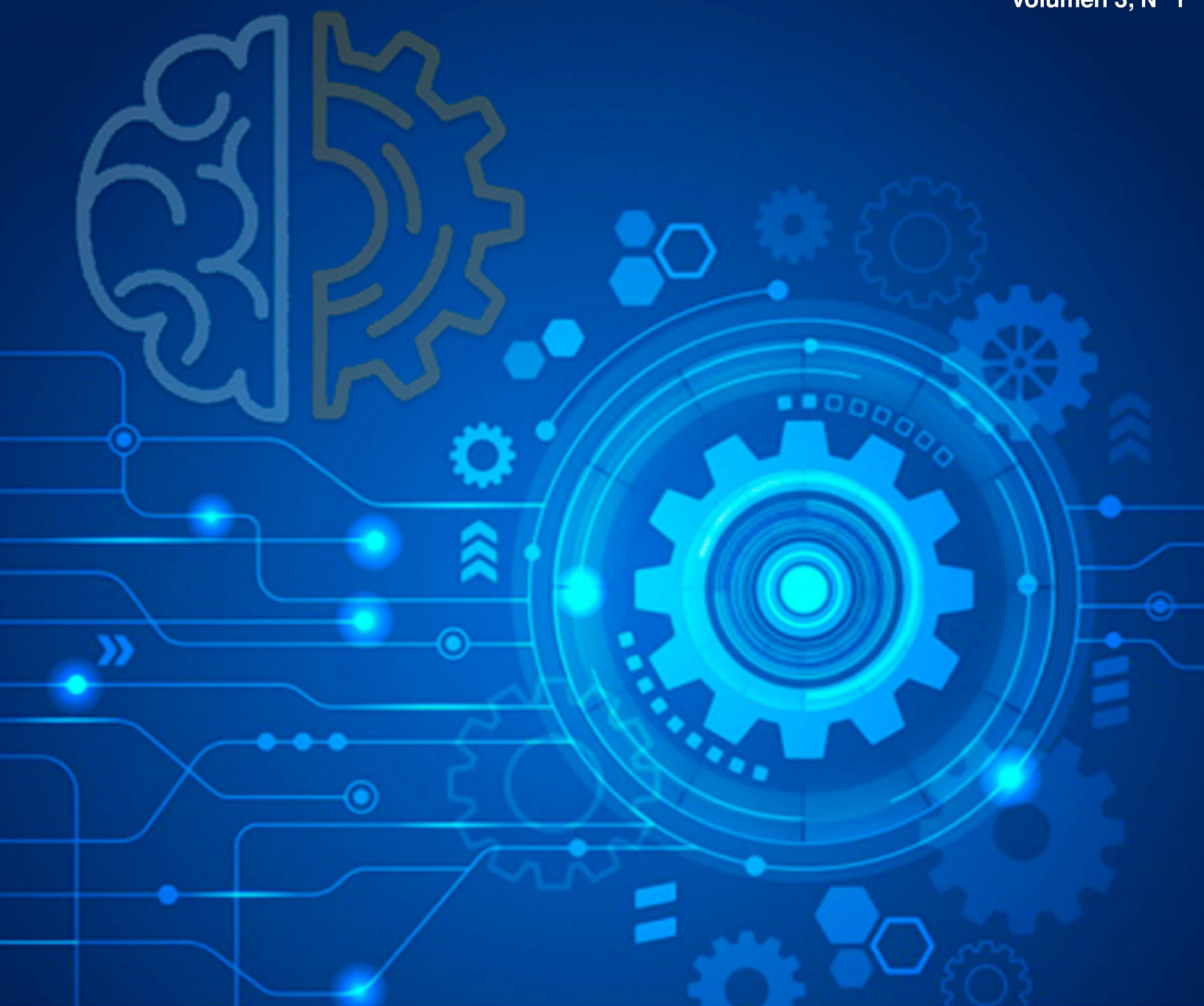




Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 1, Enero - Junio 2020

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° 1, Enero - Junio 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

Lcda. Angie Castellano

MSc. Ingrid Suescun

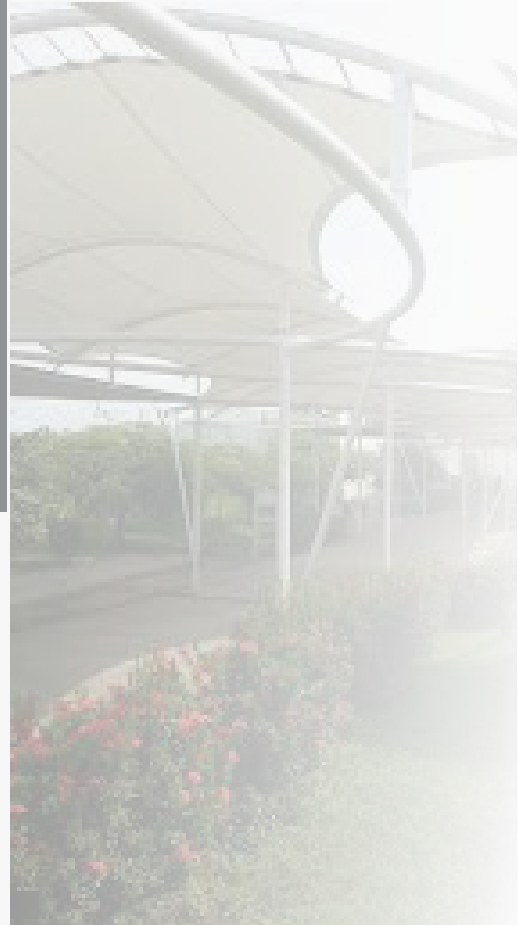


Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

PRESENTACIÓN

¿QUÉ HACEMOS EN VENEZUELA CON LOS PRODUCTOS GENERADOS POR EL PROCESO ELECTROQUÍMICO DE CLOROSODA?: UNA AUTOCRÍTICA
Olga P de Márquez

08

REVISIONES

LA FUNDACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. MERIDA, VENEZUELA: Una mirada en su cincuenta aniversario
Ricardo R. Contreras

11

DEFENSA ANTIOXIDANTE EN EL CUERPO HUMANO: Una revisión (Teoría de los radicales libres)
Jairo Márquez, Elkis Weinhold, Olga P. Márquez, Keyla Márquez

19

ARTÍCULOS

SIMULACIÓN ANALÓGICA: UNA EXPERIENCIA PARA EL APRENDIZAJE DE LA GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO A TRAVÉS DE UN MODELO DIDÁCTICO
Rubén Belandria, José Escalona, Guillermo Bianchi.

45

LA VIOLENCIA ESCOLAR: UNA MIRADA DESDE LA PERSPECTIVA Y EXPERIENCIA DEL DOCENTE ACTUAL
Namixi Castillo, Thania Torres

57

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 1, Enero - Junio 2020

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

PROPUESTA DE UN DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN
COMPETENCIAS PARA LA UNIDAD CURRICULAR MECÁNICA DE
MATERIALES I

Pedro Salas, Domingo Alarcón, Miguel Díaz

68

NORMAS PARA LOS AUTORES

83

Index

Index

PRESENTATION

WHAT ARE WE DOING WITH THE PRODUCTS GENERATED BY THE
CHLOR - ALKALY PROCESS: A self criticism

Olga P de Márquez

08

REVIEW

THE FOUNDATION OF THE FACULTY OF SCIENCE AT THE
UNIVERSITY OF THE ANDES, MÉRIDA, VENEZUELA: A look at
its fifty anniversary

Ricardo Contreras

11

ANTIOXIDANT DEFENSE IN THE HUMAN BODY: A review (Theory
of free radicals)

**Jairo Márquez, Elkis Weinhold, Olga P. Márquez, Keyla
Márquez**

19

ARTICLES

ANALOGUE SIMULATION: AN EXPERIENCE FOR LEARNING
SEISMIC RISK MANAGEMENT THROUGH A DIDACTIC MODEL

Rubén Belandria, José Escalona, Guillermo Bianchi.

45

SCHOOL VIOLENCE: A VIEW FROM THE PERSPECTIVE AND
EXPERIENCE OF THE MODERN TEACHER

Namixi Castillo, Thania Torres

57

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 3, N° 1, Enero - Junio 2020

Index

Index

A PROPOSAL FOR A COMPETENCY-BASED INSTRUCTIONAL
DESIGN FOR THE MECHANICAL OF MATERIALS I CURRICULAR
UNIT

Pedro Salas, Domingo Alarcón, Miguel Díaz

68

NORMS TO AUTHORS

83

Presentación

¿QUÉ HACEMOS EN VENEZUELA CON LOS PRODUCTOS GENERADOS POR EL PROCESO ELECTROQUÍMICO DE CLOROSODA?: Una autocrítica

Olga P. Márquez (Ph.D.)

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias
Departamento de Química Lab. de Electroquímica
Mérida 5101 Venezuela
olgamq@ula.ve, olgamq@gmail.com

Una de las industrias básicas venezolanas, adscritas a la Petroquímica de Venezuela (PEQUIVEN), es la planta de Clorosoda, cuyo proceso consiste en utilizar la salmuera (solución saturada de cloruro de sodio, NaCl), principalmente proveniente del agua de mar, para producir Cloro gaseoso (Cl_2), Hidrógeno gaseoso (H_2) e Hidróxido de Sodio (NaOH, conocido también como soda cáustica).



La planta de Clorosoda venezolana está ubicada en el complejo EL TABLAZO, en el estado Zulia, con un suministro generoso del material de partida (la salmuera) y un consumo de electricidad de bajo costo. Estos tres productos son estratégicos y de aplicaciones importantes que podrían proveer a nuestro país de insumos de apoyo a otras de nuestras industrias y contribuir a nuestra independencia tecnológica. Se mencionaran a continuación algunos usos de los productos de este proceso:

Cloro: Preparación de solución de ácido clorhídrico (HCl, conocido coloquialmente como ácido muriático), insumo de extenso uso industrial; síntesis del hipoclorito de sodio (NaOCl, también conocido como lejía: $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$), de uso sanitario como el tratamiento de aguas, desinfección de superficies y uso doméstico, como blanqueador y eliminador de olores, entre otros. Uno de los usos importantes en petroquímica es su reacción con el acetileno (C_2H_2) proveniente del petróleo para generar un monómero conocido como cloruro de vinilo ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$), el cual se lleva a la fábrica de polímeros para producir el policloruro de vinilo (PVC), que luego se usa para la fabricación de tuberías, mangueras, aislantes para cables eléctricos, alfombras, entre otros. En medicina para fabricar ropa de seguridad, ropa impermeable, guantes, tubos y bolsas para sangre y diálisis, catéteres, válvulas, delantales, botas, etc. Sirve también como materia prima para tarjetas bancarias, juguetes, etc.

Hidrógeno: Debido al agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, el hidrógeno se perfila como una fuente de energía alternativa limpia, bien sea utilizándolo directamente por combustión o indirectamente por hidrogenación del carbón. Además proporciona

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE) Vol. 3 N° 1; Enero - Junio 2020, ISSN: 2665-0339

Ácidos grasos + solución de NaOH ———> Jabón + Glicerina

Otras aplicaciones: En la industria textilera, para fijar colorantes; en la industria de papel para el pulpaje y el blanqueado.

Lamentablemente, vemos paralizar nuestra industria del Aluminio, que es una de las empresas básicas de Venezuela, por no tener divisas para importar el hidróxido de sodio; cómo los precios del jabón y los productos de limpieza en general se han disparado debido al “precio del dólar”. Cómo no producimos tintes de pelo por falta de amoníaco y la confección de prendas de vestir y la preparación de tejidos se han vuelto prohibitivas por la importación de hilos. El precio del papel es exorbitante por no poderse realizar el proceso de pulpaje y blanqueado. Cómo se han cerrado piscinas por falta del hipoclorito. En esta situación sanitaria del Coronavirus estamos dependiendo de la ayuda extranjera cuando varios de esos materiales podrían producirse aguas abajo de la planta de Clorosoda y así sucesivamente. Nos seguimos preguntando ¿Para dónde va a parar el hidrógeno, que es un material estratégico para la generación de energía?. No se nos ha permitido a la universidad interactuar con la planta de Clorosoda aunque les hemos formado el personal altamente calificado. Para finalizar, hago un llamado para que las autoridades de la Universidad de Los Andes hagan el contacto institucional con PEQUIVEN para poder hacerla una empresa útil y nosotros ser una universidad participativa.

LA FUNDACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. MÉRIDA, VENEZUELA: Una mirada en su cincuenta aniversario

THE FOUNDATION OF THE FACULTY OF SCIENCE AT THE UNIVERSITY OF THE ANDES, MÉRIDA, VENEZUELA: A look at its fifty anniversary

Ricardo R. Contreras

Departamento de Química, Facultad de Ciencias.
Universidad de Los Andes. Mérida 5101 Venezuela
ricardo@ula.ve

Recibido: 28-04-20

Aceptado: 07-05-20

Resumen

Los hechos que condujeron a la fundación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, comenzaron en 1965 con el proyecto “La Ingeniería Pedagógica con respecto a la Fundación de una Facultad de Ciencias Básicas de Matemáticas, Física y Química en la Universidad de Los Andes, Mérida”, desarrollado a través del Ministerio de Obras Públicas, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. El estudio de este proyecto, y la visión del Rector Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, hizo posible consolidar el proyecto de una Facultad de Ciencias para la ULA que, en 1967, comenzó como Centro de Ciencias y, el dos de marzo de 1970, inició actividades propiamente como una Facultad con cuatro departamentos: Biología, Física, Matemáticas y Química. A cincuenta años de su fundación, debemos reconocer que el sueño del Rector Pedro Rincón Gutiérrez se consolidó, gracias a la dedicación y el trabajo de un destacado grupo de profesores, tanto nacionales como extranjeros, y al apoyo que recibió la idea de hacer docencia e investigación en el área de las ciencias básicas, como un paso determinante para el desarrollo del país.

Palabras clave: Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Centro de Ciencias, Historia, Profesores, Venezuela.

Abstract

The facts that led to the foundation of the Faculty of Sciences in Los Andes University, began in 1965 with the project “Pedagogical Engineering with respect to the Foundation of a Faculty of Basic Sciences of Mathematics, Physics and Chemistry in Los Andes University, Mérida”, developed through the ministry of public works, with financing from the Inter-American Development Bank. The project analysis and the clear vision of the Rector Magnificus Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, made it possible to consolidate the project of a Faculty of Sciences for the ULA that, in 1967, started as a Science Center and, on March 2, 1970, commenced activities properly as a Faculty with four departments: Biology, Physics, Mathematics and Chemistry. Fifty years after of its foundation, we need recognize that Rector Pedro Rincón Gutiérrez’s dream was consolidated, thanks to the dedication and work of an outstanding group of lecturers, national and foreign, and the strong support for the idea of do teaching and research in the field of basic sciences, as a step forward for the development of the country.

Key words: Los Andes University, Faculty of Sciences, Science Center, History, Lecturers, Venezuela.

Ricardo R. Contreras: Doctor en Química por la Universidad de Los Andes. Profesor Titular del Departamento de Química y del Postgrado en Química Aplicada. Coordinador del Laboratorio de Organometálicos y del Área de Química Inorgánica. Miembro Correspondiente de la Academia de Mérida.

Introducción

Este dos de marzo de 2020, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (ULA), en Mérida, Venezuela alcanzó cincuenta años haciendo presencia dentro de las Facultades y Núcleos Universitarios que conforman la estructura académica de una universidad que, por más de dos siglos, ha venido ocupando un espacio crucial en la formación intelectual y académica del Occidente venezolano.

La fecha que históricamente marca el inicio de las actividades de la Facultad de Ciencias es el dos de marzo de 1970¹, pues se produce la lección inaugural y acto protocolar en el Aula Magna de la ULA, con participación de un grupo muy destacado de académicos encabezados por el rector Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, y el primer decano de esta Facultad, el Prof. Antonio Luis Cárdenas Colménter.

Ese histórico momento, marca la evolución de lo que comenzó como “Centro de Ciencias”² y se convertiría en facultad, siguiendo el espíritu de la estructura de las universidades napoleónicas³, pero con una particularidad, la departamentalización, una propuesta del sociólogo brasileño Dr. Darcy Ribeiro⁴. De acuerdo al Dr. Cárdenas-Colménter, el rector Pedro Rincón se encontraba convencido de las bondades de la departamentalización y, por esta razón, la Facultad de Ciencias nacía, desde un punto de vista académico-administrativo, con una única Escuela de Ciencias y con cuatro departamentos, que se correspondían con las cuatro carreras que se ofertaban: Biología, Física, Matemáticas y Química⁵.

Ahora bien, los hechos que condujeron al acto fundacional del dos de marzo de 1970 se remontan al año 1965, con el nombramiento de una comisión que entraría a estudiar un proyecto presentado por el entonces Ministerio de Obras Públicas y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)⁶. Este proyecto constituía una oportunidad de desarrollo inmejorable para la Universidad de Los Andes, pues contemplaba la posibilidad de construir, en los espacios de la antigua hacienda La Hechicera, una estructura arquitectónica de vanguardia, destinada a

albergar modernas facultades cuyo objetivo central consistía en desarrollar docencia e investigación, tanto en el área de las ciencias básicas, como en campo de las ciencias aplicadas. El estudio de este proyecto intitulado: “La Ingeniería Pedagógica con respecto a la Fundación de una Facultad de Ciencias Básicas de Matemáticas, Física y Química en la Universidad de Los Andes, Mérida”, viene a ser el detonante de una cadena de hechos que convergen, primero, en el establecimiento del Centro de Ciencias y, finalmente, en la fundación de la Facultad de Ciencias.

A continuación se presenta una investigación de carácter documental que se desarrolló en los archivos de la Facultad de Ciencias, el Archivo Histórico de la ULA y, adicionalmente, responde a varias entrevistas con profesores pioneros y con los primeros egresados de esta institución, todo lo cual ha permitido crear una línea de tiempo sobre los hechos que llevaron a la fundación, hace cincuenta años, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes.

Un “Proyecto” para la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes.

Hacia mediados de la década de 1960, era innegable que la Universidad de Los Andes, la principal institución universitaria de la región Andina, debía contar con un espacio dedicado a la docencia y la investigación en el campo de las ciencias básicas, pues las universidades modernas están llamadas a crear, transferir y compartir conocimientos⁷. Para ese momento, existía conciencia en el sector académico venezolano sobre la necesidad de desarrollar las ciencias como un paso determinante para el desarrollo nacional⁸. La oportunidad llegó en 1965, año en que el Dr. Wilhelm R. Hächler, un asesor del Ministerio de Obras Públicas (MOP), dirigido por el Ing. Leopoldo Sucre Figarella, ministro en el gabinete ejecutivo del gobierno del Dr. Raúl Leoni, presentaron al Consejo Universitario de la ULA el proyecto “La Ingeniería Pedagógica con respecto a la fundación de una Facultad de Ciencias Básicas de Matemáticas, Física y Química en la Universidad de Los Andes, Mérida”. Este

proyecto marca un hito en la historia de los sucesos que van a conducir la fundación de la Facultad de Ciencias de la ULA, pues sienta las bases para el desarrollo de la infraestructura necesaria para albergar aulas y laboratorios de docencia e investigación, instalaciones indispensables para impartir clases y adelantar proyectos científicos, tanto en las ciencias básicas como en las ciencias aplicadas. El rector Pedro Rincón Gutiérrez, vislumbrando de manera asertiva lo que debería ser el futuro de la Universidad de Los Andes, no dudó, al igual que lo hizo Dr. Ernesto Mayz Vallenilla, con el proyecto de la Universidad Simón Bolívar⁹, en aprovechar los recursos ofrecidos por el Banco Interamericano de Desarrollo, y procedió a nombrar una comisión integrada por destacados científicos que hacían vida académica en la ciudad serrana. En tal sentido, el primer informe sobre la factibilidad de una Facultad de Ciencias para la ULA, sobre la base del mencionado proyecto del MOP-BID, se presentó el cuatro de marzo de 1965, y fue suscrito por los profesores Dr. Raimundo Goetza, Dr. Hernán Hernández, Dr. José Rafael Rodríguez y Dr. Jaime Tinto, integrantes de lo que sería el “Comité preparatorio de la creación de la Facultad de Ciencias”¹⁰. Este comité, creado por mandato del Consejo Universitario, se reunió constantemente durante ese año 1965, y llegó a varias conclusiones, entre las cuales merece la pena resaltar que se reconoció la necesidad de consultar a la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

La UCV había fundado su Facultad de Ciencias el trece de marzo de 1958¹¹, un proyecto que tuvo como protagonistas a los principales científicos venezolanos de la época, entre ellos al Dr. Francisco De Venanzi¹².

A partir del informe de este comité, el rector Pedro Rincón Gutiérrez envió comunicaciones, fechadas el veintitrés de noviembre de 1965, a los doctores Jesús M. Bianco, rector de la Universidad Central de Venezuela y Alonso Gamero, decano de la Facultad de Ciencias - UCV, en las cuales planteó la necesidad de establecer un “convenio de cooperación” que permitiera consolidar el proyecto de creación de la

futura Facultad de Ciencias de la ULA.

Definidas ya las líneas de acción de un “proyecto de creación de la Facultad de Ciencias para la ULA”, el nueve de septiembre de 1966 se suscribió el acta del anteproyecto de creación de una Escuela de Matemáticas, proyecto encabezado por el distinguido matemático de origen ruso Dr. Andrés Zawrostky Kobtsew¹³. En función de ese anteproyecto, el Consejo Universitario aprobó el trece de septiembre de 1966, el proyecto de creación de un Centro de Estudios Matemáticos que debería entrar en funcionamiento el primero de febrero de 1967. Sin embargo, el proyecto del Dr. Zawrostky tomó otro rumbo, muy significativo por lo demás, pues apuntó hacia una convergencia con el proyecto de creación de la Facultad de Ciencias. Muy probablemente existía la idea de separar la docencia y la investigación en el área de las Matemáticas, una “ciencia formal” por excelencia, de las “ciencias fácticas”, es decir, la Biología, la Física y la Química¹⁴, empero, es evidente que, entre los distinguidos académicos involucrados, privó un espíritu de sacrificio por una causa común y más elevada, o, dicho en otras palabras, un sentido de responsabilidad y coherencia ante la posibilidad de hacer factible el proyecto para una Facultad de Ciencias que reuniera a todas las llamadas “ciencias básicas”.

El veintinueve de octubre de 1966, en el salón de sesiones del Consejo Universitario, se llevó a cabo una importante reunión del Comité Pro-Facultad de Ciencias. En la reunión, donde participaron el Prof. Alonso Gamero, decano de la Facultad de Ciencias de la UCV y sus directores, quedó establecido que las autoridades de la Facultad de Ciencias de la UCV darían el mayor apoyo a la Universidad de Los Andes para el establecimiento de su Facultad de Ciencias. En esta reunión se acordó proponer al Consejo Universitario de la ULA la constitución de una comisión UCV-ULA para planificar lo relativo a la creación y funcionamiento de la Facultad de Ciencias. La comisión quedó integrada por dos subcomisiones, la primera con representantes de la UCV: Dr. Alonso Gamero, decano de la Facultad de Ciencias (coordinador), Dr. Jesús González, director

de la Escuela de Física y Matemáticas, Dr. Ernesto Foldts, director de la Escuela de Biología, Dr. Luis Tugues, director de la Escuela de Química; la segunda subcomisión por autoridades de la ULA, en este caso, Dr. Pedro Rincón Gutiérrez (coordinador), Ing. Carlos Liscano, Dr. Roberto Vargas y Dr. Hernán Hernández. La primera preocupación de esta comisión mixta fue, además del espacio físico (laboratorios, talleres biblioteca), la integración de la planta profesoral. Al respecto el rector Rincón Gutiérrez, en un informe al Consejo Universitario señala:

Contratación de personal “no nacional” altamente calificado: entre otras fuentes de posible suministro de este personal se vio la buena oportunidad de traer profesores argentinos en vista de la situación que viven sus Universidades; se ha pensado también en el Japón donde parece habrá excedente de científicos que no podrá absorber este dinámico país; se estudiará cuidadosamente las ofertas de otras naciones latinoamericanas (Colombia, Brasil, Uruguay, Chile, etc.) y europeas (España, Francia, Bélgica, etc.)¹⁵.

El Centro de Ciencias de la ULA como génesis de la Facultad de Ciencias

El veintitrés de enero de 1967, la comisión asesora del Consejo Universitario para la creación de la Facultad de Ciencias, integrada, además del Rector de la ULA, por los profesores Dr. Hildebrando Rodríguez (Facultad de Farmacia), Dr. Héctor Sequera (Facultad de Medicina), Dr. Manuel Padilla (Facultad de Ingeniería) y Ing. Carlos Liscano (Secretaría), presentó un informe en el cual se sugería la creación de un “Centro de Ciencias” como paso previo a la fundación de la Facultad de Ciencias y, el veintiséis de enero, el Consejo Universitario aprobó por unanimidad el informe y, en consecuencia, la creación del Centro de Ciencias de la Universidad de Los Andes, lo que vendría a ser el germen de la futura Facultad de Ciencias. El catorce de agosto de ese año se iniciaron los cursos de Biología, Física, Matemáticas y Química para los ciento veinte estudiantes inscritos. Así mismo, como su primer director, se designó al Dr. Roberto

Vargas, Profesor Titular de Matemáticas de la Facultad de Ingeniería. En junio de 1967, el Dr. Vargas fue sustituido por el Dr. Marcelo Guillén Ceballos, físico del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), una de cuyas primeras decisiones fue elaborar un minucioso informe del estatus del Centro de Ciencias¹⁶.

Luego de varias vicisitudes, entre 1967 y 1968 se consiguió establecer una planta profesoral estable integrada en su mayoría por profesores foráneos, pero que tenían estudios de cuarto y quinto nivel¹⁷.

Por su parte, en 1968, el Prof. Juan Luis Mora¹⁸, presentó al Dr. Pedro Rincón, un detallado informe de la situación del Centro de Ciencias y se planteó la necesidad de nombrar un Consejo Directivo dada la complejidad de los temas implicados en la creación de la Facultad de Ciencias (programas de estudio, contratación de personal, planes docentes, planes de investigación, entre otros). Al respecto, se propuso integrar un Consejo Directivo que, por las características de las funciones que debería cumplir, debería estar integrado por el rector de la Universidad de Los Andes, quien lo presidiría, el Dr. Alonso Gamero, como asesor especial y quien coordinaría la cooperación con la UCV, el Ing. Carlos Liscano, el Dr. Marcelo Guillén, quien actuaría como secretario, el Dr. Roberto Vargas y el Prof. Antonio Luis Cárdenas Colmenter. El 18 de julio de 1968, el Consejo Universitario de la ULA aprobó la conformación del Consejo Directivo del Centro de Ciencias, al cual también fueron incorporados los profesores Dr. Hernán Hernández y Prof. Pedro Duran, y se nombró al Prof. Antonio Luis Cárdenas Colmenter como director del Centro de Ciencias.

Este Consejo Directivo asume la responsabilidad de producir el proyecto de creación; comienza de esta manera la etapa final de la presentación del proyecto de creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes.

La Facultad de Ciencias

Como fruto del trabajo del Consejo Directivo del Centro de Ciencias, se produjo un

documento bien sustentado dividido en trece capítulos¹⁹. El proyecto de creación de la Facultad de Ciencias contaba con un gran estímulo, la construcción de su sede se encontraba muy avanzada. Entre 1966 y 1967 había comenzado el proyecto de construcción de un núcleo universitario para ciencia y tecnología, un conjunto de edificaciones de estilo modernista, casi de “arquitectura brutalista” (*Brutalist architecture*)²⁰, a causa de los grandes volúmenes de concreto armado que conformarían los espacios para aulas, laboratorios y oficinas que, adicionalmente, se proyectaron con grandes ventanales dirigidos a visualizar la majestuosidad de la sierra merideña desde un espacio geográfico muy particular, los terrenos de la antigua hacienda La Hechicera. Este gran proyecto de infraestructura contemplaba, además las sedes de las Facultades de Ciencias, Ingeniería y Economía, y un edificio para una Biblioteca Integrada.

La preocupación por contar con una excelente biblioteca, dotada con libros de texto y publicaciones periódicas o revistas especializadas fue una constante en la gestión del Dr. Antonio Luis Cárdenas Colménter, quien se vio obligado a dar importantes discusiones en el seno del Consejo Universitario de la ULA, con la finalidad de que se asignaran los recursos, no solo para los materiales, reactivos, equipos y suministros, necesarios para los laboratorios docentes y de investigación de una Facultad de Ciencias incipiente, sino para dotar a la biblioteca con los libros y revistas que permitieran a los profesores y los estudiantes estar al día con los últimos adelantos en materia de investigación e innovación científica²¹.

El año 1969 fue crucial en la historia de la Facultad de Ciencias, pues el Consejo Nacional de Universidades (CNU) recibió el proyecto presentado por la ULA. Siguiendo el procedimiento previsto, el CNU designó una comisión especial, presidida por el Dr. Francisco De Venanzi, para estudiar dicho proyecto. A esta comisión se integraron los principales científicos venezolanos del momento que, adicionalmente, tenían estrechos lazos con la Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales²²,

entre ellos el Dr. Gabriel Chuchani (IVIC), Dr. Luis Manuel Carbonell (IVIC), Dr. Raimundo Villegas (UCV), Dr. Luis Tugues (UCV) y el Dr. Marcel Roche (IVIC), quien, como director del IVIC entre 1959 y 1969, adquirió una visión global del desarrollo de la ciencia en Venezuela²³. La comisión concluyó que “la creación de la Facultad de Ciencias puede ser autorizada” y adicionalmente señaló que “es de mucho interés promover la labor interdisciplinaria en la investigación y en la docencia, tanto dentro de la misma Facultad como en el seno de la Universidad”²⁴.

