sales de iminas. El carácter positivo de las señales está asociado nuevamente al efecto de compensación de cargas en la película delgada [24]. No obstante, la banda que se observa a 2252 cm^{-1} de signo negativo y que distingue

claramente las sales de iminas [25], puede indicar la formación del ión iminio en el proceso de oxidación.

A partir de $0,7\text{ V}$ comienza a apreciarse la formación de una banda bipolar a aproximadamente 1700 cm^{-1} . El lóbulo negativo de esta señal se ubica en 1745 cm^{-1} y es comparable con la señal correspondiente a la vibración de tensión del grupo carbonilo de un ácido mientras que el lóbulo positivo se localiza a 1723 cm^{-1} y puede atribuirse a la vibración de tensión $\text{C}=\text{O}$ del grupo éster. La variación en la frecuencia de absorción del grupo carbonilo indica el cambio en el ambiente químico que podría experimentar este enlace en el proceso electroquímico. En último lugar, se observan un grupo de bandas entre 1108 y 1000 cm^{-1} , características del electrolito soporte.

Tabla 3.- Asignación de las principales bandas encontradas en el espectro SNIFTIR durante la oxidación de la Azitromicina 0,1 M / CH_3CN

Signo	Longitud de onda cm^{-1}	Tipo de vibración
-	3032	Tensión O-H
+	2967 - 2796	Tensión C-H
-	2368 - 2255	Deformaciones de $-\text{C}=\text{N}^+-\text{C}-$
-	1745	Tensión $\text{C}=\text{O}$ de $-\text{COOH}$
+	1725	Tensión $\text{C}=\text{O}$ de $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$

Mecanismo de oxidación de la Azitromicina

De acuerdo con la literatura, la Azitromicina se oxida en ambos grupos aminos y el primer paso de este proceso, es la pérdida de un electrón del par libre de electrones del átomo de nitrógeno dimetil sustituido^[16]. Bajo estas consideraciones, Ortiz y colaboradores al trabajar con Azitromicina en hexafluorofosfato de tetrabutylamonio/Acetonitrilo, plantearon el esquema de reacción mostrado en la figura 6. Este

mecanismo indica que la Azitromicina al ser sometido a una diferencia de potencial se oxida en el nitrógeno del azúcar, para transformarse en una especie con número impar de electrones; esta estructura pierde un protón y genera un radical que nuevamente es oxidado y origina la sal de imina. Por último, la sal de imina formada experimenta un proceso similar sobre el nitrógeno de la macrolactona y produce una segunda sal de imina.

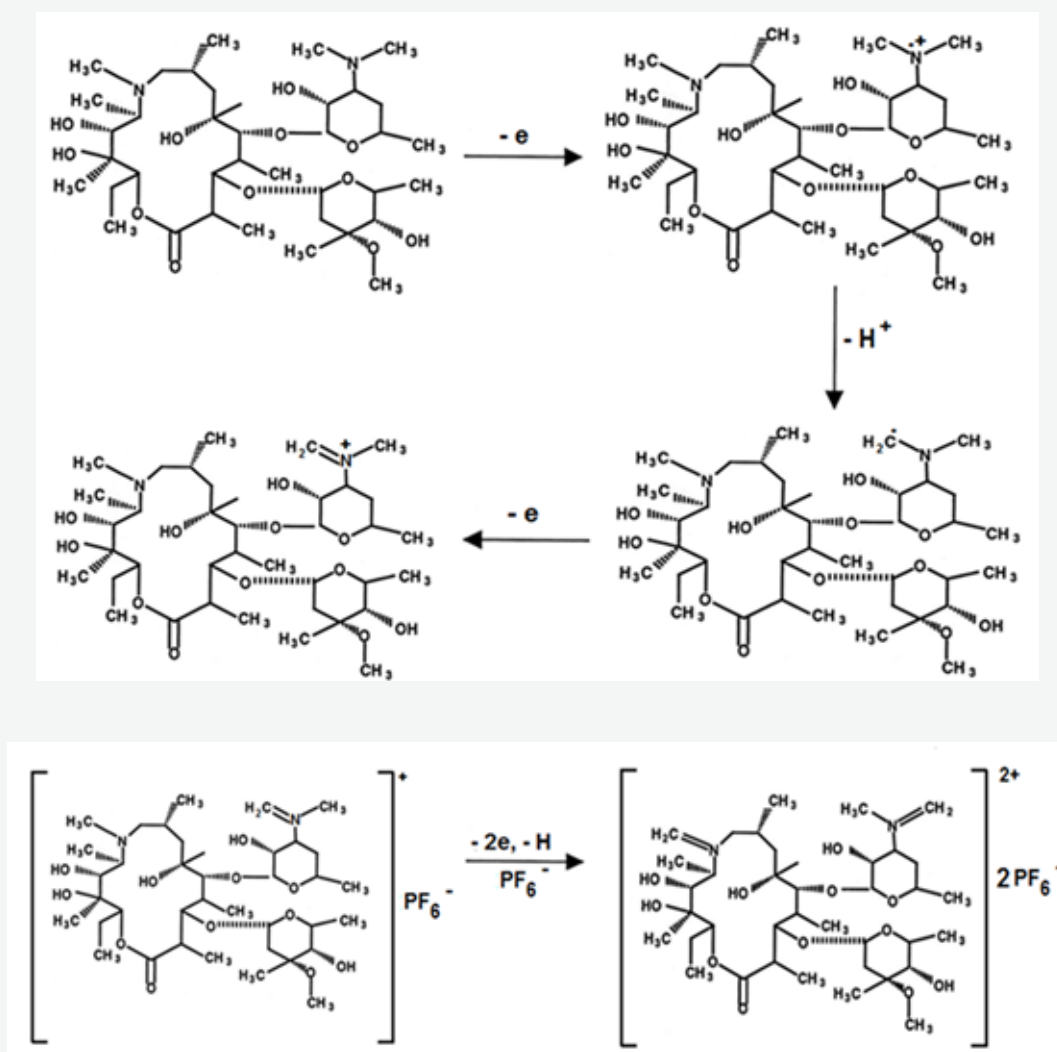


Figura 6.- Esquema de reacción para la oxidación de la Azitromicina.

Esta secuencia de reacciones podría explicar algunas de las bandas observadas en los espectros SNIFTIR de la oxidación de la

Azitromicina tales como la transformación de los grupos metilos que sustituyen a los átomos de nitrógeno en la estructura y la

formación del ión iminio. No obstante, debe considerarse que este proceso ocurriría de manera simultánea ya que el voltagrama cíclico sólo exhibe un pico de oxidación.

Por otra parte, en este mecanismo el grupo carbonilo de la molécula permanece invariable por lo que debe ocurrir una reacción adicional que produzca las modificaciones vistas para este grupo en los espectros

infrarrojos *in situ*. La bibliografía [16] reporta que parte de la Azitromicina que queda sin reaccionar electroquímicamente y también el producto de la oxidación del antibiótico puede experimentar una hidrólisis en medio ácido como consecuencia de la presencia de agua residual en el sistema y de los protones generados en el medio de reacción. Los productos de estas reacciones se muestran en la figura 7 y 8.

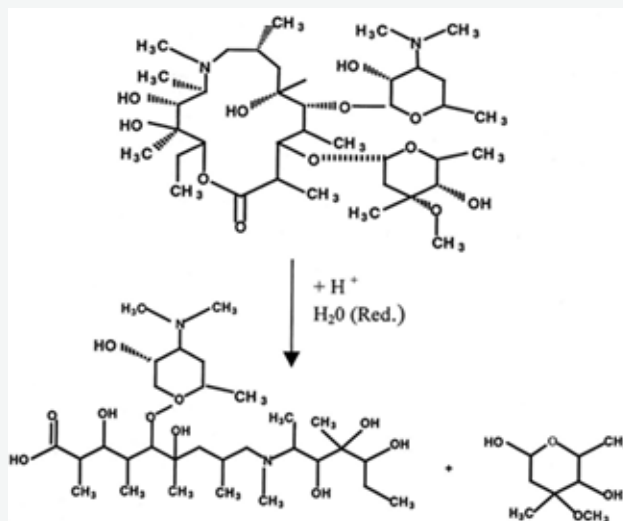


Figura 7.- Reacción colateral sobre la Azitromicina sin reaccionar.

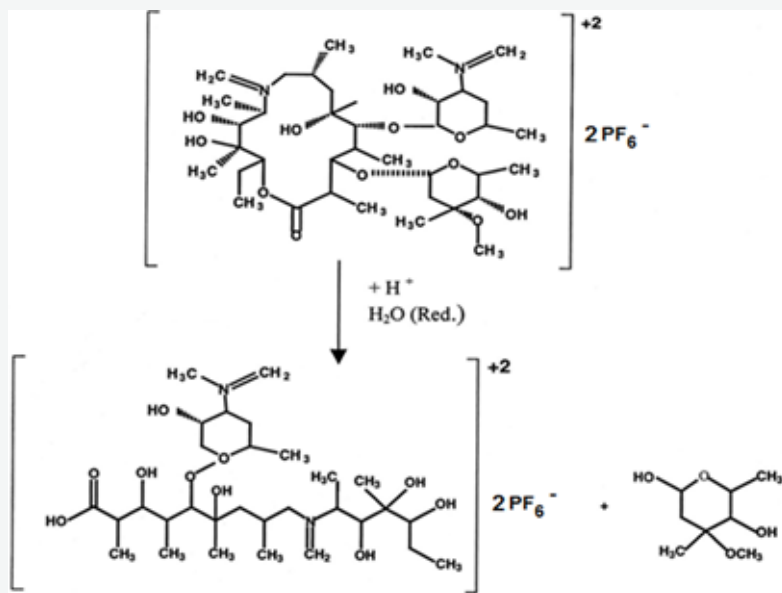


Figura 8.- Reacción colateral sobre el producto de oxidación de la Azitromicina.

Con el objeto de discernir si el sistema en estudio está siendo afectado por estas reacciones colaterales, se agregó un 4, 8, 12 y 18 % de agua al sistema. El agua introducida al sistema podría favorecer la posible reacción de hidrólisis. Esto nos permite evaluar la respuesta electroquímica y espectral de la Azitromicina.

Efecto de la adición de agua sobre la respuesta electroquímica de la Azitromicina

La señal atribuida a la oxidación de la Azitromicina a medida que se incrementa la cantidad de agua en el sistema es mostrada

en la figura 9. El estudio evidencia una disminución considerable en la definición del pico y en la corriente atribuida a la oxidación de la Azitromicina pico observado entre 0,75 y 1,5 V aproximadamente; esto es un indicio de que la Azitromicina en presencia de agua, sufre un proceso irreversible transformándose en sustancias electroquímicamente inactivas. Este comportamiento podría indicar que al incrementar el contenido de agua en el sistema, menor es la cantidad de Azitromicina que se oxida y en consecuencia, la corriente disminuye o que existe un proceso competitivo.

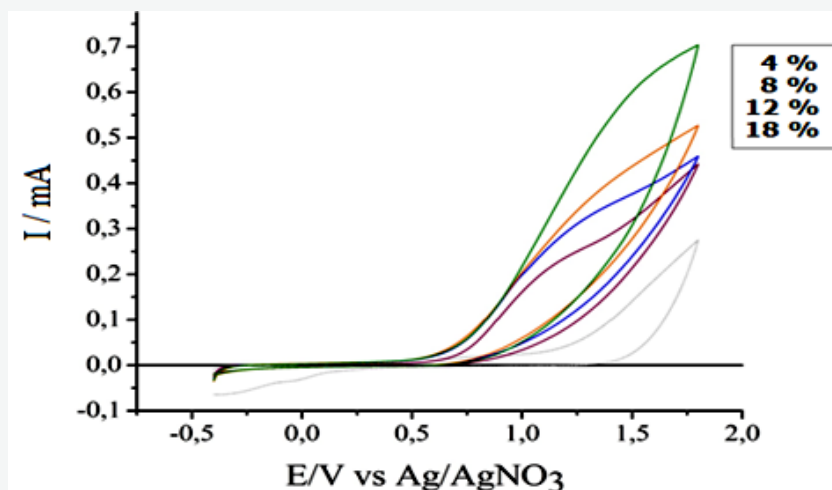


Figura 9.- Voltagrama cíclico de la oxidación de Azitromicina 0,1 M en $\text{LiClO}_4/\text{CH}_3\text{CN}$ con agregados de: 4 %, 8 %, 12 % y 18 % de agua a 100 mV/s.

Estudios por Espectroscopía IRTF *in situ* de la oxidación de la Azitromicina. Efecto de la adición de agua.

En este estudio se muestran los resultados obtenidos al agregar un 12 y un 18 % de agua al sistema. La presencia de agua en el medio electrolítico origina modificaciones en la respuesta espectral (figura 10). Las señales más importantes se localizan entre 2374 y 2252 cm^{-1} correspondientes a la vibración de tensión del grupo nitrilo ($\text{C}\equiv\text{N}$) y una banda negativa entre 1150 y 1070 cm^{-1} correspondientes a la absorción del ión ClO_4^- . Los espectros IRTF *in situ* obtenidos para la solución de Azitromicina 0,1 M luego de agregar 12 y 18% de agua (figuras 10 superior

y 10 inferior) muestran como era de esperar por estar por la presencia de agua en el sistema, un grupo de bandas a longitudes mayores de 3000 cm^{-1} . Adicionalmente, puede observarse entre 2973 y 2876 cm^{-1} el desarrollo de un grupo de bandas que pueden atribuirse a vibraciones de tensión de enlaces C-H. El incremento de estas bandas en sentido positivo a medida que se aumenta la diferencia de potencial, nuevamente indica la transformación de los grupos metilos que sustituyen este tipo de enlaces en la estructura.

A longitudes de onda entre 2377 y 2255 cm^{-1} pueden distinguirse una combinación de bandas características de los grupos

grupo $-C=N^+-C-$ de las sales de iminas y la vibración de tensión del grupo $C\equiv N$. El cambio en los coeficientes de adsorción revela tanto la participación del solvente en la compensación de cargas en la interfase electrodo/solución como la posible formación del ión iminio durante la oxidación del antibiótico. A 1700 cm^{-1} aproximadamente, se observa nuevamente la formación de una banda bipolar. El lóbulo negativo se ubica en 1733 cm^{-1} y el lóbulo positivo en 1721 cm^{-1} . Esta banda es atribuida

a la vibración de tensión del grupo carbonilo de un ácido y la vibración de tensión $C=O$ del grupo éster, respectivamente. Por último, en la región comprendida entre 1109 y 1048 cm^{-1} se aprecian las bandas originadas por la absorción del electrolito soporte. El incremento en el carácter negativo de esta banda al aplicar un potencial mayor de $0,7\text{ V}$ indica el aumento de las especies negativas en las cercanías del electrodo debido a efectos electrostáticos [24].

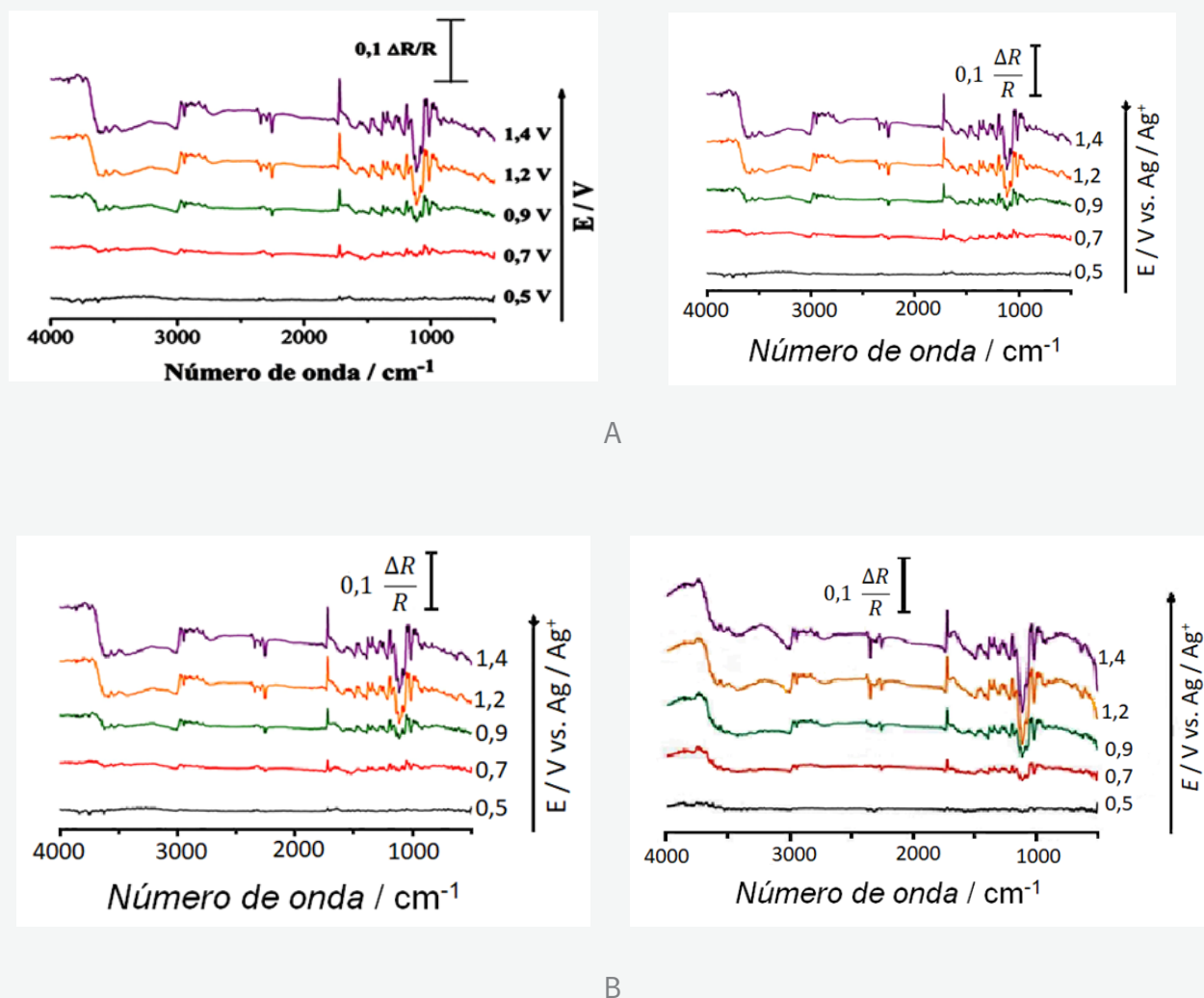


Figura 10.- Espectros FTIR in situ para la oxidación de: A) Azitromicina $0,1\text{ M} + 12\%$ y B) Azitromicina $0,1\text{ M} + 18\%$ de agua, ambos en $\text{LiClO}_4/\text{CH}_3\text{CN}$ $0,1\text{ M}$.

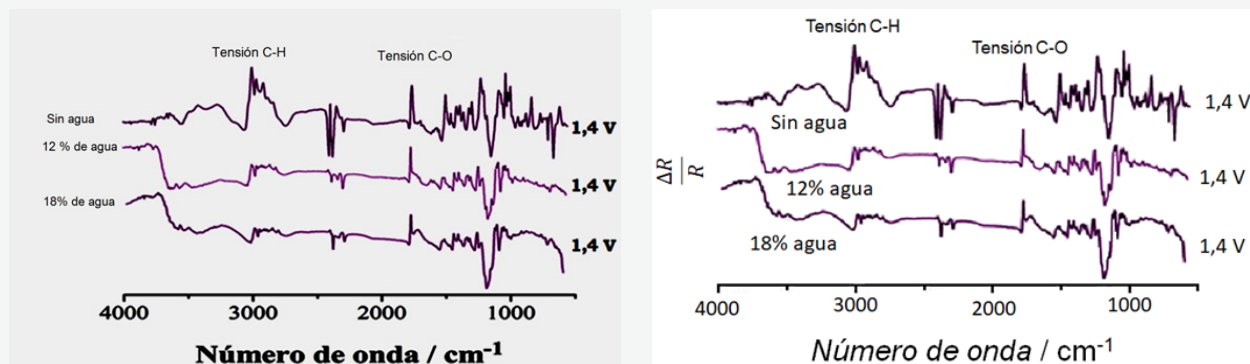


Figura 11.- Comparación de los espectros IRTF *in situ* para la oxidación de Azitromicina 0,1 M, influencia del agua agregada al solvente.

En la figura 11 se hace un estudio comparativo de los espectros IRTF *in situ* tomados a 1,4V durante la oxidación de Azitromicina 0,1 M en el medio en estudio y la influencia del agua agregada al medio electrolítico. La banda que mejor caracteriza en términos cuantitativos el proceso de oxidación de la Azitromicina, es la correspondiente a la transformación de los grupos metilos que sustituyen a los átomos de nitrógeno, ubicada entre 2973 y 2876 cm^{-1} . Sin agua añadida, esta banda es

50 % mayor que la producida por el grupo C=O a 1,4 V. Al agregar agua al sistema, el análisis espectral permitió ver un cambio en la intensidad de la banda del grupo carbonilo. Al aumentar la cantidad de agua en 12 y 18 %, la señal del C=O se incrementa en 30 y hasta en 60 % aproximadamente, respecto a la banda de tensión C-H. Estos resultados apoyan la idea de que una de las reacciones colaterales podría ser la hidrólisis del grupo éster en medio ácido.

Conclusiones

La respuesta electroquímica del electrodo de platino sumergido en una solución de Azitromicina 0,1 M empleando $\text{LiClO}_4/\text{CH}_3\text{CN}$ 0,1 M como electrolito soporte, indican que es posible observar la oxidación irreversible del antibiótico en un intervalo de velocidades de barrido entre 5 y 1000 mV/s. La respuesta espectroelectroquímica del sistema en ausencia de agua permitió corroborar la transformación de los grupos metilos que sustituyen a los átomos de nitrógeno y la formación de una sal de imina como producto de la oxidación de la Azitromicina.

Los estudios de voltametría cíclica realizados al sistema en presencia de los porcentajes de agua añadidos, confirman que al adicionar agua al sistema en estudio, disminuye la cantidad de Azitromicina oxidada favoreciendo la hidrólisis del grupo éster de la estructura. La respuesta espectral al añadir agua al sistema, confirma la hidrólisis del grupo éster de la Azitromicina, estas reacciones colaterales que ocurren podrían estar asociadas a la Azitromicina que queda sin reaccionar, al producto de la oxidación o a ambas simultáneamente.

Referencias

- 1- Cobos-Trigueros, N. (2009). "Macrólidos y cetólidos". Enfermedades infecciosas y microbiología clínica 27, (7): 412-418.

- 2- Salazar, E.; Perrone, M. (2001). "Rol de la Azitromicina en el tratamiento de abscesos periodontales". *Acta Odontológica Venezolana*. 39 (3): 1-6.
- 3- Ali Mallah, M. (2011). "Assessment of Azithromycin in Pharmaceutical Formulation by Fourier-transform Infrared (FT-IR) Transmission Spectroscopy". *Pak. J. Anal. Environ. Chem.* 12 (1-2): 1-7.
- 4.- Parnham M. J., E. Haber V., Giamarellos-Bourboulis E. J., Perletti G., Verleden G. M. and Vos R. (2014). "Azithromycin: mechanisms of action and their relevance for clinical applications" *Pharmacol Ther.* 143(2): 225-45.
- 5- Gautret, P., Lagier, J. C., Parola, P., Hoang, V. T., Meddeb, L., Mailhe, M., Doudier, B., Courjon, J., Giordanengo, V., Vieira, V. E., Tissot Dupont, H., Honoré, S., Colson, P., Chabrière, E., La Scola, B., Rolain, J. M., Brouqui, P., & Raoult, D. (2020). "Hydroxychloroquine and azithromycin as a treatment of COVID-19: results of an open-label non-randomized clinical trial". *International Journal of Antimicrobial Agents*. 56(1): 105949.
- 6- Zhang, S. and Jiang, J.-Q. (2020), Comparative removal of imidacloprid, bisphenol-S, and azithromycin with ferrate and FeCl₃ and assessment of the resulting toxicity. *J Chem Technol Biotechnol*. doi:10.1002/jctb.6515. Aceptado
- 7- Chen, L.; Qin, F. (2007) "Quantitative determination of azithromycin in human plasma by ultra-performance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry and its application in a pharmacokinetic study". *Journal of Chromatography B*. 855(2) : 255–261.
- 8- Lucchi, M.; Damle, B. (2008) "Pharmacokinetics of azithromycin in serum, bronchial washings, alveolar macrophages and lung tissue following a single oral dose of extended or immediate release formulations of azithromycin". *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*: 61(4) 884–891.
- 9- Tshilumba, P., Muindu, M., Kasongo, M., Mujinga, G., Zabakani, M., Kasongo, J., Tshamba, M., Nkwanga, J., Djang'eing'a, R., Duez, P. and Ndoumba, J. (2019) . Substandard/ Falsification Antibacterial Agents: A Systematic Review of Liquid Chromatographic and Spectrophotometric Methods for Their Detection. *American Journal of Analytical Chemistry*, 10, 348-365.
- 10- Li-Xin W., Ya-Ping L., Chang-Qin H. Y. C. (2016) "Factors Influencing the HPLC Determination for Related Substances of Azithromycin, *Journal of Chromatographic Science* 54(2) : 187–194.
- 11- Sobhy M. E., Mohamed E. E., Marwa H. H. (2019) "Spectrophotometric Analysis of Azithromycin and Clarithromycin in Tablets and Human Plasma Using p-Chloranilic Acid" *Analytical Chemistry Letters*, 9(3): 362-372.
- 12- Mandić, Z.; Weitner, Z. (2003) "Electrochemical oxidation of azithromycin and its derivatives" *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 33(4): 647-654.
- 13- Komorsky-Lovrić, Š.; Nigović, B. (2004) "Identification of 5-aminosalicylic acid, ciprofloxacin and azithromycin by abrasive stripping voltammetry". *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 36: 81–89.
- 14- Farghaly, O.; Mohamed, N. (2004) "Voltammetric determination of azithromycin at the carbon paste electrode". *Talanta* 62(3): 531–538.

- 15- Wu, Y.; Ji, X. (2004) "Studies on electrochemical oxidation of azithromycin and its interaction with bovine serum albumin". *Bioelectrochemistry* 64(1) 91- 97.
- 16- Araujo, J.; Ortiz, R. (2006) "Determination of Azithromycin in Pharmaceutical Formulations by Differential Pulse Voltammetry. Comparison with Fourier Transformed Infrared Spectroscopic Analysis". *Portugaliae Electrochimica Acta* 24(1) :71-81.
- 17- Peng, J. (2011) "Electrochemical behavior of azithromycin at graphene and ionic liquid composite film modified electrode" *Talanta* 86(30) : 227-232
- 18.- Ioan-Adrian Stoian, Bogdan-Cezar Iacob, Cosmina-Larisa Dudaş, Lucian Barbu-Tudoran, Diana Bogdan, Iuliu Ovidiu Marian, Ede Bodoki, Radu Oprean. (2020) "Biomimetic electrochemical sensor for the highly selective detection of azithromycin in biological samples" *Biosensors and Bioelectronics*, Volume 155: 112098
- 19.- Saied Jafari, Mohammad Dehghani, Navid Nasirizadeh, Mostafa Azimzadeh (2018) "An azithromycin electrochemical sensor based on an aniline MIP film electropolymerized on a gold nano urchins/graphene oxide modified glassy carbon electrode" *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 829: 27-34,
- 20.- Patrícia Rebelo,ab João G. Pacheco, M. Natália D. S. Cordeiro, André Melob and Cristina Delerue-Matosa (2020) "Azithromycin electrochemical detection using a molecularly imprinted polymer prepared on a disposable screen-printed electrode" *Anal. Methods*, 12: 1486-1494
- 21.- R. Ortiz, K. MárquezO. P. Márquez, J. Márquez. (2003) "In situ FTIR monitoring of Ag and Au Electrodeposition on glassy carbon and silicon". *Electrochimica Acta* 48(6), 711-720
- 22.- L.F. D'Elia and R. Ortiz / (2005) Electrochemical Oxidation of Toluene on Glassy Carbon Electrodes in Organic Medium" *Portugaliae Electrochimica Acta* 23 481-490.
- 23- D'Elia, L. F. Ortiz R. L., Rinón L., (2004) "Evaluation of titanium dioxide and cerium oxide as anodes for the electrooxidation of toluene: A theoretical approach of the electrode process". *Electrochimica Acta* 49(24): 4197-4203
- 24 -Ortíz, R.; Márquez, O., Gutierrez C. (1996) "Necessity of oxigenated surface species for the electrooxidation of methanol on iridium". *Journal Physical Chemistry* 100 (20) 8389-8396.
- 25- Conley, R. "Espectroscopía infrarroja". Editorial ALHAMBRA. 1º Edición. España. (1979), 94-217.

REMOCIÓN ELECTROQUÍMICA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS SULFURADOS EN AGUAS AGRIAS DE PLANTA DE VAPOCRAQUEO DE PETRÓLEO VENEZOLANO

ELECTROCHEMICAL REMOVAL OF SULFURATED ORGANIC COMPOUNDS IN SOUR WATERS OF PETROLEUM VAPOCRACKING PLANT

César Figueredo, Reynaldo Ortiz, Elkis Weinhold

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Electroquímica, Mérida-Venezuela.
elkisw@gmail.com

Recibido: 29-07-20

Aceptado: 03-10-20

Resumen

Se evaluó la oxidación electroquímica en la transformación de compuestos orgánicos sulfurados presentes en aguas agrias de efluentes provenientes del proceso de vapo craqueo de petróleo con emulsiones catalíticas del Laboratorio de Petróleo y Catálisis de la Universidad de Los Andes. Se empleó tiofeno como compuesto modelo para establecer las condiciones electroquímicas de su transformación a sulfatos. Se empleó grafito de una mina de lápiz de dibujo como electrodo de trabajo, 4 mm de diámetro, el contraelectrodo una lámina de platino de 0,5 cm² y referencia Ag/AgCl. Se obtuvo un 80% de remoción de sulfurados orgánicos al realizar electrólisis a 50 µA durante 240 segundos.

Palabras clave: Electrooxidación de tiofeno, tratamientos de aguas agrias, efluentes de petróleo

Abstract

Electrochemical oxidation was evaluated for transformation of sulfurized organic compounds present in sour water from oil effluents vapor cracking process with catalytic emulsions from the Petroleum and Catalysis Laboratory of the University of Los Andes. Thiophene was used as a model compound to establish the electrochemical conditions. Graphite from a drawing pencil lead was used as the working electrode, 4 mm in diameter, counter electrode a platinum foil of 0.5 cm² and Ag / AgCl reference. An 80% removal of organic sulfides was obtained when electrolysis was carried out at 50 µA for 240 seconds.

Key words: Electrooxidation of thiophene, sour water treatments, oil effluents.

Elkis Weinhold: Dra en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias – ULA. Mérida-Venezuela. **Email:** elkisweinhold@gmail.com. **Reynaldo Ortiz:** Dr en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciado en Química (ULA), investigador de la Facultad de Ciencias-ULA Mérida-Venezuela. **Email:**reynaldoluis@gmail.com. **Cesar Figueredo:** MSc en Electroquímica Fundamental y Aplicada (ULA), Ing Químico (ULA), investigador Facultad de Ingeniería -ULA Mérida-Venezuela. **Email:** elkisweinhold@gmail.com.

Introducción

La contaminación ambiental debida a los efluentes industriales causa graves daños al medio ambiente y a la salud. Parte fundamental de la gestión ambiental en cualquier industria, es la depuración de los efluentes líquidos. Esto debe ser asumido como un doble compromiso, de obligación medioambiental con la sociedad y como parte del proceso de producción. El tratamiento de los residuos industriales es un tema en auge para la investigación, ya que es necesario descubrir y optimizar nuevos procesos de tratamiento de efluentes que logren la desintoxicación del residuo a costos asumibles por la Industria. Entre estos nuevos procedimientos destacan los de tecnología electroquímica que, por su gran versatilidad, se presentan como métodos a tener en cuenta en el tratamiento de numerosos efluentes. ^[1,2]

En el presente trabajo de investigación, las aguas contaminadas (aguas agrias) tratadas, provienen del proceso de vapocraqueo de crudo (petróleo) con emulsiones catalíticas el cual es uno de los métodos utilizados para la conversión y el mejoramiento de crudos pesados. Tiene como finalidad romper parte de los enlaces de las moléculas de alto peso molecular que conforman los compuestos del petróleo, en compuestos de cadena más corta, a través del craqueo ya sea térmico o catalítico. En el proceso se proporciona hidrógeno que aporta la molécula de agua (H_2O) para aumentar la proporción H/C del crudo, uniéndose a la cadena y produciendo ruptura de las moléculas. Esta hidrogenación también se emplea para saturar los enlaces C-C. Todas las tecnologías de conversión que constantemente se actualizan tienen el objetivo de mejorar los crudos originales, bajar los costos de inversión y operación y cumplir con las estrictas reglamentaciones de seguridad y medio ambiente. Estas tecnologías también pueden aplicarse a los residuos generados de la destilación de cualquier crudo. En el proceso de conversión y mejoramiento de un crudo a uno de mayor grado comercial, se producen compuestos sulfurados (por ejemplo sulfuro de hidrógeno H_2S y sulfuros orgánicos), fenoles, cianuro de hidrógeno, mercaptanos, ácidos

orgánicos y amoníaco (NH_3). A las aguas de proceso obtenidas en estas unidades que se encuentra saturada por los contaminantes, se les conoce como aguas agrias [3]. El agua agria debe ser tratada ya sea para reutilizarse dentro del proceso, o como aguas de desecho, para su disposición final.

Las aguas agrias que están contaminadas con azufre que se encuentra combinado en compuestos cíclicos de estructura aromática, como el tiofeno, son más difíciles de tratar por la naturaleza del contaminante. La desulfuración de tiofenos, por largo tiempo, ha servido como modelo importante para los procesos industriales de hidrodesulfuración, sin embargo, el comportamiento electroquímico de los electrodos de metales nobles en solución contaminada con tiofenos ha atraído un gran interés hacia la exploración del comportamiento electrooxidación de tiofeno ^[4].

Gui y colaboradores en 1991 ^[5] investigaron la oxidación del tiofeno sobre platino concluyendo que la oxidación del tiofeno sobre electrodos de platino en una solución buffer ($pH = 3$) de HF y KF conduce a la formación de SO_4^{2-} y CO_2 como productos finales. Así, la oxidación del tiofeno resulta en la producción de inorgánicos inofensivos o especies químicas menos nocivas al medio ambiente. M. Hourani, concluyó en 1994 ^[6] que en la electrolisis la unión es siempre a través de un átomo de azufre en la adsorción de compuestos de azufre, esto puede ser un indicio de la posibilidad de destrucción selectiva de compuestos de azufre en la oxidación sobre electrodos de platino. Finalmente, con frecuencia en los procesos industriales, se presentan descargas muy exigentes o que exceden las normas de regulación ambiental y aún utilizando los distintos tratamientos, no puede lograrse la adecuada calidad del agua. En tales situaciones la práctica es utilizar la filtración como un proceso terciario o final de depuración. En condiciones de operación el agua se pasa a través del medio filtrante, bien en co-corriente o en contra corriente, dependiendo del diseño del filtro. Como el agua pasa a través de los canales entre los granos del medio filtrante, las partículas contaminantes presentes en ella

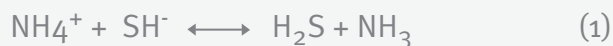
pueden ser físicamente atrapadas dentro del lecho, o interactuar electrostáticamente con las partículas del medio filtrante y ser adsorbidas en su superficie.