El CNU, reunido en Caracas el primero de agosto de 1969, aprobó la creación de la Facultad de Ciencias, decisión que fue comunicada a la ULA por el secretario permanente de dicho Consejo, el siete de agosto de 1969.

Para estudiar la puesta en funcionamiento de la Facultad de Ciencias, el CNU encomendó la tarea a una comisión *ad-hoc* integrada por el Dr. Gabriel Chuchani, Dr. Marcel Roche, Dr. Luis B. Tugues y Dr. Raimundo Villegas. Esta comisión se reunió en la ciudad de Mérida los días veinticuatro y veinticinco de octubre de 1969 e informó al CNU que se cumplían con todos los requisitos para que esta nueva Facultad entrara en funcionamiento en el más corto plazo.

El veinticinco de noviembre de 1969, el CNU resolvió notificar a la ULA sobre su decisión de autorizar la puesta en funcionamiento de la Facultad de Ciencias, decisión que fue conocida por el Consejo Universitario el cuatro de diciembre de 1969, donde además se analizó el informe de la comisión para estudiar la estructuración legal de las autoridades de la Facultad de Ciencias, y se propuso como decano de la nueva Facultad al Prof. Antonio Luis Cárdenas Colménter y como representantes profesoriales ante el Consejo de Facultad al Dr. Francisco Gil, Prof. Pedro Durant, Dr. Raúl Estévez, Dr. José A. Serrano, Dr. Santiago Morales, Dr. Joaquín Sitte y Dr. Juan Silva, además de los representantes estudiantiles. La planta profesoral con la que contaba el Centro de Ciencias a mediados de 1969, y con la cual iniciaría actividades la nueva Facultad de Ciencias en el primer semestre de 1970,

estaba integrada de la siguiente manera, en Biología: Pedro Durant, Alba Díaz, Héctor Rodríguez, Danilo López, Héctor Finol, James O'Callaghan, Ángel Hernández, Ramón E. Moreno, José A. Serrano, Eliseo Castellanos, Guillermo Sarmiento, Maximina Monasterio, Héctor López Naranjo, Ramón Moreno; en Química: Francisco Gil, Eldrys Rodulfo de Gil, Richard Wagner Salazar, Santiago Morales, Alida Ismayel, Hercilio Rivas, Mario Jellinek, Luis A. Avaca López, Charles Ryan, Thomas Wallace, Miguel Newmann; los franceses del programa de cooperación: Jean Bolte, Michele Laroche de Bolte, Christian Coulombeau, Christiane Sillas de Coulombeau, Pierre Monfort; en Física: Arturo Birbal, Raúl Estévez, Joaquín Sitte, Klaus Schmidt, José Álvarez Torres, Marcelo Guillén, Alberto Comínguez, Misza Brym, Teresa Szweeka, William Hertl, y en Matemáticas: Daniel Boutte, Guillermo Chang, Antonio Tineo, Manuel Castro, Oscar R. Ordaz, Gerard Defives, Juan Landaeta Boves, Jesús Aguilera Santiago, Augusto Briceño Rosales, Oswaldo Araujo, Xavier Guyon, Jacques Barbaro, Edgar Bavencoffe, Josefina Savarino de Balza.

Todos los esfuerzos hechos desde la Universidad de Los Andes cristalizaron finalmente el lunes dos de marzo de 1970, con el acto inaugural, que tuvo como escenario el Aula Magna, espacio privilegiado y corazón académico de la ULA, y que se produjo en el marco de tres actividades de alta relevancia, a las 11 am la “Clase inaugural” a cargo del distinguido académico y científico Dr.

Francisco De Venanzi, rector de la UCV entre 1958 y 1963; a las 4 pm el foro intitulado “La ciencia y las universidades”, entre cuyos ponentes se encontraba el eminente sociólogo brasileño Dr. Darcy Riveiro, y, finalmente, el solemne acto académico presidido por el Rector Magnífico, Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, cuyos oradores fueron el propio Rector, el Dr. Raimundo Villegas, Director del IVIC para ese momento y el Prof. Antonio Luis Cárdenas Colménter, en quien la ULA depositó su confianza para ocupar el cargo de primer decano de la novel Facultad.

A partir de ese momento, la Facultad de Ciencias comenzó ininterrumpidamente a dictar cursos correspondientes a las licenciaturas y, adicionalmente, inició el trabajo de sus grupos y laboratorios, en torno a los cuales se organizó la investigación en las diversas disciplinas científicas.

Hoy, pasadas cinco década de su fundación, los aportes de la Facultad de Ciencias de la ULA son altamente valorados, no solo por la calidad de sus egresados, que vienen ocupando importantes posiciones tanto en ámbito de la educación, en universidades e instituciones a lo largo del país y allende nuestras fronteras, sino por el aporte al campo de la innovación y el desarrollo, especialmente al sector industrial, así como sus contribuciones a la investigación científica propiamente, a través de la colaboración y cooperación con prestigiosos institutos y centros de desarrollo tecnológico.

Conclusiones

A cincuenta años de la fundación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, es menester reconocer que esta dependencia universitaria se encuentra firmemente articulada en el conjunto de la facultades y núcleos universitarios, a través de los cuales la Universidad de Los Andes cumple con el delicadísimo y altísimo compromiso de formar y educar a las nuevas generaciones de venezolanos, ampliando sus horizontes intelectuales, orientando sus habilidades cognitivas en las diversas áreas del conocimiento, tanto en las ciencias formales como en las ciencias fácticas y humanas, esto es, las techno-científicas, biomédicas, jurídicas y socio-humanísticas y de las artes.

El estudio de los hechos que condujeron a la fundación de la Facultad de Ciencias de la ULA nos demuestran el inquebrantable espíritu universitario y la extraordinaria visión de futuro que tenía el rector Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, que le permitió aprovechar los recursos disponibles para Venezuela a través del Banco Interamericano de Desarrollo y, por otro

lado, el compromiso moral de un grupo de hombres y mujeres convencidos de que, desde Mérida y en la ULA, era posible hacer docencia e investigación en el área de las ciencias básicas. Así mismo, se coloca de manifiesto la contribución de un destacado conjunto de profesionales, docentes e investigadores, con estudios de cuarto y quinto nivel que, desde diversas partes del mundo, vinieron a Mérida a contribuir con este proyecto. Científicos argentinos, alemanes, chilenos, colombianos, españoles, estadounidenses, franceses, hindúes, peruanos, rusos, entre otros, colocaron un grano de arena en un proyecto que, rápidamente en la década de 1970, paso a manos de un destacado grupo de venezolanos que, habiendo obtenido sus licenciaturas en la novel Facultad de Ciencias, prosiguieron sus estudios de postgrado en prestigiosas instituciones internacionales y contribuyeron a concretar, en el mediano y largo plazo, el compromiso de hacer posible el desarrollo de la ciencia en Venezuela.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido posible gracias a los documentos del archivo de la Facultad de Ciencias, del Archivo Histórico de la ULA, a papeles de trabajo suministrados por varios profesores pioneros, entre ellos el Dr. Bernardo Fontal. Agradecemos la colaboración de varios profesores testigos de estos eventos, entre ellos el Dr. Antonio Luis Cárdenas Colméntert, Dr. William Lobo Quintero†, Dr. Antonio Morales Méndez, Prof. Pedro Durant, Dr. Hildebrando Rodríguez, entre otros. También se utilizó la información suministrada varios decanos, entre los cuales podemos mencionar a la Dra. Eldrys Rodulfo de Gil, Dra. Patricia Rosenzweig Levy y Dr. Nelson Viloria Abreu, a quienes agradecemos su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1-Contreras, RR. (2010). Creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes en el contexto del desarrollo científico en Venezuela. Bitácora-e 2, 47-63.
- 2- Mejías Lobo, JF. (2009). El Centro de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Aproximación Histórica. Boletín del Archivo Histórico 14 (julio-diciembre), 77-92.
- 3- Cárdenas Colménter, AL. (2004). El Concepto de Universidad. Origen y Evolución. Mérida
- 4- Ribeiro, D. (1970). Propuestas acerca de la renovación. Caracas: Ediciones del Rectorado de la UCV.
- 5- Cárdenas, AL. (1969). Proyecto presentado para la creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Mérida: Archivo Facultad de Ciencias.
- 6- Inter-American Development Bank. (1967). IDB: this is the Inter-American Development Bank. Washington: IDB editions.
- 7- Albornoz, O. (2012). Las múltiples funciones de la universidad: crear, transferir y compartir conocimiento. Mérida: Fondo Editorial Simón Rodríguez.
- 8- De Venanzi, F. (1968, 29 de julio). Sobre la evolución de la ciencia venezolana. El Nacional.
- 9- Laredo, E. (1996). La investigación científica básica en la Universidad Simón Bolívar: Otro aspecto de la excelencia. En: Perfil de la Ciencia en Venezuela, Tomo 2. Roche, M (Compilador). Caracas: Fundación Polar.

- 10-Goetza, R, Hernández, H, Rodríguez, J. R., Tinto, J. (1965). Informe del Comité Preparatorio de la Creación de la Facultad de Ciencias de la ULA. Mérida: Archivo de la Facultad de Ciencias – ULA; 1965.
- 11- De Venanzi F. 1969. Reflexiones en siete vertientes. Caracas: Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.
- 12-De Venanzi, F. A los diez años de la Facultad de Ciencias. Acta Científica Venezolana XIX(1968), 2, 83-84.
- 13-Lobo Quintero, W. (2007). La Universidad Siempre (151. Un Siglo de Zavrotsky). Mérida: Talleres Gráficos Universitarios, 332-334.
- 14-Jaimes, R. (1998). Origen y destino del conocimiento científico. Introducción a la problemática contemporánea de la ciencia y la tecnología. Caracas: Fondo Editorial Tropykos.
- 15-Rincón Gutiérrez, P. 1967. Informe al Consejo Universitario sobre el Centro de Ciencias. Mérida: Archivo de la Facultad de Ciencias – ULA; 17/01/1967.
- 16-Guillén Ceballos, M. (1967, 21 de julio) Informe sobre el Centro de Ciencias. Mérida: Archivo de la Facultad de Ciencias – ULA.
- 17-Morales-Méndez, A. (2017). El centro de Ciencias, embrión de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Boletín del Archivo Histórico. 16(29), pp. 11-20
- 18- Mora JL. (1968, 04 de abril). Informe sobre el Centro de Ciencias y sus planes futuros. Mérida: Archivo de la Facultad de Ciencias – ULA.
- 19-Cárdenas, AL. (1969). Proyecto presentado para la creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Mérida: Archivo Facultad de Ciencias.
- 20-Beanland, Ch. (2016). Concrete concept: brutalist buildings around the world (First Frances Lincoln edition). Frances Lincoln Limited, London
- 21-Cárdenas-Colménter AL. 2010. Comunicación personal.
- 22-Carrillo, JM. (2003). Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Datos Históricos y Biográficos. Caracas: Fundación Polar,
- 23-Roche M. (1996). Avenidas para la Ciencia Básica: El Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), sus albores, e institutos afines. En: Perfil de la Ciencia en Venezuela, Tomo 1. Roche, M (Compilador). Caracas: Fundación Polar.
- 24-De Venanzi, F, Chuchani, G, Carbonell, LM., Roche, M, Villegas, R, Tugues, LB. (1969). Informe de la Comisión designada por el Consejo Nacional de Universidades para estudiar el proyecto de creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Mérida: Archivo de la Facultad de Ciencias-ULA.

DEFENSA ANTIOXIDANTE EN EL CUERPO HUMANO: Una revisión (Teoría de los radicales libres)

ANTIOXIDANT DEFENSE IN THE HUMAN BODY: A review (Theory of free radicals)

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

¹Facultad de Ciencias, Departamento de Química ULA-Mérida.

²Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani, ULA-El Vigía.
jokkmarquez@gmail.com

Recibido: 02-03-20

Aceptado: 04-04-20

Resumen

Son numerosas las especies antioxidantes presentes en el cuerpo humano (tanto endógenas como exógenas, unas de ellas hidrofílicas, otras lipofílicas, unas enzimáticas y otras no enzimáticas, intracelulares y extracelulares) para la protección de procesos corporales y contra agentes oxidantes agresivos. La formación excesiva de especies oxidantes reactivas (Ej., especies de oxígeno y nitrógeno) en el organismo, producen daños a lípidos, carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos y afectan a genes, células, órganos, tejidos, sistemas orgánicos y otros. En el artículo se establece la relación entre procesos redox y actividad de agentes antioxidantes, en particular catalíticos, y se presenta una revisión del origen, procedencia, acción, actividad y recomendaciones para la protección y defensa del organismo, con los agentes antioxidantes. Es importante mencionar, que en general y de acuerdo a su constitución y propiedades, los antioxidantes presentan selectividad en la protección que realizan, por lo que es recomendable mantener una dieta variada de los mismos.

Palabras Clave: Antioxidantes, Cuerpo Humano, estrés, enfermedades, envejecimiento.

Abstract

There are numerous antioxidant species present in the human body (both endogenous and exogenous, some of them hydrophilic, others lipophilic, some enzymatic and others non-enzymatic, intracellular and extracellular) for the protection of corporal processes and against aggressive oxidizing agents. The excessive formation of reactive oxidizing species (eg, oxygen and nitrogen species) in the body, cause damage to lipids, carbohydrates, proteins, nucleic acids and affect genes, cells, organs, tissues, organic systems and others. The article establishes the relationship between redox processes and the activity of antioxidant agents, particularly catalytic agents, and crops a review of the origin, provenance, action, activity, and recommendations for the protection as well as the defense of the human body with antioxidant agents. It is important to mention that in general and according to their constitution and properties, antioxidants show selectivity in the protection they perform, so it is advisable to maintain a varied diet of them.

Key Words: Antioxidants, Stress, Human Body, Illness, ageing

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. **e-mail:** 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. **e-mail:** olgamq@gmail.com. **Elkis Weinhold:** Dra. En Química Aplicada, opción electroquímica (ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. **e-mail:** elkisweinhold@gmail.com. **Keyla Márquez:** Msc. En Electroquímica Fundamental y Aplicada (ULA), Ing. Industrial (IUP Santiago Mariño), Docente e investigador Universidad de Los Andes Núcleo Universitario Alberto Adriani El Vigía estado Mérida, Venezuela **e-mail:** keylaulamerida@gmail.com

Introducción

Son múltiples y variadas las vías de producción de especies oxidantes en el organismo, necesarios para el buen funcionamiento orgánico, control y protección de procesos corporales en él. El problema para nuestra salud se produce cuando ocurre un desbalance en el organismo (producido por un desbalance interno y/o por presencia de agentes contaminantes externos que penetran en el organismo) y ocurre una sobreproducción de agentes oxidantes por tiempos prolongados [1]. Por ello, la naturaleza ha dotado también a organismos aerobios, por ej., el cuerpo humano, de múltiples sistemas detoxificadores o antioxidantes. Las reacciones redox en el organismo constituyen una fuente de especies oxidantes [2,3], también los traumatismos, lesiones, infecciones, inflamaciones, exposición prolongada a la luz solar y radiaciones energéticas, incorporación al organismo de agentes oxidantes, contaminación ambiental, entre otros [4-6]; muchos de ellos también explicables por procesos redox. La capacidad de agentes oxidantes para modificar moléculas orgánicas de forma perjudicial, normalmente está bloqueada por numerosos

agentes antioxidantes intracelulares y extracelulares allí presentes [7] y tal como se mencionó anteriormente, un desbalance prooxidante-antioxidante se manifiesta como lesión a nivel corporal, por ejemplo, ataque a compuestos químicos presentes en las células (glúcidos, lípidos, proteínas, ADN, otros) [8-12] y aparición de graves desordenes fisiológicos y enfermedades y/o alteración del desempeño físico o psíquico de una persona [13-17]. En este artículo nos centraremos en los agentes antioxidantes y el proceso redox, su producción en el cuerpo humano, procedencia, acción, actividad, en el organismo y recomendaciones para nuestra protección.

Oxidantes en el cuerpo Humano

Tal como se ha mencionado, la actividad oxidante-antioxidante en el organismo humano, es explicable por la ocurrencia de procesos redox (reacciones electroquímicas de oxido-reducción), tal como se muestra en la figura 1. Este mismo proceso ha de ser utilizado para el control del equilibrio redox necesario internamente, la neutralización del exceso de oxidantes y la protección integral del organismo.

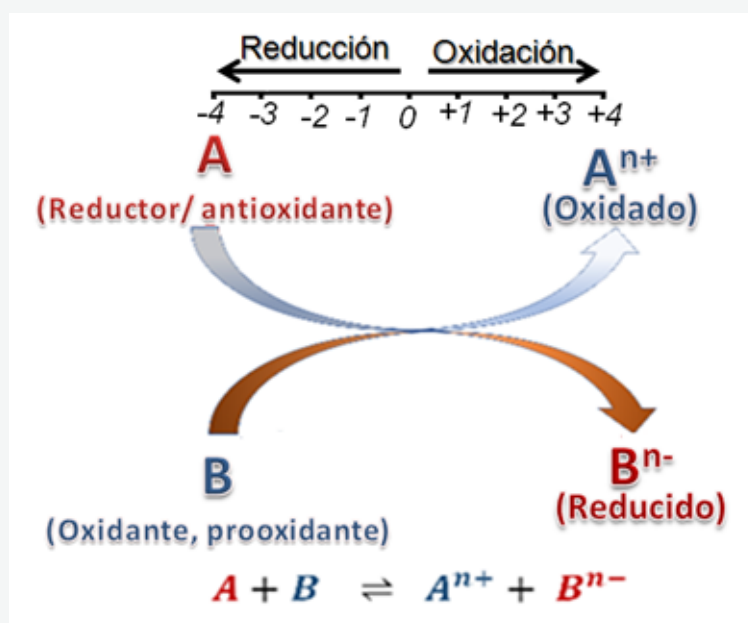


Figura 1.- Proceso de óxido-reducción (redox). (Ref. 3)

La producción de radicales libres (oxidantes) en sistemas biológicos ocurre mediante procesos redox (intercambio electrónico entre especies reaccionantes; el reductor cede electrones mientras que el oxidante los recibe), y existencia de factores, bien endógenos, o exógenos.

En el organismo humano, existen diversos procesos endógenos, generadores de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno principalmente, que son necesarios para

el funcionamiento y balance armónico de sus sistemas. También hay la formación de estas especies reactivas, por la acción de factores exógenos (tabla 1), todo ello puede conducir a situaciones de producción excesiva de estas especies oxidantes, que en condiciones de desequilibrio, pueden producir desórdenes fisiológicos, alteraciones del sistema inmune, alteración estructural de macromoléculas, dar lugar a diversas enfermedades y al desarrollo de diferentes estados patológicos [18-29].

Tabla 1.- Producción de Radicales Libres en Sistemas Biológicos (Ref. 1, tabla ampliada)

Factores Endógenos	Factores exógenos
Proceso respiratorio	Contaminación ambiental
Acción de enzimas oxidantes	Hidrocarburos y Aldehídos
Células fagocitarias	Aceites vegetales hidrogenados
Síntesis de prostaglandinas	Ácidos grasos trans
Sistema Citocromo p-450	Alimentos, Bebidas, Drogas
Reacción de Oxígeno con orgánicos	Radiaciones ionizantes
Activación de polimorfo nucleares	Químicos y Fármacos
Metabolismo del ácido araquidónico	Estrés físico o psíquico
Catálisis por liberación de hierro y cobre	Ozono
	Óxidos de nitrógeno
	Alteración estructural de macromoléculas celulares

La formación excesiva de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno en el organismo, tal como se ha mencionado previamente, produce alteraciones a lípidos, carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos y afectan genes, células, órganos, tejidos, sistemas orgánicos y otros (se discutirá en la próxima sección), causando daños

severos al organismo. La figura 2, presenta la formación de especies radicales en la cadena respiratoria, efecto de la exposición a radiaciones; antioxidantes protectores, los cuales se identificarán más adelante en este artículo, y algunas especies que resultarían afectadas [1,3].

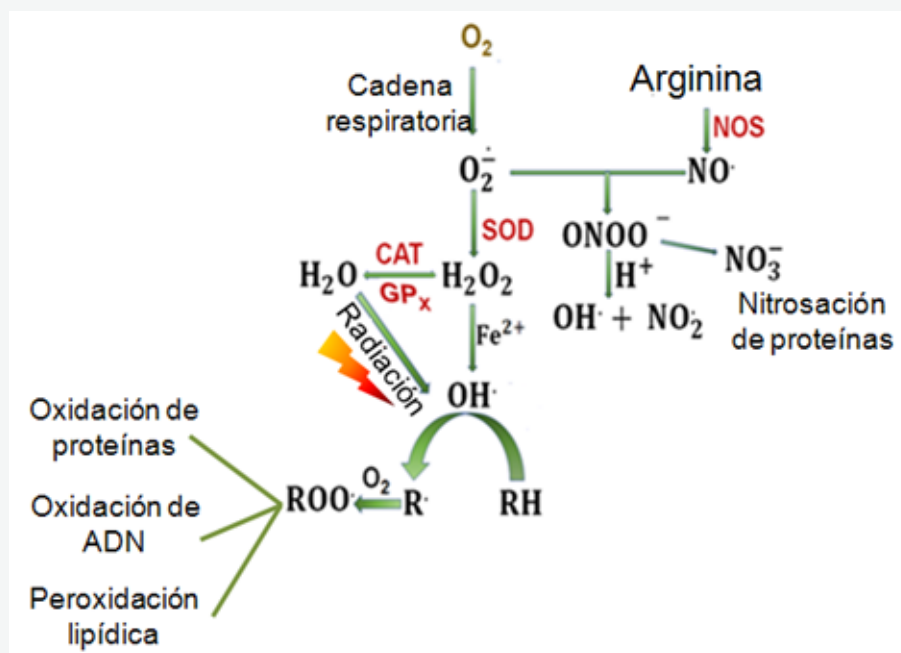


Figura 2.- Formación de especies reactivas de Oxígeno y Nitrógeno in vivo (Ref. 1, figura modificada en ref. 3)

Antioxidantes (enzimas): Super Oxido Dismutasa (SOD); Catalasa (CAT); Glutatión Peroxidasa (GPx); Sintasa del Óxido Nítrico (NOS).

Dianas de Radicales Libres

Son Dianas de los radicales libres las macromoléculas orgánicas: lípidos, carbohidratos, ácidos nucleicos, ADN y proteínas [30-35]. Un radical hidroxilo sustrae un átomo de hidrógeno del doble enlace de un lípido insaturado vecino, formando un hidroperóxido y un radical alquilo; éste reacciona a su vez con el oxígeno para regenerar un radical lipídico peroxilo capaz de iniciar de nuevo el proceso oxidativo [36,37]. También son daños producidos por radicales libres (oxidantes), una disminución del número de mitocondrias (disminución de la funcionalidad celular) responsable de envejecimiento; La mutación genética celular, conducente al cáncer; Daños en lípidos y proteínas de la membrana celular (se inhibe el intercambio de nutrientes y descarte de materiales de desecho, también se inhibe la regeneración y reproducción celular). Los aminoácidos en proteínas sufren modificación en su estructura

molecular, lo cual inhibe su acción biológica y las enzimas (proteínas) pierden su acción catalizadora, lo que produce limitaciones en sus funciones. Los polisacáridos que cumplen una función de protección y/o lubricación de los epitelios, al ser afectados disminuyen las defensas y se favorecen las inflamaciones.

En la oxidación de proteínas [38] se han detectado daños específicos tales como la oxidación de grupos sulfidrilos, reducción de bisulfitos, aducción oxidativa de residuos de aminoácidos, reacción con aldehídos, fragmentación peptídica, inactivación de enzimas, etc. Los radicales libres afectan la estructura de la dermis y la degradan provocando trastornos cutáneo. Aumentan la degradación de proteínas como el colágeno, importante para el mantenimiento de la piel tersa y la elastina. Además, la radiación UV-B puede llegar a provocar eritemas o incluso la aparición de cáncer de piel. Se provoca un daño oxidativo en las proteínas que tiene las clásicas consecuencias de los daños prematuros en la piel que pasan por las arrugas, el envejecimiento acelerado y la aparición de manchas.

La oxidación del ADN [8,12] puede provocar alteraciones en sus bases, como la formación de 8-hidroxiguanosina, utilizado como marcador del daño genético, o la ruptura de la doble hélice, entre otras alteraciones mutagénicas. Por ello, las células disponen de sofisticados sistemas de reparación del ADN.

Antioxidantes

El producto antioxidante es aquel que previene la formación de especies reactivas de oxígeno (ERO) y/o nitrógeno (ERN) en cantidades perjudiciales para el organismo humano, estimula los mecanismos de reparación endógenos al daño causado por el ataque de esas especies, o suministra entidades químicas que aumentan la capacidad endógena de secuestro de radicales libres formados en exceso en el organismo [17,39-43]. Estas dietas (suministro de entidades químicas) contienen antioxidantes exógenos como carotenos o las vitaminas A, C, E, y otros. También en la patogénesis de la arterioesclerosis se ha involucrado la producción excesiva de especies oxidantes, las cuales generan un proceso de lipoperoxidación, induciendo una muerte masiva de macrófagos, con lo que se inicia la formación de lesiones arterioescleróticas. Algunos estudios revelan que esta lipoperoxidación puede ser disminuida por la vitamina E. Se ha propuesto que algunos agentes bloqueadores de la cadena respiratoria, como la Coenzima

Q10, la vitamina E, la nicotinamida y la vitamina C podrían amortiguar algunos de los efectos de las mitocondriopatías y el envejecimiento [19]. Se ha reportado que la melatonina es capaz de prevenir el estrés oxidativo y la muerte de neuronas expuestas a la proteína amiloide; este hecho, entre otros, sugiere que la melatonina podría ser un potente neuroprotector, gracias a su poder antioxidante. La melatonina es una hormona altamente lipofílica, propiedad que la habilita para atravesar cualquier barrera fisiológica, logrando penetrar hasta el núcleo celular y, en su camino, a todos los sitios celulares en donde sería capaz de neutralizar radicales libres. Es importante señalar que la concentración de melatonina y de otras sustancias endógenas antioxidantes se reduce durante el envejecimiento lo que da inicio al incremento del estrés oxidativo y el envejecimiento celular [44]. Con base en estos hechos, el uso de antioxidantes en la dieta diaria de individuos, en etapa de envejecimiento, podría disminuir las alteraciones generadas por el estrés oxidativo, no “rejuveneciendo” al sujeto sino mejorando su calidad de vida.

La figura 3 ilustra vías de formación de especies reactivas de oxígeno en el organismo y la acción de algunas especies antioxidantes neutralizantes. Son numerosas las especies antioxidantes presentes en el cuerpo humano, tanto endógenas como exógenas, unas de ellas hidrofílicas, otras lipofílicas.

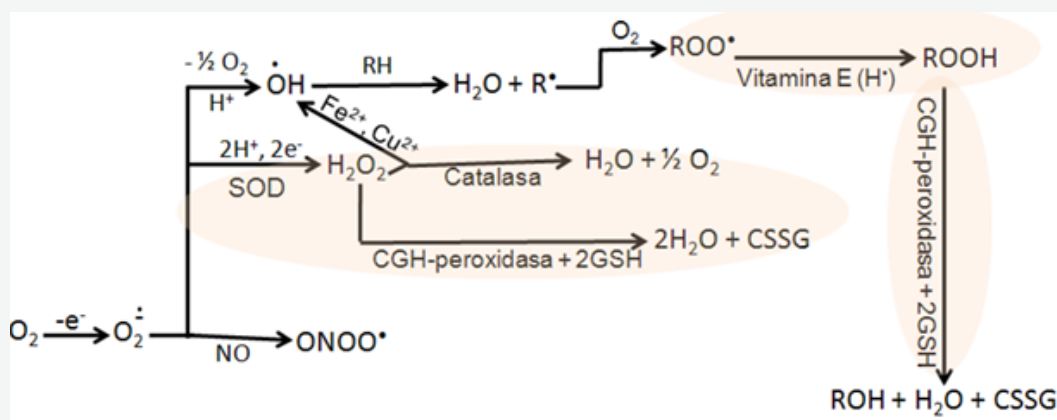
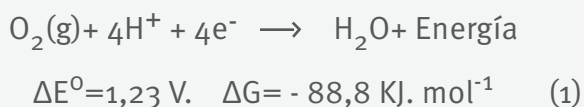
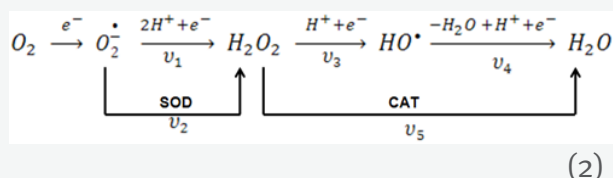


Figura 3.- Vías de formación de especies reactivas de oxígeno en el organismo, y la acción de especies antioxidantes, neutralizantes (en zonas rosa).