La presente investigación tuvo como objetivo principal la aplicación de técnicas electroquímicas para la destrucción de compuestos orgánicos de azufre, en aguas efluentes provenientes de una planta de vapocraqueo de crudo con emulsiones catalíticas. Con relación a esto, en la industria del petróleo, se encuentra que tanto las aguas agrias provenientes de un proceso, como el agua producida por los pozos petrolíferos contienen en sus composiciones, contaminantes y residuos indeseables, lo que genera problemas en los diversos procesos que se llevan a cabo en la industria. El agua con cierto porcentaje de petróleo, compuestos orgánico sulfurados, concentraciones de sales minerales y otros elementos perjudiciales al medio ambiente origina inconvenientes, ya que no pueden verse al medio ambiente sin cumplir con los estándares exigidos por el Ministerio de Ambiente, al igual que resulta perjudicial su empleo en equipos y plantas no diseñados para el manejo de un fluido con las características mencionadas, pudiendo originar corrosión, deposición de sólidos entre otros problemas [7,12].

La Unidad Despojadora de Aguas Agrias, se encarga de eliminar principalmente el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y amoníaco (NH_3) del agua de proceso generada en el Mejorador para llevarla a un nivel aceptable. Esto se logra calentando y alimentando el agua a una columna de despojamiento, en la cual se retiran las impurezas por transferencia de masa al vapor ascendente generado en el rehervidor. El H_2S y el NH_3 , se retiran como gas agrio a una Unidad de Recuperación de Azufre, donde el Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) se convierte en azufre elemental y el amoníaco (NH_3) se oxida. El agua agria, despojada proveniente de la columna se enfría y es bombeada a un sistema de distribución, el 50% es devuelto para su reuso en las Unidades de Destilación, Coquificación Retardada, Hidroprocesamiento y la otra parte es tratada en la Planta de tratamiento de Efluentes antes de su disposición final.

Las Aguas agrias provenientes de los sistemas de tratamiento de hidrocarburos como el Hidrotratamiento de aceite ligero e Hidrocraqueo de aceite pesado, se alimentan a tambores flash que operan a una presión de 5 Psi y una temperatura de 116 °F. Estos tambores son presurizados al vacío con gas combustible y se diseñan para separar el hidrocarburo líquido arrastrado por el agua y permitir la desgasificación del agua debido a la vaporización [8].

El agua de proceso producida en los Mejoradores de petróleo contiene electrólitos volátiles y débiles incluyendo el sulfuro de hidrógeno, amoníaco, fenoles, cianuro de hidrógeno, mercaptanos, compuestos orgánicos sulfurados y ácidos orgánicos. Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) y amoníaco (NH_3) es tal que se exige vapor que despoje el agua de proceso para reducir el H_2S y NH_3 a niveles aceptables para reutilizarla y tratarla más allá para su disposición. El H_2S y NH_3 reaccionan en el agua para formar bisulfuro de amonio (NH_4SH) que es la sal de un ácido débil (H_2S) y una base débil (NH_4OH). Esta sal hidroliza en el agua para formar NH_3 y H_2S libres, los cuales entonces ejercen presión parcial y pueden despojarse. El equilibrio de la fase acuosa puede ser representado por la siguiente expresión [9]:



Aumentando la temperatura cambia el equilibrio del sistema hacia la formación de más H_2S y NH_3 libres y por eso lo hace más fácil de despojar. El H_2S es mucho menos soluble en agua que el NH_3 y por consiguiente, se despoja más rápidamente [13].

Debido a que en la industria venezolana se utilizan procedimientos para la descontaminación de las aguas agrias, con la finalidad de reutilizarlas o darles una disposición final, se decidió utilizar las técnicas electroquímicas como método alternativo, ya que estos son más selectivos a la hora de eliminar compuestos peligrosos o muy agresivos al medio ambiente como son los compuestos orgánico sulfurados, presentes regularmente en este tipo de

efluentes. El propósito de este trabajo fue diseñar un tratamiento electroquímico que permita la remoción de compuestos orgánicos sulfurados de los efluentes de la planta de vapocraqueo de la ULA.

Experimental.

La metodología experimental se fundamentó en la realización de varios ensayos, generalmente por triplicado, los cuales estuvieron enmarcados en cuatro áreas básicas de experimentación e interrelacionadas entre sí durante el desarrollo experimental, estas áreas son:

- Recolección de Muestras de Agua de Proceso (aguas agrias).
- Análisis Físicoquímico de las aguas agrias.
- Proceso Electroquímico.
- Análisis físicoquímico de aguas tratadas.

MUESTRAS DE AGUAS AGRIAS.

- **Muestra A:** muestra procedente del proceso con crudo denominado Cerro Negro, muestras tomadas al momento de la corrida.
- **Muestra B:** muestra procedente del proceso con crudo denominado Pilón, el cual fue generado en la corrida del año 2005.
- **Muestra C:** muestra procedente del proceso con crudo denominado Pilón, el cual fue generado en la corrida del año 2007.
- **Muestra D:** muestra procedente del proceso con crudo tipo jobo, con un tiempo de almacenamiento de un año.
- **Muestra H:** muestra procedente de la mezcla en igual proporción de las muestras A, muestra B, muestra C, y muestra D.



Figura 1-. Muestras de Aguas Agrias A, B, C, D, E.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS AGUAS AGRIAS.

Para determinar las características de las aguas agrias a tratar, las muestras tomadas se analizaron siguiendo los métodos expuestos por la asociación APHA, AWWA & WPCF (1999) ^[10], es decir, empleando los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.

Se hizo la determinación de parámetros como: Temperatura, Olor, pH, Turbidez, Densidad, Dureza, Nitrógeno, Sulfuros, Tiofenos, DQO, Grasas-Aceites y Determinación de Crudo en Agua.

Temperatura, pH y densidad.

Para la medición de la temperatura a lo largo de la investigación se empleó el termómetro de mercurio BIO EMP Francia con una precisión de 0,1 centígrados.

La medición de pH se llevó a cabo utilizando el potenciómetro (pHmetro) digital PCE-PH22. El mismo fue calibrado con anterioridad para cada medición, empleando dos soluciones tampón o buffer, las cuales poseen un pH de 4 y 12 respectivamente. El rango de lectura es de 0 a 14 unidades, con precisión de 0,01. Para la medición de la densidad, se empleó el picnómetro Volumetric Flask, de marca Pirex, con capacidad de volumen 24,143 ml, la balanza Ohaus, de marca Pioner, una estufa Fuse de la casa productora Psecta y un desecador. La medición de la densidad se realizó en dos etapas, empleando un blanco de agua destilada y empleando las diversas muestras estudiadas.

Turbidez.

La turbidez se midió en NTU, Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida fue el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. La turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materia coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. Elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro.

Dureza.

La dureza del agua es causada por iones metálicos divalentes capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones. Los cationes que causan dureza son los de calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), estroncio (Sr^{+2}), hierro (Fe^{+2}), manganeso (Mn^{+2}) y los aniones de bicarbonato (HCO_3^-), Sulfatos (SO_4^{-2}), cloruros (Cl^-), nitratos (NO_3^-), silicatos (SiO_3^{-2}).

Tipos de Dureza.

Dureza temporal o dureza de carbonatos (CO_3^{-2}): constituida por carbonato ácido de calcio o magnesio. Estos bicarbonatos precipitan cuando se calienta el agua transformándose en carbonatos insolubles.

Dureza permanente: debida a la presencia de sulfatos (SO_4^{-2}), nitratos (NO_3^-), cloruros de calcio (CaCl_2) y magnesio (MgCl_2). Esas sales no precipitan por ebullición.

Dureza total: es la suma de la dureza temporaria y la permanente.

Para su determinación se empleó el “Método titulométrico de EDTA” tomado de los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Residuales y Potables, obra creada en conjunto por APHA, AWWA y WPCF (1999), en su sección 2340 C.

Dado la concentración de carbonato de calcio (CaCO_3) el agua se pueden clasificar en:

- Blanda, con concentraciones ente 0 y 75 mg/L.
- Moderadamente dura, con concentraciones ente 75 y 150 mg/L.
- Dura, con concentraciones ente 150 y 300 mg/L.
- Muy dura, con concentraciones mayores a 300 mg/L.

Determinación de Sulfatos.

Para la medición de sulfatos se empleó el “Método de Titulación” tomado de los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Residuales y Potables, obra creada en conjunto por APHA, AWWA y WPCF (1999), en su sección 4500-SO₄=-E, el principio está basado en que el ion sulfato al entrar en contacto con cloruro de bario en un medio ácido, sedimenta como sulfuro de bario, el cual puede ser medido por su absorción en el espectrofotómetro y la concentración del ion se determina mediante una curva de calibración.

Determinación de la DQO.

La Demanda química de oxígeno (DQO) es una medida del oxígeno requerido para oxidar todos los compuestos presentes en el agua, tanto orgánicos como inorgánicos, por la acción de agentes fuertemente oxidantes en medio ácido y se expresa en miligramos de oxígeno por litro ($\text{mg O}_2/\text{L}$). La materia orgánica se oxida hasta dióxido de carbono y agua, mientras el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco. Para la determinación de la demanda química de oxígeno (DQO), se empleó el método de reflujo cerrado; método colorimétrico recomendado en la Guía de Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira [9], el cual está basado en la digestión de la muestra con dicromato de potasio en un medio ácido, con la acción de un catalizador para posteriormente ejecutar la medición espectrofotométrica de la variación del color del dicromato de potasio.

Determinación de Aceites y Grasa.

Para la determinación de grasas y aceites en la muestras, se empleó el método de partición gravimétrica con modificación del solvente, expresado en el protocolo 25 de la Coordinación del Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira [11], el cual se basa en que la grasa y el aceite inmersos en el agua, son absorbidos al entrar en contacto directo con el solvente éter de petróleo, y dado que posee un bajo punto de ebullición (40 °C a 60 °C), permite obtener las grasa y aceites presentes en la muestra a través del calentamiento controlado del solvente.

Determinación de Crudo.

Para la determinación del crudo disuelto en el agua se empleó el método establecido en la NORMA ASTM D-3921-96 (2003) Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water, que se basa en la diferencia de absorbancia que presenta el crudo disuelto en un solvente (xileno), se realizó una curva de calibración para determinar los niveles de crudos presentes en el agua de estudio.

Determinación de Tiofeno.

Para la determinación de tiofeno, se hizo reaccionar con isatina, para formar un compuesto coloreado. El compuesto se extrae en ácido sulfúrico, y la intensidad del color es medida espectrofotométricamente. La concentración de Tiofeno es obtenida por correlación con datos conocidos mediante el uso de una curva de calibración. Este método de ensayo cubre la determinación de tiofeno en benceno en el que la concentración de tiofeno se encuentre entre 0,1 a 250 mg/kg. Es importante mencionar que el Tiofeno (al 99% +, marca SIGMA-ALDRICH) no es soluble en agua y por consiguiente para su estudio se debieron realizar varias pruebas. Se utilizó para la dilución etanol al 98+% (marca PRODUCTOS DISQUIFAR C.A). La prueba de concentración de tiofeno se realizó a través del método colorimétrico, Normas ASTM (Sociedad Americana de Prueba de Materiales) protocolo ASTM D – 1685.

Procedimientos Electroquímicos.

Para la caracterización electroquímica se empleó un potenciostato AUTOLAB (PGSTAT12) y un registrador para la adquisición del conjunto de datos a través del programa GPES (General Purpose Electrochemistry Sistem). La celda de trabajo, consistió en un pequeño vaso de precipitado con capacidad de 10 mL provisto de una tapa de caucho con tres entradas para electrodos. El electrodo se trabajó (ET) se hizo a partir de una mina para dibujo de grafito puro, marca Faber Castell tipo monochrome PITT de 12,5 cm de longitud, y un área superficial de 4 mm de diámetro, donde solo se expuso a la solución la punta de la varilla de grafito a través un arreglo que consistió en aislar el resto de la barra con una envoltura polimérica termoretractil. El electrodo secundario (ES) o contraelectrodo, consistió en una lámina de platino (Pt) de 0,5 cm² (1 cm² de área ambas caras) unido a un alambre del mismo material empotrado en un tubo de vidrio Pirex. Se empleó un electrodo de Ag/AgCl como electrodo de referencia.

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

1.- MUESTRAS DE AGUAS DE PROCESO.

Se realizó la determinación de los parámetros fisicoquímicos a todas las muestras de las aguas agrias.

Tabla 1.- Caracterización fisicoquímica de las aguas agrias.

Muestra	Tiempo (años)	pH	DQO (mg/L)	Crudo (mg/L)	Turbidez (UTN)	Densidad (g/mL)	Olor
A	0	5,1	2.753,7	1.113,7	590,7	1.10607	Hidrocarburo
B	7	0,1	2.002,6	458,3	58,6	1,00008	Alcohol
C	5	0,3	2.139,2	522,3	67,5	1,07128	Alcohol
D	1	4,6	968,3	968,4	144,0	1,50225	Hidrocarburo
E	0	0,1	738,96	738,96	254,86	1,07749	Hidrocarburo

Tabla 2-. Contenido de algunos compuestos químicos de la caracterización fisicoquímica de las aguas agrias.

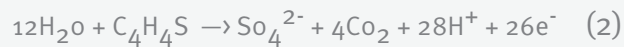
Muestra	Grasa y aceite (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	Tiofeno (mg/L)
A	10,46	75,89	7,28	90	4
B	2,97	48,54	6,72	-----	-----
C	1,06	49,49	7,84	-----	-----
D	20,42	69,24	8,96	-----	10
E	7,81	58,81	7,84	-----	3,5

Los análisis realizados nos permiten inferir que las aguas de proceso han ido reaccionando en el tiempo, motivo por el cual presentan propiedades fisicoquímicas muy diferentes entre sí, por consiguiente se seleccionó la muestra A para realizar electrólisis. Una vez seleccionada el agua de proceso que se iba a tratar y en virtud de que en el proceso para la conversión y mejoramiento de crudo se trabaja con catalizadores metálicos dispersos en una fase líquida, se decidió realizar las marchas analíticas de tal modo de observar cualitativamente la posible presencia de cationes o aniones que pudieran producir algún tipo de interferencia en los procesos electroquímicos, obteniendo como resultado sólo la presencia de iones SO₄⁼.

2.- ESTUDIO ELECTROQUÍMICO DE UNA SOLUCIÓN PATRÓN DE 5ppm DE TIOFENO.

La solución patrón de tiofenos, tuvo la finalidad de simular la muestra en condiciones controladas, por consiguiente, fue formulada con características similares a las de la muestra de las aguas efluentes (aguas agrias) del proceso de mejoramiento de crudos, utilizando para esto una solución buffer de acetato pH 5, y electrolito soporte de Cloruro de Potasio (KCl) 0,1 M. A través de la voltametría cíclica se caracterizó la respuesta electroquímica. El enfoque de esta investigación para la desulfuración del tiofeno se basó en la capacidad del electrodo del grafito para adsorber tiofeno y en la oxidación de tiofeno para obtener como resultado SO₄⁻² y CO₂ [4,6]. La ecuación de

oxidación, que se aplica es:



La Figura 2, muestra las voltametrías de la solución de 5ppm de Tiofeno. Se evaluó la ventana de potencial entre -0,2 V y 1,2 V en donde se puede observar una pequeña onda de corriente en sentido positivo con valores cercanos a 60 µA y 0,8 V de potencial, a una velocidad de barrido de 50 mV.s⁻¹.

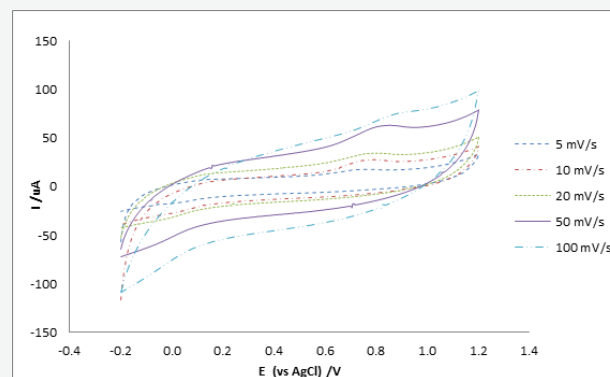


Figura 2-. Voltametría Cíclica de una solución de 5ppm de Tiofenos a pH 5.

Se seleccionó el potencial de 0,8V para aplicarlo en las electrólisis para la conversión cuantitativa del tiofeno a SO₄⁻² y CO₂. Se emplearon diferentes tiempos de electrólisis para la conversión de 5ppm de tiofeno (figura 3).

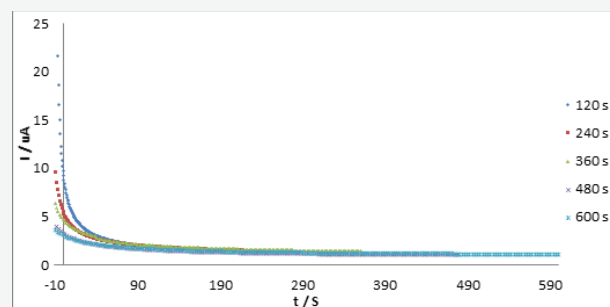


Figura 3-. Electrólisis de una solución patrón de 5ppm de tiofenos.

La máxima remoción de tiofenos (se midió el contenido de tiofeno mediante la prueba normalizada ASTM D-1685) se obtuvo al tiempo de 240s de electrólisis, tal como se muestra en la figura 4. Después de ese tiempo se aprecia un incremento en la concentración, lo que posiblemente se debe a que los tiofenos se unen para formar nuevos compuestos como benzotiofeno, además de otras uniones de anillos y que al analizarlas, el método las reporta como tiofeno.

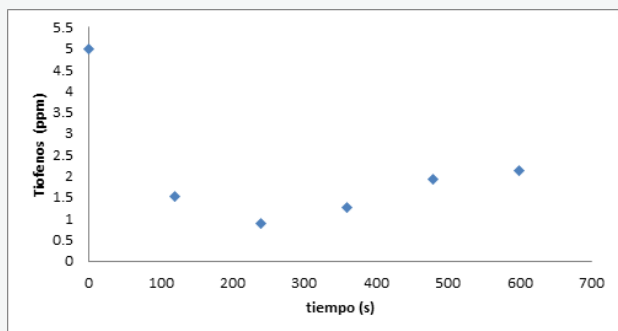


Figura 4-. Eliminación de tiofenos por electrólisis.

3.- TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE LAS AGUAS AGRIAS.

Se compararon las respuestas voltamétricas de una solución patrón de Tiofeno de 5ppm y de la muestra A de aguas agrías (Figura 5).

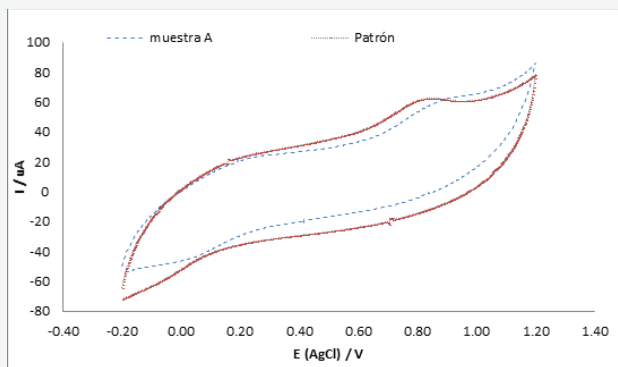


Figura 5-. Voltametría Cíclica de la muestra A y la solución patrón para un programa de potencial entre -0,2 V y 1,2 V. V= 50 mV/s.

Conclusiones

-Se analizaron diferentes tipos de aguas residuales de la planta de vapocraqueo presente en el Laboratorio de Petróleo y Catálisis, donde la muestra A resultó ser la más adecuada

Como se puede apreciar en la figura 5, el voltagrama de las aguas contaminadas (Aguas Agrías) también presentan un pico de oxidación que se encuentra cercano a los 0,8V, lo que se asume se deba a la oxidación de los tiofenos presentes. Se realizaron electrólisis galvanostáticas a 50μA, valor suficiente para lograr el potencial de oxidación de tiofenos en el sistema electroquímico en estudio. La típica respuesta obtenida se muestra en la figura 6. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos en las electrólisis hechas a soluciones patrones de 5 ppm de tiofenos y a las aguas agrías (muestra A). El porcentaje de eliminación de tiofenos es de alrededor de un 80%.

Tabla 3-. Concentración de sulfatos y tiofeno.

Muestra	Sulfatos inicial (mg/L)	Sulfatos Final (mg/L)	Tiofeno inicial (mg/L)	Tiofeno final (mg/L)	% Conv
Patrón	---	4	5	1	78
Muestra A	76	80	5	1	80

Una vez determinada la concentración de los tiofenos finales, se pudieron calcular los parámetros de rendimiento definidos por el porcentaje de disminución de la concentración global de Tiofenos, la eficiencia en corriente para cada componente (E_c), el consumo de energía específico (C_{ee}) y la eficiencia espacio - tiempo (E_{et}), parámetros mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4-. Valores de Eficiencia del proceso electroquímico.

Corriente	Eficiencia en corriente	Consumo de energía específico	Eficiencia espacio- tiempo
I (μA)	E_c (%)	C_{ee} KJ / ppm * m ³	E_{et} g / m ³ * h
50	12	0,279	66,4

para el proceso electroquímico.

-Las voltametrías cíclicas mostraron que en electrodo de grafito utilizado, el tiofeno se oxida a 0,8V vs Ag/AgCl.

-El electrodo de grafito de área superficial 0,34 cm² logra una remoción promedio de un 80% de tiofenos en un tiempo de 240 segundos de electrólisis galvanostática a 50µA.

-Los porcentajes de transformación de tiofenos a sulfatos tanto para las muestras patrón como para las muestras de aguas agrias reales son muy similares, lo que nos indica que el proceso es específico hacia la reacción deseada.

-Con base a los resultados obtenidos se puede concluir que la electrólisis Galvanostática es una buena alternativa a la hora de tratar efluentes de esta naturaleza.

-Los métodos utilizados hasta ahora para el tratamiento de las aguas agrias, aunque son eficientes necesitan varios equipos además de una gran cantidad de energía, lo que conlleva a un procedimiento costoso, por el contrario el método electroquímico vislumbra el uso de menos energía y por consiguiente un abaratamiento en el proceso de depuración.

Referencias

- 1- J. González García, V. García, J. Iniesta, V. Montiel, A. Aldaz, (2001) “Qué puede hacer la Electroquímica por el medio Ambiente”. Departamento de Química-Física. Universidad de Alicante. Apdo. 99 03080 Alicante. Portugaliae Electrochimica Acta, 19 171-195 España.
- 2- José Aguado Alonso. (2012).”Tratamiento Electroquímico De Aguas Residuales”, consultado 22-02-2013, disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2010/09/17/13149124/02/2012>.
- 3- Roberto González Carrasco. (2012) “Vapocraqueo De Crudos Pesados Usando Emulsiones Catalíticas Fe/Ni”. Tesis de Pregrado. Universidad de Los Andes.
- 4- Martínez Cornelio (2014) “Oxidación electroquímica de tolueno sobre carbón reticulado (CVR) en medio acuoso-acido en condiciones de flujo”; Universidad de Los Andes; Tesis Doctoral del Postgrado en Electroquímica Fundamental y Aplicada ULA; Mérida Venezuela.
- 5- J.Y. Gui, D.A. Stern, F. Lu and A.T. Hubbard, J. (1991); “Oxidación de Tiofenos sobre Platino”; Journal of Electroanalytical Chemistry; Departamento de Química, Universidad de Jordan, Amman (Jordan) 305 – 37.
- 6- M. Hourani. (1994).”Desulfuración de tiofenos por perturbación electroquímica”. Journal of Electroanalytical Chemistry; Departamento de Química, Universidad de Jordan, Amman (Jordan).368 - 139 - 142.
- 7- Silva S Juan A (2005) “Diseño Conceptual de Equipos para el Tratamiento de Crudos y Aguas Efluentes”; Universidad del Zulia; Programa de Post-Grado en Ingeniería de Petróleo; Maracaibo Venezuela.
- 8- Ramírez John W. (1989) “Tratamiento de Crudos Pesados y Compuestos Sulfurados Puros con Vapor de Agua”; Mérida, Venezuela; Universidad de Los Andes.

- 9- Perry Robert H, (1996) “Perry Manual del Ingeniero Químico”, (6ta Edición); México; Mc GRAW.HILL; tomo V 19-73.
- 10- American Water Works Association (AWWA). (1998). “Normas de los requisitos mínimos de materiales, equipos y prácticas utilizadas en el tratamiento de aguas”.
- 11- Mayra A. Lara, Tibisay Ramírez. (2011) “Guía de Laboratorio de Ingeniería Ambiental I”. Universidad Experimental del Táchira.
- 12- Edward I, Stiefel Exxon. “Transition Metal Sulfur Chemistry: Biological and Industrial Significance and Key Trends Research and Engineering Company”, Clinton Township, Route 22 East, Annandale, NJ 08801.
- 13- José Mayorga. (2009) “Guía de Laboratorio de Contaminación Ambiental”. Universidad De Los Andes, Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería Química Área De Ingeniería Ambiental. 2^o Edición.

DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL Y SU INFLUENCIA EN LA TEXTURA DEL QUESO TIPO EDAM EN UNA EMPRESA LÁCTEA

DETERMINATION OF CRITICAL POINTS CONTROL AND THEIR INFLUENCE ON THE TEXTURE OF EDAM-TYPE CHEESE IN A DAIRY MILK COMPANY

Yoselyn Camargo; Carlos Urdaneta; Quilianio Contreras

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago,
Jesús María Semprum (UNESUR),
Santa Bárbara del Zulia, Venezuela
camargo-yoselyn@hotmail.com

Recibido: 11-10-20
Aceptado: 23-10-20

Resumen

El estudio realizado tuvo como principal objetivo identificar los factores que afectan la calidad textural del queso tipo Edam en la empresa. Fueron utilizadas dos (2) BACH unidades de Queso tipo Edam que se producen diariamente en la empresa por siete (7) días; la evaluación de las unidades se realizó con la ayuda de las técnicas de observación, la entrevista no estructurada y una lista de cotejo para plasmar la información. Los resultados obtenidos indicaron que al registrar las variaciones de tiempo, temperatura y cuajo en las diferentes etapas del proceso que fueron los puntos analizados, se determinó que las muestras no sufrieron ningún cambio en su calidad textural, concluyendo así que las alteraciones en la calidad textural del queso tipo Edam pudieran ser producto de cambios en las características fisicoquímicas de la materia prima que a su vez generan problemas de contaminación por microorganismos.

Palabras clave: Textura de quesos, Queso tipo Edam, Temperaturas para preparación de quesos, Tiempo óptimo para preparación de quesos, Proceso de preparación de quesos.

Abstract

The aim of this study was to identify the factors that affect the textural quality of Edam type cheese in the company, two (2) BACH units of Edam type cheese were used that are produced daily in the company for seven (7) days, the evaluation of the units was carried out with the help of observation techniques, the unstructured interview and a checklist to capture the information, the results obtained indicated that when registering the variation of time, temperature and cheese curd in the different stages of the process which were the points analyzed, it was determined that the samples did not suffer any change in their textural quality, thus concluding that the alterations in the textural quality of Edam type cheese could be the product of changes in the physicochemical characteristics of the raw material, which in turn generate problems of contamination by microorganisms.

Key words: Cheese texture, Edam type cheese, temperatures for cheese preparation, optimal time for cheese preparation, cheese preparation process.

Quilianio Contreras: Dr en Química Aplicada, opción Electroquímica (ULA), Licenciado en Química (ULA), personal docente Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, adscrito al PFC Ingeniería de Alimentos, Santa Barbara del Zulia, Estado Zulia-Venezuela. **Email:**quilianio@gmail.com. **Yoselyn Camargo:** Ingeniero de Alimentos Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Santa Bárbara del Zulia, Estado Zulia-Venezuela. **Email:**quilianio@gmail.com.

Introducción

Para El Codex Alimentarias, el queso es un producto sólido o semisólido, que puede consumirse madurado o fresco, cuyas propiedades fisicoquímicas en la relación proteínas suero/caseína no supera al de la leche, la obtención de este subproducto es resultado de la coagulación total o parcial de la leche debido a la acción de un agente coagulante y un escurrido parcial del lacto suero.

El queso es un alimento de amplio consumo a nivel mundial, cuyas características nutritivas, funcionales, texturales y sensoriales difieren entre cada tipo. Se estiman más de 2000 variedades de queso, sin embargo, en Venezuela predomina el consumo de quesos frescos [1]. Particularmente el queso blanco pasteurizado, es el que se consume principalmente, que por cultura es uno de los alimentos indispensables en la dieta básica del venezolano, aportando vitaminas, grasas y minerales. En este sentido, la producción de leche para el 2012 era de 8 millones de litros, de los cuales el 80% era destinado para la elaboración de queso, dividiéndose esta a su vez en 46% procesada a nivel industrial y 34% artesanal, esto destaca la gran importancia que tienen los quesos en el procesamiento de la leche en el país [2].

El estado Zulia, se ha caracterizado como una de las regiones más importantes en cuanto a la generación de productos lácteos a nivel nacional, anteriormente era reconocida como la despensa de Venezuela, debido a que sus condiciones edafoclimáticas permiten desarrollar y producir una gran variedad de

cultivos, entre estos se incluyen diversas especies de pastos y forrajes adecuados para la explotación ganadera, esenciales en la producción de leche, lo que le permite a las industrias lácteas ofrecer una gran cantidad de sub-productos de la leche entre estos el queso tipo Edam [3], este queso es también llamado queso holandés, es una pasta semidura, joven con un sabor suave y cremoso, este se presenta madurado, teniendo así un sabor más fuerte y de textura más consistente [4]. La producción del queso tipo Edam en Venezuela se realiza mayormente a nivel industrial, siendo elaborado de forma masiva utilizando métodos mecanizados de producción que tienden a estandarizar la leche en base a fórmulas y procedimientos que aseguran la calidad del producto final [3].

Clasificación y criterios de clasificación del Queso

El queso es producido en todo el mundo con una gran diversidad de sabores, aromas, texturas y formas, habiéndose recopilado en diversos catálogos y trabajos más de 2000 variedades y tipos. No obstante, la mayoría de los quesos que se elaboran en México son frescos o de corta duración, algunos con buena aptitud para el fundido y algunos con propiedades de desmoronamiento o fragmentación [5,6], existen diversos criterios de clasificación con base en las condiciones de proceso o las características fisicoquímicas del tipo de queso:

En la Fig. 1 se muestra una representación que engloba estos criterios de clasificación

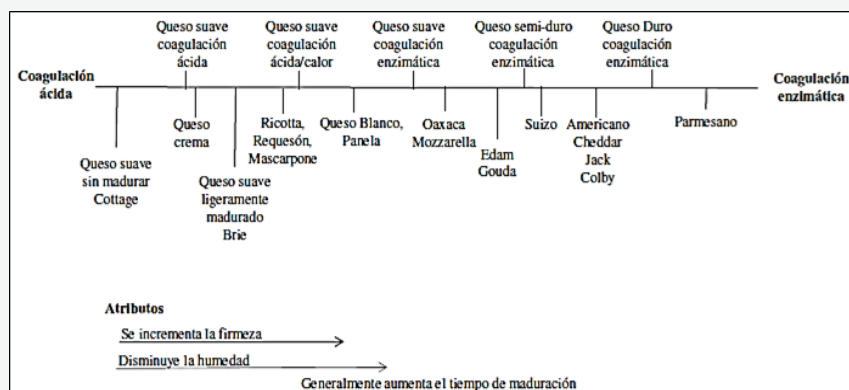


Figura 1.- Criterios de clasificación del Queso
Fuente: Farkye [7]

Queso Edam.

El queso Edam es un tipo de queso madurado de pasta prensada, tierna, dura o semidura, originario de la localidad de Edam, Holanda, cuya materia prima es la leche de vaca, este está recubierto de una corteza de un color rojo intenso, con una pasta en su interior de un color amarillo pálido muy parecido al color de la mantequilla, presenta un sabor ligeramente ácido debido a sus días de maduración^[8]. La norma COVENIN^[9], define el Queso Edam como el producto elaborado a base de leche pasteurizada o con la mezcla pasteurizada de leche fresca con leche reconstituida, con la adición de fermentos lácticos y de cuajo y sometido a proceso de maduración, el queso es un queso firme/semiduro madurado de conformidad con la Norma General para Queso^[10]. El cuerpo tiene un color que varía de casi blanco o marfil a amarillo claro o amarillo y una textura firme al presionarse con el pulgar, que puede cortarse, con pocos agujeros ocasionados por el gas más o menos redondos de un tamaño que varía desde el de un grano de arroz a una arveja distribuidos de forma razonablemente regular por todo el interior del queso, aunque se aceptan unas pocas aberturas y grietas. Su forma es esférica, de bloque plano o de pan. El queso se elabora y vende con corteza seca, que puede tener un revestimiento. El Edam en forma de bloque plano o pan se vende también sin corteza.

Textura del Queso Tipo Edam.

Las propiedades de los quesos presentan una relación estrecha con las características relacionadas con el sentido del tacto y de la vista. La textura de un queso es una de las características más importantes que determinan su identidad y calidad^[11, 12], la textura son los atributos que tiene un alimento resultado de la combinación de las propiedades físicas y las percibidas por los órganos sensoriales, es muy importante en la elección y la preferencia de los alimentos, y además es reconocida como el mayor atributo de su calidad. Las propiedades texturales de los alimentos son aquellas que están relacionadas con el flujo, deformación y desintegración del producto y las cuales pueden ser evaluadas mediante una Prueba

de Textura con Presión Aplicada (TPA, por sus siglas en inglés), esta consiste en una prueba de doble compresión, donde se someten muestras del producto a una compresión de 80 a 90 % con respecto a su altura inicial^[13].

Tiempo y temperatura en el proceso de elaboración del queso tipo Edam.

Agitación de la materia prima: el tiempo que se emplea en la agitación de los ingredientes utilizados en la elaboración del queso amarillo tipo Edam son 40min, dando así el tiempo necesario para que los ingredientes se mezcle, con una temperatura empleada de 33°C.

Reposo de cuajado: el tiempo que se da para que se dé el proceso de cuajada es de 30min con una temperatura de 36°C.

Corte de la cuajada: Tiempo de corte de 10min logrando en tamaño equivalente a un grano de maíz, a una velocidad que oscila entre 18.000 a 20.000 r.p.m.

Agitación de la cuajada: después de tener el corte de la cuajada se realiza una agitación moderada para que no afecte la cuajada y el rendimiento, se realiza en un tiempo de 20min donde a su vez se agrega agua caliente a una temperatura de 80°C para que se pueda obtener un mayor secado hasta llegar entre 40°C a 42°C en la masa completa.