En reacciones redox, son importantes, parámetros tales como su potencial de reacción (ΔE), potencial estándar (ΔE^0) y cambios de energías libres de reacción (ΔG) y energía libre estándar (ΔG^0). En esos cálculos, se hace uso de tablas de potenciales, ecuación de Nernst y relación ΔG - ΔE (para proceso espontáneo, se obtienen valores positivos de potencial de reacción y negativos de cambios en energía libre). Adicionalmente es necesario considerar la cinética de reacción (velocidad) y el rol antioxidante en ese caso. Se habla entonces de control termodinámico y control cinético de una reacción. Cuando la reacción es espontánea pero muy lenta (en algunos casos se requiere una activación energética adicional), el control es cinético y refiriéndonos al caso que se discute en este artículo, se requiere, por ejemplo, de la incorporación de un catalizador (enzima antioxidante, catalizadora), así por ejemplo (Ec, 1):



Es una reacción termodinámicamente favorecida, sin embargo es una reacción con control cinético, aún en el organismo humano, es una reacción con secuencia de pasos y velocidades variables.

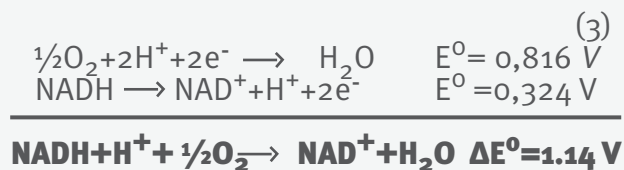


Donde v_1, v_2, v_3, v_4 y v_5 , son las respectivas velocidades de reacción.

La enzima antioxidante y catalizador superóxido dismutasa (SOD), incrementa considerablemente la desaparición del radical superóxido ($v_2 > v_1$), y la enzima antioxidante y catalizador, catalasa (CAT), conduce al peróxido, a la formación directa de H_2O , evitando la formación del

radical hidroxilo ($\text{HO}^{\bullet}$) ($v_5 > v_3, v_4$) (Ec. 2). La función de la enzima superóxido dismutasa, es convertir el anión superóxido en peróxido de hidrógeno, y la catalasa en H_2O , comprobándose así, la existencia de una maquinaria biológica especial para la eliminación de radicales libres. Existen en las células otros radicales libres, como el radical hidroxilo, el más peligroso de ellos. Aunque el anión superóxido puede actuar como oxidante o como reductor, la mayor amenaza que representan los radicales libres, en particular el radical hidroxilo, es por su capacidad oxidante, es decir, su capacidad de tomar electrones; esto puede ser fatal por diversas causas: mutaciones en el ADN, inactivación de enzimas y destrucción de las membranas celulares (peroxidación lipídica). Por eso existe una serie de enzimas protectoras o antioxidantes catalíticos. Además de varias especies superóxido dismutasa con estructuras muy diferentes, existen la catalasa y la glutatión peroxidasa, las cuales tienen como función convertir el peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua, previniendo así la formación del radical hidroxilo.

En la cadena respiratoria, durante la etapa de reducción del Oxígeno por la Nicotinamida Adenina Dinucleótido Reducida (NADH), se obtiene como producto energía útil, utilizable para la síntesis de ATP (almacenador de energía para su utilización por el organismo cuando sea requerido) (Ec, 3).



$$\Delta G^0 = -nF\Delta E^0 = -2(96,5 \text{ KJ V}^{-1} \text{ mol}^{-1}) * 1,14 \text{ V} = -220 \text{ KJ mol}^{-1}$$

ΔG^0 = energía utilizada en la síntesis de ATP

Minerales y metales de transición como el selenio, el cobre, el zinc, el manganeso e incluso el hierro, son indispensables para el funcionamiento de las enzimas antioxidantes. Existen además moléculas relativamente sencillas de apoyo, como son

las vitaminas C y E, la melatonina y diversos flavonoides. La tabla 2, lista importantes especies antioxidantes endógenas y exógenas, y su acción antioxidante y de protección al organismo.

Tabla 2.- Especies antioxidantes de acción protectora (Ref. 45,46)

EXÓGENOS	ACCIÓN	ENDÓGENOS	ACCIÓN	COFACTOR
Vitamina C	-Neutraliza $^1\text{O}_2$ singlete -Captura $\text{O}_2^{\cdot-}$, $\text{OH}^{\cdot}$ -Regenera forma oxidada de vitamina E	Enzima SOD	Neutraliza radical superóxido $\text{O}_2^{\cdot-}$	Cobre Zinc Manganeso
Vitamina E	-Neutraliza $^1\text{O}_2$ singlete -Captura $\text{O}_2^{\cdot-}$, $\text{OH}^{\cdot}$ -Neutraliza peróxidos -previene envejecimiento celular, aparición de cáncer y enfermedades cerebrales	Enzima Catalasa	Neutraliza H_2O_2	Hierro
Vitamina A	-Protege visión -Aumenta defensas	Enzima Glutatión Peroxidasa	Neutraliza H_2O_2	Selenio
Carotenos	-Neutraliza $^1\text{O}_2$ -Previene envejecimiento, cáncer, infartos -Aumentan las defensas	Glutatión	-Barrera fisiológica (enfrenta oxig. desde coenzima Q hasta células)	Magnesio en metabolismo de carbohidratos y aminoácidos
Flavonoides	Neutraliza $^1\text{O}_2$	Coenzima Q		
Licopeno	Neutraliza $^1\text{O}_2$	Ácido Tióctico		
Antocianina				
Indoles / Tioles				
Catequinas				
Coenzima Q_{10}				

Los antioxidantes endógenos son principalmente enzimáticos, mientras que los exógenos corresponden a vitaminas, compuestos orgánicos y cofactores metálicos, presentes en su mayoría en los

alimentos (vegetales, animales, minerales). La tabla 3, lista antioxidantes no enzimáticos y la tabla 4 muestra la distribución de algunos antioxidantes según el sitio de acción.

Tabla 3.- Antioxidantes no enzimáticos (Ref. 17)

• Albúmina • Alopurinol • Aminoácidos azufrados (glutación, cisteína) • Ácido cítrico • Ácido fosfórico • Ácido úrico • Ácido benzoico • Ácido 5-ASA • Bilirrubina • Butanol • Carotenoides • Captopril • Carvedilol • Ceruloplasmina • Coenzima Q o Ubiquinonas • Desferroxiamina	• Dimetil Sulfóxido • Etanol • Flavonoides • Glucoproteínas (mucosa gástrica y Bronquial) • Glucosa • Haptoglobina hemopexina • Hidroquinonas • Histidina • Licopenos • Lidocaina • Manitol • Melatonina • Mieloperoxidasa • N-acetil cisteína • NADH	• Pentaeritritol • Perindoril • Probucol • Prometazina • Salazopirina • Selenio (en sinergia con Vita. E) • Taurina • Transferrina • Lactoferrina • Trolox C • Tungsteno • Vitamina A • Vitamina C • Vitamina E (tocoferoles) • Tioles • Tioésteres (metionina), etc.
---	---	--

Tabla 4.- Distribución de antioxidantes según el sitio de acción (Ref. 47)

INTRACELULAR	MEMBRANA	EXTRACELULAR
Superóxido Dismutasa	Vitamina E	Ceruloplasmina
Catalasa	Betacarotenos	Transferrinas
Peroxidasa	Ubiquinol 10	Lactoferrinas
DT-deafarasa		Albúminas
GSH		Haptoglobinas
Proteínas c/ metales		Vitamina C
Sistemas proteolíticos		Ácido úrico
Vitamina C		Vitamina E

El consumo de alimentos es una importante vía de incorporación al organismo de antioxidantes y compuestos vitamínicos y para la protección en humanos, es importante tener en cuenta la necesidad del consumo

variado y de múltiple incorporación de estos compuestos vitamínicos. La tabla 5 lista una variedad de alimentos ricos en vitaminas A, C y E

Tabla 5.- Alimentos Vitamínicos (Ref. 39)

Alimentos ricos en Vitamina A (retinol) (µg/100g. Recomendado 800-1000 µg /día)	Alimentos ricos en Vitamina C (ac. Ascórbico) (mg/100g. Recomendado 50-60 mg/día)	Alimentos ricos en Vitamina E (tocoferol) (mg/100g. Recomendado 8-10 mg/día)
Vísceras (animales) 5800	Kiwi 500	Aceite de Girasol 55
Acederas 2100	Guayaba 480	Aceite de Maíz 31
Zanahorias 2000	Pimiento rojo 204	Germen de Trigo 30
Espinacas 1000	Grosella negra 200	Avellanas 26
Perejil 1160	Perejil 150	Almendras 25
Mantequilla 970	Caqui 130	Coco 17
Batata (Vinagrera) 670	Col de Bruselas 100	Germen de Maíz 16
Aceite de soja 583	Limón 80	Aceite de Soja 14
Atún y Bonito frescos 450	Coliflor 70	Soja germinada 13
Quesos 240	Espinaca 60	Aceite de Oliva 12
Huevos 220	Fresa 60	Margarina 10
Tomate, Lechuga, etc. 130	Naranja 50	Cacahuets y Nueces 9

El antioxidante, al chocar con el radical libre (oxidante) cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico. En el ambiente intracelular existen antioxidantes naturales: Superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa. El glutatión contiene selenio y ayuda en la prevención de la formación del radical hidroxilo, también regenera la vitamina C, la cual a su vez regenera la vitamina E. En el plasma sanguíneo se encuentran antioxidantes naturales -proteínas- como la transferrina, lactoferrina, ceruloplasmina y

albúmina. Otros antioxidantes encontrados en el plasma sanguíneo o suero son: la bilirrubina, ácido úrico, melatonina, flavonoides y estrógenos. Los flavonoides son compuestos polifenólicos encontrados en muchas plantas, frutas y vegetales, que son excelentes antioxidantes. También se encuentran en el té, principalmente té verde, en el vino y en las frutas maduras, gran cantidad de flavonoides, carotenoides, licopenos, todos con una potente acción antioxidante. Un nutriente tiene propiedades antioxidantes cuando es capaz de neutralizar

la acción oxidante de la molécula inestable de un radical libre sin perder su propia estabilidad electroquímica. El organismo está luchando contra radicales libres a cada momento del día, pero el problema se produce cuando tiene que tolerar de forma continuada un exceso de radicales libres.

El propio cuerpo humano produce varias sustancias destinadas a unirse a los radicales libres y neutralizarlos. En los alimentos ingeridos también hay sustancias antioxidantes que ayudan en esta tarea. En términos generales, los antioxidantes funcionan donando electrones con lo que evitan que los radicales libres los tomen de las células humanas. Ya se ha mencionado, que las vitaminas C y E y el Beta caroteno poseen propiedades antioxidantes; del mismo modo se sabe que los minerales: selenio, zinc, hierro, manganeso y cobre cumplen una función importante ayudando a activar el sistema de defensas contra los radicales libres del cuerpo. Un dato importante acerca de los antioxidantes es que ninguno tiene la capacidad de controlar los diversos tipos de radicales libres y productos de oxidación que se producen en el organismo; algunos antioxidantes se encargan de un tipo de radical libre mientras que otros se encargan de otros. Otro dato importante es que una

vez un antioxidante lleva a cabo su labor protectora se convierte también en un radical libre. En ese momento varias cosas pueden suceder: otro antioxidante puede venir en su auxilio y regenerarlo, también el antioxidante puede autodestruirse o en el peor de los casos puede reaccionar con alguna parte de la célula causando daños; por esta razón, es importante ingerir una variedad de éstos.

Los antioxidantes exógenos, que ingresan al organismo por la vía de los alimentos, cuando llegan a las células se depositan en sus membranas y las protegen de la lipoperoxidación (caso de las vitaminas E y C, y del caroteno). A diferencia de los antioxidantes enzimáticos, estos otros reaccionan con los radicales libres y modifican su estructura, es decir, los capturan o neutralizan, y se oxidan en el proceso.

Protección Antioxidante

Los mecanismos antioxidantes con que cuenta el organismo humano para reducir el exceso de ERO (especies reactivas oxidantes del O₂), causado por factores endógenos o exógenos, pueden clasificarse de la siguiente forma (figura 4) y detalles en referencias [40, 47- 49].

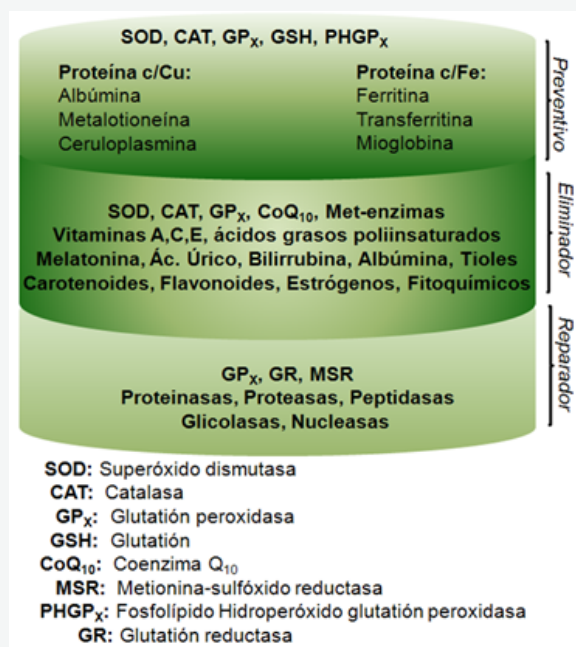


Figura 4.- Mecanismos de protección antioxidante

Mecanismo preventivo: De esta forma se previene la formación de ERO muy dañinas como, por ejemplo, los radicales hidroxilo, a partir de otras moléculas. La deficiencia de alguna de estas proteínas en el organismo o de los metales Cu y Fe, alrededor de los cuales se forman dichos complejos de coordinación, o su alteración estructural por causas genéticas o fisiológicas, deja al organismo sin protección contra la sobreproducción endógena de ERO.

Mecanismo secuestrador (eliminador): consiste en la eliminación del exceso de ERO formadas en el organismo, lo cual puede lograrse por la acción de enzimas tales como la SOD, GPx, Cat y otras metaloenzimas o la presencia de entidades químicas con capacidad secuestradora de radicales libres, tales como los ácidos grasos poliinsaturados, úrico y ascórbico (vitamina C), los tocoferoles (vitamina E), la bilirrubina, albúmina, tioles, los carotenoides y flavonoides [48]. Unos son hidrofílicos y otros lipofílicos.

Mecanismo reparador: constituido por enzimas que reparan o eliminan las biomoléculas que han sido dañadas por el ataque de ERO, tales como GPx, GR y MSR. Las enzimas proteolíticas, proteinasas, proteasas, y peptidasas, presentes en el citosol y en la mitocondria de células mamarias, reconocen, degradan y remueven proteínas oxidativamente modificadas y previenen su acumulación. Otras enzimas tales como las glicolasas y las nucleasas son reparadoras de daños al ADN. Dichas enzimas actúan como intermediarias en dicho proceso reparador del daño oxidativo, por el ataque de ERO producidas en exceso [50]. Hay otra importante función llamada adaptación, donde la señal para la producción y reacciones de radicales libres, induce la formación y transporte del antioxidante apropiado al sitio correcto [51].

Alternativas a mecanismos de defensa:

- Eliminar hábitos tóxicos tales como el consumo de drogas, tabaco y exceso de alcohol.
- Incrementar el consumo de hortalizas, vegetales y frutas.

- Disminuir el consumo de grasas y alimentos fritos.

- Suplementar la dieta con productos antioxidantes de probada eficacia e inocuidad.

- Considerar la existencia de una dieta balanceada como el primer paso en el camino de lograr un satisfactorio estado de salud.

Actividad antioxidante

En la figura 5a, se presenta la agresión molecular por especies oxidantes, a nivel celular. El radical libre en este caso, toma el electrón de una de sus moléculas y le provoca modificaciones, entre ellas, la convierte a su vez en otro radical libre, que puede actuar o no (si es débil o ha sido neutralizada) sobre sus compañeras. En la figura 5b, se nota cómo la presencia de antioxidantes bloquea las moléculas, protegiéndolas; el antioxidante cede un electrón al radical libre, lo neutraliza y él termina como radical libre débil, no agresivo (sustancia inocua); de esta manera, el antioxidante evita que los componentes celulares se oxiden, protegiendo al organismo.

Cuando los radicales libres agreden las células, inducen cambios tales como: alteración de su funcionamiento, pueden llegar a la ruptura celular y la apoptosis, producen metabolitos tóxicos, producen estrés oxidativo y envejecimiento fisiológico, se les atribuye el inicio de reacciones anómalas y modificaciones genéticas.

La oxidación de lípidos (peroxidación lipídica) afecta principalmente las membranas celulares, siendo especialmente tóxica dado que se generan reacciones en cadena [9-11, 36,50]. La vitamina E, en combinación con la vitamina C, puede frenar esta oxidación en cadena (Figura 6) y posteriormente, los sistemas de reparación lipídica sustituir los ácidos grasos dañados. Como en el caso del ADN, se producen también rupturas de lípidos dando lugar a compuestos como el malondialdehído o el 4-hidroxinonenal que son marcadores del daño lipídico.

arginina y treonina, que son utilizados como marcadores de daño a proteínas y que en la mayoría de los casos la inactivan. Puesto 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 de 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.

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 (endógena o causada por fuentes externas como radiaciones, el tabaco, etc.) supera la capacidad antioxidante celular, puede explicar la elevada incidencia de tumores a edad avanzada o que el tejido cardíaco y el sistema nervioso estén especialmente afectados, dado que sus células no se dividen.

Daño oxidativo a Glúcidos

Los glúcidos reaccionan con facilidad con los radicales hidroxilos. Los monosacáridos y disacáridos resisten la acción de los radicales libres de oxígeno, mientras que la glucosa constituye un captador del radical superóxido al retenerlo e impedir su acción sobre otras moléculas. La manosa y el manitol son eliminadores del radical hidroxilo. Por ello, se ha observado que diversos polisacáridos actúan como agentes protectores celulares [57]. El daño oxidativo a los glúcidos reviste importancia cuando se trata de polisacáridos de función estructural, ya que los polisacáridos son despolimerizados por los radicales libres (58) dando lugar a procesos degenerativos. Un caso especial es el del ácido hialurónico cuya función estructural reside en mantener la viscosidad del fluido sinovial. La exposición a agentes oxidantes (sobre todo radical 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 [59,60]. Se ha observado que la SOD es capaz

de proteger frente a la despolimerización del ácido hialurónico, en el líquido sinovial [61]. Los proteoglicanos están sujetos a rotura oxidativa de forma similar [59]. 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 [55,62].

El caso de la Lipoperoxidación

A modo de ejemplo, exponemos el caso de la lipoperoxidación (Figura 7). El lípido insaturado es atacado por el radical hidroxilo, pierde un electrón y es convertido en un radical lipídico, este a su vez, en presencia de oxígeno molecular forma el radical peroxil, el cual en presencia de otra molécula del lípido insaturado, forma el peróxido y un nuevo radical lipídico. El proceso se convierte en una reacción en cadena, hasta que el encuentro entre dos radicales los neutraliza por formación de un dímero. Ocurre la descomposición de lípidos en aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, hidrocarburos de cadena corta como etano y pentano, etc., [30, 32, 35, 62-65]. Muchos aldehídos formados reaccionan con componentes celulares causando mutaciones al ADN y daños estructurales y funcionales a proteínas [64]. La peroxidación lipídica es también un factor importante en la fluidez de membranas y el envejecimiento celular [66,67].

Proteínas

La oxidación irreversible de proteínas se da por medio de cuatro mecanismos: la carbonilación, la ruptura de enlaces peptídicos, la nitración y la formación de enlaces proteína-proteína. Estas oxidaciones son ocasionadas por reacción de proteínas con EROs, algunos de los cuales son radicales libres generados por radiación ionizante y por oxidación catalizada por un metal [51,68-70]. Todas las proteínas son potenciales blancos

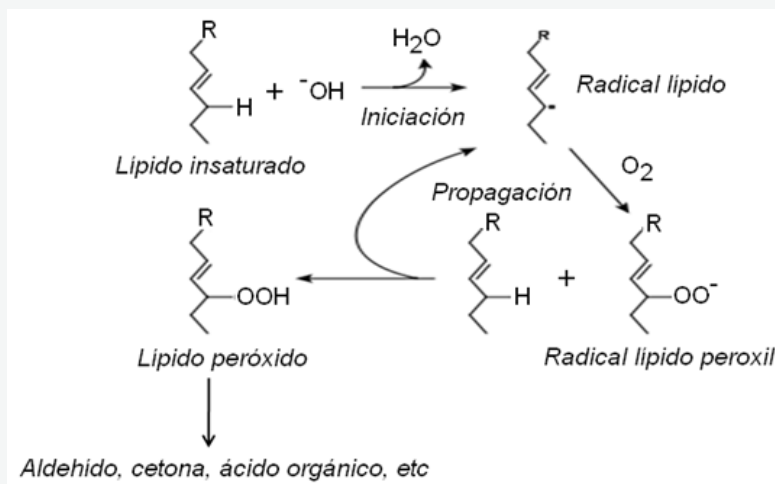


Figura 7.- Peroxidación lipídica y fragmentación molecular (Ref. 36, ampliado)

de oxidación. Dentro de las principales modificaciones que sufren ante la oxidación son: la pérdida de la actividad catalítica, modificaciones en aminoácidos, formación de grupos carbonilo, alteración de la estabilidad térmica, cambio en la viscosidad, fragmentación, formación de enlaces covalentes interproteicos o intraproteicos, formación de puentes disulfuro y mayor susceptibilidad a proteólisis. La carbonilación ocurre principalmente en los residuos prolina, arginina y lisina, y los productos de la carbonilación de estos residuos son el semialdehído glutámico

(producto de la oxidación de arginina y prolina) y semialdehído aminoalifático (producto de la oxidación de lisina) [51]. Existen modificaciones extensas en cadenas laterales de las proteínas, producto de la oxidación, entre ellas se encuentra la aparición de grupos carbonilo (aldehídos y cetonas), oxidación de residuos de histidina a oxo-histidina y otros productos de degradación, de fenilalanina a orto y meta-tirosina, la conversión de metionina a metionin-sulfóxido o la degradación oxidativa de triptofano a quinureninas (tabla 6)

Tabla 6.- Modificación a proteínas por oxidación, tipo y efectos (Ref. 51)

MODIFICACIÓN POR OXIDACIÓN	TIPO	EFEECTO
Carbonilación, Nitración, Formación de Enlaces Proteína-Proteína, Ruptura de enlaces Peptídicos	Irreversible	Degradación o Agregación de Proteínas
Glutathionilación, S-nitrosilación	Reversible	Protección de Cisteínas o regulación de función Proteica

La figura 8 representa el proceso de pérdida de función por desnaturalización de la proteína, quien es posteriormente

fragmentada y sufre proteólisis, conducente a una producción final de aminoácidos.

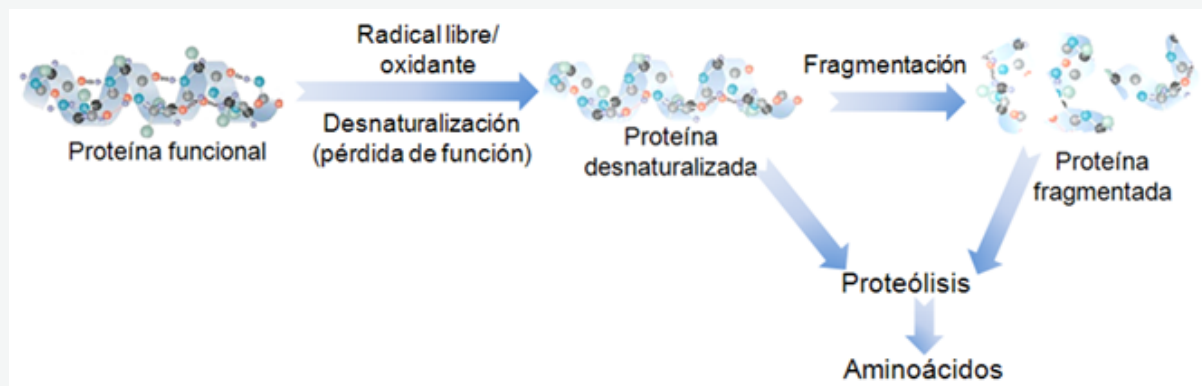
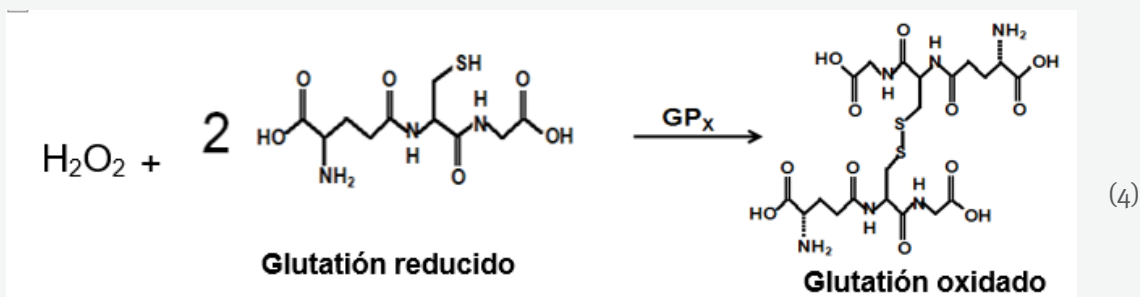


Figura 8.- Desnaturalización de proteína, fragmentación y proteólisis

Las proteínas pueden ser oxidadas en regiones adyacentes a puntos de unión de metales de transición o sufrir pérdida de grupos R-SH, etc. Los aminoácidos presentes en las proteínas tienen residuos susceptibles de ser atacados por los radicales libres, sobre todo por el radical hidroxilo [71]. Dentro de los aminoácidos fisiológicos, la tirosina, la fenilalanina, el triptófano, la histidina, la metionina y la cisteína son los que más procesos oxidativos sufren, formándose grupos aldehídos o cetonas [51-53]. Esta oxidación también puede dar lugar a un cambio conformacional de la proteína y por tanto a una pérdida o modificación de su función biológica. En condiciones

anaeróbicas, los radicales libres promueven un entrecruzamiento considerable entre proteínas, mientras que en presencia de oxígeno los radicales libres provocan una gran fragmentación de la cadena peptídica [71]. Algunos ejemplos de este fenómeno serían: la peroxidación de ácidos grasos insaturados, modificaciones en el ADN (alteraciones de las bases nitrogenadas, rotura de hebras, intercambio de cromátidas, establecimiento de enlaces cruzados con proteínas del entorno, etc.) [8,72]. La inactivación del peróxido de hidrógeno por la enzima glutatión peroxidasa (GPX) se muestra en la ecuación 4.



También puede ocurrir la neutralización de hidroperóxidos lipídicos (Ecuación 5)



El GSH desempeña numerosas e importantes funciones metabólicas [73], una de ellas es la de proteger a la célula contra los radicales libres, los peróxidos y otros compuestos tóxicos, así como proteger frente al efecto nocivo de las radiaciones.

Daño oxidativo al ADN

El ADN es el código de vida, es el responsable del parecido entre padres e hijos y de que exista un molde común para cada especie. Contiene toda la información genética. La mayor parte del ADN está en el núcleo de las células. Cada molécula de ADN se compone de dos cadenas de nucleótidos que se cruzan entre sí en forma de doble hélice. Los nucleótidos son moléculas más pequeñas, y hay de cuatro tipos: Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) y Guanina (G). Las cuatro se combinan para formar el código genético. Las evidencias experimentales, obtenidas tanto in vitro como in vivo, a nivel de biomodelos de experimentación, permiten asegurar que la célula atacada por ERO puede:

- Alterar su código genético por modificación de la estructura espacial de la molécula de ADN o la destrucción de pares de bases
- Reprimir la expresión de genes mediante la inhibición, alteración o destrucción de factores transcripcionales
- Perder su integridad por ruptura de la pared celular causada por la oxidación lipídica
- Modificar sus funciones por la acumulación de lipoproteínas oxidadas de baja densidad (LDL),
- Activar o inactivar enzimas esenciales para el funcionamiento de la célula.

Las células al dividirse organizan su material genético en estructuras llamadas cromosomas, en ellos se agrupan pequeños filamentos (genes). La nueva copia debería ser idéntica, pero no lo es; lo habitual es que en el proceso se cometan fallos, entonces hablamos de mutaciones. Todos tenemos algunas mutaciones en los genes y es en gran parte lo que hace diferentes a los humanos

entre sí. Las mutaciones a veces aportan una ventaja sobre el resto de individuos y contribuyen a la evolución de la especie y en ocasiones en cambio pueden provocar enfermedades u otras consecuencias. Cada gen contiene información para la producción de una proteína única la cual realizará una función especializada en la célula. Miles de genes en la célula guían el crecimiento, desarrollo y salud de animales y humanos. Las mutaciones puntuales que son estables y se transmiten entre generaciones se consideran variantes genéticas o polimorfismos de un nucleótido (A, T, C, G), es decir, son cambios simples en la secuencia de ADN, que resultan en una variación de la funcionalidad de las proteínas. Estas variaciones pueden determinar tanto las diferencias del aspecto de individuos (color de piel, ojos y cabello, estatura, etc.), como diferencias en el metabolismo y funcionamiento interno incluyendo la propensión de un individuo a envejecer de una determinada manera. Determinar, que genes tienen variantes genéticas con una frecuencia poblacional alta, discriminantes entre individuos e incidencia dermatológica, es esencial en la evaluación diagnóstica genética de variables fundamentales para la ruta de envejecimiento de la piel y nuestra apariencia, como son la capacidad de generar radicales libres, oxidación, elasticidad-estructura tisular, sensibilidad, formación de arrugas, pigmentación, fotosensibilidad, hidratación y longevidad celular.