Desuerado y Pre-prensado: Este proceso se realiza mediante la máquina que trabaja con una presión de 20 libras donde se pierde un 60% del suero en la masa con un tiempo determinado de 20 min a una temperatura de 37°C.

Corte de la masa: luego del pre-prensado se pasa al corte de la masa donde se utiliza una cuchilla con una presión de 4 libras.

Moldeado: luego que se obtiene el corte de la masa se procede a introducir a un molde donde se arroja con un paño para que escurra la masa y termine de retirar el otro 40% de suero, teniendo como tamaño los moldes de 3,5 kg.

Prensado: el proceso de prensado se realiza

con la finalidad de que la masa termine de retirar e suero que presente y tenga un pH óptimo entre 5,60 a 5,70 para luego llevar a sumergir en salmuera por un tiempo prolongado de 30 min.

Salmuera: el método de salado del queso amarillo tipo Edam es muy diferente al de los demás quesos, donde el queso blanco que adiciona la sal directamente en el proceso, a diferencia del queso tipo Edam que se sumergen en salmuera por 24 horas teniendo un pH entre 5,10 y 5,20 con una temperatura de 8°C a 10°C.

Sala de secado: después del tiempo requerido en salmuera pasa el queso a una cava de secado por 24 hrs a una temperatura de 10°C.

Cava de maduración: el queso amarillo tipo Edam se lleva a una cava de maduración entre 15 a 20 días con una temperatura de 7°C a 8°C.

Características Organolépticas del Queso tipo Edam

- Podrá tener forma esférica, ligeramente achatada en la superficie superior e inferior. Con peso variable entre 0,8 a 1,5 kg.
- Podrá tener forma rectangular o de bloque plano con lados cuadrados o rectangulares y peso variable 2 a 5 kg.
- Su sabor y color será el característico del producto sin rancidez u otros defectos .
- Su color será el característico amarillo.
- Su corteza de consistencia dura y seca, podrá recubrirse con resinas, parafinas, goma, cera etc.
- Será recubierto o empacado con plástico de color amarillo o rojo.
- De pasta, textura firme y que se corte fácilmente.
- Aspecto; superficie lisa y compacta, sin grietas o fisuras, ni crecimientos de mohos.

Buenas Prácticas de Manipulación

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) sirven para elaborar alimentos seguros e inocuos, protegiendo así la salud de nuestras familias quienes compran los productos. Esto se logra manteniendo limpios los lugares de trabajo y los utensilios que se usan para la fabricación de los quesos, otros productos derivados de la leche [14].

Las BPM son un Conjunto de directrices establecidas para garantizar un entorno laboral limpio y seguro que, al mismo tiempo, evita la contaminación del alimento en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización. Incluye normas de comportamiento del personal en el área de trabajo, uso de agua, desinfectantes, entre otros, son una herramienta básica para obtener productos seguros para el consumo humano, ya que se basan en la higiene y la forma de manipulación de los alimentos por parte de las personas. En este manual se tratan temas referentes al proceso de producción de lácteos. Para aplicar las buenas prácticas aquí descritas se requiere esfuerzo y cambios de actitud y conducta por parte de las personas encargadas del proceso de producción. De esa manera se pueden garantizar la calidad e inocuidad desde la recepción de la leche, hasta la distribución y venta de los productos lácteos.

En la Figura 2, se puede apreciar el esquema del proceso tecnológico de la elaboración del queso Tipo Edam, en base a este esquema se propuso el análisis de los factores que pudieran influir en la textura de ese producto. Fueron utilizadas dos (2) BACH unidades de Queso tipo Edam que se producen diariamente en la empresa por siete (7) días, la evaluación de las unidades se realizó con la ayuda de las técnicas de observación, la entrevista no estructurada y una lista de cotejo para plasmar la información, los resultados obtenidos indicaron que al registrar las variaciones de tiempo, temperatura y cuajo en las diferentes etapas de producción.

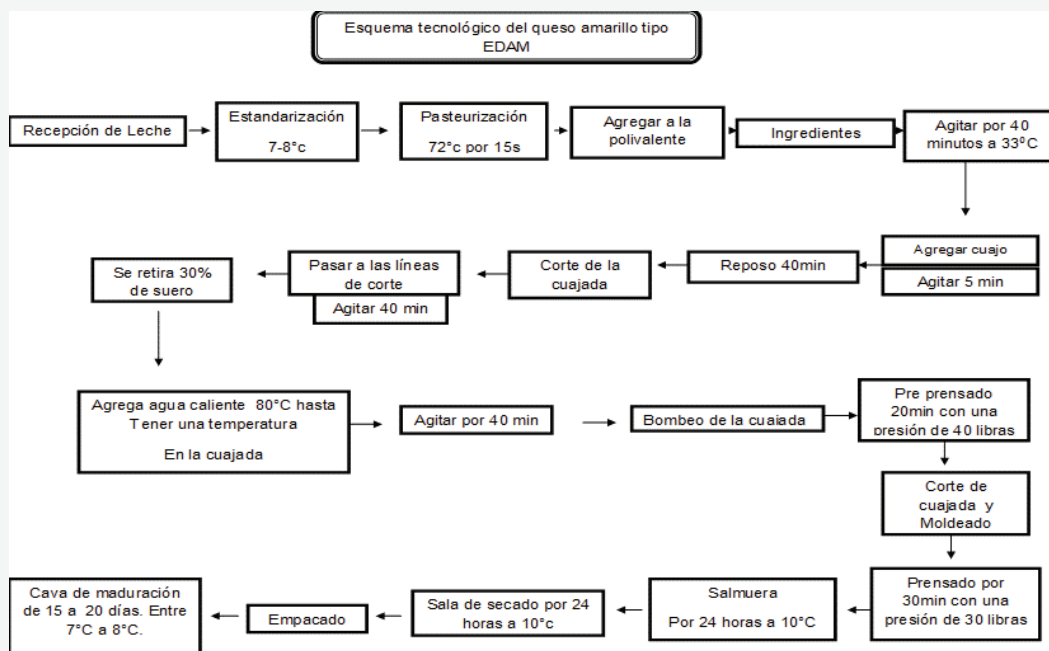


Figura 2.- Esquema tecnológico de la fabricación del queso tipo Edam.
Fuente: Camargo (2016).

Resultados.

En la tabla 1 se muestran los cambios en el tiempo empleado en cada una de las etapas del proceso de elaboración del queso tipo Edam antes descritas, donde se observa que la alteración de este factor en las diferentes etapas no genera cambio alguno en la calidad textural del producto final.

Tabla 1.- Evaluación de los tiempos en el queso amarillo tipo EDAM

Fecha	Muestra	Fermento (min)	Cuajo (min)	Tiempo de Calentamiento (min)	Tiempo de Pre-prensado (min)	Tiempo de Prensado (min)	Días de Maduración
26/04/	M#1	75	95	36	20	4	F
	M#2	70	100	40	35	5	
28/04/	M#3	70	100	12	27	19	F
	M#4	40	70	18	15	35	
29/04/	M#5	60	69	33	20	14	F
	M#6	75	150	12	45	5	
03/05/	M#7	70	80	10	16	38	F
	M#8	10	55	10	40	30	
04/05/	M#9	40	85	10	20	25	F
	M#10	80	140	5	35	60	
16/05/	M#11	80	100	30	10	30	P
	M#12	10	50	15	5	40	
18/05/	M#13	5	35	9	27	20	P
	M#14	50	60	15	10	10	

F: Firme, P: Pastosa

Al realizar la variación de tiempos en las etapas de Fermento, Cuajo, Tiempo de Calentamiento, Tiempo de Pre-prensado y Tiempo de Prensado se observó que solo las Bacht identificadas como M#11, M#12, M#13, M#14 presentaron una textura pastosa, comparando los resultados obtenidos para otras muestras tenemos que las restantes con tiempos similares en las etapas a las M#11, M#12, M#13, M#14 presentaron una textura firme y agradable, el tiempo de maduración fue igual para todas las muestras [8], al respecto explican que la textura del queso Edam puede sufrir cambios significativamente con el tiempo de maduración, sin embargo, este factor no se puede tomar en cuenta como influencia en los cambios texturales de las muestras ya que fue el mismo para todas.

En la tabla 2 se muestran los cambios

realizados en la temperatura utilizada en las diversas etapas de elaboración del queso amarillo tipo Edam, en cada una de las muestras, observando que estos cambios no generan alteraciones en las muestras, ya que las muestras que presentaron textura pastosa estuvieron sometidas a temperaturas similares a las que presentaron textura firme.

Como se observa, la variación de las temperaturas en la tina, temperatura del cuajo y en calentamiento de cuajado, en las diferentes etapas de producción, no influyen en el producto final ya que las variaciones se realizaron en todas las muestras por igual y solo las Bacht identificadas como M#11, M#12, M#13, M#14 presentaron textura pastosa, la cual es atribuible a un factor de acción microbiana.

Tabla 2.- Evaluaciones de temperatura en la textura del queso amarillo tipo EDAM

Fecha	Muestra	Temperatura en la tina (°C)	Temperatura del cuajo (°C)	Calentamiento de cuajado (°C)
26/04/	M#1	14	35	40
	M#2	14	36	40
28/04/	M#3	15	36	40
	M#4	15	36	40
29/04/	M#5	14	35	40
	M#6	14	36	41
03/05/	M#7	14	34	41
	M#8	14	35	41
04/05/	M#9	15	34	40
	M#10	15	35	41
16/05/	M#11	14	35	41
	M#12	14	36	40
18/05/	M#13	14	34	40
	M#14	14	34	42

Otro de los posibles factores evaluados fue el tipo de cuajo empleado en la elaboración, ya que la empresa varía el cuajo, debido a

la disponibilidad del mismo, tal como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3.- Tipos de cuajo empleado en la preparación del queso amarillo tipo EDAM

Fecha	Cuajos
26/04/	Liquido BIX
28/04/	Liquido BIX
29/05/	Liquido BIX
03/05/	Liquido BIX
04/05/	Polvo Cagli Star
16/05/	Liquido BIX
18/05/	Liquido BIX

El análisis efectuado al elemento cuajo también indicó que la alteración de este factor no genera cambios en la calidad textural, ya que al realizar el cambio del cuajo utilizado normalmente que es el Líquido BIX. Se empleo el cuajo en polvo Cagli Star a las muestras identificadas como M#9, M#10, en la observación y análisis no se presentó ningún cambio, estas presentaron una

textura firme y agradable. Respecto a esto^[6], el cuajo artesanal da como resultado quesos de mayor dureza, adhesividad y elasticidad con respecto al cuajo comercial, sin embargo, esta situación no fue observada en esta investigación.

La textura del producto final se muestra en la tabla 4:

Tabla 4.- Textura del queso Amarillo tipo EDAM

Fecha	Textura	Fecha	Textura
26/04/	Firme	04/05/	Firme
28/04/	Firme	16/05/	Pastosa
29/05/	Firme	18/05	Pastosa
03/05/	Firme		

Llama la atención, que los resultados obtenidos en esta investigación indican que los factores que pueden alterarse en el proceso de elaboración del queso tipo Edam en la empresa, no generan la textura pastosa en el producto final, dentro de este marco, encontramos que las propiedades físicas

del queso pueden modificarse por procesos bioquímicos, tales como la proteólisis y la lipólisis, en estos procesos las enzimas involucradas pueden provenir de la leche o ser producidas por microorganismos presentes en el área de trabajo^[6].

Conclusiones

En el cada uno de los pasos del proceso tecnológico de la elaboración del queso tipo Edam no se encontró ningún factor que fuera determinante en la textura final de este tipo de queso, ya que se vario diferentes tiempos de permanencia en cada una de las etapas, obteniendo el resultado esperado.

En las muestras donde no se obtuvo la textura firme que es la textura deseada, se pudiera asociar a dos factores, uno a la calidad de la leche, otro a la presencia de microorganismos debido a los factores de limpieza del equipo, lo que sugeriría una mayor atención en las pruebas de laboratorio al recibir la materia prima y ser más constante en los protocolos de

limpieza del en los equipos, ya que el efecto de otros iniciadores de otros tipos de queso que se elaboran en planta, podría ser el factor que influye en las textura pastosa que se obtuvo en dos de lotes de la totalidad muestras analizada.

Agradecimiento a la Empresa Lácteos Santa Bárbara C.A., por permitir el uso de materiales y las instalaciones de la empresa, en la elaboración de presente investigación.

Referencias

- 1.- Gunasekaran. S. y Ak, M. 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press. Nueva York, EEUU. 437 PP.
- 2.- FEGAVEN. 2012. Federación Bolivariana de Ganaderos y Agricultores de Venezuela 24. Disponible en: <http://www.minci.gob.ve/2012/10/22/produccion-de-leche-aumento-91-en-13-anos/>. Consultado: 03 de septiembre 2016.
- 3.- Rosales, A. (2010). Utilización de un Concentrado de Proteína Láctea en la Elaboración de Queso Blanco Pasteurizado. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado.
- 4.- Corporación Catalpa. (s/f). Manual de quesos. Disponible en: www.catalpa.com.ve. Consultado el 10 de agosto del año 2016.
- 5- García, B. (2006). Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hugo con el fin de proponer normas de calidad. Tesis de grado.
- 6.- Ramírez C. y Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla. Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Chotula, Puebla. C.P.728/o. México-
- 7.- Farkye, N. (2004). Cheese technology. International Journal of Dairy Technology. 57(2-3):91-98.
- 8.- Zúñiga, L. Ciro, H. y Osorio, J. (2007). Estudio de la Dureza del Queso Edam por Medio de Análisis de Perfil de Textura y Penetrometría por Esfera. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín. Vol.60, No.1. p.3797-3811. Colombia.
- 9.- Comisión Venezolana de Normas Industriales. (COVENIN). (1992). Queso Edam Norma 2852-92. Disponible en: www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2852-92.pdf consultada el 21 de julio de 2016.
- 10.- CODEX STAN. (1966). Norma del Codex para el Edam 265. Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/189/CXS_265s.pdf consultada el 21 de julio de 2016.
- 11.- Eck, A. 2000. What is a cheese? En: A. Eck y J.C. Gilis (Eds). Cheesemaking: From Science to Quality Assurance. Lavoisier Publishing. pp. 661-662.
- 12.- Chand, N. (1986). Textural classification of foods based on Warner-Bratzler Shear. En: Journal of Food Science and Technology. Vol. 23, no. 1;
- 13.- Demonte, P. 1995. Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones

con medidas instrumentales. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. Memorias. Cali: Universidad del Valle.

- 14.- FAO. (2011). Buenas manufacturas prácticas de en la elaboración de productos lácteos. Manual 2, Revisión: Helen Umaña. Disponible en: https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/2/.../manual2_lacteos.pdf. Consultado el 24 de julio del 2016.

EL OPIO Y SU IMPORTANCIA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

OPIUM AND ITS IMPORTANCE WITHIN THE WORLD CONTEXT

Omayra Josefina Bolívar Díaz

Farmacéutico. Toxicólogo en libre ejercicio (graduada en la Universidad de Los Andes y la Universidad Central de Venezuela)

Omayrabolivar@gmail.com

<https://doi.org/10.53766/RITE/2020.3.2.01>

Recibido: 04-06-20

Aceptado: 20-06-20

Resumen

Este ensayo tiene como objetivo mostrar la importancia que ha tenido el Opio como factor de intercambio comercial en el ámbito político y sanitario, aunado a sus propiedades farmacológicas a lo largo de la historia de la humanidad.

Palabras clave: Historia del opio, comercio del Opio, geopolítica del opio, educación sanitaria en opiáceos.

Abstract

The aim of this essay is to show the importance of Opium as a factor of commercial exchange in the political and health environment, together with its pharmacological properties, throughout the history of humanity.

Key words: Opium history, opium trade, opium geopolitics, health education in opiates.

Omayra Josefina Bolívar Díaz: Farmacéutico (Universidad de Los Andes ULA- Venezuela). MSc en Ciencias de la Conducta, mención Orientación de la Conducta. Centro de Investigaciones Psiquiátricas, Psicológicas y Sexológicas de Venezuela. C.I.P.P.S. y Farmacia Comunitaria Universidad Central de Venezuela (UCV). Especialización en Toxicología ULA-Venezuela. **Email:** omayrabolivar@gmail.com

Introducción

El opio ha estado presente como un factor de importancia en el orden comercial de la geopolítica planetaria desde los tiempos más remotos de la historia de la humanidad. El poseer propiedades que satisfacen necesidades, ya sea en el ámbito de la salud, como en el lúdico y el placer, ha convertido al opio y sus derivados en una valiosa mercancía que se ha comercializado por dos vertientes: la legal y la ilegal, o el llamado *mercado negro*. Su presencia en la economía no se limita al comercio entre los llamados agentes económicos y sanitarios, sino que su papel en la política y en la historia ha sido preponderante [1]. Éste ha sido el causante de controversias y guerras comerciales que han cambiado la geopolítica mundial, todo por la ambición de mantener el control de su producción y comercialización. Estos hechos se pueden constatar por medio de escritos documentados, desde las más remotas épocas; entre ellos encontramos relatos de las llamadas *Guerras del Opio*, ocurridas a

mediados del siglo XVII [2], y sus secuelas hasta el siglo XXI [3].

En la actualidad, el opio sigue siendo un factor de subsistencia en ambientes fuera del ámbito legal como es el caso del narcotráfico. Esto ocurre porque genera los ingresos económicos para grupos armados, que se asientan en el medio oriente, y que han extendido sus confrontaciones bélicas por todo el globo terráqueo y su actuación beligerante llena los espacios periodísticos en las noticias cotidianas [4].

Lo que hace tan codiciada la comercialización del opio y que lo ha mantenido en el tiempo con un signo de valor son sus propiedades; y su importancia radica, en que satisfacen necesidades en el ámbito social [5].

El opio es una mezcla de sustancias que se obtiene desecando el jugo o látex de las cabezuelas florales del *Papaver somniferum L*, planta conocida como Amapola o adormidera (figura 1) [6].



Figura 1. Algunas variedades de las flores de Amapola

Ella presenta propiedades farmacológicas que se caracterizan por ser analgésicas, euforizantes, hipnóticas, narcotizantes, pero además su consumo provoca dependencia o adicción.

Entre sus alcaloides conocidos se encuentran (Figura 2): la morfina, codeína, tebaína, papaverina y noscapina, que ofrecen el alivio, pero también son adictivas. La heroína por su parte presenta uno de los efectos más debilitantes.

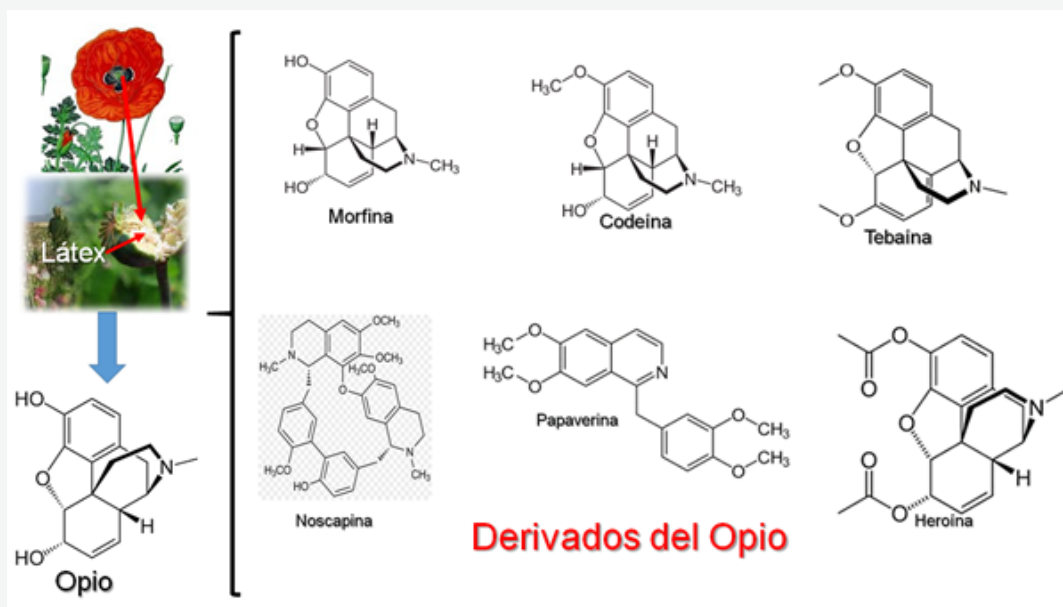


Figura 2. Esquema mostrando la extracción del opio y sus derivados

La forma farmacéutica de administrar el opio y sus derivados es muy diversa, pueden ser: inyectados, de uso tópico (cremas, gotas) o ingeridos (jarabes para calmar la tos y para aliviar dolores intensos, como los que se presentan en los casos de cáncer)^[6]. Recordemos el famoso Láudano, cuyo uso se prescribió por mucho tiempo para manejar los trastornos del sueño en el ámbito de los integrantes de la realeza y la burguesía, pero también en los espacios de la drogadicción^[7]. Entre las formas más usuales de su administración en el común, se encuentran: inhalación e inyección; este último procedimiento ha representado un problema de salud pública cuando se realiza de manera no higiénica, contribuyendo así, en la propagación del Sida^[8].

El opio en la economía política y sanitaria mundial

Un breve reconocimiento de la aparición del opio sobre la faz de la tierra sirve para comprender su permanencia e importancia comercial en la geopolítica mundial.

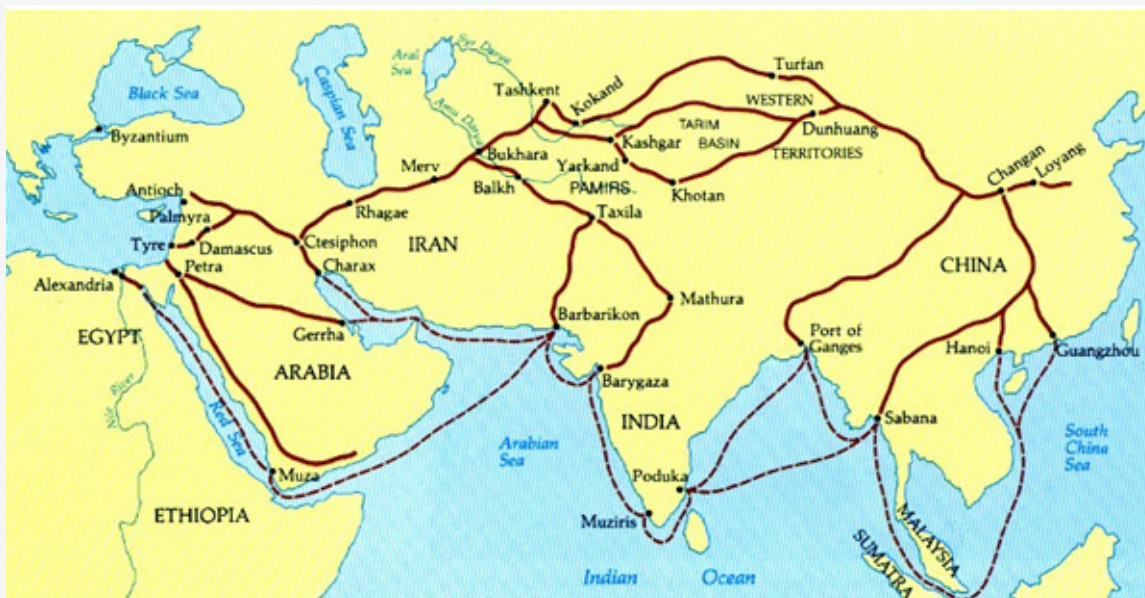
Si visualizásemos una *línea de tiempo*, su presencia estaría en todas las formas

y sistemas de gobierno por las que ha transitado la humanidad, desde A.C, evolucionando su valía hasta nuestros días; con las diferentes formas de gobierno, como el Capitalismo, Socialismo, Monarquía y Dictadura; aun cuando se le ha conferido sus inicios dentro de la cultura China^[9]. Hallazgos en tablillas sumerias que datan del tercer milenio A.C señalan su presencia en el Antiguo Egipto, allí se reseña su uso como medicinal^[10]. Galeno confeccionó su famosa *triacá*, como antídoto contra los envenenamientos. En la Odisea de Homero, éste lo señala como “algo que hace olvidar cualquier pena”. También en las *Cartas Persas* del barón de Montesquieu sugiere “consolarse con las bebidas regocijantes orientales, antes que con las lecturas de Séneca”. Su consumo data de 3000 años AC, y su cultivo parece originario de Europa y Asia menor, pero es Alejandro Magno quien lo transporta hasta Asia.

El comercio del opio estuvo presente en la llamada *Ruta de la seda* (Figura 3)^[11]. Este recorrido consistía en una serie de complejas vías utilizadas para el transporte y el comercio. Sus comienzos datan desde el 3200 AC y su decadencia como arteria

comercial entre oriente y occidente comenzó en el siglo XV con la aparición de las nuevas rutas marítimas comerciales. Debe su nombre a que su mayor acarreo estaba conformado por las telas confeccionadas de seda; pero

también el opio representaba un producto de intercambio junto a las especias que formaban parte de las alforjas que hicieron también de ésta, una vía de intercambio cultural, tecnológico y religioso [12].



Fuente: China.globalasia.com
Figura 3. Antigua ruta de la seda

Durante su vigencia, de unos 1500 años, fue motivo de controversias políticas para tratar de lograr su control territorial y comercial, ya que esa ruta representaba una fuente de ingresos para el fortalecimiento de imperios como el islámico. Los romanos durante su imperio acuñaron una moneda con la figura de la planta de Adormidera y mantuvieron el precio del opio de forma controlada [2]. El opio también tuvo un papel preponderante en la penetración colonial de los imperios portugueses y holandeses en China desde 1513 hasta el 1744.

Las denominadas *Guerras del Opio* fueron dos y acaecieron durante el siglo XIX [2]. La primera ocurrió entre los imperios Chino y Británico, desde el 1839 al 1842, comenzando las fricciones porque las exportaciones de opio de los británicos crecieron vertiginosamente, de aproximadamente 15 toneladas en 1730 a 75 toneladas en 1773 [13]. Los productos triangulaban: primero se

transportaba el opio cultivado en el Imperio Otomano, Persia y la India, para llegar al Imperio chino. Luego allí, se pagaba con opio las porcelanas, sedas y té, y estas se llevaban a la Costa Este de los Estados Unidos y al Reino Unido. Con el dinero producido, los ingleses se iban a Turquía y la India para comprar más opio.

La segunda guerra ocurre en 1862, donde estuvo inmiscuida Francia y la Compañía de las Indias Orientales. Ambas confrontaciones se produjeron, también, por intereses económicos, siendo el factor principal, el hecho de que los británicos se dedicaron a introducir el contrabando de opio en China y en la India [14]. Esto desencadenó el conflicto con los chinos, que deseaban establecer sus propias leyes para el control del comercio del opio. Ambas guerras fueron perdidas por los orientales, a quienes les tocó firmar los llamados “Acuerdos desiguales”. Luego en el año 1865 ellos crean un banco para

administrar las ganancias generadas por el tráfico de opio.

Las *Nuevas Rutas de la Seda* en la actualidad, mantienen al opio con todo su vigor en estas vías de intercambio de negocios, algo modificadas según el diseño territorial original, pero igual, con la presencia de delincuentes fuera de las leyes que regulan el comercio ^[11]. Un ejemplo a observar de lo señalado es Afganistán, que lleva más de tres décadas de guerra y que lo han convertido en un narco estado, construido sobre una tasa de corrupción y con un sistema informal de intercambio de capitales cuyos orígenes se remontan al siglo VIII llamado *hawala* ^[4]. Esto le permite transacciones ilegales con paraísos fiscales como las islas Caimán. Todos se favorecen de los beneficios de la Adormidera en ese país. Es un cultivo que requiere de muchos empleados ^[6], lo que representa una fuente de trabajo para familias de refugiados y de emigrantes indocumentadas, y desde que Estados Unidos invadió Afganistán las muertes por consumo de heroína, entre los soldados invasores, triplica las muertes en combate.

Pero quien nos permite conocer la magnitud del impacto en el ámbito social del opio es la Economía política, que como ciencia interdisciplinaria toma de la historia la huella cincelada por éste, como producto apetecible ^[15]. Como ciencia económica se encarga del estudio de las relaciones sociales, particularmente las de carácter de poder, que mutuamente comprenden la producción, distribución y consumo de recursos. Uno de sus objetivos es entender el cambio social y la transformación histórica que ocurre por estos factores, junto al aspecto dependiente de los gobiernos por la configuración del capital dominante en un momento determinado. Se ocupa de la mercantilización, donde el bien toma un valor para satisfacer una necesidad. La especialización de los mercados globales, proceso de intercambiar el uso para darle valor en un espacio que se transforma con el tiempo, o la extensión del dominio institucional, construyendo estructuras como efecto de la acción social superando el tiempo y el espacio. Luego la vinculación

y estructuración de lo señalado. Lo dicho anteriormente fundamenta el planteamiento de que el comercio del opio inglés en China, durante los siglos XVIII y XIX ^[2] no surgió como una actividad al azar, sino que se asentó sobre dinámicas económicas regionales muy amplias, que echaron raíces en procesos, sólo entendibles desde una óptica de larga duración, dentro de un ámbito de transformación de la relación del ser humano con la naturaleza, a raíz de las progresivas revoluciones agrícolas, y en concreto con aquellos productos que conllevan cierta capacidad de generar un hábito de consumo o adicción. Esto último está relacionado con el surgimiento del Capitalismo moderno.

El opio mantiene su presencia comercial en el Capitalismo ^[11], pero con la diferencia de otras mercancías como el algodón o las especias, cuyo comercio es esencial en la comprensión de la formación del capitalismo moderno, esto debido a que las drogas como el opio se distinguen por ser sustancias que, por sus propiedades psicoactivas, juegan un papel muy complejo en las culturas de consumo en las que se desenvuelven, muy especialmente por su función dentro de la gestión psicológica del trabajo, el reposo, el placer. Algunos especialistas han dado en llamar la “gestión química de la vida cotidiana”.

Bolívar Echeverría ^[16] nos deja su opinión en relación a que el consumo de opio, para nada se puede comparar con las proporciones que adquiere en épocas anteriores y las que posee ya en la sociedad capitalista. Las condiciones de vida en la era del capital, giran en torno a la lógica del valor de cambio, de la maximización de la ganancia, de la competencia, de los enormes ejércitos de desempleados, de la automatización de los procesos productivos, de la globalización económica. La drogadicción entendida desde su configuración de masas y el narcotráfico, es el resultado de las necesidades del capital y no un fenómeno social atribuible a la desestabilización emocional del sujeto consumidor de drogas.

La necesidad de encontrar fármacos para controlar los efectos estresantes del proceso

del trabajo laboral llevó al descubrimiento de drogas como la morfina. En los inicios del capitalismo del siglo XIX, el opio juega un papel de importancia para la clase trabajadora de Inglaterra [17]. Los obreros lo consumían como sedante y analgésico. Desempeñaba un papel parecido al que hoy tiene la aspirina. Formaba parte de su botiquín doméstico. El proceso de proletarización se propaga rápidamente en varias ciudades europeas, y ciudades como Manchester, París, Hamburgo, Barcelona y New York se convertirán en un receptáculo importante para consumir opiáceos y otro tipo de drogas, ésto, para mitigar los males derivados del proceso de las jornadas del trabajo.

También en la Primera Guerra mundial, los soldados iban al frente “dopados” con la

heroína, que les permitía adormecer su miedo a los cañones.

En los actuales momentos, la llamada “economía informal”, que es aquella donde se elude el control fiscal, representa un estimado del 60% de la población mundial, y está representada en su mayoría por buhoneros y trabajadores ilegales, y es aquí donde también tiene cabida la comercialización del opio y sus derivados, constituyéndose en una forma de intercambio que conlleva el blanqueo de capitales, tráfico de armas, prostitución, crimen organizado, terrorismo [18]. El daño que ocasiona esta economía *subterránea o sumergida*, no es sólo por la no recaudación fiscal, sino que representa la competencia desleal hacia los agentes económicos legalmente establecidos [18].

Conclusiones

En los actuales momentos la economía nos indica, apoyada en estadísticas [19], que la posición del opio como mercancía de valor se sigue manteniendo en sus dos vertientes comerciales señaladas al comienzo.

Su manejo legal se realiza al dispensarse para el tratamiento en los diferentes trastornos de salud a través de la prescripción sanitaria y médico- farmacéutica; esto por la sencilla razón de que el opio y sus derivados, debido a sus mecanismos de acción farmacológica, siguen siendo útiles y necesarios en el campo de la salud. Al mismo tiempo, cabe destacar que sus efectos colaterales, como la adicción, es letra oculta en las estadísticas sanitarias.

Aunque algunos países ya definen en su legislación las limitaciones para el comercio y consumo del mismo, su otro manejo comercial, en el orden de una economía subterránea, sigue siendo causa de subvención para grupos armados que alteran la paz mundial, y que deterioran y distorsionan de la manera más deplorable, la calidad de vida de los integrantes de los conglomerados sociales circunscritos a su influencia, como es el caso de clases sociales de altos ingresos, quienes lo consumen para el disfrute de sus propiedades narcóticas. Por su parte, los conglomerados de escasos recursos, lo ven como una forma rápida de alcanzar la riqueza, obteniendo ganancias económicas, sin ningún tipo de escrúpulos.

El creciente consumo de opio y sus derivados los opiáceos u opioides por parte de las personas, representa un problema económico, por cuanto sus efectos farmacológicos los convierten en seres dependientes. Los tratamientos desintoxicantes sólo representan un paliativo para su reincorporación a la sociedad, como agentes productivos.

La sustitución por cultivos legales no ha generado resultados satisfactorios y la educación preventiva sigue siendo una alternativa a largo plazo. Esta última necesita un abordaje desde diferentes puntos y la intervención de distintos ámbitos, desde el médico que prescribe, hasta el seguimiento frecuente del paciente consumidor.

La llamada “crisis de los opioides” que comenzó en el año 1996, pero que sus causas y consecuencias siguen vigentes, se generó por la prescripción legal y previa, avalada por los médicos del OxyContin, un derivado farmacológico del opio aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration*) o Administración de Alimentos y Medicamentos, en los Estados Unidos, lo que desencadenó un aumento en la drogadicción y muertes por el uso inapropiado de dicho fármaco. En los cinco años siguientes a su comercialización, el aumento vertiginoso de recetas prescritas de forma legal fue impresionante. Para contrarrestar lo anterior y con el objetivo de que el paciente no desarrollara la tolerancia y drogadicción como efectos colaterales, se establecieron protocolos de administración sanitaria para este tipo de fármacos, como son: menos pastillas de entradas en el inicio de la prescripción; seguimiento en la evolución del paciente y educación sanitaria para reducir el consumo de opioides. Sin embargo, la intervención de organizaciones como la de las Naciones Unidas no ha frenado este problema comercial complejo, como es el tráfico ilegal del opio y sus derivados.