El ADN es también susceptible al daño oxidativo en todos sus componentes. El oxígeno es capaz de adicionarse a las bases o al azúcar del ADN, formándose el radical peroxil. Reacciones posteriores de estas especies radicalarias en el ADN dan lugar a un gran número de productos. El número de bases modificadas diferentes encontradas en el ADN tras un ataque oxidativo supera la veintena. La alteración de este tipo que se observa con más frecuencia es la 8-hidroxi-2' desoxiguanosina (8oxod G). Su importancia reside en su poder mutagénico ya que durante la replicación producirá transversiones T por C [74,75]. El daño oxidativo asociado a proteínas y al ADN no debe ser considerado de manera independiente; la acumulación de formas

inactivas de enzimas reparadores puede aumentar la acumulación de daño oxidativo en el ADN, por lo que se pueden potenciar uno al otro. Cuando la replicación del ADN dañado tiene lugar antes de la reparación o cuando un ADN dañado se repara de forma incorrecta, tiene lugar una mutación [30, 76, 77]; por ello, las lesiones oxidativas al ADN parecen estar implicadas 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 [30]. Puesto que las enzimas reparadoras no llegan a eliminar todas las lesiones, estas se acumulan, con lo que el número de mutaciones aumenta con la edad [78].

El daño al ADN por radicales libres puede ocurrir de dos modos principales (reversible (a) e irreversible (b, c):

(a) Reacción con los residuos desoxirribosa. Cuando un radical libre ataca a una desoxirribosa del ADN, generalmente produce una ruptura de la hebra. Sin embargo, la hebra intacta puede mantener juntos los dos extremos de la hebra dañada hasta que actúen las enzimas reparadoras, por lo que este tipo de daño no es usualmente crítico para la célula a no ser que haya una rotura cercana en las dos cadenas [75].

(b) Reacción con las bases del ADN. La adición a las bases del ADN es más habitual que la ruptura de las cadenas, y da lugar a una gran variedad de productos derivados. El principal modo de reacción consiste en la adición a los carbonos C5 y C6 de las pirimidinas y C4 y C8 de las purinas [75]. El resultado del ataque a estos carbonos de las purinas y pirimidinas es un conjunto de formas radicales de las bases, las cuales sufren diversas reacciones hasta obtener productos finales muy variados. En presencia de oxígeno, los aductos de purinas con radicales libres pueden sufrir en ciertos casos una reconversión a la purina inicial (75).

(c) La oxidación de la desoxiguanosina a 8-oxoguanosina es una de las lesiones

más frecuentes, y reviste gran importancia por su alto efecto mutagénico [74]. El ADN mitocondrial sufre mucho más daño oxidativo que el ADN nuclear [78]. El genoma mitocondrial presenta ciertos rasgos que le hacen especialmente susceptible de ser atacado por agentes oxidantes: carece de histonas que puedan recibir el ataque en lugar del ADN [79], el sistema de reparación es poco efectivo [80,81] y por último, se encuentra muy cerca de la cadena de transporte mitocondrial, uno de los sistemas principales de producción de especies activadas de oxígeno. Otro factor distintivo del ADN mitocondrial es que no posee intrones, de manera que la modificación de cualquier base afecta usualmente a una zona de ADN codificante [79,84] y su repercusión suele ser por tanto, más importante. En la figura 9 [78], se presenta un esquema, que muestra la pérdida de funcionalidad de proteínas, en fragmentos del ADN, por efecto de radiaciones ionizantes incidentes.

Antioxidantes en la piel

En la piel los RL sustraen un electrón a la célula del tejido elástico, esencialmente al colágeno, lo cual va seguido de adelgazamiento cutáneo, de pérdida de elasticidad, sequedad y de aparición precoz de las arrugas (83). En el envejecimiento las mitocondrias entran en un estado de disfunción, lo cual propende a que el peroxinitrito dañe al ADN mitocondrial. Algunos genes que regulan la longevidad actúan mediante una mayor carga genética de enzimas antioxidantes.

La oxidación de los tejidos, se conoce hoy en día que es una de las causas del daño tisular y envejecimiento prematuro, de ahí la importancia que tiene mantener el equilibrio entre los oxidantes y los antioxidantes [84-86]. El envejecimiento es inevitable pero las condiciones de vida pueden acelerarlo o retardarlo. Así, por ejemplo, puede ser acelerado bajo condiciones de vida desordenadas, descontroladas, poco saludables. Se refiere a una alimentación descuidada y desordenada, de exponerse a contaminantes con frecuencia, fumar y beber en exceso, descuidar la atención personal y el medio ambiente local, no

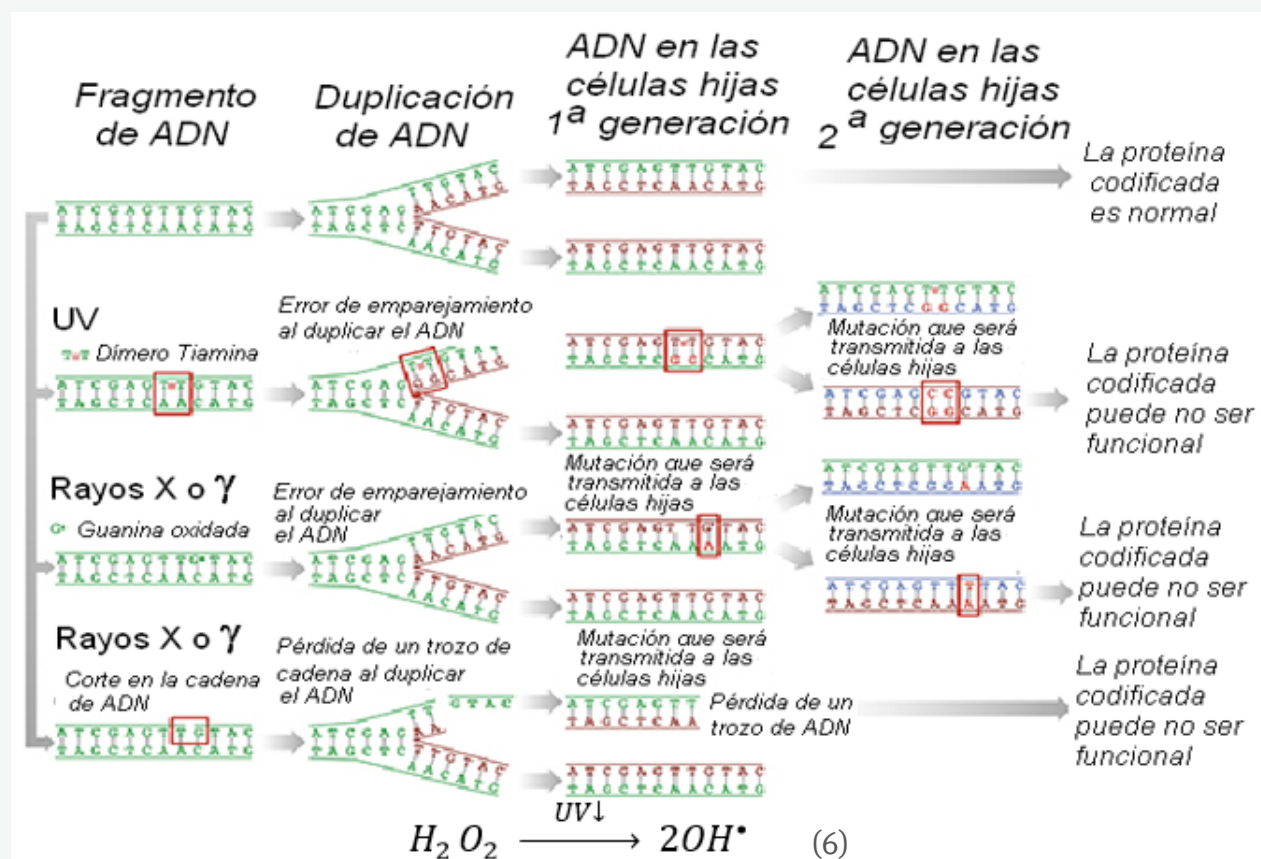


Figura 9.- Daño oxidativo al ADN por radiaciones energéticas ionizantes (Ref. 78). Pérdida de funciones proteicas por mutaciones en su duplicación. En la ecuación 6, formación de radicales hidroxilo por radiación ultravioleta.

ejercitarse físicamente en forma adecuada, vivir bajo estrés, depresión y/o ansiedad, etc. El colágeno es una proteína cuya función es mantener unidas las diferentes estructuras del organismo, se compone de fibras entrecruzadas que dan fuerza a las estructuras del cuerpo (vasos sanguíneos, tracto digestivo, corazón, riñones, ligamentos, tejido conectivo, piel, etc. Es componente básico de cartílagos, tendones, ligamentos, músculos, huesos, piel, cuero cabelludo, córnea ocular, encías, dentina, vasos sanguíneos [87]. El envejecimiento no destruye el colágeno, sino que incide en una menor producción y en el endurecimiento de las fibras. Como consecuencia, la piel pierde grosor y elasticidad, mientras que las articulaciones se vuelven más rígidas. Aparecen flacidez y arrugas, pérdida de densidad ósea y dolores articulares. Los

aminoácidos son las moléculas estructurales del colágeno, pero tan necesarios como ellos son los cofactores químicos que intervienen en las reacciones necesarias para su síntesis y que protegen el tejido conjuntivo: las vitaminas C, E, B1, B2 y B6, la coenzima Q10 y el magnesio [88].

La melanina es la pigmentación de la piel (Figura 10). Es una partícula en forma de pigmento que procede del aminoácido tirosina y de los melanocitos. Protege de la radiación solar, ultravioleta, agrupándose y formando una barrera protectora para evitar que las células sufran daños. También está relacionada con eumelanina, que es la sustancia orgánica que da color al pelo. Es la responsable del color de la piel y del cabello. Protege de las quemaduras y cuanto más hay más oscura es la piel [89].

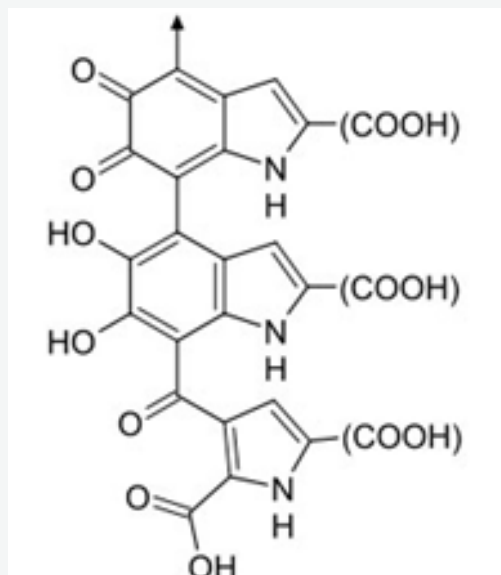


Figura 10.- Estructura de la molécula de Melanina (Ref. 89)

Los queratinocitos, son las células presentes en mayor cantidad en la piel [90]. Los queratinocitos son los responsables de la dureza de la piel y de la llamada queratina, que está presente tanto en la epidermis, la capa córnea, como en el pelo, las uñas, y forman estructuras en órganos tan importantes como el estómago o la boca. Es muy importante tener muchos melanocitos ya que de este derivará melanina y queratinocitos produciendo queratina para dar grosor a los tejidos vivos. Una buena comunicación entre los pigmentos melanínicos y los melanocitos asegura, en parte, una piel sana y un cabello fuerte. Algunas enfermedades que aparecen por mala salud de los melanocitos son el melanoma o cáncer de piel y el vitíligo. Pero no siempre es así, en muchas ocasiones, la mayoría, en lugar de degenerar hacia patologías su formación solo produce pecas, lentigos y lunares. También es bueno tomar alimentos con vitamina E. Las personas con piel oscura así como las que se ponen morenas tienen más cantidad de melanina en la piel. Cuando es evidente la falta de melanina, la piel toma una coloración blanquecina, sin color. En este sentido existe una enfermedad o trastorno llamado hipo-melanosis. Es característica porque aparecen pequeñas “marcas de color blanco en la piel”, máculas. La falta de melanina es conocida como hipo-pigmentación. Esta

aparece por el envejecimiento y su ausencia también puede ser debida a consecuencia de un trastorno en la formación de pigmentos de la piel.

Al exponerte al sol hay una mayor demanda de producción de melanina y los melanocitos, las células encargadas de ellas, pueden aumentar en número; cuando esto ocurre sin control o por una exposición frecuente al sol, es posible que el crecimiento sea excesivo; así, puede aparecer el cáncer de piel denominado melanoma, que es, en realidad, el crecimiento de células sin control. El Ácido hialurónico es una sustancia natural presente en la piel de la cara y en el cartílago. Tiene propiedades hidratantes y regeneradoras, participa en la regeneración del tejido conectivo actuando en la epidermis, en el líquido sinovial, en el cartílago y las articulaciones y en los músculos y tendones del cuerpo humano. Junto con el colágeno es la base anti-envejecimiento de la mayoría de los tratamientos de belleza.

Además de la información previa, se anexa la tabla 7, producto de la revisión bibliográfica realizada y que complementa la recomendación, de una variada alimentación, para una protección natural del organismo.

Tabla 7-. Algunos Alimentos recomendados para su consumo

NUTRIENTE	ALIMENTOS QUE LO CONTIENEN	DISMINUCIÓN DE RIESGO DE
Carotenos, pro vitamina A, presente en vegetales	Damasco, melón, zanahoria, zapallo, acelga, espinaca, perejil, mantequilla, quesos, huevos, pescados	Cáncer, infartos cardíacos y arterioesclerosis
Vitamina C	Frutos cítricos, limón, naranja, mandarina, grapefruit, kiwi, guayaba, fresa, tomate, papa	Cáncer. Regenera la vitamina E
Vitamina E	Acelga, espinaca, remolacha, achicoria, apio, aceites vegetales, harina integral, frutos secos	Cáncer, infarto cardíaco, arterioesclerosis
Licopeno, del grupo de los carotenos	Tomate	Cáncer de próstata, reduce el tamaño del tumor e inhibe su diseminación
Isoprenoides	Tomate, aceite de oliva, fresa, ciruela, uva, patilla	Cáncer de mama, estómago, leucemia
Flavonoides	Frutas, vegetales, perejil, tomillo, manzanilla, cacao, cebolla, ajo, manzana, brócoli, garbanzo, batata, almendras, cítricos, fresa, ciruela, apio, pimentón	Antioxidante, antiinflamatorio. Beneficia la función pulmonar, cardiovascular y cerebral Anticancerígeno
Antocianinas (flavonoides)	Vegetales, bayas y otros alimentos de color rojo, azul y morado	Normalización de presión y fuerza capilar. Optimiza el control de azúcar en sangre. Inhiben formación de trombocitos. Disminuyen estrés oxidativo e inflamación
Zinc	Ostras, carnes rojas	Curación de lesiones (reparación y crecimiento de tejidos). Favorece el desarrollo inmunológico
Selenio	Mariscos, guisantes, lentejas, carraotas, cereales integrales, vísceras	Cáncer: destrucción de peróxidos (trabaja con la vitamina E). Evita las enfermedades cardiovasculares (infarto, apoplejía). Tratamiento de artritis. Antitumoral Cataratas, daño macular

Conclusiones

Se ejemplifica el papel protagonista de reacciones redox en el control de agentes agresivos oxidantes en el organismo humano, su equilibrio, control, neutralización y eliminación cuando se hace necesario, y producto de la revisión bibliográfica incorporada, se establece adicionalmente la relación que ello implica en diversas agresiones a células y órganos, que se traducen en la aparición del denominado estrés oxidativo, afectación al proceso del envejecimiento, posibilidad de aparición de una gran variedad de enfermedades y posibilidad de apoptosis y necrosis. Se presentan vías de apoyo al equilibrio oxidante-antioxidante, con el consumo variado de alimentos y medidas de protección a la exposición de factores exógenos productores de especies oxidantes, cuando actúan en el organismo. El estilo de vida efectivamente influye sobre la salud, por lo que se debe tener eso presente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Mc Cord J, Ormar B. (1993). Sources of free radicals. *Toxicol Indust Health*. 9:23-37
- 2.- Márquez J. (2015). Electroquímica para la vida, Capítulo 13 en el libro: Una Educación Universitaria de Calidad. Edición del Vicerrectorado Académico, ULA. Venezuela. ISBN: 978-980-11-1817-6. pp. 204-222
- 3.- Márquez O, Márquez K, Weinhold E, Márquez J. (2019). Reacciones Redox: Una revisión de Oxidantes Celulares. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*, 2(1):8-19
- 4.- Balaban S, Nemoto S, Finkel T. (2005). Mitochondria, oxidants and aging. *Cell*. 4:483-497
- 5.- Raha S, Robinson H. (2000). Mitochondria, oxygen free radicals, disease and ageing. *Trends Biochem. Sci.* 25:502-508
- 6.- Harman D. (1956). Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry. *J. Gerontol.* 11:298-300
- 7.- Romero D, Bueno J. (1998). Radicales libres del oxígeno y antioxidantes en medicina (Editorial). *Rev. Clin Española*. 184 (7):345-353
- 8.- Zglinicki T, Bürkle A, Kirkwood L. (2001). Stress, DNA damage an ageing, an integrative approach. *Exptl. Geront.* 36:1049-1062
- 9.- Wolff P, Garner A, Dean T. (1986). Free radicals, lipids and protein degradation. *Trens Biochem. Sci.* 11:27-31
- 10.- Pryor A. (1994). Free radical and lipid peroxidation. En: frei B Editor. *Natural antioxidant in human health and disease*. New York: Academic Press. 1-24
- 11.- Radi R, Beckman S, Bush M, Freeman A. (1991). Peroxynitrite-induced membrane lipid peroxidation: the cytotoxic potential of superoxide and nitric oxide. *Arch BiochemBiophys.* 288(2):481-487
- 12.- Marnett J. (1999). Lipid peroxidation-DNA damage by malondialdehyde. *Mutation research*. 8;424(1-2):83-95

- 13.- Finkel T, Holbrook J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 408:239-247
- 14.- Halliwell B, Gutteridge M. (1986). Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. *Arch Biochem Biophys*. 1;246(2):501- 514
- 15.- Romero D, Guerrero L, Gotor A, Roche E. (1995). Estrés oxidativo y patología infecciosa. *An Med Interna (Madrid)*. 12:139-149
- 16.- Spatz L, Bloom D, editors. (1992). Biological consequences of oxidative stress. Implications for cardiovascular disease and carcinogenesis. Massachusetts: Conte Inst Environm Health
- 17.- Elejalde I. (2001). Oxidative stress, diseases and antioxidant treatment. *An Med Interna*. Madrid. 18:50-9
- 18.- Montagnier L, Olivier R, Pasquier C, editors. (1998). Oxidative stress in cancer, AIDS and neuro degenerative diseases. New York: M. Dekker
- 19.- Kumpulainen T, Salonen T, editors. (1999). Natural antioxidants and anticarcinogenesis in Nutrition, Health and Diseases. New York: CHIPS
- 20.- Oldham M, Braun E. (1998). Oxidative stress in critical care: Its antioxidant supplementation beneficial? *J Am Diet Assoc*. 98:1001-8
- 21.- Cross V, Templeton J. (2006). Regulation of signal transduction through protein cysteine oxidation. *Antiox Redox Signal*. 8:1819-27
- 22.- Beck A. (2000). Nutritional-induced oxidative stress. Effect on viral disease. *Am J Clin Nutr*. 72:1082-6
- 23.- Lorgeril M, Richard J. (1994). Increased production of reactive oxygen species in pharmacologically-immunosuppressed patients. *Chem Biol Interact*. 91:159-64
- 24.- Clarkson M. (1995). Antioxidants and physical performance. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 35:131-41
- 25.- Lobo V, Patil A, Phatak A. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact in human health. *Pharmacogn Rev*, 4(8)
- 26.- Sisein A. (2014). Biochemistry of free fadicals and antioxidants. *Sch Acad J Biosci*. 2(2):110-118
- 27.- Halliwell B. (2006). Reactive species and antioxidants redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiol*, 141:312-322
- 28.- Narang S, Yadav A, Vaidya M. (2011). Free radicals vs Antioxidants: The deadly demons vs the friendly scavengers: A review. *Asian J Pharmacy Life Sci*. 1(1):95-100.
- 29.- Shinde A, Ganu J, Naik P. (2012). Effect of free radicals and antioxidants on oxidative stress. *J Dent Allied Sci*. 1(2):63-66.
- 30.- Halliwell B. (1991). Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry and role in human disease. *Am J Med*. 91(3C):14S-22S

- 31.- Halliwell B, Gutteridge J, Cross C. (1992). Free radicals, antioxidants and human disease: Where are we now? *J Lab Clin Med*, 119:598-620
- 32.- Halliwell B. (1994). Free radicals, antioxidants and human disease: Curiosity, cause or consequence? *Lancet* 344:721-4
- 33.- Lyras L, Cairns J, Jenner A, Jenner P, Halliwell B. (1997). An assessment of oxidative damage to proteins, lipids, and DNA in brain from patients with Alzheimer's disease. *J Neurochem*. 68:2061-2069
- 34.- Kehrer P. (1993). Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *Crit Rev Toxicol*. 23:21-48
- 35.- Freeman A, Crapo D. (1982). Biology of disease: Free radicals and tissue injury. *Lab Invest*. 47:412-26, [Pub Med]
- 36.- Clavel JP, Emerit J, Thuillier A. (1985). Lipidoperoxydation et radicaux libres. Rôle en biologie cellulaire et en pathologie. *Pathologie Biologie*. 33:61- 69
- 37.- Lucas T, Szweda I. (1998). Cardiac reperfusion injury: aging, lipid peroxidation and mitochondrial dysfunction. *Proc Natl Acad Sci USA*. 95(2):510-514
- 38.- Díaz-Acosta E, Membrillo-Hernández J. (2006). Consecuencias fisiológicas de la oxidación de proteínas por carbonilación en diversos sistemas biológicos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(1):34-44
- 39.- Rafecas M. (2006). Antioxidantes para una mejor calidad de vida. *Acofar*. 454:28-30
- 40.- Cadenas E, Packer L, editors. (1996). *Handbook of Antioxidants*. New York: M. Dekker Inc
- 41.- Núñez Sellés J. (2011). Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: Retos y oportunidades. *Revista Cubana de Salud Pública*. 37:644-660
- 42.- Halliwell B. (2011). Free radicals and antioxidants—quo vadis? *Trends in Pharmacological Sciences*. 32(3):125-130
- 43.- Stanner A, Hughes J, Kelly M, Buttriss J. (2004). A review of the epidemiological evidence for the 'antioxidant hypothesis', *Public Health Nutrition*. 7(3):407-422
- 44.- Zorrilla A. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Bioméd* . 21(3):178-85
- 45.- Krinsky I. (1992). Mechanism of action of biological antioxidants. *Proc Soc Exp Biol Med*. 200:248-54. PubMed
- 46.- Niki E. (1993). Antioxidant defenses in eukaryotic cells. In: Poli G, Albano E, Dianzani MU, editors. *Free radicals: From basic science to medicine*. Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag. pp. 365-73.
- 47.- Córdova A, Gustavo L, Córdova A, Córdova S, Guerra E, Rodríguez E. (2009). Estrés oxidativo y antioxidantes en la conservación espermática. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 3(1):p.1-10
- 48.- Bray T, Scoene N, editors. (2000). *Models and methods in cell signalling and gene*

expression. Application to oxidative stress research. London: OICA Internatl

- 49.- Combs F, Gray P. (1998). Chemopreventive agents: selenium. *Pharmacol Ther.* 79:179-92
- 50.- Girotti W. (1985). Mechanisms of lipid peroxidation. *J Free Radic Biol Med.* 1:87-95
- 51.- Davies J. (1987). Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. *J Biol Chem.* 262:9895-9901
- 52.- Stadtman R. (1990). Metal ion-catalyzed oxidation of proteins: biochemical mechanism and biological consequences. *Free Radic Biol Med.* 9:315-325
- 53.- Stadtman R, Moskovitz J, Levine L. (2003). Oxidation of methionine residues of proteins: biological consequences. *Antioxid Redox Signal.* 5:577-582
- 54.- Shacter E. (2000). Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. *Drug Metab Rev.* 32:307-326
- 55.- Wolff P, Dean T. (1987). Glucose auto-oxidation and protein modification. *Biochem J.* 245(1):243-250
- 56.- Radak Z, Zhao Z, Goto S, Koltai E. (2011). Age-associated neurodegeneration and oxidative damage to lipids, proteins and DNA. *Mol Aspects Med.* 32:305-315.
- 57.- Albertini R, Rindi S. (1996). The effect of cornea proteoglycans on liposome peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 327:207-214
- 58.- Borel P, Monboise C, Bellon G. (1988). Inflammation, collagene et radicaux libres oxygénés. *Med Sci* 1988; 5:304-11
- 59.- Greenwald A, Moy W. (1980). Effect of oxygen derived free radicals on hyaluronic acid. *Arthritis Rheum.* 23: 455-463
- 60.- Grootveld M, Henderson B. (1991). Oxidative damage to hyaluronate and glucose in synovial fluid during exercise of the inflamed rheumatoid joint. Detection of abnormal low-molecular-mass metabolites by proton-n.m.r. spectroscopy. *Biochem. J.* 273:459-467
- 61.- McCord M. (1974). Free radicals and inflammation: Protection of synovial fluid by SOD. *Science.* 185(4150):529-531
- 62.- Wolff P. (1993). Diabetes Mellitus and Free Radicals: Free radicals, transition metals and oxidative stress in the aetiology of diabetes mellitus and complications. *British Medical Bulletin*, 49(3):642-652
- 63.- Frei B. (1994). Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: Mechanisms of action. *Am. J. Med.* 97:5S-13S
- 64.- Valko M, Leibfritz D, Moncola J, Cronin D, Mazura M, Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J BiochemCell Biol.* 39:44-84
- 65.- Gutiérrez-Salinas J, Mondragón-Terán P, García-Ortíz L, Hernández-Rodríguez S, Ramírez-García S, Núñez-Ramos R. (2014). Breve descripción de los mecanismos

moleculares de daño celular provocado por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. *Rev Esp Méd Quir.* 19:446-454.

- 66.- Cheeseman H, Slater F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *Br. Med. Bull.* 49: 588-603
- 67.- Shigenaga K, Hagen M. (1994). Oxidative damage and mitochondrial decay in aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 91: 10771-10778
- 68.- Lippman D. (1985). Rapid in vivo quantification and comparison of hydroperoxides and oxidized collagen in aging mice, rabbits and man. *Exp. Gerontol.* 20:1-5
- 69.- Fucci L, Oliver N. (1983). Inactivation of key metabolic enzymes by mixed-function oxidation reactions: Possible implication in protein turnover and aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 80: 1521-1525
- 70.- Omer N, Rohilla A, Rohilla S, Kushnoor A. (2012). Nitric Oxide: Role in Human Biology. *Int J Pharm Sci Drug Res.* 4(2):105-109
- 71.- Amici A, Levine L. (1989). Conversion of amino acid residues in proteins and amino acid homopolymers to carbonyl derivatives by metalcatalyzed oxidation reactions. *J. Biol. Chem.* 264: 3341-3346
- 72.- Stadtman R. (1992). Protein oxidation and aging. *Science* 257:1220-1224
- 73.- Hasty P, Vijg J. (2002). Genomic Priorities in Aging. *Science.* 296:1250-1251
- 74.- Viña J, Viña R. (1986). Glutathione: metabolism and physiological functions. *Life Chem. Rep.* 4: 1-35
- 75.- Kasai H, Nishimura S. (1984). Hydroxylation of deoxyguanosine at the c8 position by ascorbic acid and other reducing agents, *Nucl Acids Res*, 12:2137-2145
- 76.- Shibutani S, Takeshita M. (1992). Insertion of specific bases during DNA synthesis past the oxidation-damaged base 8-oxodG. *Nature.* 349: 431-434
- 77.- Breen P and Murphy A. (1995). Reactions of oxyl radicals with DNA. *Free Rad. Biol. Med.* 18: 1033-1077
- 78.- Agell N. (2011). Efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas de alta energía. *Método.* 57:44d. [jpg/rokbox text](#). Univ. De Barcelona
- 79.- Ames N, Shigenaga K. (1993). Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 90: 7915-7922
- 80.- Richter C, Park W. (1988). Normal oxidative damage to mitochondrial and nuclear DNA is extensive. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 85: 6465-6467
- 81.- Johns R. (1995). Seminars in medicine of the Beth Israel Hospital, Boston. Mitochondrial DNA and disease. *N Engl J Med.* 333: 638-44
- 82.- Suter M, Richter C. (1999). Fragmented mitochondrial DNA is the predominant carrier of oxidized DNA bases. *Biochemistry.* 38: 459-64
- 83.- Shen C, Wertelecki W. (1995). Repair of mitochondrial DNA damage induced by

bleomycin in human cells. Mutat Res. 337: 19-23

- 84.- Linnane W, Marzuki S. (1989). Mitochondrial DNA mutations as an important contributor to ageing and degenerative diseases. Lancet. 642- 645
- 85.- Acosta G, Frías G, Reyes M, Vargas V, Juan Antonio Suárez A. (2011). Radicales libres y mecanismos de daño tisular en la diabetes mellitus. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM. 54(3):46-53
- 86.- Ashok T, Ali R. (1999). The aging paradox: Free radical theory of aging. Exp Gerontol. 34:293-303
- 87.- Prockop J, Guzmán A. (1981). El Colágeno. Tiempos Médicos. 191:53-63
- 88.- Rodríguez C, Rodeiro I. (2014). El sistema citocromo P450 y el metabolismo de xenobióticos. Revista Cubana de Farmacia. 48(2):495-507
- 89.- Marín D, Del Pozo A. (2005). Pigmentación de la piel (I). Melaninas: conceptos generales e implicaciones cosméticas. OFFARM. 24(1):116-118
- 90.- Pires M, Brizuela A, Muñoz A, Lara A, Sáenz M. (2011). Queratinización: Fisiología cutánea. 49(3,4):7-11

SIMULACIÓN ANALÓGICA: Una experiencia para el aprendizaje de la gestión del riesgo sísmico a través de un modelo didáctico

ANALOGUE SIMULATION: An experience for learning seismic risk management through a didactic model

Rubén, Belandria R^{1*}, José Escalona T¹, Guillermo, Bianchi P², .