Finalmente es importante acotar el hecho de que:

- 1- La instauración del opio como mercancía de valor en el ámbito de la ilegalidad, atenta contra la seguridad, destruye el estado de derecho y la independencia de las economías.
- 2- La inestabilidad política y financiera, ahuyenta la inversión y aumenta la fuga de capital en el sector legal, en los organismos de la salud pública y privada.
- 3- La aplicación no adecuada de estos medicamentos al paciente, ocasiona el deterioro de su salud, todo ello por la prevalencia de los intereses comerciales de las industrias farmacéuticas y anexos, sin anteponer la cautela y prevención para la administración de medicamentos que ofrecen interacciones y riesgos farmacológicos graves al paciente.

Referencias

- 1- Valsechi, F. Qué es la economía. 7a edición. Buenos Aires Editorial Columba. 1973.pp. 7
- 2- Jacques M., “American Merchants and the China Opium Trade, 1800-1840”, *The Business History Review*, vol. 42, núm. 4, 1968, pp. 418-442
- 3- Baumler, A *Modern China and Opium: A Reader*, Ann Arbor, University of Michigan Press, 2001
- 4- Felbac, V. (2016). Afganistán, terrorismo, opio y paciencia. Disponible en: <https://www.ahorasemanal.es>. Consulto: 2020, Mayo 21.
- 5- Álvarez, Y; Farrè, M. (2005) Farmacología de los Opioides. *Revista Adicciones*, Vol 17, N 2 pp 21-40
- 6- Sagrera J. (2005). Historia de la Farmacia. *Revista Ámbito farmacéutico*. Vol.24. Nº10, pp 19.
- 7- Quincey, T (2005). El Opio De la farmacopea a la prohibición. *Historia de la farmacia*. Vol 24, Nº 10, pp 97-110
- 8- Ministerio de Salud (2012) *Uso de drogas y VIH, orientaciones para la intervención y la investigación*. Argentina.

- 9- Carl A. "Opium as a Commodity in the Chinese Nanyang Trade", en Eric Tagliacozzo y Wen-Chin Chang [eds.], Chinese Circulations: Capital, Commodities, and Networks in Southeast Asia, Durham, Duke University Press, 2011, p. 102
- 10- Realuyo C, (2019). La nueva Guerra del Opio: Una Emergencia Nacional. Revista: The journal of complex operations, vol 8, N 1, pp 133
- 11- Historia de la ruta de la seda. (2020). Disponible: [https:// www.Rutas 10.com](https://www.Rutas10.com). Consulta 2020, Mayo 21.
- 12- Cantón. J. Opio Comercio y Colonialismo. Disponible :<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis.código55972>. (2015). Universidad de Granada.
- 13- Brook, Timothy y Bob T. Wakabayashi (eds.), Opium Regimes. China, Britain and Japan, 1839-1952, Berkeley-Los Ángeles, University of California Press, 2000
- 14- Amar, F; Smuggling as Subversion: Colonialism, Indian Merchants and the Politics of Opium, Nueva Delhi, New Age International Publisher, 1998, pp. 13-15
- 15- Colectivo Maloka (ed.) La economía de las drogas ilícitas. Escenarios de conflictos y derechos humanos. Fundación CIBOD. Barcelona (2009) pp1- 130
- 16- Bolívar E. (1984). La forma natural de la Reproducción social. Cuadernos Políticos, N 41, México. Editorial Era. pp. 33-46.
- 17- Engels. F. La situación de la clase obrera en Inglaterra. Editorial Futuro. Buenos. Aires, Editorial Futuro. pp. 46-49. (1965)
- 18- EDPAL. (2017). Drogas ilícitas y narcotráfico. Disponible: https://www.kas.de/c/document_library/get_file.uuid=93982d54-be85-7625-7767-9da536bd82a4&groupId=252038.
- 19- Unodc.org. (2018). Informe Mundial de Drogas. Disponible: <http://201.217.213.202/Portals/1/publicaciones/pdf/internacionales/WDR2019B1S.pdf>. Consulta: 20120, Junio 24.

PANORAMA JURÍDICO VIGENTE EN EL CONTEXTO SOCIAL VENEZOLANO. IMPORTANCIA PARA LA SOCIEDAD Y LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

CURRENT LEGAL PANORAMA IN THE VENEZUELAN SOCIAL CONTEXT. IMPORTANCE FOR SOCIETY AND UNIVERSITY EDUCATION

Lorenz Ceballos

Universidad Fermín Toro
Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas. Escuela de Derecho.
Barquisimeto- Venezuela
lusch8o@gmail.com

Recibido: 04-08-20

Aceptado: 15-09-20

Resumen

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999, fue producto de una realidad social que reclamaba del Estado una mayor intervención y, efectivamente, a través del texto fundamental se hace. No obstante, fijó un tiempo prudencial a los fines de que el Poder Legislativo, dentro de sus competencias, sancionara todas aquellas leyes que son necesarias para dar cumplimiento al mandato constitucional, lo cual hasta la actualidad sólo se le ha dado un cumplimiento parcial. Lo que hizo necesario para la autora del presente ensayo, analizar el panorama jurídico vigente en el contexto social venezolano. Para ello se apoyó en la fenomenología y la hermenéutica como métodos de la investigación cualitativa, concluyendo que esta situación indudablemente ha generado una anarquía que desdibuja el fin de la justicia que no es otro que dar a cada uno lo que corresponda. Es recomendable a la brevedad que el poder legislativo tome control de la situación y de cumplimiento al texto constitucional promulgando leyes acordes a la situación social venezolana, pero siempre en sintonía con la norma suprema.

Palabras clave: norma jurídica, consecuencia jurídica, poder legislativo, anarquía

Abstract

The 1999 Constitution of the Bolivarian Republic of Venezuela was the product of a social reality that demanded greater intervention from the State and, indeed, it is done through the fundamental text. However, it set a reasonable time so that the Legislative body, within its powers, sanction all those laws that are necessary to comply with the constitutional mandate, which until now has only been partially complied with. What made it necessary for the author of this essay to analyze the current legal Venezuelan social context. For this, he relied on phenomenology and hermeneutics as qualitative research methods, concluding that this situation has undoubtedly generated an anarchy that blurs the end of justice, which is none other than to give each one what corresponds. It is recommended that the legislative power takes control of the situation and of compliance with the constitutional text as soon as possible, promulgating laws according to the Venezuelan social situation, as far as they are in agreement with the supreme norm.

Key words: legal norm, legal consequence, legislative power, anarchy

Lorenz Eulalia Ceballos De Gennaro. Abogada Universidad Fermín Toro (UFT), Especialista en Derecho Procesal Civil Universidad Santa María (USM), Magíster en Educación mención: Gerencia Educativa. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Doctora en Gerencia Universidad Yacambú (UNY) y Ph.D en Estudios Libres (UFT). **Email:** lusch8o@gmail.com

Panorama jurídico vigente en el contexto social venezolano. Un breve recorrido

Hacer un acercamiento al complejo panorama jurídico que se aprecia en el contexto social venezolano ha exigido a la autora realizar un breve recorrido por los antecedentes históricos del conflicto jurídico y social actual que la nación venezolana experimenta, resaltando algunos aspectos claves e indispensables para la comprensión de dicha conflictividad y haciendo énfasis en elementos imprescindibles para la comprensión de esta realidad jurídica y social en toda su dimensión. De manera que en las universidades se tiene en cuenta que las ciencias sociales tienen un papel preponderante en la sociedad, en virtud de que su objeto es estudiar las conductas de los individuos dentro de la misma. Esto permite afirmar que las actividades que se establecen y las relaciones que se crean entre los sujetos se regulan a través del derecho.

El derecho se vale de las ciencias sociales y las leyes establecidas para desplegarse en el campo social y predeterminar las acciones de los individuos. Sin duda, el Derecho emerge de la labor reflexiva del hombre, el cual al trascender la facticidad, puede cambiarla para ajustarla a las necesidades, creando en su primera fase el ideal de deber ser, que orienta la evolución de la realidad empírica en un nuevo ser. Sin esta circunstancia trascendente del hombre, no es posible la existencia del Derecho.

De esta manera, se hace necesario para la autora apoyarse en la fenomenología y la hermenéutica como métodos de la investigación cualitativa, por cuanto, los procesos de interpretación y de comprensión ocurren uno seguido del otro, para propiciar así los cambios. De allí que, no puede existir comprensión, sin interpretación del fenómeno, haciendo evidente que no puede haber transformación si antes no se ha comprendido la realidad. El estudio y comprensión de los fenómenos, según Gadamer significa que “lo incomprendido y lo incomprensible desafía al hermeneuta y lo lleva al camino de preguntar, obligándolo a entender” [1].

En tal sentido, obsérvese que desde los orígenes de nuestra civilización el ser humano ha sido conflictivo por naturaleza, lo que le ha llevado necesariamente a buscar las formas o maneras de resolver sus problemas e incluso evitarlos, de allí el origen del derecho, en la necesidad de regular a través de normas jurídicas la conducta del individuo dentro de la sociedad y asegurar su coexistencia con sus semejantes. A pesar de la existencia de normas jurídicas, ello no implica que se transgreda o infrinjan con intención o por desconocimiento, lo cual no lo exime de cumplimiento ni mucho menos de responsabilidad.

Tal como en un momento de la historia hacia el año de 1762, Rousseau [2] lo desarrolla en su obra *Del Contrato Social*, donde trata de mostrarnos la necesidad de la sociedad de renunciar a su propia naturaleza primitiva y libre al delegar en el Estado poder, a los fines de que el mismo velara por su subsistencia al crear normas morales y leyes a las que los integrantes de la sociedad estuviesen sujetos y en el que apartarse de su cumplimiento traería consigo una consecuencia jurídica, convirtiéndose así el Estado en gerente por decisión de la sociedad, obligándose el mismo a dirigir, planificar, gestionar, evaluar y ejecutar las estrategias más acordes para la consecución de los intereses colectivos y en beneficio de una sociedad que delegó su libertad natural por justicia.

Sin embargo, un poco antes, para el año 1748, Montesquieu, sorprendió a los pensadores de su tiempo con la teoría de la división de poderes, donde textualmente señala:

“En cada Estado hay tres clases de poderes: el legislativo, ejecutivo y judicial. Por el primero, el príncipe o el magistrado hacen las leyes para cierto tiempo o para siempre, y corrige o deroga las que están hechas. Por el segundo, hace la paz o la guerra, envía o recibe embajadores, establece la seguridad y previene las invasiones; y por el tercero, castiga los crímenes o decide las contiendas de los particulares. Este último se llamará poder judicial; y el otro, simplemente, poder ejecutivo del Estado (...)

(...) cuando el poder judicial no está separado del poder legislativo y del ejecutivo. Estando unido al primero, el imperio sobre la vida y la libertad de los ciudadanos sería arbitrario, por ser uno mismo el juez y el legislador y, estando unido al segundo, sería tiránico, por cuanto gozaría el juez de la fuerza misma que un agresor.

En el Estado en que un hombre solo, o una sola corporación de próceres, o de nobles, o del pueblo, administrasen los tres poderes, y tuviese la facultad de hacer las leyes, de ejecutar las resoluciones públicas y de juzgar los crímenes y contiendas de los particulares, todo se perdería enteramente” [3]

Puede observarse de las líneas anteriores que cada poder del Estado que conformaba y conforma el Poder Público Nacional, con algunas variantes en la actualidad como ya lo mencionaremos dentro de poco, tiene fines específicos. Así tenemos un Poder Legislativo, cuya función no es otra que crear leyes para cierto tiempo; Ejecutivo, garantiza la seguridad a través de la paz o la guerra; y Judicial, cuya atribución es aplicar y/o administrar justicia, castigando o decidiendo las contiendas de los administrados.

Ahora bien, haciendo un gran salto en la historia, ubicándonos en el contexto venezolano, no podemos dejar de mencionar que esta división de Poderes estuvo acogida en la Constitución Nacional de 1961, siendo aprobada el 16 de enero de ese mismo año (en aquel entonces por el hoy extinto Congreso Nacional) y entrando en vigor en días posteriores.

De igual modo, es propicio mencionar que ante la coyuntura social que vivía Venezuela para año 1999 fue una necesidad la implementación de un nuevo texto constitucional que respondiera a las necesidades que demandaba la sociedad venezolana en aquel momento, donde la crisis social se hacía eco en los diferentes espacios del territorio venezolano; siendo efectivamente aprobado este texto constitucional bajo el mandato presencial

del ciudadano Hugo Chávez Frías, mediante referéndum popular el 15 de diciembre de 1999 y promulgada por la Asamblea Constituyente el 30 de diciembre de ese mismo año.

El nuevo texto constitucional y aún vigente, establece que Venezuela es un *Estado Social de Derecho y de Justicia, Democrático, federal descentralizado con una sociedad participativa, protagónica, multiétnica y pluricultural*. Agregando de igual manera dos poderes que en la actualidad forman parte del Poder Público Nacional, los mismos corresponden a: Poder Electoral y Ciudadano, cada uno también con sus propósitos específicos. Por una parte, el Poder Electoral, el cual es el responsable y garante de los procesos electorales que se lleven en Venezuela. En cuanto al Poder Ciudadano tenemos que su principal fin es proteger y hacer valer los derechos y garantías constitucionales de todos los ciudadanos venezolanos a través de los órganos que lo integran: Defensoría del Pueblo, Ministerio Público y la Contraloría General de la República.

El propósito de la Norma Jurídica

Como se indicó al inicio, la norma jurídica no es más que el conjunto de reglas que regulan o rigen la conducta del hombre en la sociedad, impulsadas desde el seno del Poder Legislativo y cuyo incumplimiento implica una sanción por el propio ordenamiento. Resulta oportuno hacer referencia a que según Kelsen [4], la norma jurídica se encuentra estructurada de la siguiente forma: supuesto de hecho y consecuencia jurídica, de manera pues que la concurrencia de ciertas circunstancias (supuesto de hecho) es lo que determina la materialización de la consecuencia jurídica a través de la actuación del Estado representada en este caso por el aparato jurisdiccional (poder judicial). No obstante, una característica esencial de toda norma jurídica es la temporalidad, ello quiere decir que las normas jurídicas son creadas para reglar la conducta del individuo, en un tiempo determinado, ello se debe a que las circunstancias de modo y lugar son variantes a medida que la sociedad evoluciona.

No debemos olvidar que el grupo social por excelencia lo constituye la familia, al punto que en nuestros estudios de educación preescolar, educación básica, educación media diversificada y profesional y la educación superior (en algunos casos), nos han repetido que la familia constituye *la célula fundamental de la sociedad* y posiblemente a los fines de tener una armónica convivencia en nuestra familia existen normas, las cuales también son hechas acordes al contexto familiar donde también las circunstancias de modo, lugar y tiempo son consideradas.

En tal sentido, la educación también viene a cumplir un rol esencial dentro de la sociedad, debido a que junto a la familia y al Estado, de alguna manera u otra y desde su campo de acción, nos han inculcado la existencia de normas, preceptos y reglas necesarias para la interacción y convivencia sana dentro de nuestro entorno, pero que las mismas están creadas en función al contexto en que nos encontremos, como se mencionó anteriormente.

Todo ello nos lleva a pensar en la importancia de la vigencia temporal de la ley en un contexto social (contexto espacial) determinado, en virtud de que el ciudadano que acude al órgano jurisdiccional en busca de administración de justicia, lo que pretende es que su derecho sea reconocido, resarcido o declarado según sea el caso, para ello el órgano jurisdiccional a través del juez debe contar con las normas de carácter sustantivo y adjetivo acordes a nuestra realidad social para dar respuesta al justiciable por medio de un proceso sin formalismos y reposiciones inútiles, tal como lo dispone el artículo 257 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela [5].

Una Realidad Latente

Recordemos que la Carta Magna de nuestro país entró en vigor el 30 de diciembre de 1999, debido a la necesidad de la sociedad venezolana quien clamó con vehemencia su aprobación. De cierto modo, cuando revisamos el preámbulo de la Constitución vigente, podemos verificar que efectivamente dicha afirmación se afianza al visualizar el

contenido ideológico, que refleja el momento histórico que vivía nuestro país para aquel momento.

Es evidente entonces, que en el preámbulo de nuestro texto constitucional quedaron justificados los motivos o razones que guiaron o motivaron a los constituyentes para establecer los principios fundamentales organizativos del Estado y del sistema político. Del mismo preámbulo también se observa la afirmación que somos un Estado de justicia, federal y descentralizado, resaltando el valor de la justicia, de manera que el Estado venezolano se encuentra sometido a la justicia y en consecuencia a la ley.

Resulta pertinente y obligatorio ubicarnos en el Título V de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, denominado de la Organización del Poder Público Nacional [6], donde se observa una marcada independencia de los Poderes Públicos que son los llamados a velar por los derechos y garantías constitucionales, a través de leyes sancionadas por un Poder Legislativo, la administración de justicia ejercida por jueces imparciales y autónomos, además de la ejecución de las leyes efectuadas por un Poder Ejecutivo eficiente y transparente.

Teniendo claro entonces las facultades de cada uno de los poderes que conforman el Poder Ejecutivo Nacional, es necesario citar la disposición transitoria sexta de la carta magna: "La Asamblea Nacional en un lapso de dos años legislará sobre todas las materias relacionadas con esta Constitución..." [7]. Puede inferirse la necesidad que existía y existe de adecuar gran parte de nuestro texto normativo que se ajuste a la Carta Magna. No obstante, a pesar de la necesidad de normas que se acoplen a la Constitución, ninguna de las vigentes tiene preferencia sobre la misma, en razón que el artículo 7 establece la supremacía constitucional, donde se señala: "La Constitución es la norma suprema y el fundamento del ordenamiento jurídico. Todas las personas y los órganos que ejercen el Poder Público están sujetos a esta Constitución" [8]. Entiéndase entonces que la Supremacía Constitucional es un principio del Derecho

Constitucional, cuyo postulado ubica a la Constitución del país jerárquicamente por encima de todo el ordenamiento jurídico de este, considerándola como la Norma Suprema del Estado y fundamento de toda la estructura jurídica.