¹ Facultad de Humanidades y Educación, Departamento de Pedagogía y Didáctica,

² Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Universidad de Los Andes, Universidad de Los Andes, Mérida, Edo. Mérida – Venezuela.

e-mail: rubendpdula@gmail.com.

Recibido: 09-02-20

Aceptado: 11-03-20

Resumen

Por su ubicación geográfica y características de relieve, Venezuela es un país cuya población es vulnerable a diversas amenazas de origen natural. Por tal razón, las instituciones educativas, los docentes en ejercicio y en formación, y los estudiantes, son corresponsables en la educación de la población para reducir tales riesgos. En tal sentido, el objetivo de este trabajo fue fortalecer la cultura preventiva en riesgo sísmico y los movimientos que los caracteriza mediante un modelo didáctico analógico integrador en la formación docente y estudiantil, como respuesta ante la inminencia de los eventos adversos. La metodología fue descriptiva de tipo proyecto factible con estudiantes de una institución educativa del Municipio Libertador, Estado Mérida. Las conclusiones indican que: el modelo didáctico usado resultó ser eficiente para fortalecer la gestión del riesgo sísmico; en consecuencia, lo que se enseña en materia de mitigación de riesgo sísmico depende del compromiso personal del docente y no de una política homogénea; existe una actitud favorable para la integración de contenidos sobre prevención integral de riesgo y la explicación e interpretación de fenómenos naturales en estudiantes y docentes orientados al aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: vulnerabilidad; riesgo sísmico; modelo didáctico; aprendizaje, ciencias naturales.

Abstract

Because of its geographical location and geological characteristics, Venezuela is a Country with a vulnerable population, exposed to various threats of natural origin. That is why educational institutions, active teachers, and students as well as a suitable training, are co-responsible for the education of the population to reduce and prevent such risks. In this way, the aim of this work has been to strengthen the preventive culture involving seismic risks and their characteristics movements, through an integrative, analog and didactic training model for teachers and students, as a response to the imminence of adverse events. The methodology was descriptive of the feasible project type with students from an educational institution of the Libertador Municipality, Merida State. The conclusions indicate that: the didactic model used proved to be efficient regarding strengthening seismic risk management; consequently, what is taught about seismic risk minimizing depends upon the personal commitment of the teacher and not on an homogeneous preventing policy; there is a favorable attitude about the integration of comprehensive risk prevention and the explanation and interpretation of natural phenomena in students and teachers focused on learning sciences.

Key words: vulnerability; seismic risk; didactic model; learning, natural sciences.

Rubén Belandria: MSc. en Tecnología Educativa (Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada [UNEFA], Caracas – Venezuela), Lcdo. en Educación Mención Ciencias Físico Naturales (Opción Física) (ULA, Mérida – Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación – ULA. **e-mail:** rubendpdula@gmail.com.

José Escalona: Doctor en Educación, MSc. en Química Orgánica, Lcdo. en Educación mención Biología y mención Química, (ULA, Mérida-Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación – ULA.

e-mail: cieducet8691@gmail.com. **Guillermo Bianchi:** MSc. en Estadística Aplicada, Lcdo. en Biología (ULA, Mérida-Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Ciencias – ULA. **e-mail:** gbianchip@gmail.com

Introducción

La gestión integral de riesgos socio-naturales, en gran parte, se centra en políticas que pretenden establecer una respuesta eficaz e inmediata ante los desastres ocasionados por fenómenos naturales. Éstos, de acuerdo a su dinámica, muestran elementos indispensables para el estudio de la vida, ya que la intervención del ser humano ha alterado el comportamiento terrestre. Venezuela no escapa a esta situación, en cuanto a las políticas establecidas para la gestión integral de riesgos socio-naturales, considerando una de las principales dificultades, la construcción de infraestructura en áreas o zonas susceptibles, sin tomar las previsiones y hacer un estudio de las amenazas naturales presentes en la zona, que causan modificaciones en el entorno.

Sin embargo, la modernización de los sistemas y el avance de las ciencias exigen una visión más integral de la gestión del riesgo, que incluya el énfasis sobre la prevención y mitigación, y que se esfuerce por involucrar a la ciudadanía y principalmente al sector educativo en todos los ámbitos y niveles posibles. En tal sentido, el uso inadecuado del suelo, sin tomar en cuenta la normativa para la zonificación adecuada de las áreas; la poca pertinencia en los programas educativos en cuanto a su implementación en todos los niveles referente a la gestión integral del riesgo en las diversas disciplinas de formación del estudiante; direccionado a la capacitación pública abordando las amenazas naturales; como la producida por los movimientos sísmicos.

La gestión integral del riesgo sísmico requiere tanto de medidas estructurales, como no estructurales de mitigación, con el fin de reducir la intensidad de los peligros o la vulnerabilidad hacia las edificaciones. En consecuencia, el sistema educativo, en especial sus docentes, tiene la responsabilidad direccionada a la enseñanza en gestión integral de riesgos desde sus espacios de aprendizaje, por ende debe generar propuestas didácticas y metodológicas para llegar a la población estudiantil. En tal sentido, se sabe que el

docente no posee formación adecuada en gestión de riesgos y en particular sobre la actividad sísmica que se convierte en una potencial amenaza, por lo cual se hace necesaria una formación que convierta al docente en un promotor de la prevención en esta área. Es interesante recordar que si la población no posee herramientas adecuadas para afrontar situaciones adversas su vulnerabilidad es alta.

Por lo descrito anteriormente, es necesario un cambio de actitud generalizado en la población y, sobre todo, en el sistema educativo para lograr las condiciones favorables que permitan avanzar y establecer de manera sostenible las nuevas estrategias didácticas para mitigar las consecuencias de los desastres, puntualizando el avance en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [1]; enfocados en este caso en los originados por movimientos sísmicos. De este modo, la transversalidad de la política nacional en la gestión integral de riesgos socio-naturales se vincula con el Sistema Educativo Nacional, el cual debe incluir los contenidos – estrategias afines con las amenazas y vulnerabilidades para prever y mitigar los riesgos existentes, específicamente en Venezuela.

Ese cambio de actitud debe concretarse en la acción educativa, es el hecho educativo el que transforma al ser humano en su interioridad y logra influir en la forma de percibir su realidad, de comprenderla, de interpretarla y de reaccionar ante ella; así, todo niño, adolescente y adulto tendrá la oportunidad de construir aspectos importantes, como lo son valores, organización personal y colectiva, hábitos de compromiso social con sus compañeros, la institución y la comunidad.

En relación con la investigación, la temática aquí tratada, está contemplada en algunas de las propuestas transversales de la educación secundaria [2], permitiendo aproximaciones teórico-prácticas para los estudiantes, de aquí que el docente busque diferentes propuestas para su estudio y comprensión. Algunas de las propuestas más comunes son las prácticas de campo y laboratorio, consideradas como una ayuda al estudiante, no sólo para desarrollar destrezas básicas,

sino para construir conceptos básicos sobre el tema; además, entender el papel de la observación directa para distinguir la importancia de la prevención sísmica en las instituciones educativas del estado Mérida.

Por lo anterior, entendemos que el uso adecuado de las prácticas de laboratorio y/o propuestas prácticas como el Modelo Didáctico TECMOPLAC (Tectónica - Movimiento - Placas), permite la ejecución de actividades dinámicas e interactivas. Así, esta investigación tuvo como propósito evaluar la efectividad para el desarrollo de conceptos básicos de movimientos sísmicos en estudiantes de 5to. Año de Educación Media General; así como, promover la cultura de prevención sísmica en docentes en formación de la Universidad de Los Andes.

Fundamentación teórica

Las concepciones de los estudiantes sobre el origen de los terremotos, en cuanto a desarrollo de actividades grupales, se observan dos tendencias principales, en la primera los estudiantes dan explicaciones centradas en contenidos científicos, en su gran mayoría basados en la llamada ciencia antigua conocida esta como aquella que define a aspectos abstractos, poco reales y sistemáticas de la ciencia, basada en supersticiones y adivinanzas; y en la segunda ilustraban su origen a creencias populares, mitologías antiguas y modernas, [3]. Se confirma la importancia del contexto en algunas concepciones, claramente influenciadas por las condiciones geográficas, históricas y sociales del lugar donde viven los estudiantes.

Así, el trabajo con modelos didácticos analógicos para aproximaciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales se compagina con el uso de estrategias dinámicas, prácticas o lúdicas para enseñar ciencias, ya que éstas facilitan una mejor relación entre el estudiante y el docente, y un mejor aprendizaje, [4], [5], [6], [7]. El trabajo orientado por modelos, posibilitan un mayor grado de interacción dentro de los espacios de aprendizaje, además de permitir el desarrollo de conceptos fundamentales de la percepción

de estímulos desde y con el ambiente.

El uso de prototipos, que se convierten en modelos didácticos analógicos, convergen en la interdisciplinariedad de las conceptualizaciones propias de la ciencia y la relación con la contextualización, que refiere los niveles de percepción, observación y resolución de problemas presentes en el entorno inmediato de los estudiantes, [8].

En este sentido, es necesaria la formación adecuada de los espacios educativos y cada uno de sus actores, confiando la comprensión de fenómenos naturales bajo las estructuras epistemológicas pertinentes; para ellos los procesos de prevención y mitigación del riesgo influye en la capacidad de respuestas para reducir la vulnerabilidad en estos entes fundamentales para la sociedad, [9], [10].

Metodología

La presente investigación tuvo un enfoque interpretativo ya que se buscó comprender e interpretar la situación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en prevención sísmica, [11]. El tipo de investigación se ubicó dentro de la modalidad de proyecto factible, dado que se centró en entender cómo una propuesta didáctica puede ayudar a resolver un problema práctico, [12]. El diseño fue de campo, por cuanto observó la experiencia didáctica en su contexto natural, mediante la observación participativa de los involucrados en el estudio, [13].

Se contó con participación de estudiantes de 5to. Año de Educación Media General del Municipio Libertador del Estado Mérida para la validación del TECMOPLAC. Dicha participación fue elegida de forma intencional y estuvo conformada por 39 estudiantes quienes participaron en el desarrollo de la Clase Teórico-Práctica asistida con el Modelo Didáctico TECMOPLAC (Figura 1 A y B). Para la recolección de la información se utilizó la observación participante que permitió describir el trabajo hecho con los estudiantes el contexto de estudio, [14]. Además, de un Test Gráfico de selección simple se dividió en dos partes movimientos sísmicos y prevención sísmica respectivamente; permitió evaluar los

contenidos sobre movimientos sísmicos y este aplicado en dos momentos de la CTP, al inicio y al final de las actividades.

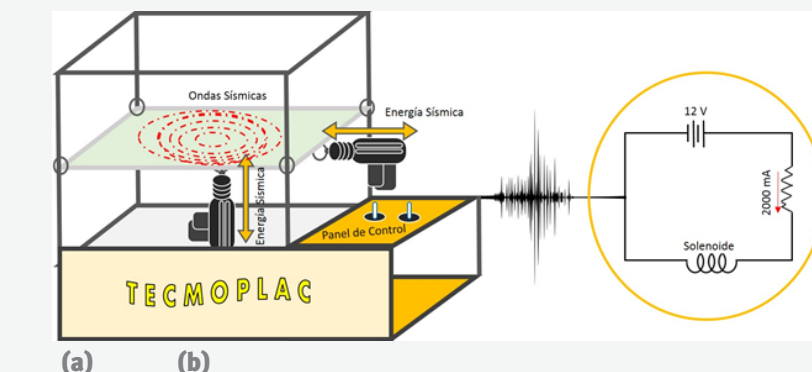


Figura 1: (a) Modelo Didáctico TECMOPLAC (Tectónica – Movimiento – Placa), (b) Solenoide conectado al circuito eléctrico y regulador de 12 V de 2000 mA.

Presentación y discusión de los resultados:

A continuación, se describe la obtención y discusión de resultados logrados mediante la observación participante y la comparación

de resultados obtenidos, de acuerdo a la aplicación del test gráfico mostrado en la tabla I:

Tabla I. Apreciación porcentual de los indicadores sobre los Movimientos sísmicos y prevención sísmica presentes en el test gráfico aplicado durante la clase teórico-práctica (CTP) a estudiantes de 5to Año de Educación Media General.

	Pre-Test (CTP)					Post-Test (CTP)					
OPCIONES DE RESPUESTA	A	B	C	D		A	B	C	D	OC	AC%
INDICADORES	PARTE I: MOVIMIENTOS SÍSMICOS										
1.-Placas Tectónicas	0,0	2,6	48,7	48,7		0,0	0,0	97,4	2,6	C	48,7
2.-Fenómenos naturales	46,2	5,1	23,1	25,6		79,5	0,0	0,0	20,5	A	33,3
3.- Hipocentro	12,8	38,5	17,9	30,8		5,1	0,0	0,0	94,9	D	64,1
4.- Epicentro	23,1	25,6	25,6	25,6		5,1	2,6	89,7	2,6	C	64,1
5.- Ondas Sísmicas	51,3	0,0	30,8	17,9		0,0	0,0	76,9	23,1	C	46,1
6.- Disminuye	15,4	7,7	48,7	28,2		5,1	20,5	71,8	2,6	C	23,1
7.-Movimeinto Brusco	0,0	15,4	15,4	69,2		0,0	2,6	0,0	97,4	D	28,2
8.- Ondas primarias	17,9	41,0	23,1	17,9		89,7	2,6	2,6	5,1	A	71,8
9.-Ondas secundarias	23,1	23,1	15,4	38,5		7,7	76,9	10,3	5,1	B	53,8
10.- Ondas superficiales	30,8	35,9	10,3	23,1		48,7	35,9	2,6	12,8	B	00,0
	PARTE II: PREVENCIÓN SÍSMICA										
1.- Prevención y mitigación	71,8	7,7	20,5	0,0		97,4	2,6	0,0	0,0	A	25,6
2.- Postura adoptada	0,0	33,3	53,8	12,8		0,0	0,0	97,4	2,6	C	43,6
3.- Durante-Respuesta	25,6	48,7	10,3	15,4		5,1	94,9	0,0	0,0	B	46,2
4.- Rehabilitación	35,9	35,9	28,2	0,0		10,3	0,0	89,7	0,0	C	61,5
5.- Estructura física	64,1	10,3	15,4	10,3		35,9	5,1	0,0	59,0	D	48,7
6.- Vulnerabilidad	41,0	35,9	17,9	5,1		20,5	61,5	17,9	0,0	B	25,6
7.- Amenaza	28,2	53,8	10,3	2,6		25,6	69,2	5,1	0,0	B	15,4
8.- Ayuda a personas	30,8	17,9	51,3	0,0		17,9	76,9	0,0	5,1	B	59,0
9.- Objetos pesados fijos	66,7	33,3	0,0	0,0		100,0	0,0	0,0	0,0	A	33,3
10.- Fallas geológicas	7,7	0,0	33,3	59,0		0,0	0,0	5,1	94,9	D	35,9
% Promedio de Avance Conceptual de la CTP											41,4

Descriptor: A = % primera opción; B = % segunda opción; C = % tercera opción; D = % cuarta opción; OC = opción correcta, AC%=Porcentaje de Avance Conceptual.

En el desarrollo de la CTP, se realizó considerando dos partes, la relacionaba con elementos teóricos como los movimientos sísmicos y todo lo que conlleva las investigación e innovación de esta campo, y la última relacionada con la prevención sísmica, lo que implica el trabajo en equipo para generar cultura de prevención y mitigación.

Parte I “movimientos sísmicos”

En esta sección se describe los resultados encontrados, principalmente los relacionados con la conceptualización y construcción teórica de los movimientos sísmico en cuanto a sus fundamentos epistemológicos.

Ítem 1: En la litósfera se mueven unas en relación a otras y al desplazarse, pueden aproximarse y chocar, alejarse o deslizarse lateralmente entre sí; en este sentido un movimiento sísmico es un movimiento vibratorio producido por el movimiento de: (Opciones de respuesta: a) Casa, b) Construcciones, **c) Placas tectónicas**, d) Mar)

La interpretación de un fenómeno, va aunado al análisis y al trabajo práctico, como se muestra en esta interrogante después de utilizado el modelo didáctico TECMOPLAC como herramienta, en base a la afirmación que los movimientos sísmicos son originados por la vibración y desplazamiento de las placas tectónicas. En este sentido, se evidencia un avance conceptual respecto al antes y al después de un 48,7%, lo cual destaca la efectividad de la clase teórico-práctico asistida.

Ítem 2: El desarrollo de la sociedad va aunado al avance científico y la percepción mitológica que tiene el individuo del ambiente. El segundo de estos subsistemas, la cultura; se encuentra envuelto todo el desarrollo educativo de una nación, lo cual deriva la formación de personal capacitado científicamente para determinar la interpretación correcta de nuestro ambiente. Dado a esto, consideramos que los Movimientos Sísmicos son originados por: (Opciones de respuesta: **a) Fenómenos**

naturales, b) Dioses, c) Desconocidos, d) Movimientos del mar).

En este mismo orden y dirección, las costumbres y tradiciones de una sociedad intervienen directa e indirectamente en la percepción de los individuos que la integran, en cuanto a que la mayoría de los movimientos sísmicos son originados por la influencia directa de estos. Si se evalúa estas respuestas en los participantes, el modelo didáctico puede influenciar en la percepción de un fenómeno que algunas veces se muestra tedioso y confuso para los individuos que actúan en colectivo al mostrar sus aportes u opiniones. Se observó claramente una diferencia entre el Pre-test de un avance conceptual de 46,2% a un avance conceptual en el Post-Test de 79,5%, lo que hace una diferencia en cuanto al uso del modelo Didáctico de un 33,3%.

Ítem 3: Los movimientos sísmicos originan ondas que se propagan concéntricamente de forma tridimensional en el interior de la tierra (principalmente en la Litósfera) ¿Cómo se denomina el punto de contacto donde se origina el movimiento sísmico? (Opciones de respuesta: a) Fallas tectónicas, b) Epicentro, c) Ondas sísmicas, **d) Hipocentro**).

El objetivo principal de esta interrogante es de dilucidar en el estudiante algunos conceptos que pueden ser comunes pero se ven influenciados por la interpretación equívoca de los fenómenos en el entorno, a esto se refiere a la representación del punto de contacto interior de origen de los movimientos sísmicos como lo es el Hipocentro. En resumen, un 30,8% en el Pre-test y un 94,9 en el Post-Test, al comparar el avance conceptual es de un 64,1%, lo que hace evidente el apoyo para el docente del uso adecuado del modelo diseñado.

Ítem 4: Las ondas sísmicas originadas en el interior llegan a la superficie terrestre se convierten en bidimensionales y se propagan en forma concéntrica a partir del primer punto de contacto en la superficie ¿Esté Punto recibe en nombre de? (Opciones de respuesta: a) Fallas tectónicas, **b) Epicentro**, c) Ondas sísmicas, d) Hipocentro).

El siguiente punto, se realizó una aproximación entre los conceptos: Hipocentro y Epicentro, haciendo énfasis en el último; como el punto de contacto en la superficie de detección del movimiento sísmico, profundizando en el tema, se tiene un 25,6% en el pre-test y un 89,7% en el post.-test, lo que establece una diferencia amplia entre el avance conceptual después de trabajada la CTP, con la ayuda del modelo didáctico, en definitiva respecto a esta pregunta se estableció una diferencia de 64,1%.

Ítem 5: Nuestro planeta Tierra está formado, básicamente, por tres zonas: corteza, manto y núcleo; el movimiento interno almacena una gran cantidad de energía, la cual requiere ser liberada para alcanzar equilibrio y estabilidad. ¿Cuál es la forma en que se propaga la energía? (Opciones de respuesta: a) Rayos, b) Luz, **c) Ondas sísmicas**, d) Fallas).

A lo largo de los planteamientos hechos, se ha enfatizado en conceptos que a simple vista no se establece relación alguna entre una definición y otra, por esto, se considera, que a pesar de los esfuerzos existen confusiones en los estudiantes respecto al tema de energía en general, como ente indispensable del estudio de las ciencias. En todo caso, los resultados anteriores señalan que el avance conceptual entre el pre-test y el post-test es de un 46,1%, y no deja de ser relevante para el estudio, el modelo didáctico contribuyó a permitir observar que se generan ondas en todas direcciones al mostrar la energía que fluye al sistema diseñado.

Ítem 6: A medida que nos alejamos del hipocentro y epicentro la energía liberada por el movimiento sísmico se propaga por el interior y la superficie, ¿A medida que nos alejamos que pasa con la energía? (Opciones de respuesta: a) Mantienen igual, b) Aumentan, **c) Disminuyen**, d) Aumentan y disminuyen).

Desde la perspectiva más general de los sentidos del ser humano, algunas veces se visualiza de forma lógica el sentido de contacto en mayor o menor manera que nos pueda afectar de acuerdo a la distancia

que se produce tal fenómeno, en nuestro caso la colisión entre placas tectónicas especialmente la energía. Resultó asimismo interesante, comparar el avance conceptual en cuanto a porcentaje: en el pre-test es de un 48,7% y en el post-test representa un 71,8%, lo que estableció una diferencia de 23,1% en el avance conceptual al utilizar el modelo didáctico como apoyo a la paráfrasis del concepto de energía sísmica, su propagación y el discernimiento de esta a la distancia que se encuentre el individuo y/o colectivo.

Ítem 7: ¿Cómo se llama el fenómeno que produce movimiento brusco de liberación de energía en la corteza terrestre, causando daños considerables en las edificaciones y en la población? (Opciones de respuesta: a) Riada, b) Sismo, c) Derrumbe, **d) Terremoto**).

Uno de los temas más controversiales de cualquier sistema es comparar definiciones parecidas que representan un significado semejante, aquí se busca establecer un lenguaje idóneo para la comprensión de los fenómenos físicos en especial el estudio de los movimientos sísmicos de acuerdo a su magnitud y escala. El avance conceptual en este tópico es significativo, aunque algo controversial al momento de establecer una definición correcta sobre los movimientos sísmicos en los estudiantes; por ello el 69,2% del pre-test y el 97,4% del post-test hace referencia a un avance de 28,2% por encima de sus conocimientos previos, cabe resaltar que el modelo permitió a los estudiantes relacionar un concepto e instarlo para extraer comparaciones en cuanto al manejo del lenguaje propio de las ciencias.

Ítem 8: En las ondas Primarias (P), las partículas se mueven en la misma dirección de propagación de la onda, comprimiendo y expandiendo sucesivamente la superficie, ¿Este tipo de onda es? (Opciones de respuesta: **a) Longitudinal**, b) Transversal, c) Quebrada, d) Circular).

Análogamente, la energía producida en un movimiento sísmico se desplaza en forma de ondas, tomando en cuenta su velocidad de desplazamiento, el cual se debe al tipo de onda mecánica originada. Este

importante progreso, permite referenciar una comparación entre los dos momentos de trabajo, dejando en evidencia el avance conceptual en el pre-test es de 17,9%, en contraste con el post-test es 89,7%, dejando entre ellos un espacio equivalente a un 71,8%. El porcentaje anterior, hace relevancia al uso del modelo didáctico como elemento práctico que permite a sus participantes construir diferencias, comparaciones y reflexiones sobre la compresión y construcción de conceptos físicos de utilidad en las Ciencias de la Tierra.

Ítem 9: Las ondas Secundarias, mueven las partículas en ángulos rectos a la dirección en que viaja la onda, ¿Las ondas Secundarias qué tipo de aspecto físico toma? (Opciones de respuesta: a) Circular, **b) Transversal**, c) Quebrada, d) Longitudinal).

El trabajo con el modelo didáctico TECMOPLAC, contempló en su estructura una dinámica de fluidos, en este caso agua (H_2O), con colorante vegetal que al mover los solenoides (amortiguadores eléctricos para seguros de los vehículos) generan los tipos de ondas presentes en un movimiento sísmico (Figura 2A), este análisis permitió trabajar con cada participantes de forma presencial los tipos de ondas (Figura 2B), en este particular la onda transversal. Por lo expuesto anteriormente, puede decirse que en el pre-test se tiene un porcentaje de opción correcta 23,1% y en el post-test de 76,9%, de esta forma se generó un avance conceptual por encima del pre-test con 53,8% en la CTP ayudando a la construcción de redes conceptuales en los participantes.

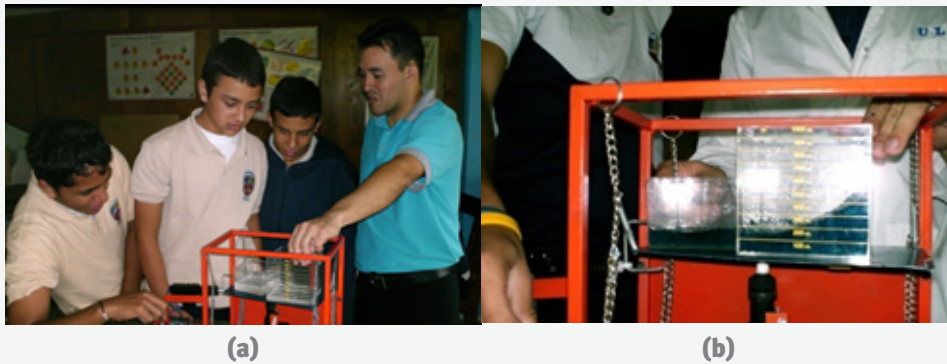


Figura 2: (a) Relacionando los tipos de ondas en superficies diferentes, (b) Movimiento del fluido (H_2O) al activar el Solenoide, efecto causado por las ondas mecánicas originadas.

Ítem 10: Los movimientos sísmicos en el plano terrestre producen las llamadas ondas de perfil bidimensional, en consecuencia las partículas se mueven de forma circular y quebradizo, produciendo que el suelo se mueva y todo lo que está sobre él. Este tipo de ondas sísmicas reciben el nombre de: (Opciones de respuesta: a) Primaria y secundaria, **b) Superficiales**, c) Primaria y superficial, d) Superficial y secundaria).

explicación e interpretación física aplicable al entorno. En esta oportunidad, tanto en el Pre-test y el Post-Test, se obtuvo un valor de 35,9% en ambos. Por lo que se deduce, que el uso del modelo didáctico para la compresión diferenciada y práctica de las ondas superficiales no fue claro y poco preciso, donde no sufrió cambio la respuesta afirmativa, además creó confusión en los participantes.

Se planteó buscar incentivar y motivar a los participantes para crear abstracciones complejas que orienten una visión del todo de un fenómeno de estas características como lo son los movimientos sísmicos, claro está, concentrados en su riqueza de

Parte II: Prevención Sísmica

En esta instancia, se presentan los resultados relacionados con la prevención sísmica vinculados a la participación activa del gentilicio venezolano en la gestión integral del riesgo, precisando el uso del Modelo

Didáctico TECMOPLAC como herramienta innovadora en la enseñanza de este importante eje transversal de la educación.

Ítem 1: Los movimientos sísmicos ocasionan terremotos, que causan desastre y desolación. Se debe tener presente que nos encontramos en una zona de alta actividad sísmica, en este sentido debemos aprender a vivir con el territorio. “El Antes” de la ocurrencia de un movimiento sísmico, corresponde tener presente la fase de: (Opciones de respuesta: **a) Prevención y mitigación**, b) Respuesta, c) Rehabilitación y Reconstrucción, d) Nada que hacer).

La gestión integral muestra en todos los ámbitos de la sociedad sus hechos algunos relevantes, otros menos importantes pero significativos para la población que evalúa el accionar de su entorno en un evento natural donde el ser humano se ve inmerso sin herramientas para ejecutar una acción en pro de conservar la vida propia y de los suyos. Aunque el avance conceptual en esta pregunta, sea estrecho respecto a otros registros mostrados anteriormente, sólo un 25,6%; es evidente que la población conoce y manifiesta sus conocimientos en determinados momentos, esto quiere decir que posee un mínimo de conocimiento en la población sobre la primera fase que debe abordarse en la gestión integral del riesgo sísmico.

Ítem 2: Es indispensable saber qué hacer cuando está ocurriendo un movimiento sísmico y nos encontramos en nuestra institución, donde solo una postura: controlada, analítica y no desesperada nos permite ayudar a nuestros compañeros ¿Qué debemos hacer en este caso? (Opciones de respuesta: a) Alterarse, b) No hacer nada, **c) Mantener la calma**, d) Salir Corriendo).

El ser humano adopta comportamientos diversos, y estos se ven aunados por la falta de puesta en práctica o por la falta de formación en cuanto a su conducta. En los movimientos sísmicos, se experimentan innumerables comportamientos, que en la mayoría de las veces resultan perjudiciales para nuestra propia vida; es por ello que debemos adoptar una actitud cónsona en

situaciones adversas para así contribuir generar opiniones y acciones en pro de la sociedad. El porcentaje en esta opción de respuesta correcta representa el 43,6% de avance conceptual en diferencia entre el pre-test y post test. El modelo didáctico permitió generar alternativas de comprensión de una situación de riesgo donde se es vulnerable, orientado a imitar comportamientos adecuados a través de la práctica sistemática, coordinada y reflexiva.

Ítem 3: El segundo momento: “EL Durante” la ocurrencia de un movimiento sísmico, es indispensable acotar lo hecho y trabajado en el primer momento “El Antes”, para esta segunda etapa debemos considerar la fase de: (Opciones de respuesta: a) Prevención y mitigación, **b) Respuesta**, c) Rehabilitación y Reconstrucción, d) No sé qué hacer).

Las fases que conforman la puesta en práctica la gestión integral del riesgo sísmico, debe abordarse a consideración, después de haber generado un proceso de formación y mejoramiento, cuando ocurre un hecho adverso a nuestras condiciones debe ponerse en pie la fase de durante, es decir, el tiempo justo donde ocurre el evento. Asimismo, se estableció un avance conceptual entre el pre-test y post-test de 46,2%. Lo anterior permite dilucidar la participación activa de los estudiantes en cuanto se les permite promover e influenciar a todo su entorno de compañeros en temas de discusión como la prevención sísmica, en esta etapa de respuesta de la población a un evento adverso.

Ítem 4: El tercer momento: “El Después” de la ocurrencia de un movimiento sísmico, debemos prestar la mayor colaboración posible en establecer la normalidad las actividades de nuestra comunidad, para ello conviene tener presente la fase de: (Opciones de respuesta: a) Prevención y mitigación, b) Respuesta, **c) Rehabilitación y Reconstrucción**, d) No sé qué hacer).

En lo que se refiere, al tercer momento recomendable para tener en cuenta en la prevención integral del riesgo sísmico; el Después, es decir, aquel momento donde ha sucedido ya el evento adverso, y la población

ysus bienes seven afectados. Análogamente, se observó una amplia diferencia en cuanto a los conocimientos de los estudiantes antes de trabajar con el modelo, y lo que les permitió refrescar y construir el después del trabajo con la CTP, esto se ve expresado con un avance conceptual de 61,5%.

Ítem 5: De acuerdo a lo observado en la actividad ¿Cuál de la siguiente distribución de columnas se mantiene en pie después de ocurrido un evento sísmico? (Opciones de respuesta: **a) Columna corta**, b) Columnas varias alturas, c) Planta baja libre, d) Regular).

Entendiéndose bien, el desarrollo en la rama de la construcción se han hecho grandes avances e innovaciones sobre esta temática, sobre todo en aquellas zonas que se ven afectadas por constantes perturbaciones sísmicas (Figura 3A), esto ha sido debido a que muchas construcciones, especialmente de tipo familiares sufren los embates de los movimientos sísmicos por efecto de las ondas sísmicas. Dentro de este contexto, el avance conceptual de los estudiantes se hace significativo con un 48,7%. La mayoría, notaron la importancia de las construcciones, y más aún, si estas no se realizan tomando en cuenta normas establecidas para la construcción.



Figura 3: (a) Efecto del movimiento en columna corta, (b) Vulnerabilidad física.

Ítem 6: El ser humano es vulnerable y por ende se encuentra en riesgo; de igual forma las construcciones de edificios, instituciones educativas y viviendas son vulnerables. Este tipo de Vulnerabilidad recibe el nombre de: (Opciones de respuesta: a) Vulnerabilidad Situacional, **b) Vulnerabilidad Física**, c) Vulnerabilidad social, d) Vulnerabilidad económica).

Inicialmente el concepto de vulnerabilidad, representa varias fases en la gestión integral del riesgo sísmico, como la vulnerabilidad física, es decir, las construcciones: puentes, edificaciones entre ellas residencias, instituciones educativas y centros de espaciamiento (Figura 3B). En síntesis, el modelo didáctico permitió comparar la definición de vulnerabilidad con cada

uno de los tipos señalados, lo cual crea en los estudiantes construcciones cognitivas complejas y amplias, al momento de actuar y reflexionar sobre algún fenómeno natural que pueda causar un desastre, el avance conceptual fue de 25,6%.

Ítem 7: A qué nos referimos cuando hablamos de la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico potencialmente desastroso generador de desastre en un cierto período de tiempo en un sitio dado. (Opciones de respuesta: a) Riesgo, **b) Amenaza sísmica**, c) Vulnerabilidad, d) Capacidad).

Ante esta situación, cabe destacar que la amenaza sísmica es un fenómeno natural impredecible, además de ser un elemento del riesgo sísmico, que siempre se

encuentra latente en zonas vulnerables. De igual forma, las capacidades de la población es indispensable para responder a una situación de desastre y minimizar el riesgo, en este caso, reducir la vulnerabilidad y aumentando las capacidades de respuesta. En este planteamiento, el avance conceptual de los estudiantes del pre-test (53,8%) y el post-test (69,2%), es significativo el uso del modelo didáctico; los estudiantes poseen conocimientos previos que les ayudó a abordar el concepto de amenaza sísmica con destreza y crítica hacia otras definiciones presentes en el trabajo en la clase, lo que sucede tanto antes como después, abarcado una diferencia representativa de 15,4%.

Ítem 8: Si te encuentras en tu institución educativa, después de ocurrir un movimiento sísmico ¿Cuál de las siguientes opciones tomarías? (Opciones de respuesta: a) Ordenar botiquín Primeros auxilios, **b) Ayudar a las personas**, c) Hacer un plan de emergencias, d) No hacer nada).

Actuar sin planificación lleva al fracaso en el desarrollo y promoción de estrategias; haciendo más difícil el trabajo directo con la población, especialmente en las instituciones educativas. En concordancia con lo que antecede, se indagó en los estudiantes sus opiniones sobre qué harían después de ocurrido un movimiento sísmico tomando en consideración todos los planteamientos hechos anteriormente. Así, TECMOPLAC herramienta didáctica innovadora sitúo de forma contundente los principios señalados; esto lo manifiesta el avance conceptual antes de la CTP con 17,9% y al finalizar el trabajo con un 76,9%, lo que establece una diferencia de 59,0%. Esta evolución en cuanto al pensar propio del individuo se traslada al colectivo, centrado en la supervivencia y los valores propios de los individuos.

Ítem 9: Los muebles pesados y estanterías en nuestros hogares, lugar de estudio o trabajo; para que no causen daño a la ocurrencia de un terremoto, deben estar: (Opciones de respuesta: **a) Fijos**, b) Suelos, c) Desajustados, d) Llenos de objetos pesados).

La cotidianidad es un factor predominante para la enseñanza de las ciencias, y no deja de ser importante para la percepción de la población en la gestión integral del riesgo; ya que esta influye significativamente en el riesgo sísmico. El avance conceptual es de 33,3%, visualizando la relación del conocimiento con la acción de mitigación en los espacios reducidos de espacios, o con disposición de objetos sin ninguna organización.

Ítem 10: ¿Cuál de los siguientes mapas de Venezuela muestra el sistema de Fallas de Boconó, San Sebastián y El Pilar? (Opciones de respuesta: a) Político b) Etnias indígenas, c) Físico, d) Sistema de fallas geológicas).

El sistema de fallas de Venezuela, se subdivide en tres grandes subsistemas que representa todo el eje de la Cordillera de Los Andes y de la Costa. Es importante conocer el entorno geológico, en especial nacional, regional y local. Así, un 35,9%, hizo reseña del avance conceptual y el aporte alcanzado con la herramienta didáctica TECMOPLAC. Al mismo tiempo cabe destacar que el modelo didáctico dio a los estudiantes una visión amplia, y además, la acción de explorar todo el entorno como uno solo, asimismo tener varios puntos de vistas que puedas aproximarse, cuando se trata de la gestión integral del riesgo sísmico, el cual debe considerarse un medio complejo, dinámico y divergente-convergente para la población.

Aportes del Modelo Didáctico TECMOPLAC a la formación en gestión integral del riesgo sísmico

La incidencia de Test Gráfico, antes y después de desarrollada la Clase Teórico – Práctica (CTP), junto a los indicadores de cada ítems, íntimamente relacionada con los porcentajes de diferencia en la opciones de respuestas correctas (Tabla 1 y Figura 2) acompañada por el trabajo en conjunto, colaborativo, cooperativo y participativo con el Modelo Didáctico TECMOPLAC, se consiguió un avance conceptual (AC) relevante con un valor promedio de 41,4%.

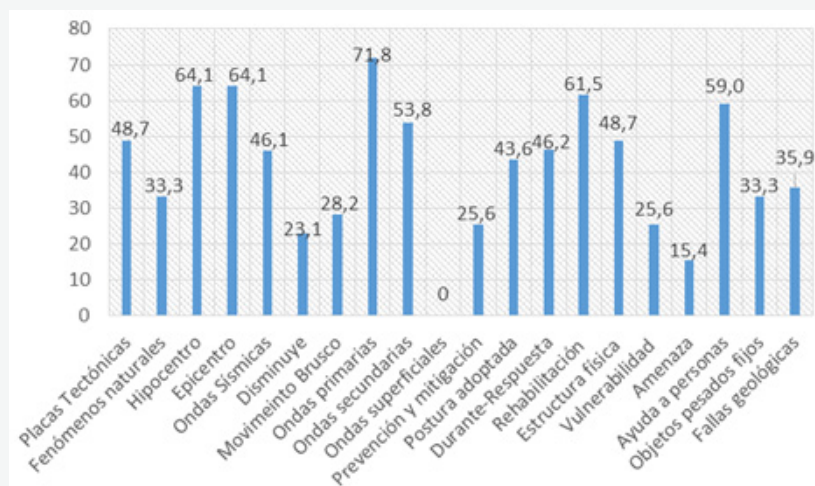


Figura 4: Representación porcentual de los avances conceptuales (AC), respecto a los indicadores de movimientos sísmicos y prevención sísmica en las diferencias del Pre-test y Post-test Gráfico en la Clase Teórica – Práctica (CTP).

El modelo permitió demostrar que el docente debe utilizar los elementos de su entorno y diseñar herramientas didácticas, que puedan orientar el ciclo teórico práctico del estudio de los movimientos sísmicos y su interrelación con otras áreas de la ciencia; fomentando una cultura de prevención

hacia la gestión integral del riesgo sísmico en nuestras comunidades. Finalmente, la confianza, efectividad e innovación, se traduce en mayor factibilidad de análisis, síntesis, reflexión, mejor comprensión, desarrollo creativo y cognitivo; promoviendo destrezas y habilidades de los estudiantes

Conclusiones

El uso del Modelo Didáctico TECMOPLAC permitió el desarrollo de habilidades y destrezas; centradas en elementos cognitivos basados en el impulso de la creatividad de los estudiantes, orientados a una actitud y aptitud de formación de valores y principios que promueven cultura de prevención sísmica. Por otro lado, fue posible el desarrollo y entendimiento no sólo de conceptos, sino también de aspectos actitudinales, en especial procedimentales en cuanto a la comprensión del comportamiento dinámico de las ondas sísmicas y de las edificaciones.

El docente considera a TECMOPLAC una herramienta de uso cotidiano que puede generar un cambio significativo en el aprendizaje con extensas propuestas hacia la metacognición, y construcción crítica de conocimientos sobre las ciencias y la prevención. De igual forma, mostró ser útil, práctico, dinámico y eficiente, para la interpretación de los contenidos físicos y sísmicos en estudiantes del 5to. Año de Educación Media General.

Finalmente, se debe propiciar en las nuevas orientaciones curriculares, la implementación de estrategias con orientaciones y secuencias didácticas como TECMOPLAC, bajo diversos perfiles de exploración y descripción, impulsando la creatividad y necesidad de argumentación de alto nivel que combine el análisis y la síntesis en el estudio de los fenómenos naturales, aprehendiendo a convivir con su entorno y creando una cultura de prevención que involucre la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago: Naciones Unidas.
- 2.- Ministerio del Poder Popular para la Educación [MPPE]. (2016). Proceso de Transformación Curricular en Educación Media. Caracas: IPOSTEL.
- 3.- Mejías y Morcillo, (2006). Concepciones sobre el origen de los terremotos: estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico. Enseñanza de las Ciencias, 24(1), 125-138.
- 4.- González, L. y Escalona, J. (2009). Evaluación del PERCEM como modelo didáctico para la percepción de estímulos motores en el cerebro. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 5.- Gutiérrez, J., Rondón, R. y Escalona, J. (2009). Estrategia práctica para la enseñanza del movimiento rectilíneo uniforme en 3er año de bachillerato. Tesis de grado para optar a la licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 6.- Muñoz, L., Calles, J., y Escalona, J. (2009). Estrategia práctica demostrativa INTEMCON para el desarrollo de conceptos acerca de la conductividad eléctrica en estudiantes de 4º año. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 7.- Ordaz, A.; Rivas, C. y Escalona, J. (2009). Enseñanza de la entalpía mediante una propuesta lúdica con estudiantes de 1er año diversificado. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación Mención Ciencias Físico-Naturales, Escuela de Educación, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- 8.- Monclou, A. y Vargas, L. (2017). Prototipo Preliminar para el estudio de ondas Sísmicas y su aplicación en el laboratorio de ciencias básicas. Ciencia e Ingeniería, 38 (2): 141-148.
- 9.- Campos, M. y Castro, C. (2017). Percepción Social del Riesgo Sísmico en escuelas de los barrios patrimoniales Yungay – Matta. Tesis para optar al grado de Magister en Geografía. Santiago: Universidad de Chile.
- 10.- Pascual, J. (2017). Necesitamos la Geología también en Bachillerato. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 25 (3): 274 - 284
- 11.- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, L. (2006). Metodología de la Investigación. 6ta Edición. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- 12.- Arias, F. (1999). El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. (3ra. ed.). Caracas: Episteme.
- 13.- Callejo, J. (2002). Observación, entrevista y grupo de discusión: el silencio de tres prácticas de investigación. Revista Especialista de Salud Pública; 76 (5): 409-422.
- 14.- Gurdíán-Fernández, A. (2007). El Paradigma Cualitativo en la Investigación Socio-Educativa. Costa Rica: Investigación y Desarrollo Educativo Regional (IDER).

LA VIOLENCIA ESCOLAR: Una mirada desde la perspectiva y experiencia del docente actual

SCHOOL VIOLENCE: A view from the perspective and experience of the modern teacher

Namixi Castillo, Thania Torres

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio. (UPEL/IMPM).
Mérida-Venezuela
Thaniatorres6@gmail.com

Recibido: 03-01-20

Aceptado: 12-02-20

Resumen

El artículo, analiza la violencia escolar desde la perspectiva y experiencia del docente, usando una metodológica cualitativa; apoyada en la investigación etnográfica, generando inferencias teóricas, sobre una práctica investigativa la cual interpretó las representaciones sociales de la violencia escolar, como expresión simbólico-cultural de la dinámica interaccional en una Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida. Los propósitos establecidos fueron: 1.-reflejar la experiencia investigativa del docente en su praxis actual en relación a la violencia escolar 2.- interpretar formas de Educación comportamiento individual y colectivo en todos los actores de la violencia escolar. Las conclusiones determinaron, un conjunto de premisas, cuyas consideraciones indican que el comportamiento violento es ocasionado por problemas sociales, en los que la institución y todos los participantes del hecho educativo tienen responsabilidad, siendo el docente un actor fundamental en el comportamiento de los estudiantes, en el desarrollo de la violencia escolar así como en el accionar, aportar y motivar las soluciones de manera proactiva.

Palabras clave: violencia escolar, perspectiva, experiencia, docente.

Abstract

The article analyzes school violence from the perspective and experience of the teacher, using a qualitative methodological; supported by ethnographic research, generating theoretical inferences, about an investigative practice which interpreted the social representations of school violence, as a symbolic-cultural expression of the interactional dynamics in a Technical School of Education. The established purposes were: 1.-reflect the research experience of the teacher in his current practice in relation to school violence 2.-interpret forms of individual and collective behavior in all actors of school violence. The conclusions determined, a set of premises, whose considerations indicate that the violent behavior is caused by social problems, in which the institution and all the participants of the educational fact have responsibility, being the teacher a fundamental actor in the behavior of the students, in the development of school violence as well as in the action, contribution and motivation of solutions proactively.

Key words: school violence, perspective, experience, teacher.

Thania Torres: Doctora en Educación. (Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) Caracas- Venezuela). Magíster en Educación Infantil. (UPEL). Miembro del personal docente UPEL. **e-mail:** Thaniatorres6@gmail.com. **Namixi Castillo:** Dra en Educación (Instituto Rural Gervasio Rubio). Especialista en Planificación Educacional (Universidad Valle del Momboy), Profesora en Educación Integral (UPEL), Docente Universidad Pedagógica Experimental Libertador- IMPM y Escuela Técnica Comercial Simón Rodríguez. **e-mail:** namixicastillo@gmail.com

Introducción

El presente artículo, muestra interpretaciones de las representaciones sociales de la violencia escolar, como expresión simbólico-cultural de la dinámica interaccional en una Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida, analizando los significados que los propios actores del Consejo Educativo (estudiantes, padres, representantes y docentes), pudiendo analizar la violencia escolar, desde la teoría de las representaciones sociales, como enfoque de acercamiento permitiendo el conjugar aspectos individuales, culturales y sociales. En este sentido, se consideran un conjunto de constructos productos de la investigación, para llegar a conocer el sentido que las personas le confieren a un determinado objeto y situación social.

Dentro del plano práctico, la delimitación de la violencia escolar como objeto de estudio, es el docente quien conduce el itinerario teórico, metodológico y empírico, ayudando a comprender la especificidad de la delimitación en los conceptos encontrados dentro la investigación y especificar el diseño metodológico utilizado. Posteriormente, se vincula con el análisis de las narrativas y finalmente, se señalan las premisas obtenidas en esta investigación, presentando las conclusiones correspondientes.

La violencia en la sociedad

Es evidente que entre los diversos problemas y situaciones de crisis a los que se enfrenta la actual sociedad mundial, uno de los más importantes y que genera una alta preocupación es la violencia, por ser un fenómeno social multicausal, cuya generalización afecta, cada vez más, a los distintos actores e instituciones tanto políticas como, sociales y económicas a nivel local, nacional y mundial. Ello obliga a desarrollar acciones conjuntas que tiendan a buscar las soluciones más efectivas para su solución. Es importante dejar constancia, que este fenómeno no es nuevo, pero su relevancia actual se debe, entre otros factores, a la mayor visibilidad pública y crueldad que tienen los casos de violencia.

En consecuencia, la Organización de las Naciones Unidas [1], estableció una serie de disposiciones legales para la protección de cada uno de los grupos más propensos a ser víctimas de la violencia social, de ellos se destacan los derechos de la mujer, de los jóvenes, de los niños, de los pueblos autóctonos y de los adultos mayores, aunque aún se encuentra en proceso de declaración. Dicha organización, establece estadísticas que reflejan las cifras anuales a nivel internacional mostrando la violencia en cada uno de estos sectores de la sociedad [2].

La consecuencia inmediata de este problema social, es la necesidad de tomar consciencia sobre la inseguridad, inestabilidad y por consiguiente el riesgo, de la sociedad actual: ...“fase de desarrollo de la sociedad moderna donde los riesgos sociales, políticos, económicos e industriales tienden cada vez más a escapar de las instituciones de control y protección de la sociedad industrial”.... [3]. Esto implica, que los riesgos causan daños sistemáticos a menudo irreversibles y que su reparto e incremento sigue un proceso de desigualdad social, entre otras implicaciones.

En correspondencia a lo antes expresado se infiere, que los datos sobre violencia publicados por la mencionada organización, indican que la tasa de homicidios entre jóvenes ha aumentado en muchas partes del mundo [4]. Los estudios muestran que las riñas y la intimidación son comunes entre los jóvenes; al igual que señalan que el abuso del alcohol, es una de las circunstancias desencadenante de la violencia.

Este tipo de violencia a temprana edad, daña profundamente no solo las víctimas, sino también a sus familias, amigos y comunidades, sus efectos no solo se ven en los casos de muerte, enfermedad y discapacidad, sino también en la calidad de vida. Además, no se puede considerar el problema de la violencia escolar aislado de otros comportamientos problemáticos, pues los jóvenes violentos tienden a cometer una variedad de transgresiones; situación que trae como consecuencia, afiliación a bandas, comportamientos agresivos, delincuencia, bajo rendimiento académico,

deserción escolar, enfermedades de transmisión sexual, consumo de sustancias psicotrópicas y estupefacientes entre otros [5]. Igualmente, otros factores sociales reconocidos como importantes en la configuración de la violencia estudiantil son: el crecer rodeados de violencia y delincuencia, la falta de escolarización y las pocas oportunidades de trabajo.

La violencia que afecta a los jóvenes incrementa enormemente los costos de los servicios de salud y asistencia social, reduce la productividad, disminuye el valor de la propiedad, desorganiza una serie de servicios esenciales y en general socava la estructura de la sociedad.

Tal como se aprecia, esta situación afecta a la sociedad en general, y se hace visible desde la escuela, cuando los niños y adolescentes reproducen lo aprendido y aprehendido del ambiente que les rodea. A partir de las características de ese entorno, se puede presentar la violencia entre varones y hembras, donde algunos jóvenes buscan ganar el respeto mediante el sometimiento de otros jóvenes o adolescentes [6].

La violencia en la educación.

La violencia entre varones y hembras, se hace presente en las instituciones educativas en la mayoría de países latinoamericanos se va incrementando la violencia en ámbitos escolares, entonces, se genera un costo humano, económico y social enorme [4]. Ello socava los fundamentos democráticos de una sociedad, su vida colectiva y la calidad de su desarrollo; una cantidad creciente de docentes y estudiantes de colegios públicos y privados afrontan conflictos graves.

Así mismo, con frecuencia los medios de comunicación (prensa, radio y televisión) reportan situaciones en las que estudiantes y profesores son víctimas de agresiones de distinta índole por miembros de la misma institución dejando en ocasiones heridos y muertos; pero: ...“estos hechos no son exclusivos de un grupo particular, pues los han protagonizado tanto estudiantes mujeres como hombres, al igual que escolares de diferentes estratos socioeconómicos y de

regiones distintas”... [7].

Dicha situación, contrasta con el fracaso de programas y proyectos de gobiernos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) y los mismos colegios, orientados a la disminución de la violencia y el maltrato escolar, pues según las cifras la violencia escolar va en aumento, por lo que se hace pertinente la investigación y producción de conocimiento alrededor de la violencia escolar como fenómeno social.

Además, la institución educativa se debe convertir en un espacio ideal para incluir a la sociedad en el proceso de prevención de la violencia y para detectar aquellas carencias de los escolares que puedan favorecer situaciones de riesgo [8] al respecto, se puede decir:

La escuela constituye un espacio privilegiado para prevenir la violencia, la educación es en sí misma preventiva: forma valores, actitudes, habilidades y conductas que permiten niños, niñas y jóvenes desarrollarse en forma integral, anticiparse a la aparición de problemas y aprender a enfrentar los riesgos del medio social donde se desenvuelven.

Por consiguiente, el fenómeno de la violencia presente en la escuela, merece una particular atención, pues este suceso forma parte de un todo social que ocurre a nivel globalizado, y compromete a todos, además hay que considerar la presencia del tema de violencia tanto a nivel social como en el contexto educativo. Ante esta realidad, [9] se establece:

La violencia en el ámbito escolar es una paradoja significativa, pues la escuela es el lugar seguro y confiable donde se forman personas para la libertad, allí se cultivan valores socialmente loables tales como el respeto, la empatía, la autonomía con responsabilidad, es decir, la salud. Una escuela saludable es aquel centro donde la Comunidad Educativa trabaja para mejorar la educación y la salud desarrollando conocimientos, habilidades destrezas y responsabilidades en el cuidado de la salud personal, familiar, comunitaria y

del ambiente; mientras que el abuso de drogas y violencia plantea la enfermedad, la dependencia, la vulnerabilidad, el aniquilamiento.

Ante lo indicado se puede inferir, la educación orientada a reducir la violencia no debe estar dirigida únicamente a eso, a la prevención, sino a la formación integral de la persona como ser social responsable de sí mismo, que conoce y se preocupa por su medio y por participar en el desarrollo de la sociedad; dicha orientación debe estar compaginada con la representación significativa de la sociedad [9], se puede decir que existe violencia escolar cuando un estudiante o grupo de estudiantes se ve insultado/a, físicamente agredido/a, socialmente excluido/a o aislado/a, acosado/a, amenazado/a o atemorizado/a por otro u otros que realizan impunemente sobre la/s víctima/s estos comportamientos y actitudes:

Si estos comportamientos no son puntuales sino que se repiten, la víctima se ve envuelta en una situación de indefensión psicológica, física o social, dada la disminución de autoestima, seguridad personal y capacidad de iniciativa que le provoca la actuación de sus agresores, la ausencia o escasa ayuda del exterior y, la permanencia en el tiempo en esta situación social.

Además, el aula, concebida como un ecosistema se nutre de las relaciones interpersonales entre los principales protagonistas: profesores y estudiantes. Una característica fundamental que garantiza la armonía, en estas relaciones, se refiere a la disciplina, como un sistema de normas valores reguladores de las diferentes interacciones en la escuela, consensuados democráticamente, por todos.

De la ausencia de estas normas basadas en el respeto, la tolerancia, entre otros, hacia los demás se deriva la conflictividad, por la propia desmotivación hacia la tarea, la ausencia de normas claras y democráticamente elaboradas. En este sentido, la no planificación de la convivencia puede generar un sistema de relaciones de los iguales, caracterizado por un esquema de dominio y sumisión. De esta relación

asfixiante entre los iguales terminaría conduciendo, en poco tiempo, hacia una relación de violencia y maltrato.

Sin embargo, la escuela asume un carácter de transdisciplinariedad, al transformarse en un espacio en donde se conjugan procesos de socialización y encuentros, pero también de agresión y olvidos. Al tener en cuenta esta apreciación, se puede considerar la situación de tensión en la que se encuentran las relaciones sociales en la escuela como el factor que contribuye al desarrollo de un tipo de conocimiento que es construido socialmente a partir de una experiencia significativa que comprende a un colectivo y que sirve para brindar explicaciones primarias a la vida cotidiana [9], en este caso, se percibe a la violencia escolar de diferentes maneras; por tanto, son diversas las representaciones sociales que convergen en el espacio escolar llegando a coexistir, yuxtaponerse y contraponerse.

En este sentido, se asume la violencia escolar como un recurso instrumental para ejercer una acción agresiva que es culturalmente aceptada por los sujetos y por consiguiente una expresión normal para relacionarse; se interpreta como un rasgo identitario; una forma de relación escolar o como una manifestación que resulta de las transformaciones sociales.

En lo que respecta a Venezuela, en los últimos años se han hecho importantes esfuerzos por actualizar y adecuar la legislación sobre las complejas variables que intervienen en la violencia escolar, por parte de todo el personal multidisciplinar involucrado.

No obstante, el problema de la violencia escolar ha experimentado un incremento significativo; al respecto [10], se señala que para (2012), los casos reportados sobre violencia escolar involucraron altas cifras de heridos por armas blancas, uso de armas de fuego, golpes y riñas, lo que ha disparado la preocupación de la comunidad educativa venezolana, por lo que la violencia perturba de modo muy particular el clima escolar; aunado a que es un elemento que afecta el desempeño académico y la calidad de la enseñanza, también repercute en la creación

de un ambiente escolar hostil, alterando las relaciones entre los actores del hecho educativo.

El Interaccionismo Simbólico para interpretar la violencia escolar

Al tomar en cuenta la importancia de este último planteamiento, se pudo interpretar el significado simbólico-cultural que, desde el enfoque procesual, estudiantes, docentes, padres y representantes, le otorgan a la violencia escolar en el contexto de estudio ubicado en la Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida [11], por lo que es pertinente puntualizar que desde el nivel epistemológico hubo una orientación por el paradigma interpretativo, de ello resulta una visión que otorga un papel preponderante a la experiencia de los actores, la cual está mediatizada por la interpretación que las personas realizan en interacción.

De igual modo es relevante, la caracterización teórica producida, se estableciendo criterios de validez del conocimiento, la teoría de las representaciones sociales las cuales permiten analizar el conocimiento social en torno a objetos relevantes; lo que se enriquece con los principios del interaccionismo simbólico y con las teorías que explican la violencia escolar.