Estableciendo a su vez la propia norma suprema en el artículo 334 eiusdem ^[9] los controles de la constitucionalidad: control difuso y concentrado, cuyo propósito no es otro que cuando alguna norma vigente colide con el texto constitucional se aplicará con preferencia la establecida en la Constitución. Entiéndase como control concentrado de constitucionalidad a aquél que se limita a un solo órgano, sea éste el Tribunal Supremo de Justicia, Sala Constitucional del mismo, o un Tribunal Constitucional autónomo con exclusión de los demás tribunales. En lo que se refiere al control difuso, va referido a aquél que cualquier tribunal puede declarar la inaplicabilidad de una norma legal de inferior jerarquía, que sea contraria al texto constitucional, en el caso particular del cual conoce.

A propósito del control de la constitucionalidad, el Tribunal Supremo de Justicia en Sala Constitucional en sentencia N° 833 de fecha 25 de mayo de 2001, bajo la ponencia del Dr. Cabrera ^[10], se pronuncia sobre el contenido y alcance del artículo 334 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), en donde se enfatiza que todos los jueces, sin importar su jurisdicción ordinaria, militar o alternativa (paz), deben ser garantes de la integridad de la supremacía constitucional, es decir, que sin importar su instancia o competencia deben ser jueces constitucionales, no quedando en consecuencia delegado únicamente a la Sala Constitucional del Tribunal Supremo de Justicia la aplicación de esta especial jurisdicción.

En tal sentido, se reconoce la plena existencia y validez del control difuso y concentrado, en aras de mantener la supremacía constitucional; entendiendo el control difuso como el mecanismo procesal que los jueces de instancia poseen al momento de encontrarse, en un caso de su conocimiento, una norma de rango legal o

sub-legal que colide, con la Constitución, este deberá con base en este mecanismo desaplicar tal normativa al caso en concreto. Asimismo, en relación con el control concentrado le corresponde exclusivamente a la Sala Constitucional del Tribunal Supremo de Justicia como el principal garante de la Supremacía Constitucional.

Es evidente, como se ha mencionado, que existen los mecanismos para garantizar el estricto cumplimiento de la Constitución, la preocupación deriva del uso excesivo que se le da a la implementación de ambos controles, un uso que parece encontrar su justificación en la necesidad de actualizar y hacer más efectivas las normas jurídicas que se han quedado de alguna manera rezagadas ante el avance de los postulados constitucionales y muchas de las cuales están en contravención de estos.

De lo anterior puede apreciarse que la respuesta del órgano judicial, en el ejercicio y aplicación de las normas y garantías constitucionales ha sido el uso de los controles naturales de la constitucionalidad, y en el caso del control difuso, se ha ejercido el mismo al punto de que en algunas decisiones pretende la desaplicación de la norma jurídica en todos los casos en los que se considere que la misma contradice alguna norma constitucional, haciendo a un lado la particularidad y excepcionalidad de este tipo de control, desvirtuando de tal modo la finalidad del mismo. Generando una gran anarquía en la esfera jurídica al punto de que a pesar de existir por norma constitucional atribuciones para cada uno de los poderes que integran el Poder Público Nacional, se hace evidente una intromisión del Poder Judicial en facultades propias de un Poder Legislativo, trayendo inseguridad jurídica para el ciudadano que clama justicia y que en un momento de la historia delegó en el Estado ese poder precisamente para no vivir en anarquía.

A modo de reflexión

Desde la entrada en vigencia de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela han transcurrido casi 21 años, las circunstancias políticas, culturales,

económicas y sociales han variado, lo que hace aún más urgente y necesario que el Poder Legislativo, haciendo uso de sus atribuciones legales, la normativa jurídica que aún tiene pendiente, dando respuesta a las demandas y exigencias de la sociedad venezolana en un Estado donde el derecho y la justicia por disposición de la propia Constitución debe prevalecer. En tal sentido, es recomendable que de inmediato el Poder Legislativo comience a hacer usos de sus atribuciones y dar respuesta a las exigencias en el contexto social y jurídico que cada vez es mayor, ante la evidente crisis política, económica, social y cultural que en los actuales momentos vive Venezuela.

De igual modo, a los fines de seguir evitando usurpación de funciones reservadas a otras ramas del Poder Público Nacional, se hace necesario preservar el principio de separación de poderes, tal como se encuentra establecido en el texto constitucional vigente y evitar su atenuación indebida o excesiva, por lo que es indispensable adoptar las medidas o correctivos necesarios desde el seno de la Asamblea Nacional en resguardo de la seguridad jurídica que se le debe garantizar a todo ciudadano.

Referencias

- 1- Gadamer, H. Verdad y método Traducción de Ana Agud Aparicio y Rafael de Agapito. 14 edición. Salamanca: Editorial Sígueme; 2017. p.4-6.
- 2- Rousseau, J. Del Contrato Social. Madrid- España: Alianza Editorial; 2012.
- 3- Montesquieu, N. El Príncipe. Madrid. España: Editorial Espasa; 1998. p.112.
- 4- Kelsen, H. Teoría Pura del Derecho. 16 edición. México: Editorial Porrúa; 2019. p.56.
- 5- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N 36.860 del 30 de diciembre de 1999, p.54.
- 6- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N 36.860 del 30 de diciembre de 1999, p.34.
- 7- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N 36.860 del 30 de diciembre de 1999, p.78.
- 8- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N 36.860 del 30 de diciembre de 1999, p.2

Cabe agregar, no es un secreto para nadie que el país está atravesando en la actualidad una gran crisis política, económica, cultural y social como antes se mencionó, lo que hace indispensable la participación de verdaderos gerentes de formación, que respondan a las exigencias que demanda la sociedad venezolana, implementando estrategias y medidas acordes a la realidad existente, pero cada quien desde su campo de acción y de forma autónoma e independiente, con el único fin de velar por los intereses de una sociedad que durante muchos años ha vivido ante una incertidumbre jurídica y denegándose una verdadera justicia.

Finalmente, en función a todo lo expuesto, es necesario enfatizar que la educación especialmente la Educación Universitaria, tiene un gran compromiso y es coadyuvar en la formación de profesionales con mayores herramientas de gestión de cambios, liderazgo y especialmente promover en estos principios éticos, que serán de gran aporte para cumplir con las demandas de una sociedad que durante años clama ser escuchada y un país que le urge ser reconstruido.

- 9- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N 36.860 del 30 de diciembre de 1999, p.71.
- 10- Cabrera, J. 2001. Sentencia Nro 883, Sala Constitucional. Tribunal Supremo de Justicia [Consultado 10 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.tsj.gob.ve>

Normas para los autores

Normas para los autores

El idioma oficial de la revista es el español, aunque podría considerarse artículos en idioma inglés para que alcance una mayor audiencia, el (los) autor (es) pudiese (n) solicitar el anexo de la traducción del artículo en otro idioma diferente a los citados anteriormente.

Criterios de Evaluación

Condiciones Generales:

Las contribuciones técnicas que se publiquen deberán estar enmarcadas en los requisitos fijados por la presente norma y aceptadas por el Comité Editorial.

Los trabajos publicados en **RITE** son de su propiedad, con las excepciones que se estipulan en el Convenio de Publicación y no podrán ser reproducidas por ningún medio sin la autorización escrita del editor.

Los autores deberán indicar nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeñan y dirección completa, incluyendo correo electrónico.

Contribuciones

El comité editorial acepta siete tipos de contribuciones para publicación: artículos

técnicos, artículos de ingeniería aplicada, comunicaciones, revisiones, notas técnicas, ensayos y artículos de difusión.

Artículos Técnicos:

Son aquellas contribuciones que además de informar novedades y adelantos en las especialidades que abarca RITE, son el resultado de un trabajo de investigación, bien sea bibliográfico o experimental, en el que se han obtenido resultados, se discutieron y se llegaron a conclusiones que signifiquen un aporte significativo en Ciencia, Tecnología y Artículos de difusión.

Artículos de ingeniería aplicada y educación:

Son el resultado de trabajos de grado (Especialización, maestría y doctorado) o de investigación en el ámbito universitario e industrial, bien sea experimental y/o no experimental, que signifiquen un aporte tecnológico para la resolución de problemas específicos en el sector industrial y en educación.

Comunicaciones:

Son reportes de resultados originales de investigaciones de cualquier campo de la

educación, las ciencias básicas o aplicadas, dirigidas a una audiencia especializada. Podrá ser de hasta 6 cuartillas.

Revisiones:

Son artículos solicitados por invitación del comité editorial y comentan la literatura más reciente sobre un tema especializado en particular.

Notas técnicas:

Son aquellas contribuciones producto de investigación destinadas a informar novedades y/o adelantos en las especialidades que abarca RITE.

Podrán presentarse en una extensión máxima de (10) cuartillas, incluyendo un máximo de 10 figuras y tablas, las que deberán cumplir las condiciones que para ellas se establece en el aparte 5.

Artículos de difusión:

Son aquellos que reportan una idea con hechos de actualidad, relacionada con la proyección de la revista, sin entrar en detalles.

El comité editorial se reserva el derecho de seleccionar los artículos técnicos, de educación y los de ingeniería aplicada consignados para publicación, después de consultar por lo menos a dos árbitros.

Ensayos:

Son textos que analizan, interpretan o evalúan un tema de investigación en particular. Debe presentar argumentos y opiniones sustentadas.

Los artículos remitidos para su publicación tienen que ser inéditos. No serán aceptados aquellos que contengan material que haya

sido reportado en otras publicaciones o que hubieran sido ofrecidos por el autor o los autores a otros órganos de difusión nacional o internacional para su publicación.

Normas para la presentación de artículos y documentos:

Todas las contribuciones deberán prepararse en procesador de palabras Microsoft office Word a espacio 1,5 en papel tamaño carta, tipo de letra Arial, tamaño 12, con todos los márgenes de 2,5 cm, anexando su versión digital.

Los artículos técnicos, los de educación y los de ingeniería aplicada deberán tener una extensión mínima de 20 páginas, incluyendo un máximo de 10 ilustraciones (figura + tablas)

Composición

Los artículos técnicos y de ingeniería aplicada deberán ordenarse en las siguientes secciones: título en español, nombre completo de autores, resumen en español y palabras clave, título en inglés, resumen en inglés (Abstract) y (Key words), introducción, desarrollo, conclusiones, referencias bibliográficas.

Título en español:

Debe ser breve, preciso y codificable, sin abreviaturas, paréntesis, formulas ni caracteres desconocidos, que contenga la menor cantidad de palabras que expresen el tema que trata el artículo y pueda ser registrado en índices internacionales. El autor deberá indicar también un título más breve para ser utilizado como encabezamiento de cada página.

Nombre completo de los autores:

Además de indicar nombre y apellido de los autores, en página aparte se citará título académico, lugar de trabajo, cargo y dirección completa, incluyendo teléfono y correo electrónico.

Resumen en español y palabras clave:

Señalando en forma concisa los objetivos, metodología, resultados y conclusiones más relevantes del estudio, con una extensión máxima de 200 palabras. No debe contener abreviaturas ni referencias bibliográficas y su contenido se debe poder entender sin tener que recurrir al texto, tablas y figuras.

Al final del resumen incluir de 3 a 5 palabras clave que describan el tema del trabajo, con el fin de facilitar la inclusión en los índices internacionales.

Títulos, resumen y palabras en inglés:

(*Abstract y keywords*). Es la versión en inglés de título, resumen y palabras clave en español.

Introducción:

En ella se expone el fundamento del estudio, el estado del arte en forma concisa, planteamiento del problema y objetivo del trabajo.

Desarrollo:

Se presenta en diversas secciones:

Métodos y Materiales:

Donde se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se llevó a la práctica, las especificaciones técnicas de los materiales, cantidades y métodos de preparación.

Resultados:

Donde se presenta la información pertinente a los objetivos del estudio y los hallazgos en secuencia lógica.

Discusión de resultados:

Donde se examinarán e interpretarán los resultados que permitan sacar las conclusiones derivadas de esos resultados con los respectivos argumentos que las sustentan.

Conclusiones:

En este aparte se resume, sin los argumentos que las soportan, los logros extraídos en la discusión de los resultados, expresadas en frases cortas, sucintas.

Referencias Bibliográficas:

Debe evitarse toda referencia a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, no universalmente accesibles, las referencias deben ser citadas y numeradas secuencialmente en el texto con números arábigos entre corchetes. (Sistema orden de citación), al final del artículo se indicarán las fuentes, como se expresa a continuación, en el mismo orden en que fueron citadas en el texto, según se trate de:

Libros:

Autor (es) (apellidos e iniciales de los nombres). título, número de tomo o volumen (si hubiera más de uno), número de edición (2da en adelante), lugar de edición, ciudad, nombre de la editorial, número(s) de páginas(s), año.

Artículos de revistas:

Autor(es) del artículo (apellido e iniciales de los nombres), año, título del artículo, nombre de la revista, número de volumen, número del ejemplar, número(s) de páginas(s).

Trabajos presentados en eventos:

Autor(es), (apellido e iniciales de los nombres), título del trabajo, nombre del evento, fecha, número(s) de página (s).

Publicaciones en medio electrónicos:

Si se trata de información consultada en internet, se consignarán todos los datos como se indica para libros, artículos de revistas y trabajos presentados en eventos, agregando página web y fecha de actualización; si se trata de otros medios electrónicos, se indicarán los datos que faciliten la localización de la publicación.

Ilustraciones:

Incluir en el texto un máximo de 12 (doce) ilustraciones (figuras y tablas).

Figuras:

Todos los gráficos, dibujos, fotografía, esquemas deberán ser llamados figuras y enumerados con números arábigos en orden correlativo, con la leyenda explicativa que no se limite a un título o a una referencia del texto en la parte inferior y ubicadas inmediatamente después del párrafo en que se cita en el texto.

Las fotografías deben ser nitidas y bien contrastadas, sin zonas demasiado oscuras o extremadamente claras.

Tablas:

Las tablas deberán enumerarse con números arábigos y leyendas en la parte superior y ubicarse inmediatamente después del párrafo en el que se citan en el texto. Igual que para las figuras, las leyendas deberán ser explicativas y no limitarse a un título o a una referencia del texto.

Unidades:

Se recomienda usar las unidades del sistema métrico decimal, si hubiera necesidad de usar unidades del sistema anglosajón (pulgadas, libras, etc.), se deberán indicar las equivalencias en el sistema métrico decimal.

Siglas y abreviaturas:

Si se emplean siglas y abreviaturas poco conocidas, se indicará su significado la primera vez que se mencionen en el texto y en las demás menciones bastará con la sigla o la abreviatura.

Fórmulas y ecuaciones:

Los artículos que contengan ecuaciones y fórmulas en carácter arábico deberán ser generados por editores de ecuaciones actualizados con numeración a la derecha.

Normas técnicas del diseño Diseño y versión:

Formato electrónico.

Debe respetarse la diagramación establecida y los originales publicados en las ediciones de esta Revista son propiedad del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes, siendo necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

Sitio Web

WebRepositorio Institucional SaberULA (www.saber.ula.ve).

Dirección institucional

Hacienda Judibana. Kilómetro 10, Sector La Pedregosa. El Vigía - 5145- Edo. Mérida.

Contactos Tel: 0275-8817920/0414-0078283

e-mail: riteula2017@gmail.com

El Consejo de Desarrollo, Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes de la ULA es el organismo encargado de promover, financiar y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos, humanísticos y de las artes



Objetivos Generales del CDCHTA

El CDCHTA de la Universidad de Los Andes desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y a su generación de relevo.
- Fomentar la investigación en todas las unidades académicas de la ULA, relacionando la docencia con la investigación.
- Vincular la investigación con las necesidades del país.

Objetivos Específicos

- Proponer políticas de investigación y de desarrollo científico, humanístico y tecnológico para la Universidad y presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Presentar a los Consejos de Facultad y Núcleos Universitarios, a través de las comisiones respectivas, proposiciones para el desarrollo y mejoramiento de la investigación en la Universidad.
- Estimular la producción científica (publicaciones, patentes) de los investigadores, creando para ello una sección que facilite la publicación de los trabajos científicos.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y evaluación de la investigación y proponer la creación de premios, menciones, certificaciones, etc., que sirvan de estímulo para la superación de los investigadores.
- Emitir opinión a solicitud del Consejo Universitario, sobre los proyectos de creación, modificación, o su presión de centros o institutos de investigación.
- Elevar opinión ante el Consejo Universitario, previa recomendación de las comisiones, sobre los proyectos de convenio con otras instituciones para propiciar el desarrollo de la investigación.

Estructura

- Vicerrector Académico, Coordinador del CDCHTA.
- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Seminarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones técnicas asesoras.

Proyectos.

- Seminarios.
- Publicaciones.
- Talleres y Mantenimiento.
- Apoyo a Unidades de Trabajo.
- Equipamiento Conjunto.
- Promoción y Difusión.
- Apoyo Directo a Grupos (ADG).
- Programa Estímulo al Investigador (PEI).
- PPI-Emeritus.
- Premio Estímulo Talleres y Mantenimiento.
- Proyectos Institucionales Cooperativos.
- Aporte Red Satelital.
- Gerencia.

*Esta versión electrónica de **La Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)**,
se realizó cumpliendo con los criterios y lineamientos establecidos para la edición
electrónica en el **Volúmen 3, N° 2**, publicada en el repositorio institucional saberula
Universidad de Los Andes – Venezuela
www.saber.ula.ve
info@saber.ula.ve*