Por lo tanto, en la teoría de las representaciones sociales cuando se interpretan hechos de violencia, para quien las representaciones sociales, constituyen formas de conocimiento social que permiten a los individuos aprehender la realidad, los mismos se sostienen en los intercambios comunicativos que hacen posible los acuerdos o desacuerdos, esa interacción gesta formas de apropiación de los contenidos simbólicos[12]. Así, estas representaciones se pueden calificar como conocimiento práctico que se enriquece de elementos políticos, ideológicos, históricos y de conocimientos previos.

Sin duda que el conocimiento social sigue las reglas de la producción de los procesos sociales, así como es el resultado de los

códigos de comunicación institucionalizados en contextos consensuados. Asimismo, ocurren cambios en los objetos sociales debido a las influencias del contexto histórico, del cual emerge la representación social y también pueden ser consecuencia de las condiciones sociales más recientes que inciden en los aspectos socio-cognitivos de la representación.

De acuerdo a lo antes planteado se puede decir que la representación es una:

...“preparación para la acción”; ello significa que no solo orienta el comportamiento, sino que también repercute remodelando y reelaborando los aspectos que dan forma al medio ambiente. En ese proceso ocurre la objetivación la cual indica cómo está compuesta la representación social, evidenciando los aspectos que caracterizan el objeto que ella aprehende y a la vez transformándola en un nuevo pensamiento. De modo que la objetivación hace posible que la colectividad construya un saber común a partir de las opiniones compartidas[13].

Posteriormente se pasa al proceso de anclaje de la representación, el cual: ...“dota al objeto de sus raíces en la representación y en la imagen (objetivada) del individuo con una proyección (del objeto de la representación) eminentemente social”[14].

De manera que la representación social, surge de la relación que se establece entre los conocimientos, creencias y valores provenientes del grupo de donde se originó. Constituye un proceso de enraizamiento de la información objeto-imagen-representación, recientemente objetivada por el individuo a partir de sus nuevos saberes y simultáneamente articulada con lo antiguo; entonces, se consolida una red de significaciones que se nutre de la jerarquización de valores inherentes al grupo social y que tiene un carácter creativo.

En definitiva, es un hecho cierto que sobre la violencia escolar influyen condiciones de riesgo múltiples y complejos, entre las que sobresalen y que son de interés para este estudio están el tipo de relaciones establecidas en la escuela, en la familia, así

como las creencias y valores que predominan en los entornos de convivencia. Debido a que las representaciones regulan la vida de los individuos, pues marcan códigos de nuevos intercambios e interacciones, la representación, que una comunidad se haga sobre lo que es la violencia escolar tiene especial trascendencia.

Plantearse la necesidad de entender las representaciones sociales inmersas en el fenómeno de la violencia escolares, es fundamental dado que ello permitirá comprender, cómo esos sistemas de interpretación rigen la relación de los actores educativos, así como organizan sus comunicaciones sociales y sus conductas, lo que puede tener diversos tipos de consecuencias que obligan a esforzarse por interpretarlas.

Siendo las representaciones sociales guías de acción para los grupos en las que hay procesos cognitivos (individuales y colectivos), modelos de comportamiento, redes de comunicación, contextos culturales y sociales, es revelador indagar sobre la conformación de la representación social de la violencia escolar pues dependiendo de la estructura que asuma dentro de la institución educativa se estarían trazando las características particulares de un fenómeno como la violencia, cuya repercusión en la sociedad es especialmente complejo.

Análisis Ontometodológico de la violencia escolar

Desde lo ontológico, la violencia en la escuela, se concibe a las representaciones sociales como el pensamiento social observado a partir de los fenómenos interrelacionados en realidades compartidas y subjetivas, que se interpretan desde tres dimensiones: la actitud, la información y el campo de representación [15].

Al introducir las representaciones sociales como teoría de análisis, se resaltó la importancia de interpretar las mismas como guía de la acción individual y colectiva, pero además se muestra la efectividad teórica y metodológica que tiene su aplicación en una línea de la investigación socioeducativa.

De tal modo, que la interpretación surgida a la luz de los constituyentes de las representaciones sociales sobre la violencia escolar, permitió encontrar los anclajes significativos determinados por elementos socioculturales que originan la práctica social de la violencia en la Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida

Dichas representaciones sociales de la violencia escolar, constituyen un fenómeno cultural pudiendo inferir: el mundo social es construido con símbolos y significados, lo que justifica se emprenda desde la comprensión global la búsqueda de esta construcción y de sus significados, lo cual permitió comprender qué está pasando y cuál es el significado para los actores del hecho educativo sobre la violencia escolar.

Es por todo lo antes señalado, que en el estudio de la violencia escolar, se estudiaron representaciones como una totalidad y además, se observaron las creencias y las actitudes de los actores, penetrando los contextos de significados con los cuales estos actores, han elaborado unas estructuras simbólicas, que les guía en su forma de pensar y crear la realidad.

El rol docente en la praxis investigativa de la violencia escolar

El proceso de indagación, generó una serie de constructos para comprender el significado de las representaciones sociales de la violencia escolar, a partir de la información aportada por los docentes, estudiantes, padres y representantes de la Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida. A continuación, se puede observar la caracterización de la población seleccionada:

Tabla I. Criterios de selección de los actores de la investigación

Docentes	Sexo	Años de Experiencia Docente	Experiencia en hechos de violencia escolar	Vinculación	
				Directa	Indirecta
<i>Sujeto S1:</i>	F	10	X	X	
<i>Sujeto S2:</i>	F	7	X	X	
<i>Sujeto S3:</i>	M	15	X	X	
<i>Sujeto S4:</i>	M	8	X	X	
Padres y Representantes					
<i>Sujeto S1:</i>	F		X	X	
<i>Sujeto S2:</i>	F			X	
<i>Sujeto S3:</i>	F		X	X	
<i>Sujeto S4:</i>	M		X	X	
Estudiantes					
		Nivel Educativo			
<i>Sujeto S1:</i>	F	Media y diversificada	X	X	
<i>Sujeto S2:</i>	F	Media y diversificada		X	
<i>Sujeto S3:</i>	F	Básica	X	X	
<i>Sujeto S4:</i>	M	Básica		X	
Descriptor:					
<i>Sujeto: Informantes claves</i>	Sexo: Sujetos Femenino Y Masculino		X: Sujeto seleccionado con experiencia en hechos de violencia escolar y con vinculación directa.		

Para el desarrollo de dicha caracterización, se empleó una orientación vivencial que encontró sus referencias de validación en los simbolismos socioculturales; éstos adquirieron sentido en interrelación con un contexto-tiempo particular y con fundamento en los hallazgos aportando las siguientes premisas:

1.- El aumento de los hechos de violencia escolar, que involucran conductas transgresoras, agresiones físicas y psicológicas, hurtos, intimidación y acoso, limitan el normal desenvolvimiento de las

actividades diarias y afectan las relaciones entre los actores educativos, lo que permite afirmar que es un inconveniente que está alcanzando niveles de un problema de salud pública. Ello constituye una preocupación, que ha convocado el esfuerzo de los responsables en una lucha que persigue recuperar la escuela como un espacio para la sana convivencia y para el desarrollo armónico de los principales propósitos de la educación.

2.-La teoría de las representaciones sociales, el interaccionismo simbólico y la

teoría fundamentada, se convirtieron en las mejores herramientas para acercarse al pensamiento social, en donde los informantes clave, han construido sobre la violencia escolar, surgido en un entorno de intercambios cotidianos y acciones sociales; en él se incluyen el núcleo central (elemento que aporta sustento a una representación y que se integra por las ideas que están sedimentadas en los individuos, resulta del consenso entre los involucrados) y el sistema periférico (constituido por experiencias individuales, que se enriquecen del contexto de representación, aportándole flexibilidad y heterogeneidad), la integración de esos aspectos, a su vez, resumen las creencias, la información y las actitudes manifestadas por los participantes.

Mediante el mencionado proceso, se esquematizó la reconstrucción del contenido de la representación social sobre la violencia escolar, lo que permitió observar las relaciones entre todas las categorías y subcategorías que fueron consideradas.

Esas creencias, actitudes e información aportada por docentes, estudiantes, padres y representantes de la Escuela Técnica Comercial de Educación Media, Municipio Libertador, Parroquia Carracciolo Parra Pérez, Edo Mérida, que son cambiantes, se enriquecen y se complementan, a partir de sus interacciones sociales, se compendian en tres representaciones grupales o núcleos centrales, con sus respectivos sistemas periféricos

En consecuencia, se laboró la investigación, determinando que el origen de la violencia son los hogares desestructurados, los problemas de pobreza, de discriminación; si hay violencia en la escuela y en la familia (instituciones sociales), ambas representan instrumentos estructurales de reproducción de la violencia.

De igual manera, al asignar responsabilidad a la institución en la ocurrencia de hechos violentos, se infiere que la normatividad institucional, tiene escaso impacto y que la coerción y acciones formativas propias de estos contextos, han perdido valor como formas simbólicas. Asimismo, asentare el trabajo

educativo en el cumplimiento de normas, podría considerarse como una de las causas veladas que motivan la violencia. El contexto antes referido, es a su vez compartido, por todos los involucrados y principalmente por el personal interdisciplinario: docentes, psicólogos, orientadores entre otros.

Sobre el conocimiento antes producido, el mismo presenta, una dinámica individual; representando la diversidad y la pluralidad de las construcciones simbólicas en donde el docente, es parte fundamental de ello.

3.- Las ideas que están clarificadas en los individuos, resultaron de la integración de esos aspectos, estableciendo el resumen de las creencias, la información y las actitudes manifestadas por los participantes. Es así, que a través de este proceso se esquematizó la reconstrucción del contenido de la representación social sobre la violencia escolar, lo que permitió establecer creencias, actitudes e información aportada por docentes, estudiantes, padres y representantes los cuales son cambiantes, se enriquecen y se complementan, a partir de sus interacciones sociales.

4.- La violencia es ocasionada por problemas sociales: la institución y todos los participantes del hecho educativo tienen responsabilidad en los sucesos violentos y la violencia es un modo de relacionarse los estudiantes y profesores pues una representación común de la violencia escolar, para todos los informantes, es considerar que su origen se encuentra en los problemas sociales, lo que evidencia el peso que se asigna al entorno social como modelador de las conductas del hombre. Entonces, adquieren peso los factores externos al individuo que funcionan como patrones de modelaje. Asimismo, surge la representación: la violencia es un autocastigo, que se asume sin posibilidad de cambios, lo que lleva a resignarse ante la realidad conflictuada que les ha tocado vivir.

Por lo tanto, si la violencia es un fenómeno histórico, generado por causas sociales generales, ello disminuye la responsabilidad que al respecto pueda tener el entorno escolar; de lo cual se deriva que la escuela

es ajena a su producción y solamente es receptora de sus efectos. De modo similar, para los informantes, todos los integrantes de la comunidad educativa tienen una cuota de responsabilidad en los hechos violentos y aun cuando la escuela es un valor social, la miran con desconfianza, pues consideran que no controla efectivamente un disminuye considerablemente sus potencialidades como institución.

5.- Es relevante que en la representación de la violencia elaborada por los estudiantes y padres, aparezca el docente como generador de violencia, lo cual hace más complejo el simbolismo otorgado a la violencia,

por cuanto, en principio, de ser así, su rol involucraría importantes repercusiones que comprometen los fines educativos. La actuación del docente ante los conflictos provocados por la indisciplina, los tratos discriminatorios y la injusticia en los procesos de evaluación, pueden explicar que se les perciba como causantes de violencia.

Asimismo, comparten que el origen de la violencia son los hogares desestructurados, los problemas de pobreza, de discriminación; si hay violencia en la escuela y en la familia (instituciones sociales), ambas representan instrumentos estructurales de reproducción de la violencia.

Conclusiones

La institución educativa con su personal docente, se asigna de forma espontánea la responsabilidad, en la ocurrencia de hechos violentos, infiriéndose que la normatividad institucional, tiene escaso impacto y que la coerción y acciones formativas propias de estos contextos han perdido valor como forma simbólica. Es decir, asentar el trabajo educativo en el cumplimiento de normas, podría considerarse como una de las causas veladas que motivan la violencia.

Por lo tanto, la violencia escolar también se presenta como un tejido de relaciones socioculturales que subyacen a la cotidianidad; es un elemento que se ha incorporado de forma normal a los simbolismos, a las experiencias diarias; haciendo parte de la comunicación entre los estudiantes. Es un aspecto normativo, que en la opinión de todos los actores, ayuda a los estudiantes, en lo personal y en la resolución de conflictos; de tal manera que, en este entorno escolar, es una forma de interacción y relación social.

Asimismo, es pertinente puntualizar que para los estudiantes, en su sistema de creencias acerca de lo que es la violencia, destaca que en un contexto violento se requiere agredir para no ser agredido, lo que valida la intolerancia y la violencia, pues los recursos violentos son estrategias para prevenir una agresión. En consecuencia, la violencia es un mecanismo de interacción, que se ha naturalizado en los distintos ámbitos escolares, tiene sentido y significado para quienes la viven, y contrario de ser una práctica anti-social, representa un fenómeno que estructura otros modos de relación social.

Sobre la base de dichos planteamientos, se puede decir, aceptar que la violencia escolar es una forma de convivencia cotidiana, tiene trascendentes implicaciones, porque se asume como lo natural, de lo que se deriva que la escuela descuide su prevención y minimice la gravedad de sus impactos.

De igual forma se puede inferir que la violencia escolar, también se presenta como un tejido de relaciones socioculturales que subyacen a la cotidianidad; es un elemento que se ha incorporado de forma normal a los simbolismos, a las experiencias diarias; por tanto hace parte de la comunicación entre los estudiantes.

En este sentido al establecer el aspecto normativo, en la opinión de todos los actores, ayuda

a los estudiantes, en lo personal y en la resolución de conflictos; de manera que pareciera que, en este entorno escolar, es una forma de interacción y relación social.

En tal sentido se hace imprescindible, formular políticas en infancia, adolescencia, salud y educación, que atiendan el problema de violencia escolar; implementar acciones conjuntas, coordinadas entre los diversos organismos, en donde la gestión y las funciones están perfectamente definidas para cada una de las instituciones que participan en el desarrollo de las políticas, programas y se establece la competencia y responsabilidad específica para cada una de ellas.

De igual forma, es necesario crear convenios con otras instituciones para el desarrollo de observatorios o centros de información juvenil donde se monitoree las dinámicas juveniles, se realicen investigaciones y se produzca información de diversos temas de jóvenes, el establecimiento de acciones que se orienten por las políticas, programas interinstitucionales y asumir, en general, cualquier acción transformadora dirigida a este grupo poblacional.

También es importante que los centros educativos integren contenidos de prevención y atención a la violencia escolar en sus PEIC (Proyecto Educativo Integral Comunitario) y actualizar los manuales de convivencia con procedimientos y protocolos de atención, claros y viables, ante casos de violencia escolar. Muy necesario resulta formar a estudiantes, profesores, directivos administrativos y padres de familia para enfrentar eficazmente los problemas de violencia escolar, cómo detectarla y qué hacer al respecto.

De igual manera, fortalecer los programas que se realizan en las instituciones, y se empodere el rol del docente, mediante el fortalecimiento de su imagen y de la trascendencia de sus aportes en la formación de los seres humanos; además, se han de establecer alianzas estratégicas con instituciones que puedan proporcionar el apoyo necesario en la detección y generación de acciones que tiendan a transformar el contexto social y escolar, mediante la minimización de los actos derivados de la violencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-Organización de las Naciones Unidas, ONU (2010) Manual de legislación sobre la violencia contra la mujer. Nueva York: Publicación de las Naciones Unidas.
- 2.-Organización Panamericana de la Salud (2012) Informe mundial sobre la violencia y la salud. Washington, D.C.: Publicado en español por la Organización Panamericana de la Salud para la Organización Mundial de la Salud.
- 3.-Blumer, H. (2008) El Interaccionismo Simbólico: Perspectiva y Método.p.32 . Barcelona. España.
- 4.-Organización Mundial de la Salud, OMS (2012). La Violencia en el Mundo. España. OMS
- 5.-Zubillaga, V. y Briceño, R. (2001). Exclusión, masculinidad y respeto. Algunas claves para entender la violencia entre adolescentes en barrios. Nueva Sociedad. (173), 34-48.
- 6.-Bermúdez, R (2007). La violencia en los jóvenes. Santa Fe de Bogotá: Paso.p.80
- 7.-Romero, D. (2012) Representaciones sociales de la violencia escolar entre pares, en estudiantes de tres instituciones educativas públicas, de Bogotá, Chía y Sopó,

Cundinamarca. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Maestría en Psicología.

- 8.-Briceño, R. y Pérez, R. (2002). Morir en Caracas. Caracas: UCV Facultad de Ciencias jurídicas y Políticas.
- 9.-Ortíz, A; Frágola, A. y Molina C. (2006). La violencia. Argentina. Nación.
- 10.-Consejo Nacional de Protección de Niños, Niñas y Adolescentes (CNPN, 2012) Informe de Gestión 2012. Caracas: Autor.
- 11.-Ortega, R. y Mora-Merchán, J. (2000). Violencia escolar, mito o realidad. Sevilla: Mergablum.
- 12.-Jodelet, D. (2012). Representaciones sociales: contribución a un saber sociocultural sin fronteras. México: Universidad Nacional de México.
- 12.- Abric, J. (2004) Las representaciones sociales: aspectos teóricos. México, Coyoacán: Filosofía y Cultura contemporánea.
- 13.-Moscovici, S. (1991) La influencia social inconsciente: estudios de psicología social experimental. Madrid.p.103
- 14.-Rodríguez, T. y García, M. (Comps.).(2007). Representaciones sociales. Teoría e investigación. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.p.205
- 15.-Araya, S. (2002) Las Representaciones Sociales: ejes teóricos para su discusión. Cuaderno de Ciencias Sociales N°127. San José de Costa Rica Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)

PROPUESTA DE UN DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA UNIDAD CURRICULAR MECÁNICA DE MATERIALES I

A PROPOSAL FOR A COMPETENCY-BASED INSTRUCTIONAL DESIGN FOR THE MECHANICAL OF MATERIALS I CURRICULAR UNIT

Pedro Salas^{1*}, Domingo Alarcón¹, Miguel Díaz²

¹ Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani, Universidad de Los Andes, El Vigía, Edo. Mérida – Venezuela.

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Edo. Mérida – Venezuela.
pedrosalas@ula.ve

Recibido: 11-03-20

Aceptado: 12-04-20

Resumen.

Esta investigación propone un diseño instruccional para la unidad curricular Mecánica de Materiales I. Su objetivo es contribuir al desarrollo de competencias en la formación profesional de los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica, considerando el estado histórico-social en el cual se desenvuelven. Para lograr estos resultados el diseño involucra por un lado los componentes básicos requeridos para la planificación como son las competencias, los objetivos, los contenidos y las estrategias de evaluación; y por otro lado los componentes específicos: la definición del modelo de enseñanza, la aplicación de teorías de aprendizaje adecuadas, el empleo de estrategias didácticas y la sugerencia de instrumentos y técnicas para la evaluación. La propuesta se desarrolla bajo la modalidad de educación semi-presencial con la implementación de ciertas estrategias de enseñanza y aprendizaje en un ambiente virtual. El proceso de evaluación se elabora de manera abierta con la finalidad de que el docente pueda retroalimentar cada una de las actividades. Por lo tanto, la expectativa de este proyecto es contribuir a la discusión de nuevas estrategias adecuadas a la praxis educativa en carreras de las ciencias aplicadas y su impacto en el aprendizaje.

Palabras clave: diseño instruccional, competencias, mecánica de materiales, ingeniería.

Abstract.

The aim of this research is to propose an instructional design for the Mechanical Materials I curricular unit. It pretends to give a contribution to the development of competitions in the professional training of students involved in the mechanical engineering career, considering the historical-social state in which they have operated. To achieve these results, the design involves, on the one hand, the basic components required for planning, such as competencies, objectives, contents and evaluation strategies. On the other hand, the specific components: the definition of the teaching model, the application of appropriate learning theories, the use of didactic strategies and the suggestion of instruments and techniques for the evaluation. The proposal is developed under the modality of face-to-face education with the implementation of certain teaching and learning strategies in a virtual environment. The evaluation process is developed in an open way so that the teacher can provide a feedback on each activity. Therefore, the expectation of this project is to contribute to the discussion of new strategies appropriate to educational praxis in applied science careers and their impact on learning.

Key words: instructional design, competitions, materials mechanics, engineering.

Pedro Salas: MSc en Ingeniería de Mantenimiento (Universidad de Los Andes, Venezuela), MSc en Ingeniería Mecánica (ULA, Venezuela), Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela), Docente e investigador, ULA-Núcleo Universitario Alberto Adriani El Vigía Edo. Mérida, Venezuela. **e-mail:** pedrosalas@ula.ve. **Domingo Alarcón:** Dr. en Ciencias de la Educación (Universidad Fermín Toro, Venezuela), MSc Electroquímica Fundamental y Aplicada (ULA, Venezuela), Lcdo. en Química (ULA, Venezuela), Docente e investigador Universidad de Los Andes Núcleo Universitario Alberto Adriani-ULA, Venezuela. **e-mail:** domingoa@ula.ve. **Miguel Ángel Díaz:** Dr. en Ingeniería Mecánica y Materiales (Universitat Politècnica de València, España), MSc en Matemática Aplicada a la Ingeniería (ULA, Venezuela), Ingeniero Mecánico (ULA, Venezuela). Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, Venezuela. Docente e investigador titular Facultad de Ingeniería -ULA, **e-mail:** dmiguel@ula.ve

Introducción.

En los procesos de enseñanza y aprendizaje para las asignaturas propias de ingeniería, es común observar que el estudiante construya sus conocimientos mediante una representación personal inducida por el docente, es decir, los conocimientos son desarrollados dentro de un entorno de aprendizaje conductista, en el cual, si no hay cambio observable no hay aprendizaje. Esta forma de enseñanza trae como consecuencia que los conocimientos sean únicamente con fines informativos. No obstante, en la actualidad existen numerosas investigaciones en el ámbito educativo, cuya principal finalidad es que el estudiante mejore su nivel de crítica y creatividad, adaptándose la praxis educativa a su formación profesional y social. Esta nueva concepción del aprendizaje es construida con la participación y la mediación entre estudiante y docente, ya que enseñar no es

solo proporcionar información, sino ayudar a aprender. Para ello, el docente debe tener en cuenta lo que ocurre en el aula y considerar una planificación cuidadosa de la enseñanza.

En esta investigación se desarrolla un diseño instruccional para la unidad curricular Mecánica de Materiales I (Ver datos generales de la asignatura en la tabla 1), curso fundamental de carácter formativo en conceptos y principios de la mecánica de sólidos deformables aplicada en el área de diseño de la carrera de ingeniería mecánica. La asignatura promueve el desarrollo de los conocimientos primordiales de las leyes que gobiernan el comportamiento de diferentes materiales y geometrías ante un estado general de cargas estáticas. Estos conocimientos están relacionados con la absorción de energía dada a través de dichas cargas y sus efectos en diferentes elementos físicos.

Tabla 1. Datos actuales de la unidad curricular Mecánica de Materiales I.

Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I		Código: IMT401	Unidades de crédito: 5 U.C.
Régimen: Semestral	Modalidad: Presencial		Carácter: Obligatorio
Semestre de Ubicación: Cuarto Semestre			Carrera: Ingeniería Mecánica
Prelación: Mecánica Racional 10	Horas de clases/semestre: 108		Horas de clases/semana: 6
Densidad horaria semanal: Horas Teóricas: 4 Horas Prácticas: 2			Vigencia: Marzo de 2004.

Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes 2004

Adicionalmente, el programa de estudios de la unidad curricular está constituido por 6 unidades de aprendizaje que son impartidas sin un orden secuencial preciso y que además, engloban una cantidad enorme de contenidos para ser transmitidos en un plazo semestral:

- Unidad de aprendizaje I. Esfuerzo y deformación.

- Unidad de aprendizaje II. Carga transversal y momento flector.

- Unidad de aprendizaje III. Torsión en barras.

- Unidad de aprendizaje IV. Estado de esfuerzos y deformaciones.

- Unidad de aprendizaje V. Deflexión en vigas.

- Unidad de aprendizaje VI. Columnas.

Estos datos justifican la importancia de que el contenido pueda ser distribuido de otra manera más sistemática y bajo una modalidad de estudio semi-presencial; con la intención de que sea el mismo estudiante quien logre el nivel de abstracción necesario para un aprendizaje significativo. De esta manera, el docente en su rol de facilitador de conocimientos, impulsará y promoverá las destrezas y las aptitudes necesarias en los participantes con la implementación de nuevas estrategias didácticas. Lo que hace indispensable proponer este diseño instruccional basado en competencias, cuyo objetivo es la necesidad de orientar su enseñanza y aprendizaje a las teorías cognitivas actuales; sin perderse de vista el estado histórico-social al cual pertenecen tanto los facilitadores como los participantes.

Entre los antecedentes investigados se encuentran escasos diseños instruccionales que se hayan desarrollado bajo el enfoque de formación por competencias para la mejora de la praxis educativa en la carrera ingeniería mecánica. Entre los cuales se encuentran: el diseño instruccional y la tecnología informática como herramienta para mejorar la enseñanza en la ingeniería [1]; aplicación del modelo de formación por competencias en ingeniería mecánica, caso: procesos de mecanizado [2]; desarrollo de competencias en los estudiantes del laboratorio de materiales del programa de ingeniería mecánica en el núcleo LUZ-COL [3]; desarrollo de un programa computacional instruccional para el diseño de recipientes a presión [4]; educación apoyada en ambientes virtuales: una metodología de diseño instruccional para la formación de ingenieros [5]; Reproducción del ambiente de innovación en el salón de clase como base para una educación universitaria sostenible [6]. Sin embargo, estas investigaciones citadas son suficientes para aportar y validar los principales aspectos teóricos considerados en el desarrollo de esta propuesta: metodología instruccional, planificación educativa y las actuales estrategias didácticas para la construcción de un entorno virtual que permita la enseñanza en una modalidad semi-presencial.

1. Fundamentación teórica.

1.1. El diseño instruccional.

El diseño instruccional “se define como un proceso dinámico e interactivo que permite estructurar y componer la planeación de los diferentes elementos necesarios para los procesos de enseñanza y aprendizaje” [7]. Dentro del diseño de instrucción estos elementos pueden agruparse en dos tipos de componentes: los básicos y los específicos [8]. Los componentes básicos constituyen la plataforma de diseño para cualquier tipo de modalidad de enseñanza (presencial, semi-presencial o a distancia), es decir, las competencias, los objetivos, los contenidos y la evaluación. Mientras que los componentes específicos son aquellos complementarios a los componentes básicos: modelos de enseñanza, técnicas de aprendizaje, estrategias didácticas y, las técnicas e instrumentos para la evaluación. En este sentido, se debe tener en cuenta que este diseño instruccional estará orientado a una modalidad de enseñanza semi-presencial bajo entorno virtual.

1.2. La formación basada en competencias.

La formación profesional basadas en competencias consiste en establecer los resultados del aprendizaje deseado. Por lo tanto, se le define como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se aplican en el desempeño de una función productiva o académica que promueve el desarrollo de las capacidades humanas de resolver problemas, valorar riesgos, tomar decisiones, trabajar en equipo, entre otras [9]. Sin embargo, estas competencias son tan solo un enfoque para la educación y no representan un modelo pedagógico, pues no pretenden ser una representación ideal de todo el proceso educativo. Esto quiere decir que las competencias pueden llevarse a cabo desde cualquiera de los modelos pedagógicos existentes, o también desde una integración de ellos [10].

1.3. Los componentes básicos del diseño instruccional.

Los componentes básicos del diseño instruccional lo constituyen las

competencias, los objetivos, los contenidos y la evaluación [9]:

- Las competencias permiten seleccionar y combinar diversos recursos en función de los objetivos. Entre estos recursos se encuentran las competencias cognitivas (el saber teórico y contextual), las competencias procedimentales (el saber hacer) y las competencias actitudinales (el saber ser y convivir).
- Los objetivos consisten en preparar al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender. Permiten prever qué será necesario para la enseñanza y cuál será el beneficio para el aprendiz.
- Los contenidos son aquellos saberes que el estudiante debe conocer (contenidos conceptuales), operar (contenidos procedimentales) y demostrar en condiciones de conducta (actitudinales).
- La evaluación permite la adaptación de los programas educativos a las características individuales del participante, con el objeto de detectar sus puntos débiles para poder corregirlos y tener un conocimiento cabal de cada uno. Es un proceso que va más allá de una simple medición, pues implica descripciones cuantitativas y cualitativas de la conducta del estudiante, la interpretación de dichas descripciones y la formulación de juicios de valor basados en la interpretación de las descripciones. Lo que sugiere al docente la elaboración de un plan según sean las condiciones psicológicas y sociales del grupo en particular.

1.4. Los componentes específicos del diseño instruccional.

Los componentes específicos lo constituyen los modelos de enseñanza, las técnicas de aprendizaje, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y las técnicas e instrumentos usados para la evaluación [9]:

- Los modelos de enseñanza representan planes estructurados que puede usarse para configurar un currículo, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas (tanto presenciales

como virtuales). Los modelos de enseñanza se pueden clasificar según las formas de razonamiento en: método analógico o comparativo, método inductivo y método deductivo.

- Las técnicas de aprendizaje son teorías que intentan explicar el comportamiento del sujeto en su proceso de aprendizaje, las cuales permiten aportar ideas para su enseñanza. Estas teorías se definen como paradigmas educativos, entre las cuales las más comunes son: el conductismo, el cognitismo, el histórico social y el constructivismo.

- Las estrategias de enseñanza y aprendizaje deben tener en cuenta la interactividad del sujeto que aprende con el objeto del conocimiento y su interacción con otros estudiantes; cuyo único fin sea el logro de las diferentes competencias y objetivos contemplados en el programa curricular. Deben elegirse adecuadamente según sea la especialidad y el contexto social en el cual se desenvuelve el docente, lo que le proporcionará al estudiante un mayor y mejor alcance de sus resultados.

- Los instrumentos y las técnicas de evaluación son las herramientas necesarias que usa el docente para obtener evidencias de los desempeños de sus estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una técnica es el método que se dispone para recoger información y los mecanismos de interpretación y análisis de la misma; mientras que, el instrumento es el recurso específico que se emplea. La selección inadecuada de los instrumentos provoca una distorsión de la calidad.

1.5. La estrategia RAIS en los procesos de enseñanza y aprendizaje de ingeniería.

La estrategia RAIS (Reproducción del Ambiente de Innovación en el Salón de clase) consiste en que los estudiantes desarrollen un producto que responda a una necesidad real de la sociedad a la que pertenece [11]. De esta manera, los estudiantes son motivados y orientados a manejar integralmente los conocimientos propios de la asignatura. Lo cual permite un aprendizaje colaborativo

bajo un entorno constructivista social, con la finalidad de despertar el interés de los estudiantes en los conocimientos adquiridos.

2. Metodología aplicada.

2.1. Tipo de investigación.

Esta investigación cualitativa corresponde a un diseño de campo no experimental transeccional descriptivo [12]. Lo que significa que busca dar solución a una situación institucional a través de la interpretación subjetiva del aprendizaje de los estudiantes de la unidad curricular Mecánica de Materiales I perteneciente al Área de Diseño del Núcleo Universitario

Alberto Adriani de la Universidad de Los Andes de Venezuela.

2.2. La recolección de datos.

Los datos son recogidos directamente de la realidad donde ocurre los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, solamente observados en su ambiente natural durante un periodo de siete años (2012 al 2019) en la población estudiantil. Como técnicas de recolección de datos se utiliza la agrupación de datos del rendimiento académico para el lapso de tiempo considerado (Ver figura 1) y la realización de encuestas no estructuradas para conocer las opiniones de los estudiantes (Ver figura 2).

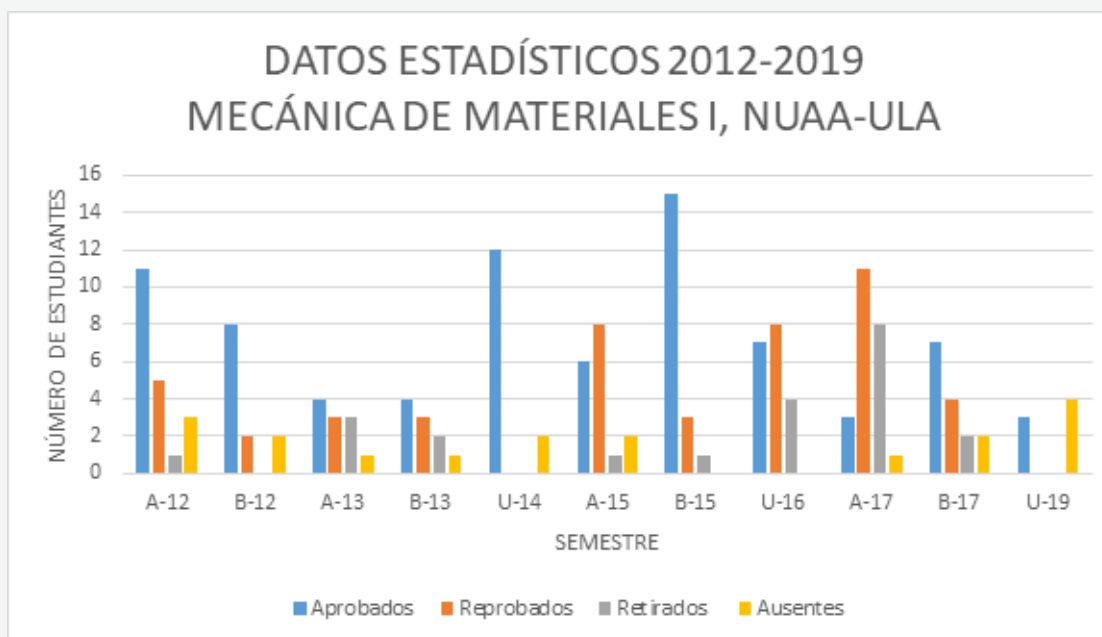


Figura 1. Datos estadísticos del rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura Mecánica de Materiales I del NUAA-ULA.

La figura 1 muestra el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura durante siete años consecutivos. A pesar de que se observa un bajo nivel de estudiantes aprobados en el tiempo, el porcentaje de aprobación ha ido aumentando si se considera el número de participantes que culminan completamente el semestre, lo que induce que la aplicación de las estrategias de enseñanza ha llevado a una mejora

continua en el proceso de aprendizaje. Pero también se observa que es alto el número que reprueban, nunca asisten al curso o se retiran durante el semestre. Esto sucede debido al contexto histórico-social que viven los estudiantes y profesores en Venezuela, donde la deserción ha ido incrementado desde el año 2015 por la crisis económica o por otras razones derivadas de dicha crisis, como se muestra en la figura 2.

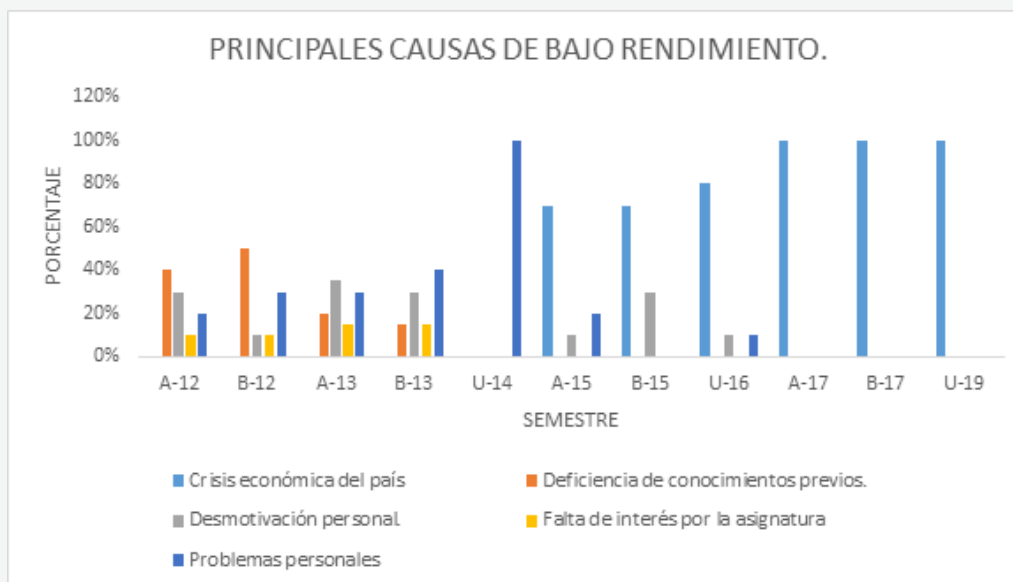


Figura 2. Principales causas del bajo rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura Mecánica de Materiales I del NUAA-ULA.

2.3. Procedimiento para la ejecución de la investigación.

El diseño instruccional se realiza siguiendo las pautas descritas en el curso del Componente Docente Básico en Educación Superior dictado por el Programa de Actualización de los Docentes (PAD) de la Universidad de Los Andes, el cual persigue los siguientes propósitos fundamentales [9]:

- El conocimiento profundo y actualizado en el área específica de la materia que el docente imparte.
- Los conocimientos, habilidades e instrumentos adecuados para realizar una docencia que contribuya a la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
- La reflexión sobre los valores éticos y sociales del rol del formador.

Estas pautas establecen que la planeación no es estática, pues se fundamenta en las necesidades reales que pueden cambiar y en los avances disciplinarios a los que pueda estar sujeto el currículo de la carrera ingeniería mecánica, indispensables para alcanzar los fines educativos en el perfil

desempeño profesional.

3. Presentación de los resultados: Propuesta del diseño instruccional

El diseño instruccional que se presenta en esta investigación considera todos sus componentes de forma sistemática para la práctica educativa. Las teorías de aprendizaje se fundamentan en los paradigmas cognitivismo e histórico social. Se innova en la aplicación del método deductivo como modelo principal de enseñanza, con la finalidad de dar mayor responsabilidad al estudiante en la construcción del conocimiento por medio del aprendizaje basado en problemas. En consecuencia, las estrategias consideradas para los procesos de enseñanza y aprendizaje son diseñadas con el propósito de que el docente pueda facilitar la información a los estudiantes con el fin de que sean ellos mismo quienes puedan organizar, integrar y construir el conocimiento adquirido mediante operaciones cognitivas. De esta manera, el facilitador puede abarcar el extenso programa curricular de una manera flexible y novedosa bajo una modalidad semi-presencial.

3.1. La competencia general de la unidad curricular.

Para definir la competencia general de la unidad curricular se requiere que el participante adquiera un aprendizaje significativo dentro del proceso formativo como ingeniero mecánico. Este logro lo alcanza si “analiza la diferentes situaciones físicas a las que puede estar sometido un sólido en equilibrio elástico, aplicando conceptos, principios y métodos propios de la mecánica de materiales”.

3.2. Las competencias específicas, los objetivos de aprendizaje y los contenidos para cada unidad de aprendizaje.

Las tablas numeradas desde la 2 hasta la 7 describen las competencias, los objetivos de aprendizaje y los contenidos que deben desarrollarse para cada unidad de aprendizaje.

Tabla 2. Unidad I. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje I: Esfuerzo y deformación.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de Aprendizaje I. Esfuerzo y Deformación.	
Objetivo formativo: Interpretar los conceptos de esfuerzos y deformaciones que puedan generarse en un elemento cargado axialmente.	
Competencia específica: Relaciona los métodos físicos usados para el análisis de elementos estructurales y/o mecánicos.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Valora los conceptos fundamentales de la estática para la determinación de las fuerzas en los elementos de una estructura sencilla.	Composición de fuerzas en una estructura. Análisis de miembros cargados axialmente. Identificación de tipos de estructuras y mecanismo en ingeniería.
Define las fuerzas internas que se origina en un elemento cargado axialmente.	Concepto de esfuerzo normal y tangencial
Comprende el concepto general de deformación.	Alargamiento y deformación unitaria normal. Deformación angular o de corte.
Relaciona los conceptos de esfuerzos-deformaciones.	Ensayo de tracción y curva esfuerzo-deformación. Importancia de la curva esfuerzo-deformación en el análisis de materiales. Factores modificativos de la curva La ley de Hooke. La relación de Poisson.
Razona los principios generales de la resistencia de materiales para el desarrollo de ejercicios prácticos.	Principio de rigidez relativa de los sistemas elásticos. Principio de superposición de efectos Principio de Saint Venant
Aplica los conceptos fundamentales de esfuerzos y deformaciones para el análisis de estructuras sometidas a cargas axiales.	Casos estáticamente determinados e indeterminados de barras cargadas axialmente. Tensiones de origen térmico. Determinación y uso de los conceptos: carga admisible, resistencia última, resistencia a la fluencia y factor de seguridad.

Tabla 3. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje II: Carga transversal y momento flector.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de Aprendizaje II. Carga transversal y momento flector.	
Objetivo formativo: Determinar los esfuerzos que se generan en elementos prismáticos y no prismáticos sometidos a flexión.	
Competencia específica: Integra los conceptos de esfuerzo normal y esfuerzo cortante para el diseño y/o análisis de elementos.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Entiende los conceptos teóricos necesarios para el diseño y/o análisis de vigas.	Relación entre carga, fuerza cortante y momento flector. Ecuaciones generales de fuerza cortante y momento flector. Uso de ecuaciones de singularidad.
Analiza las diversas solicitaciones físicas a las que puede estar sometido un elemento estructural para su diseño.	Esfuerzos debidos a momentos flectores y carga transversal en vigas rectas. Esfuerzos debidos a momentos flectores en vigas de sección variable. Esfuerzos debidos a fuerzas cortantes. Representación de momentos flectores en secciones transversales. Efectos en vigas sometidas cargas axiales excéntricas. Flexión en vigas curvas.

Tabla 4. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje III: Torsión en barras.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje III: .Torsión en barras.	
Objetivo formativo: Establecer los criterios básicos para el diseño de ejes de transmisión de potencia.	
Competencia específica: Valora la importancia del análisis de ejes de transmisión de potencia.	

Unidades de competencia.	Contenidos.
Comprende el concepto de torsión en elementos circulares	Deformaciones en un eje circular. Esfuerzos en el rango de elasticidad. Ejes estáticamente indeterminados.
Distingue la solución de ejercicios de torsión para elementos estáticamente determinados e indeterminados	
Identifica los pasos necesarios para el diseño y análisis de ejes de transmisión.	Relación entre torsor, potencia y velocidad angular. Diseño de ejes de transmisión.
Reconoce el concepto de torsión en barras no circulares.	Ecuaciones empleadas en barras no circulares.
Aplica los conceptos fundamentales de torsión.	Resolución de ejercicios

Tabla 5. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje IV: Estados de esfuerzos y deformaciones.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje IV. Estados de esfuerzos y deformaciones.	
Objetivo formativo Definir el estado general de esfuerzos y deformaciones en un punto cualquiera de un sólido.	
Competencia específica Combina los diferentes procedimientos empleados en el cálculo de esfuerzos y deformaciones para el análisis de un sólido sometido a un estado general de cargas.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Describe el estado plano de esfuerzos y deformaciones.	Estado plano de esfuerzos. Planos principales. Casos de esfuerzos uniaxiales, biaxiales y de corte puro. Cilindro de pared delgada sometidos a presión. Transformación de deformación plana. Relaciones entre esfuerzos y deformaciones para un estado plano. Circulo de Mohr para esfuerzos y deformaciones planas.
Define los conceptos de estado general de esfuerzos y de deformaciones.	Representación matricial y vectorial de esfuerzos y deformaciones.
Valora la relación entre el análisis teórico y análisis experimental para el cálculo de esfuerzos y deformaciones.	Conocimientos básicos para el análisis experimental de esfuerzos y deformaciones.
Aplica procedimientos para el análisis de elementos sometidos a cargas combinadas.	Cilindro de pared delgada sometidos a presión. Análisis de barras sometidas a esfuerzos combinados. Definición de secciones críticas y puntos críticos.

Tabla 6. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje V: Deflexión en vigas.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje V: Deflexión en vigas.	
Objetivo formativo: Aplicar la ecuación general de la elástica para la determinación de la curva de deflexión en los diferentes tipos de vigas.	
Competencia específica: Adapta los métodos convencionales para la obtención de la curva de deflexión en un punto cualquiera de la viga.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Define la ecuación general de la elástica para una viga.	Ecuación general de la elástica. Métodos para la determinación de la curva de deflexión.
Compara los diferentes métodos para la evaluación de la curva de deflexión.	
Aplica los métodos adecuados para la resolución de la curva de deflexión en un punto cualquiera de una viga.	Resolución de vigas isostáticas e hiperestáticas a través de métodos convencionales.

Tabla 7. Descripción de competencias, objetivos y contenidos de la Unidad de Aprendizaje VI: Columnas.

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Alberto Adriani.	
Unidad Curricular: Mecánica de Materiales I.	Horas por clase: 2 horas.
Unidad de aprendizaje VI: Columnas.	
Objetivo formativo: Estudiar la estabilidad de estructuras utilizando los criterios básicos para el comportamiento de los elementos tipos de columnas.	
Competencia específica: Valora los procedimientos adecuados para el análisis de columnas.	
Unidades de competencia.	Contenidos.
Identifica los tipos de columnas según su comportamiento y tipos de solicitaciones.	Estabilidad de estructuras. Comportamiento de columnas, largas, intermedias y cortas. Fórmulas usadas para el análisis de columnas.
Determina las ecuaciones necesarias para el análisis de columnas.	
Especifica la metodología adecuada para el diseño de columnas.	Diseño de columnas bajo cargas céntricas y excéntricas.

3.3. Implementación de estrategias didácticas para formar competencias.

Las estrategias didácticas se refieren a planes de acción que pone en marcha el docente de forma sistemática para lograr unos determinados objetivos de aprendizaje en los estudiantes [10]. Su selección incide por una parte, en los procesos cognitivos que los estudiantes realizan y, por otra en las actividades que suscitan, favorecen u obstaculizan el alcance de la meta [14]. Tomando en cuenta estas sugerencias se proponen las siguientes estrategias de enseñanza y aprendizaje para una modalidad semi-presencial, lo que permitirá su evaluación continua y de modo flexible:

- Para lograr un alcance significativo en los estudiantes se sugiere dividir las unidades de aprendizaje (especificadas en el programa curricular) en 10 temas debido a la complejidad y la extensión de contenidos. Esto permite presentar ciertos temas en un entorno virtual según sean los criterios del docente para cada grupo de participantes. Estos temas son:

- Tema 1. Esfuerzo y deformación.
- Tema 2. Torsión en barras (temas básicos).
- Tema 3. Torsión en barras (temas avanzados).
- Tema 4. Esfuerzos en vigas (temas básicos).
- Tema 5. Deflexión en vigas.
- Tema 6. Esfuerzos en vigas (temas avanzados).
- Tema 7. Columnas.
- Tema 8. Estado general de esfuerzos y deformaciones.
- Tema 9. Estado de esfuerzos y deformaciones en el plano
- Tema 10. Aplicaciones de esfuerzo plano. Esfuerzos combinados.

- Para el desarrollo de las clases presenciales se sugiere como estrategia metodológica la taxonomía del momento de uso y presentación de la secuencia didáctica, planteada por Díaz Barriga entre otros tipos de clasificaciones [14]. Este tipo de distribución corresponde a estrategias de apertura, desarrollo y cierre de la clase.

- Para las clases semi-presenciales se sugiere la estrategia de aulas virtuales

como la plataforma educativa Moodle, que permite contribuir a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje presenciales, mediante un entorno de trabajo colaborativo entre facilitador y participantes. También se propone el empleo de las nuevas tendencias en redes sociales para la tutoría virtual.

- Para el logro del aprendizaje significativo se sugiere que las estrategias estén dirigidas a la construcción, permanencia y personalización del conocimiento [10]:

- Estrategias para la construcción del conocimiento que permitan la interacción con la realidad, la activación de conocimientos previos y la generación de expectativas durante la solución de problemas que ayuden a activar el sentido abstracto de los contenidos conceptuales. Una técnica adecuada al logro de esta fase es la utilización de la microenseñanza, ya que los estudiantes suelen distraerse de las clases magistrales tradicionales. La aplicación de esta técnica debe ir acompañada por actividades realizadas colectivamente para la solución del problema. Su desarrollo implica dejar el método de resolver varios problemas en clase y enfocarse en un ejercicio que cubra la mayor cantidad de competencias por contenidos.

- Estrategias para la permanencia de los conocimientos que permitan la discusión de ideas y la construcción de conceptos adecuados al contexto situacional. Para ello el docente puede valerse de actividades cognitivas para el resumen del contenido facilitado en la clase, tales como elaboración de mapas conceptuales e infografías.

- Estrategias para la personalización de conocimiento: conformación de comunidades de aprendizaje virtuales para el intercambio de información sobre temas relacionados con la asignatura, siguiendo el ejemplo de otras organizaciones nacionales o internacionales; desarrollo de dinámicas grupales para el estudio de casos reales mediante el uso de la estrategia RAIS (en este caso el docente propondrá el desarrollo de un proyecto para la solución de una necesidad real particular).

3.4. Evaluación instruccional por competencias.

La evaluación instruccional por competencias de la unidad curricular deberá realizarse según las siguientes etapas: al principio del proceso de aprendizaje (de manera diagnóstica), durante el proceso de construcción del conocimiento (de manera formativa), y al final de cada fase de aprendizaje (de manera sumativa). En

tal sentido, se propone la utilización de evaluaciones cuantitativas para la valoración de cada unidad de aprendizaje. Esta serie de evaluaciones deben orientarse a la interpretación de la solución de problemas, planteamiento de alternativas y valorar el comportamiento de los participantes a la competencia de la unidad curricular. Lo que implica una variedad de técnicas e instrumentos diseñados de manera abierta y flexible como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Técnicas e instrumentos de evaluación aplicadas a la unidad curricular.

Sección	Tema	Técnica de evaluación	Instrumento
I	1	Mapas conceptuales para resúmenes.	Lista de cotejo
	2	Solución de problemas. Observación sistemática individual	Escalas de actitudes
	4		Registros descriptivos
	5	Prueba individual escrita de conocimientos para la solución de problemas	Escala de valoración
	10		
II	3	Mapas conceptuales para resúmenes.	Lista de cotejo
	6	Asignaciones de tareas fuera del aula de clases.	Escala de actitudes
	7	Observación sistemática individual.	Registros descriptivos
	8	Solución de problemas grupales. Análisis de las actividades formativas grupales	Registros descriptivos
	9		Escalas de valoración
III	Proyecto	Estudio de casos reales. Análisis de las actividades formativas grupales.	Diario de asignaciones
			Escala de aptitudes
			Interpretación de datos
			Escala de valoración

Las técnicas sugeridas en la tabla 8 pueden definirse y orientarse de la siguiente manera:

- Los mapas conceptuales permiten evaluar la formación de conceptos y significados construidos en cada tema antes de la asignación de problemas, con la finalidad de que cada participante comprenda y organice la información.
- La solución de problemas consiste en que los participantes desarrollen sus habilidades procedimentales. Para ello, los ejercicios deberán formularse como problemas con

la finalidad de para que sean los mismos participantes quienes diagnostiquen el estado de sus conocimientos en relación con los contenidos del tema de aprendizaje (autoevaluación). De esta manera, los estudiantes podrán solicitar información al docente en aquellas deficiencias encontradas en el proceso formativo antes de realizar las pruebas escritas de conocimientos (heteroevaluación). También se elaborarán problemas con la finalidad de analizar las actitudes grupales para enfrentar los temas avanzados. Así los estudiantes podrán intercambiar estos ejercicios para analizar y

valorar los procedimientos aplicados por sus compañeros (coevaluación).

- La observación sistemática permite analizar de manera estructura y controlada, las conductas de los participantes en el logro de las competencias especificadas a cada contenido.

- La prueba de conocimientos permite que el docente evalúe las habilidades conceptuales y procedimentales de cada participante de manera individual. Esto permitirá estimar las destrezas desarrolladas para enfrentar nuevas situaciones que requieran del ingenio.

- La asignación de tareas fuera del aula de clases permite que el estudiante investigue procedimientos, métodos y casos de contenidos específicos, a fin de que puedan ser discutidos con el docente y sus compañeros.

- El estudio de casos consiste en que los participantes diseñen, de manera grupal, un mecanismo o estructura para valorar la solución numérica en el análisis de esfuerzos y deformaciones. De esta manera, cada grupo de participantes pondrán en práctica la utilización de la estrategia RAIS, para organizar sus conocimientos construidos y reforzarlos con las experiencias de otros profesionales o estudiantes con mayor nivel de conocimientos.

Por otra parte, el diseño de los instrumentos de evaluación descritos en la tabla 8 depende de la manera personal que cada docente considere conveniente a las competencias expuestas para cada unidad de aprendizaje.

Sin embargo se sugiere que se tomen en cuenta los siguientes indicadores de logro en su diseño:

- Coherencia de las ideas expresadas en las asignaciones.

- Asimilación de ideas y creatividad en generar aportes significativos sobre cada tema.

- Juicio crítico para la interpretación de problemas y generación de soluciones.

- Reconocimiento de procedimientos para la solución de problemas y planteamiento de alternativas a nuevas situaciones.

- Participación activa en entornos de trabajos colaborativo y cooperativo que involucre la planificación, la organización, la evaluación, la factibilidad y la ejecución de acciones para la elaboración de proyectos.

Con respecto a la valoración del aprendizaje, la distribución de la carga de las evaluaciones debe realizarse de manera sumativa y flexible considerando la importancia del trabajo individual y grupal. La tabla 8 muestra una columna que divide los temas de aprendizaje en tres secciones, con la finalidad de proponer el equilibrio evaluativo. La sección 1 correspondiente a los temas básicos de aprendizaje, con mayor énfasis en la evaluación individual para un porcentaje del 60%. Para la sección 2, que involucra la evaluación grupal de los temas avanzados, una ponderación del 20%. En la tercera sección, destinada al proyecto de diseño, el trabajo cooperativo se valora con un 20%.

Conclusión y recomendaciones.

La elaboración del diseño instruccional basado en competencias para la unidad curricular Mecánica de Materiales I inició con la observación directa de los contenidos programáticos y de los distintos procedimientos de evaluación que actualmente se utilizan en la Facultad de Ingeniería y en el Núcleo Universitario Alberto Adriani, pertenecientes a la Universidad de Los Andes.

La revisión del programa curricular vigente permitió reestructurar aspectos como: la actualización del contenido temático, la evaluación de las unidades de aprendizaje de manera equilibrada, la aplicación de técnicas cognitivas para el aprendizaje, la modalidad

de enseñanza semi-presencial, y el trabajo cooperativo entre docentes de las respectivas escuelas en el proceso de enseñanza. Esto permitió plantear este diseño instruccional a partir de las nuevas exigencias del aprendizaje significativo, obteniéndose un modelo curricular basado en competencias, y cuya organización secuencial se desglosa en unidades de aprendizaje, para cada una de las cuales se definieron: las competencias, los objetivos, los contenidos, la evaluación y las estrategias didácticas para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, esta propuesta abre el debate para la comunicación, el intercambio y la generación de ideas necesarias entre académicos que deseen contribuir a la solución de los problemas educativos en ingeniería, según sea el entorno social.

REFERENCIAS

- 1-Castellanos, A., Vidal, A. Morales, E. Cárdenas, P., García, V. (2005). El diseño instruccional y la tecnología informática como herramienta para mejorar la enseñanza en la ingeniería. Congreso internacional de innovación docente.
- 2- Farías, A. Salinas, E. (2011). Aplicación del modelo de formación por competencias en ingeniería mecánica, caso: procesos de mecanizado. *Educere*, vol. 15, núm.51, pp. 339-408.
- 3- Balza, R., Bracho, M., Ríos, M., González, V., Torres, A. y Perozo, J. (2008). Desarrollo de competencias en los estudiantes del laboratorio de materiales del programa de ingeniería mecánica en el núcleo LUZ-COL. *Negotium*, vol. 8, núm 23, pp. 277-262.
- 4- González, O. (2017). Desarrollo de un programa computacional instruccional para el diseño de recipientes a presión. *Revecitec*, pp. 1-24.
- 5- Jaramillo, J., Montenegro, M. (2008). Educación apoyada en ambientes virtuales: una metodología de diseño instruccional para la formación de ingenieros. *Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética*.
- 6- Vergara, M., Sandia, B., Arnal, G. Moreno, Y. Mujica, A. (2019). Reproducción del ambiente de innovación en el salón de clase como base para una educación universitaria sostenible. *Risti*. Núm. E20, pp. 710-719.
- 7- Tarazona, J. (2012). Generalidades del diseño instruccional. *Inventum*, núm. 12, p. 37-41.
- 8- Aguilar, J. (2004). El diseño de instrucción en la planificación de la enseñanza. Universidad Nacional Abierta. Disponible: <http://gc.initelabs.com/recursos/files>. [Consulta: 2018, noviembre 17].
- 9- Programa de Actualización de los Docentes (PAD, 2010). Manual para la elaborar el diseño del proyecto de asignatura. Vicerrectorado Académico de la Universidad de Los Andes. Disponible: www.moodle.ula.ve[Consulta: 2019, Julio 13].
- 10- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. Talca, Chile. Disponible: <https://maristas.org.mx/gestion/web/doctos/> [Consulta: 2019, Julio 13].
- 11- Sandia, B., Gutierrez, D., Hernández, D y Páez, G. (2011). Estrategia RAIS: Reproducción del ambiente de trabajo industrial de carácter universal en el salón de clase. Un

manejo integral de conocimientos. Disponible: <http://www.saber.ula.ve/> [Consulta: 2019, noviembre 6].

- 12- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista. P. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill. Sexta edición. México. (2014).
- 13- Campos Yolanda (2000). "Estrategias didácticas apoyadas en tecnología". DGENAMDF: México. Disponible en: www.moodle.ula.ve/ [Consulta: 2019, Julio 13].
- 14- Contreras, N. (2016). Didáctica del aula universitaria: una experiencia en el Programa de Actualización Docente (PAD) de la Universidad de Los Andes. Docencia Universitaria, Vol. XVII, N° 1 y 2, p. 31-48.

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 Coperativos.
- 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° 1**, publicada en el repositorio institucional saberula
Universidad de Los Andes – Venezuela
www.saber.ula.ve
info@saber.ula.ve*